

01129
/



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SISTEMA DE ENLACE DE LA DIRECCION GENERAL DE
OBRAS (DGOB) CON SUS SUBDEPENDENCIAS VIA
INALAMBRICA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICO ELECTRONICO
P R E S E N T A :

SILVIA JENNIFER / AGUILAR DELGADO

**INGNIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA: ELECTRICO - ELECTRONICO**

P R E S E N T A :

LUIS ANGEL OLASCOAGA MENESES



DIRECTOR DE TESIS: M.I. MIGUEL ANGEL BAÑUELOS SAUCEDO

MEXICO, D.F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

JUNIO, 2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PAGINACION DISCONTINUA

Agradecimientos

Quiero agradecer antes que nada a Dios por la vida que me ha tocado vivir.

A mis padres, por todo el amor, la confianza y el apoyo incondicional que siempre me han brindado, por ser mi fortaleza y mi mayor inspiración para ir sólo hacia adelante.

Gracias a Jonathan por acompañarme y apoyarme en cada momento, por ser parte de mi vida y por toda la dicha y alegría que has traído. Por ser mi refugio y mi esperanza.

Agradezco a Miguel Angel Bañuelos por impulsar nuestros esfuerzos para culminar este trabajo.

Gracias a todos mis maestros, por todo el legado de conocimientos que aportaron a mi formación profesional y personal.

Agradezco entrañablemente a la UNAM y muy especialmente a la Facultad de Ingeniería por todos los recursos y la infraestructura que estuvieron a mi alcance durante el transcurso de mis estudios, y la calidad en la educación que imparte.

Gracias a mis abuela Martha y a mi abuelo Mariano (donde quiera que te encuentres)

Hoy dedico este esfuerzo a todos ustedes.

Silvia Jennifer Aguilar Delgado

Agradecimientos

A Dios

A mis Padres, por su apoyo incondicional y todo su amor

A mi Hermano Miguel y a mis Abuelos (Enrique, Toñita, Benito, Carmen)

A Vero, por su paciencia, amor y apoyo

Al M.I. Miguel Angel Bañuelos Saucedo por su paciencia y disposición para este trabajo.

A la Ing. Edith Manuel Lee y a todo el departamento de sistemas de la DGOC, Carlos, Agustín y José Luis, por el apoyo para la realización de este trabajo

A Marcos por el apoyo en las propagaciones

A la UNAM y la Facultad de Ingeniería por la formación recibida

Luis Angel Olascoaga Meneses

Índice

Índice	i
1. Definición del problema	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Descripción de la red de la DGOC	6
1.4 Situación actual (definición del problema)	9
1.5 Justificación de la propuesta	10
2. Análisis de propuestas	12
2.1 Introducción	12
2.2 Sistemas inalámbricos	12
2.3 Características técnicas de los sistemas inalámbricos	13
2.4 Selección del equipo de comunicación	15
2.5 Conclusiones de los equipos	50
3. Análisis de RF del sistema de comunicación inalámbrica	52
3.1 Introducción	52
3.2 Definición de términos y variables utilizados	52
3.3 Características del sitio	54
3.4 Visita de inspección	54
3.5 Cálculo de los parámetros del enlace	59
3.6 Estudio de propagación mediante computadora	71
3.7 Conclusiones y comentarios	81
4. Procedimiento de instalación	82
4.1 Instalación de la base	82
4.2 Instalación en los sitios remotos	88
5. Conclusiones	92
Bibliografía	95
ANEXO A. Configuración del equipo	97

ANEXO B. Radio frecuencia (RF)	119
ANEXO C. Seguridad en redes inalámbricas	121
ANEXO D. Sistemas spread spectrum y WLAN	124
ANEXO E. Glosario	135

Índice de Figuras

Figura 1 —1	Organigrama estructural de la DGOC.....	2
Figura 1 —2	Mapa de ubicación de las coordinaciones no integradas y la DGOC.....	5
Figura 1 —3	Diagrama a bloques de la red de la DGOC.....	8
Figura 3 —1	Verificación de la línea de vista.....	55
Figura 3 —2	Obstrucción de línea de vista.....	56
Figura 3 —3	Ubicación de las coordinaciones.....	60
Figura 3 —4	Pérdidas y ganancias consideradas en el enlace.....	61
Figura 3 —5	Conectores utilizados en la estación base.....	61
Figura 3 —6	Conectores utilizados en los remotos.....	62
Figura 3 —7	Pérdidas en espacio libre.....	63
Figura 3 —8	PIRE en la base y el remoto.....	64
Figura 3 —9	Niveles de recepción en la DGOC y Talleres.....	67
Figura 3 —10	Onda de espacio.....	69
Figura 3 —11	Zona de Fresnel.....	70
Figura 3 —12	Obstrucción de la Zona de Fresnel.....	70
Figura 3 —13	Ubicación de los sitios en el programa MAPInfo.....	72
Figura 3 —14	Propagación con una antena omnidireccional.....	73
Figura 3 —15	Propagación con una antena sectorial de 90° de apertura.....	75
Figura 3 —16	Perfil para el enlace DGOC-Talleres.....	77
Figura 3 —17	Perfil para el enlace DGOC Aguas Residuales.....	78
Figura 3 —18	Perfil para el enlace DGOC-Areas Verdes.....	79
Figura 3 —19	Perfil para el enlace DGOC-Incinerador.....	80
Figura 4 —1	Dibujo de una torre con retenidas y su sección triangular.....	83
Figura 4 —2	Antena montada en la torre.....	84
Figura 4 —3	Límite del dobléz de un cable.....	85
Figura 4 —4	Conexiones de alimentación y de red en la parte posterior.....	86
Figura 4 —5	Panel frontal.....	87
Figura 4 —6	Esquema de instalación de la base.....	88
Figura 4 —7	Instalación de mástil según su altura.....	89
Figura 4 —8	Antena montada al mástil.....	90
Figura 4 —9	Ejemplo de orientación de una antena.....	91
Figura 5 —1	Integración de las dependencias a la red de la DGOC.....	94
Figura A —1	Barra de herramientas.....	99

Figura A —2	Ventana de configuración general	101
Figura A —3	Ventana de configuración de interfaz	103
Figura A —4	Ventana configuración avanzada	103
Figura A —5	Ventana de configuración del puerto ethernet	104
Figura A —6	Ventana de configuración avanzada de RF	105
Figura A —7	Interfaz de RF avanzada	108
Figura A —8	Ventana de configuración de IP	110
Figura A —9	Ventana de configuración general	111
Figura A —10	Ventana de configuración DHCP	112
Figura A —11	Ventana de configuración IP	114
Figura A —12	Ventana de configuración del NAT de Salida	115
Figura A —13	Ventana de configuración del NAT de entrada	117
Figura A —14	Ventana de direcciones IP	117
Figura D —1	Comparación de una señal de banda angosta con una señal DSSS	126
Figura D —2	Espectro de la señal DSSS	133

Índice de Tablas

Tabla 1 —1	Características de la red de la DGOC	6
Tabla 1 —2	Computadoras asignadas a las dependencias no integradas	7
Tabla 1 —3	Distancias de la DGOC a las coordinaciones no integradas	9
Tabla 2 —1	Principales fabricantes de sistemas de comunicaciones inalámbricas fijas	17
Tabla 2 —2	Precio de los equipos Agere	21
Tabla 2 —3	Precio de los equipos Alvarion	26
Tabla 2 —4	Precio de los equipos Avaya	28
Tabla 2 —5	Precio de los equipos CISCO	32
Tabla 2 —6	Precio de los equipos de Enterasys	35
Tabla 2 —7	Precio de equipos de Hyperlink	37
Tabla 2 —8	Precio de los equipos de Proxim	40
Tabla 2 —9	Precio de los equipos de Solectek	43
Tabla 2 —10	Precio de los equipos Wave Wireless	46
Tabla 2 —11	Precio de los equipos de WiLAN	49
Tabla 2 —12	Calificación de las empresas según los requerimientos	50
Tabla 3 —1	Términos	53
Tabla 3 —2	Definiciones o variables utilizadas	53
Tabla 3 —3	Datos técnicos de la radio-base	57
Tabla 3 —4	Datos técnicos de los sitios remotos	58
Tabla 3 —5	Distancias de la DGOC a las coordinaciones no integradas	59
Tabla 3 —6	Pérdidas en cables en base y remotos	63
Tabla 3 —7	Pérdidas en espacio libre para las estaciones remotas	64
Tabla 3 —8	PIRE en los remotos	65
Tabla 3 —9	Nivel de recepción	66
Tabla 3 —10	Margen de recepción	68
Tabla 3 —11	1er radio de Fresnel para las coordinaciones	71
Tabla D —1	Tabla comparativa de estándares WLAN	131

1. Definición del problema

1.1 Introducción

En nuestros días las redes de computadoras están presentes en todos los ámbitos del desarrollo humano: desde corporaciones empresariales de todos tamaños hasta instituciones educativas y de gobierno; su extensión y complejidad va desde las más pequeñas, de solo un par de máquinas, hasta las más sofisticadas que cubren bastas áreas geográficas. En las décadas pasadas, las necesidades de comunicación lograron satisfacerse mediante el uso de redes cableadas tradicionales. Pero a medida que los usuarios requieren mayor movilidad y flexibilidad en el intercambio de información, se hacen más evidentes las limitaciones de tales redes alambradas.

El ritmo vertiginoso de la vida moderna exige que las personas puedan tener datos en donde los necesitan, en el momento que los necesitan, sobre todo cuando se trabaja con redes extensas, o cuando se trata de comunicar dos puntos distantes. Por mucho tiempo, la solución a este tipo de situaciones ha sido la utilización de líneas telefónicas o de fibra óptica para la transmisión de datos. El principal inconveniente de estos medios es la baja velocidad con que se puede transportar la información vía modem y los elevados costos del cableado con fibra óptica.

El cableado estructurado no siempre resulta ser la mejor opción, puesto que, a pesar de que los costos de un sistema de éste tipo se han reducido enormemente, siempre deben enfrentarse problemas de saturación de ductos, crecimientos no planeados o, como en el caso que nos ocupa, la composición del terreno no es propicia para excavaciones y/o las distancias a comunicar son demasiado grandes para los estándares establecidos, lo que hace imposible tomar en consideración este camino.

Como resultado de los avances tecnológicos de los últimos años, surgen los sistemas inalámbricos en una diversidad de formas y técnicas, ofreciendo la solución ideal para comunicar lugares donde no ha sido posible la conectividad a través de los métodos ya existentes.

En el presente trabajo intentaremos resolver un problema de conectividad, aplicando el resultado de una extensa investigación sobre las tecnologías inalámbricas disponibles actualmente, y se propondrá un proyecto que haga uso de las herramientas, metodologías y equipos que se manejan en la industria de las comunicaciones inalámbricas de nuestros días.

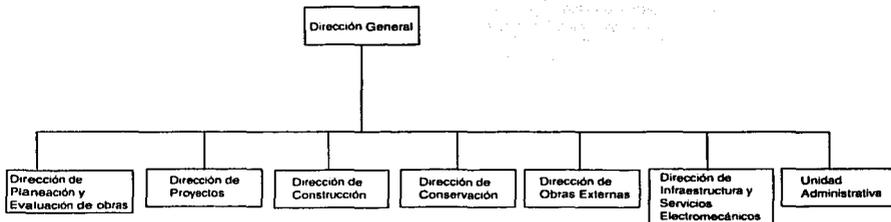
El caso concreto que nos ocupa surgió de la necesidad de conectividad a la RedUNAM que existe en la red de la Dirección General de Obras y Conservación (DGOC) de la UNAM. Esta dependencia está conformada por diversas coordinaciones que se encuentran ubicadas en distintos edificios, a lo largo del campus de Ciudad Universitaria. Debido a las distancias involucradas, hasta ahora no ha sido posible una conexión directa entre sus redes de cómputo, limitando la capacidad y eficiencia de dicha entidad, que requiere un flujo de información constante entre sus partes constitutivas.

1.2 Antecedentes

La Dirección General de Obras y Conservación (DGOC) es la dependencia encargada del mantenimiento y restauración de las instalaciones de la UNAM.

La DGOC se ubica en Av Revolución #2045, a un costado del Estadio Olímpico Universitario. Para llevar a cabo su labor, cuenta con siete direcciones.

Figura 1 —1 Organigrama estructural de la DGOC



Dirección de Planeación y Evaluación de Obras

Se encarga de planear a corto, mediano y largo plazo el desarrollo del patrimonio inmobiliario de la UNAM en función de los programas de desarrollo institucional, así como de regular y vigilar el crecimiento, uso y destino de las instalaciones físicas de las entidades y dependencias universitarias dentro y fuera de CU, ya sea obra nueva, reacondicionamiento o rehabilitación.

Dirección de Proyectos

Se encarga de dirigir las actividades encaminadas a la elaboración, coordinación, supervisión y contratación de los proyectos arquitectónicos, las ingenierías estructurales y el diseño del mobiliario, para la construcción de edificios nuevos, ampliaciones o adaptaciones que la UNAM requiere para su crecimiento y desarrollo nacional, cuidando el cumplimiento de la normatividad vigente que al respecto tiene establecida la Universidad.

Dirección de Construcción

Se encarga de coordinar, desarrollar y vigilar la construcción de la obra nueva que requiere la UNAM, tanto en la Ciudad Universitaria como en la zona metropolitana y en el interior de la República.

Dirección de Conservación

Se encarga de mantener en óptimo estado físico y funcional los inmuebles, instalaciones, equipo, mobiliario y medio ambiente de las dependencias de la UNAM.

Dirección de Obras Externas

Se encarga de dirigir las acciones tendientes a mantener en las mejores condiciones de funcionamiento los edificios, instalaciones y equipos ubicados fuera de CU, dentro del Valle de México y diversas ciudades de la República. Se encarga de realizar las obras nuevas y de adecuación necesarias en los edificios, en estricto apego a la normatividad y atendiendo los requerimientos indispensables en calidad, tiempo y costo.

Dirección de Infraestructura y Servicios Electromecánicos

Se encarga de dirigir las acciones que garanticen el suministro en forma continua y confiable de los servicios urbanos básicos (energía eléctrica, agua potable, agua tratada, drenajes, alcantarillado y alumbrado exterior) en el campus de CU, además se encarga de establecer el apoyo técnico necesario para la ejecución de los proyectos y construcciones electromecánicos que desarrolle la dirección.

Unidad Administrativa

Se encarga de planear, organizar y controlar los recursos humanos y los servicios generales bajo la norma universitaria, proporcionando la información necesaria para la toma de decisiones de manera oportuna y eficaz, así como mejorar los servicios administrativos necesarios para el desarrollo de las actividades de la dependencia.

Estas direcciones se ubican en el edificio de la DGOC, ubicado a un costado del Estadio Olímpico. Para llevar a cabo sus funciones, algunas de éstas

direcciones cuentan con dependencias o coordinaciones en el campus de CU, (ver la Figura 1 —2). A continuación se describen las coordinaciones que no se encuentran en el edificio de la DGOC:

Coordinación de Áreas Verdes y Forestación

Esta coordinación pertenece a la Dirección de Conservación, se ubica en el Vivero Bajo, enfrente del IIMAS y atrás de la Torre de Ingeniería.

Tiene a su cargo los programas de mantenimiento y conservación de las áreas verdes del campus universitario, mediante el desarrollo de las acciones operativas y ejecutivas de manejo, mejoramiento continuo, diseño y conservación de ellas.

Talleres centrales

Esta coordinación pertenece a la Dirección de Conservación, se ubica a un costado del Estadio Olímpico, próximo al paradero de trolebuses.

Coordina las acciones tendientes a proporcionar el apoyo operativo de los servicios de mantenimiento requeridos por las dependencias, en forma oportuna, con el máximo aprovechamiento de los recursos humanos y materiales disponibles. Se encarga de dar apoyo a las dependencias en la zona deportiva, institutos, facultades, el circuito escolar y el circuito exterior, cubriendo un área de 830,697 m².

Coordinación de Servicios Electromecánicos

Esta coordinación pertenece a la Dirección de Infraestructura y Servicios Electromecánicos, se ubica a un costado del Estadio Olímpico, próximo al paradero de trolebuses.

Coordina los programas para suministrar en forma continua, económica y confiable los servicios electromecánicos y mantener en condiciones adecuadas los equipos e instalaciones de la infraestructura electromecánica. Esto incluye las redes generales de suministro de electricidad, la de agua potable, la de agua tratada y la de alcantarillado, así como la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Departamento de Tratamiento de Aguas Residuales

Este departamento pertenece a la Coordinación de Servicios Electromecánicos, que a su vez pertenece a la Dirección de Infraestructura y Servicios Electromecánicos. Se ubica en la entrada a CU por la calle Cerro del Agua, atrás de la Facultad de Medicina.

Se encarga de suministrar en forma continua, económica y confiable los servicios electromecánicos de las plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

en CU, y mantener en condiciones adecuadas los equipos e instalaciones de la misma.

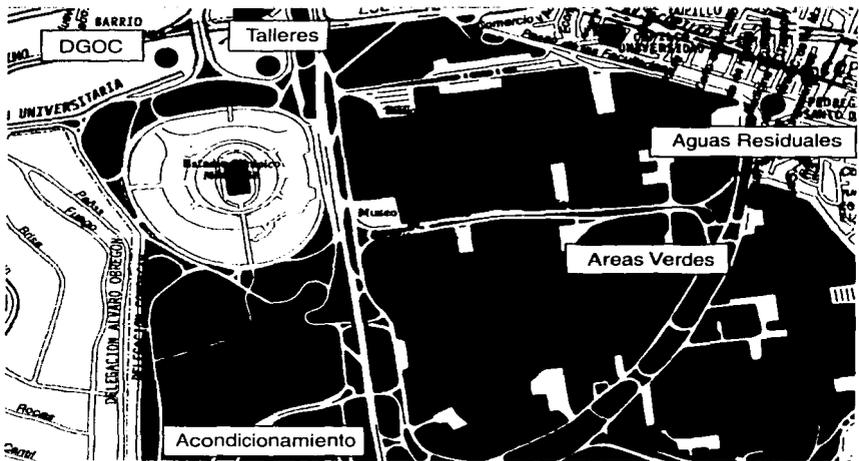
En conjunto con el Instituto de Ingeniería elabora programas relativos a las diversas investigaciones que se efectúan en la planta de tratamiento. Reporta periódicamente un informe de las actividades desarrolladas.

Departamento de Vialidad y Estructura Urbana

Este departamento pertenece a la Coordinación de Servicios Urbanos, que a su vez pertenece a la Dirección de Conservación. Se ubica en lo que era el incinerador de CU, adelante de la cancha de béisbol.

Se encarga de mantener en óptimas condiciones de circulación las vialidades del circuito del campus de CU, para una mayor seguridad de los usuarios, en cuanto a señalización, pavimentación y pintura. Organiza y realiza las licitaciones públicas y por invitación. Informa a la coordinación semanalmente, mediante reportes, el avance y desarrollo de los trabajos a su cargo.

Figura 1 —2 Mapa de ubicación de las coordinaciones no integradas y la DGOC



1.3 Descripción de la red de la DGOC

La red actual de la DGOC se basa en el estándar IEEE 802.3 y sus características generales de describen en la Tabla 1 —1 :

Tabla 1 —1 Características de la red de la DGOC

Características	
Topología	Estrella
Velocidad (Mbps)	10/100
Tipo de cable	UTP Categoría 5 10BaseT
Conectores	RJ-45

La red de la DGOC se basa en una topología estrella, la cual se caracteriza por tener un punto central al cual se le conectan todos los equipos. La principal ventaja de esta topología es que permite aislar o agregar una estación sin perjudicar al resto de la red.

En la Figura 1 —3 se muestra un diagrama a bloques de la topología de la DGOC.

La red de la DGOC se compone de un servidor NT y un servidor Linux, los cuales se encuentran conectados a un *Switch (Super Stack 1000)*. El *switch 1000* está conectado a cuatro concentradores (*HUBs*) que se encargan de proporcionar los nodos de conexión a las terminales (PCs). Los concentradores (HUB) son del tipo (3COM) Super Stack III de 24 puertos cada uno.

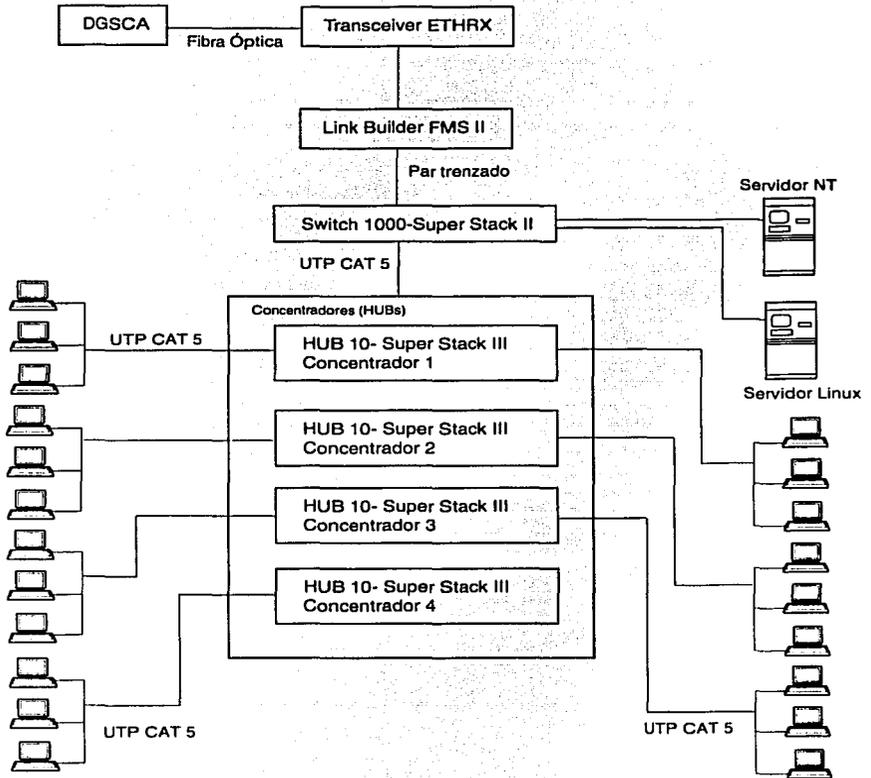
Los servicios que brinda la DGOC son: intercambio de información con las dependencias universitarias dentro y fuera del área metropolitana (correo electrónico) y actualización de las bases de datos del control de almacenes.

La DGOC cuenta con un total de 148 computadoras, que corresponden a las dependencias que se encuentran ubicadas en el edificio. Se tienen 20 computadoras que no están integradas a la red de la DGOC. El número de computadoras por dependencia se muestra en la Tabla 1 —2

Tabla 1 —2 *Computadoras asignadas a las dependencias no integradas*

Dependencia	Núm. de Computadoras
Talleres Centrales	7
Vialidad y Estructura Urbana	2
Áreas Verdes	5
Aguas Residuales	1
Servicios Electromecánicos	5

Figura 1 —3 Diagrama a bloques de la red de la DGOC



1.4 Situación actual (definición del problema)

La primer consideración que debemos tomar en cuenta, es la ubicación y la distancia a la que se encuentran las coordinaciones no integradas y la DGOC. Mediante el uso de un GPS y el programa MAPInfo, se obtuvieron las distancias a las que se encuentra cada coordinación.

Tabla 1 —3 Distancias de la DGOC a las coordinaciones no integradas

Coordinación	Distancia
Talleres Centrales	208 m
Vialidad y Estructura Urbana	1.228 km
Áreas Verdes	1.483 km
Aguas Residuales	1.623 km

La DGOC cuenta con coordinaciones sin servicio de RedUNAM, lo que dificulta el envío de información, que llega a ser de hasta 15 MB, a las oficinas centrales de la DGOC.

Actualmente la información se traslada entre las coordinaciones mediante discos flexibles, lo que retrasa considerablemente el trabajo y la toma de decisiones sobre proyectos importantes, e incluso propicia la pérdida de archivos relevantes para su desempeño.

La Dirección General de Personal ha puesto en funcionamiento sistemas de uso obligatorio, como son: Sistema de Formas Únicas, Vale de Juguetes, SISPER, Credencialización y EDPAC. Estos sistemas verifican la dirección IP del equipo que hace conexión y sólo así se valida la información.

Como las coordinaciones no están unificadas en una sola red, debido a las grandes distancias que las separan, no se han podido aplicar estos sistemas, cuyo uso hace obligatorio que la conexión sea a través de RedUNAM. Para tener acceso a estos y otros servicios, es necesario que cada coordinación y departamento estén integrados a la red de la DGOC.

El tipo de información que se maneja en los Talleres Centrales, por mencionar lo más importante, es: el Sistema de Medición y Control de uso de Energía Eléctrica para el Programa Universitario de Energía (PUE), el Sistema de Control de Almacenes, el Sistema de Control de Personal (SISPER), el sistema de seguimiento de órdenes de trabajo, etc.

En Áreas Verdes se utiliza el sistema de mejoramiento de suelos (composta), el SISPER y el sistema de órdenes de trabajo. En la Coordinación de Acondicionamiento se lleva a cabo el manejo y control de papel reciclado, así como el manejo de residuos sólidos.

Es importante resaltar que además de todos estos sistemas, en los Talleres, Vialidad y en Aguas Residuales, se requieren consultas periódicas al Internet sobre normas oficiales, reglamentos, leyes, tarifas, cotizaciones, etc., así como mandar y recibir correspondencia de cualquier dependencia de la zona metropolitana y del interior de la República.

1.5 Justificación de la propuesta

El contar con información confiable y actualizada en tiempo real, mantener bases de datos centralizadas en servidores seguros, mantener estrecha comunicación e intercambio de información con todas las dependencias universitarias dentro y fuera del área metropolitana, cumplir con la normatividad y los requisitos establecidos por la Dirección General de Personal, así como ofrecer servicios de compartición de recursos, correo electrónico e Internet a más de 50 usuarios, son todos puntos indispensables para la Dirección General de Obras.

Este trabajo se realiza para proponer un sistema inalámbrico como medio de integración de las coordinaciones y la Dirección General de Obras y Conservación (DGOC).

Se propone el uso de un sistema inalámbrico, puesto que debido a la distancia a la que se encuentran los edificios, no es posible un tendido de cable estructurado, aún con repetidores, ya que la infraestructura necesaria para llevar a cabo dicha tarea no es factible por las condiciones del terreno de piedra volcánica. Aunque el terreno permitiera que esto fuera posible, un sistema cableado no podría enlazar a las coordinaciones en su totalidad a causa de las grandes distancias involucradas. Por tal razón se propone una solución que enlace a las coordinaciones con la DGOC, ya sin la necesidad de cableado y al menor costo, con el empleo de pocos equipos y de fácil instalación.

El sistema propuesto debe ser capaz de:

- Ser transparente para la red de la DGOC.
- Enlazar a las coordinaciones con el mínimo de equipo y en el menor tiempo de instalación posible.
- Capacidad de crecimiento, previniendo la creación de nuevas coordinaciones y/o dependencias en el campus.

El objetivo de este trabajo es plantear una solución con base en un sistema inalámbrico, utilizando tecnología de punta al menor costo posible.

2. Análisis de propuestas

2.1 Introducción

En el capítulo anterior, hemos justificado el tipo de solución que se requiere para cubrir la carencia que existe de un sistema eficiente para la transferencia de información, entre varios edificios de un campus universitario. De aquí que todas las alternativas consideradas en el presente trabajo se basen en la comunicación inalámbrica, ramo que actualmente presenta un extraordinario y prometedor desarrollo tecnológico.

El objetivo del capítulo es analizar las alternativas de solución que hay en el mercado y mediante el uso de tablas comparativas, hacer la evaluación de cada empresa para determinar cual cumple los requisitos del proyecto.

Una vez seleccionado el equipo, se hace el análisis teórico de RF (capítulo 3), para estudiar la cobertura y limitaciones del equipo seleccionado.

En este capítulo se presentan primero los aspectos generales sobre redes inalámbricas, siguiendo un cuidadoso proceso de selección para llegar a los medios y tecnologías más propicios para resolver un problema de conectividad particular.

2.2 Sistemas inalámbricos

Un sistema de comunicación inalámbrico representa una alternativa importante en los casos en que se tienen conexiones inviables para otro tipo de medio, con un menor costo en muchos escenarios y con posibilidades de ampliación más fáciles y rápidas de instalar que los dispositivos cableados o los servicios móviles (como la telefonía móvil o celular).

Un sistema inalámbrico ofrece, entre otras, las siguientes ventajas en cuanto a productividad, conveniencia y costo sobre las redes cableadas tradicionales:

- Velocidad de instalación y simplicidad. La instalación de un sistema inalámbrico es rápida y fácil y elimina la necesidad de escarbar en calles o edificios para meter el cable.
- Costo de mantenimiento reducido. Mientras la inversión inicial requerida para el hardware inalámbrico puede ser mayor que el costo de una red cableada, los gastos globales de instalación y los costos del ciclo de vida son significativamente menores. Los beneficios en costo a mediano y largo plazo son todavía mayores en ambientes que requieren frecuentes movimientos y cambios.

- Escalabilidad. Los sistemas inalámbricos pueden ser configurados en una gran variedad de topologías para reunir las necesidades de instalaciones y aplicaciones específicas. Estas configuraciones pueden cambiarse fácilmente y van de un rango desde redes punto-a-punto apropiadas para un número pequeño de usuarios hasta redes de infraestructura completa de miles de usuarios que les permite viajar sobre un área amplia.

2.3 Características técnicas de los sistemas inalámbricos

Las redes inalámbricas difieren de las convencionales principalmente en la capa física y en la capa de enlace de datos, según el modelo de referencia OSI. La capa física indica cómo son enviados los bits de una estación a otra, mientras que la de enlace de datos describe cómo se empaquetan nuevamente los datos y el modo de verificación de los bits para que no contengan errores.

Al cambiar el medio físico, la tecnología inalámbrica reemplaza el cable por otros métodos de naturaleza similar; es decir, no importa sobre qué medios de red subyacente se opera, es posible construir una red que opere sobre cualquier medio -cable coaxial, alambre de par trenzado sin blindaje, fibra óptica, ondas de radio, etc.

Dentro del rango de frecuencias que se utilizan para la tecnología de redes inalámbricas, sobresalen tres tipos de transmisión.

En los rangos de 902 a 928 MHz, 2.400 a 2.483 GHz y 5.725 a 5.850 MHz, se utiliza el *Spread Spectrum*. A estas bandas se les conoce como ISM (*Industrial, Scientific, Medical*), por el campo de aplicación específico.

En el rango de 18 a 19 GHz, se utilizan microondas de baja potencia, y en el rango de frecuencia de las luces infrarrojas, se utiliza tecnología de transmisión infrarroja.

En la actualidad, los más importantes fabricantes de tecnologías inalámbricas desarrollan equipos basados en la transmisión por radiofrecuencia y, en menor medida, se utiliza la transmisión por infrarrojos.

La tecnología infrarroja se usa por lo general en una sola oficina en la que el usuario se desplaza alrededor con una computadora portátil. Esta tecnología, usada también en los controles remotos de televisión, puede llevar un gran ancho de banda, pero se interrumpe con facilidad por cualquier obstrucción visual.

Por su parte, los sistemas que utilizan radiofrecuencia pueden clasificarse en sistemas de banda angosta (*Narrowband*) y en sistemas basados en Espectro Disperso o Expandido (*Spread Spectrum*).

Tecnología de Banda Angosta (*Narrowband*)

Un sistema de radio de banda angosta transmite y recibe información de usuario sobre una frecuencia de radio específica. Un radio de banda angosta mantiene la frecuencia de la señal de radio tan estrecha como es posible, sólo para pasar la información.

Una medida usada para evitar interferencia indeseable entre los canales de comunicación, es coordinando cuidadosamente diferentes usuarios sobre diferentes canales de frecuencia.

Para reforzar la seguridad y evitar interferencias en un sistema de radio, es conveniente el uso de frecuencias separadas. El radio receptor filtra todas las señales, excepto aquellas que están sobre la frecuencia para la que está diseñado. Desde el punto de vista del cliente, una desventaja de la tecnología de banda angosta es que la terminal de usuario debe obtener una licencia de la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) para cada sitio en donde sea empleado.

Tecnología *Spread Spectrum*

La mayoría de los sistemas de redes inalámbricas utilizan tecnología *Spread Spectrum*, que es una técnica de radio frecuencia de banda ancha, lo que significa que consume mayor ancho de banda a cambio de aumentar la confiabilidad, integridad y seguridad de la información. (Ver ANEXO D. en la página 124).

Si un receptor no está sintonizado a la frecuencia correcta, una señal *Spread Spectrum* se presenta como ruido de fondo.

Estos sistemas están diseñados para soportar interferencias. La tecnología *Spread Spectrum* fue originalmente utilizada en aplicaciones militares a fin de evitar la interceptación de comunicaciones de misiones críticas. Este método distribuye el mensaje transmitido sobre un espectro de frecuencias en vez de sobre una sola frecuencia fija. El equipo receptor está programado para decodificar la transmisión en forma inversa de como fue transmitido, lo que permite seguir la señal eficientemente. De esta forma, un grupo de sistemas separados que utilicen la misma tecnología pueden compartir la misma banda de frecuencias.

Los productos de redes inalámbricas que utilizan la tecnología *Spread Spectrum* tienen permitido transmitir sin ningún tipo de licencia.

Estos dispositivos utilizan una salida de potencia limitada (menor de 1 Watt) y están generalmente diseñados para mantener sus señales dentro de un área de 300 metros con antenas omnidireccionales. Mediante la instalación de antenas direccionales especiales con estos sistemas, pueden alcanzarse mayores distancias, en aplicaciones en las que intervienen diferentes edificios.

Existen dos tipos de transmisión *Spread Spectrum*: Salto en Frecuencia y Secuencia Directa.

Espectro Disperso Salto en Frecuencia (*Frequency-Hopping*)

Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) utiliza una portadora de banda angosta que cambia frecuencia en un patrón establecido conocido tanto por el transmisor como por el receptor. Este patrón de salto es controlado por un algoritmo de secuencia de salto. Propiamente sincronizado, el efecto neto es mantener un solo canal lógico. De acuerdo con las reglas del FCC, ningún transmisor puede permanecer en una sola banda por más de 0.4 segundos dentro de un periodo de 20 segundos en la banda de 902 MHz (30 segundos en la banda de 2.4 GHz). Cada transmisor debe efectuar también un ciclo a través de 50 a 75 bandas de radio antes de reiniciar el algoritmo de secuencia de salto.

Para un receptor involuntario, FHSS aparece como un impulso por ruido de corta duración.

Espectro Disperso Secuencia Directa (*Direct-Sequence*)

Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) genera un patrón de bits redundante para cada bit que se transmite. A este patrón de bits se le llama chip (o código *chipping*). Entre más largo es el chip, es mayor la probabilidad de que los datos originales puedan ser recuperados (y, por supuesto, es mayor el ancho de banda requerido).

Incluso si uno o más bits en el chip se dañan durante la transmisión, mediante técnicas estadísticas embebidas en el radio pueden recuperarse los datos originales, sin necesidad de retransmisión. Para un receptor involuntario, DSSS aparece como ruido de banda ancha de baja potencia y es rechazado por la mayoría de los receptores de banda angosta.

2.4 Selección del equipo de comunicación

Un aspecto muy importante en la planeación e implementación de un sistema de radio enlace involucra la asignación de la frecuencia de operación; esto

implica generalmente obtener la concesión de una licencia de radio y estudios de interferencia electromagnética para la compatibilidad y desarrollo del proyecto.

Haciendo un análisis de las tecnologías que existen para la comunicación inalámbrica de redes, descritas anteriormente, se hacen evidentes las ventajas que presentan los sistemas con tecnología *Spread Spectrum*, puesto que operan en una banda de frecuencia libre, y por lo tanto no requieren licencia de uso. Además, los elementos necesarios para alcanzar tales frecuencias de operación son relativamente económicos. (Para mayor referencia sobre sistemas *Spread Spectrum* vea el ANEXO D, en la página 124).

Existen en el mercado diversas empresas que están desarrollando equipos que ofrecen soluciones inalámbricas para redes de datos de área local (WLAN) y de área metropolitana o de campus (WMAN), como el que necesitamos en este caso.

Ahora se trata de elegir, de entre diferentes sistemas, un equipo que reúna las características necesarias para nuestro enlace, tomando en consideración todos los factores importantes para llegar a la mejor solución.

Para facilitar la búsqueda del equipo que se va a proponer en este proyecto, hemos delimitado los criterios de selección, con base en las características que aportarán mayores beneficios al sistema de comunicación final. Estos criterios se presentan a continuación:

- El equipo debe ser fácilmente montado y de preferencia *plug and play*.
- El equipo debe operar en una frecuencia libre de licencia, esto es, en la banda ISM y debe estar homologado por la COFETEL.
- Debe operar en configuración punto-multipunto.
- El alcance del enlace deberá ser de preferencia mayor a la máxima distancia que debemos comunicar (las distancias van de 200 m a 2 km).
- El fabricante del equipo elegido debe asegurar su resistencia a la interferencia y a la intemperie.
- El costo total de los equipos, accesorios y gastos de cableado es un factor de gran peso en la elección final de todo proyecto.
- Es importante que el equipo seleccionado cumpla con los requerimientos de alguna de las normas que dicta la IEEE para redes inalámbricas (802.11, 802.11a, 802.11b o 802.11g). Esto es porque si en el futuro se requieren nuevas expansiones o modificaciones de la red, pueden adaptarse equipos de distintos fabricantes que cumplan con la misma

norma, sin problemas. Tales estándares aseguran la interoperabilidad entre todos los equipos regidos por ellos.

- La empresa que desarrolla el equipo debe ofrecer sus ventas, servicio y soporte en México y deberá mostrar amplia disponibilidad para ello.

En la siguiente tabla se presenta el resultado de una investigación del mercado tecnológico actual, en la que aparecen los fabricantes más importantes de equipos inalámbricos que ofrecen soluciones viables para cubrir los requerimientos que hemos descrito. Cada posibilidad se analiza con mayor profundidad más adelante.

Tabla 2 —1 Principales fabricantes de sistemas de comunicaciones inalámbricas fijas

Empresa	Equipo	Técnica	Tasa Datos	Dist. Máx.	Tipo Com.	Elementos	\$USD
Agere	<i>ORiNOCO Outdoor Router</i>	DSSS	11 Mbps	4-26 km	PP y PM	COR, ROR, software ORC	8,240
Alvarion	<i>BreezeNET PRO.11 Outdoor</i>	FHSS 802.11	3 Mbps	50 km	PP y PM	AP, tarjetas PC, <i>Bridges</i> , Adaptadores	8,750
	<i>BreezeNET DS.11 Outdoor</i>	DSSS 802.11	11 Mbps	10-25 km	PP y PM	Unidad Base, <i>Bridges</i> Remotos	8,969
Avaya	<i>Wireless Outdoor Routing System</i>	DSSS 802.11b	11 Mbps	4-26 km	PP y PM	COR II, ROR II, PC cards y ORC	8,450
Cisco	<i>Aironet 350 Wireless Bridge</i>	DSSS 802.11b	11 Mbps	28.9-40 km	PP y PM	APs, PC cards	14,800

Tabla 2 —1 Principales fabricantes de sistemas de comunicaciones inalámbricas fijas (Continúa)

Empresa	Equipo	Técnica	Tasa Datos	Dist. Máx.	Tipo Com.	Elementos	\$USD
Enterasys	<i>RoamAbout Outdoor</i>	DSSS 802.11	11 Mbps	5-40 km	PP y PM	APs, tarjetas de radio, antenas externas	7,900
Hyperlink	<i>Mini-COR Wireless Routers</i>	DSSS 802.11b	11Mbps	11-40 km	PP y PM	COR, ROR	7,327
Proxim	<i>RangeLAN</i>	DSSS 802.11b	11 Mbps	19 km	PP	Estación base y remotos	11,360
Solectek	<i>Skyway NET</i>	DSSS 802.11b	11 Mbps	48 km	PM	Estación base y remotos	10,870
Wave Wireless	<i>SpeedLAN 8300/8400</i>	DSSS	11Mbps	40 km	PM	Estación base, CPEs	10,260
WiLAN	<i>AWE</i>	DSSS	8 Mbps	17 km	PM	Base, Remotos	12,117

NOTA:

Los precios dados aquí incluyen un equipo base o central, cuatro equipos remotos (los necesarios para enlazar los 4 sitios remotos a la DGOC, mencionados en el capítulo 1 de este trabajo) y las licencias de uso del software correspondiente.

NOTA:

Los precios son en U.S. dólares más el 15% de IVA. Todos los precios están sujetos a cambios sin previo aviso por parte de las empresas. Debido a los cambios que puede haber en el precio, se considerará el precio de la lista anterior para finalizar el proyecto.

Agere

Información de la empresa

Agere es una empresa líder en ventas de componentes de comunicaciones. Sus componentes optoelectrónicos y circuitos integrados son ampliamente usados en equipos de redes de comunicaciones cableadas, inalámbricas y ópticas.

En Octubre de 2001, la empresa se reorganizó en dos grupos enfocados a distintos mercados: Sistemas de Infraestructura y Sistemas para el Cliente, cuyos objetivos son el equipo de red y los mercados de comunicaciones al consumidor.

El grupo de Sistemas de Infraestructura comprende investigación y desarrollo, así como mercadeo de dispositivos optoelectrónicos y circuitos integrados para sistemas de comunicaciones de alta velocidad. Ofrece soluciones interoperables para equipos avanzados a los fabricantes.

El grupo de Sistemas Cliente incluye productos para soluciones de datos inalámbricos, comunicación informática, almacenamiento y soluciones terminales inalámbricas. Ofrece soluciones al usuario final para una variedad de aplicaciones, como módems, discos duros, sistemas y soluciones WLAN a través de la familia de productos ORiNOCO.

El 1 de junio del 2002, *Agere Systems* completó su separación de *Lucent Technologies*, y dos meses más tarde, el 5 de agosto del 2002, *Proxim Corporation* completó su adquisición del grupo de Sistemas Cliente de soluciones inalámbricas de *Agere Systems*, incluyendo su línea de productos ORiNOCO.

Equipo propuesto

Outdoor Router System

Las soluciones ORiNOCO para exteriores están diseñadas para aplicaciones punto-punto y punto multipunto, ofreciendo amplias conexiones de campus entre edificios y acceso a internet para clientes residenciales y proveedores de servicios de internet (ISP's). Para completar las soluciones para exteriores, los sistemas *Agere* ofrecen diferentes tipos de antenas y cables.

Características Generales

- Operación punto-a-punto mediante dos RORs y punto-multipunto empleando un COR y hasta 16 RORs por canal, o 32 ORCs por canal
- Hasta tres canales no traslapados
- Tasa de transmisión de 11 Mbps y 5.5 Mbps

- Rango de hasta 26 km
- Tecnología *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS). Banda 2.4 GHz
- Compatibilidad IEEE 802.3 (CSMA/CD). Fácil integración en ambientes Ethernet
- Dos niveles de encriptación de datos: WEP 64 bits y RC4 128 bits. Tabla de control de acceso basada en direcciones MAC y Sistema de *Password* de Acceso al Sistema (SAPP)
- El ancho de banda puede fijarse a la capacidad de datos requerida, configurando a 64k, 128k, 256k, 384k, 512k y Max
- Actualización remota del software y configuración de RORs y CORs desde cualquier nodo de la red

Componentes del sistema ORiNOCO Outdoor Router System

- *ORiNOCO Central Outdoor Router (COR)*. El COR es el ruteador central en una red multipunto. La unidad se ubica en el edificio central de la red y se conecta con hasta 16 ruteadores de oficina remota (ROR) o con 32 computadoras (portátiles o de escritorio) conteniendo tarjetas PC *ORiNOCO* (inalámbricas fijas) corriendo el software *Outdoor Router Client*.
- *ORiNOCO Remote Outdoor Router (ROR)*. La unidad ROR se utiliza como el ruteador remoto. La unidad se ubica en el límite de la red. Un ROR conecta alguna otra unidad; ésta puede ser otro ROR para una conexión punto-a-punto o un COR para una conexión multipunto.
- Software *ORiNOCO Outdoor Router Client (ORC)*. Este software corre sobre una tarjeta PC inalámbrica fija, la cual está localizada en una computadora de escritorio o en una portátil. El software permite que la tarjeta PC sea usada como una estación remota en una red multipunto, conectando al ruteador central (COR). Esta solución es opcional, si se requiere movilidad en la aplicación.

Sistema de Administración y Configuración

El sistema *OR Manager* es un software propietario que brinda las herramientas primarias a administradores de LAN o supervisores de sistemas. Este software permite configurar los ruteadores externos, monitorear el desempeño de la red inalámbrica, y analizar los enlaces entre las estaciones remotas. Puede correr en cualquier estación en la red, ya sea cableada o inalámbrica.

Soporte Técnico y Servicio

Toda consulta de soporte técnico debe enviarse primeramente al proveedor local. Durante los primeros 30 días a partir de la fecha de compra, Agere ofrece soporte gratuito al cliente. A todas las solicitudes de soporte que estén fuera de este plazo se les cobrará una cuota de \$25 USD por incidente.

También puede solicitarse soporte técnico vía correo electrónico, incluyendo el número serial del producto en la pregunta. Sin este número de serie, no será contestada la solicitud.

Para contactar a los distribuidores de los productos ORiNOCO en México, se encuentran las siguientes empresas:

- *Grupo Costatel Telecomunicaciones, SA de CV*
<http://www.ectelecom.com.mx>
 WTC piso 34 of. 37-38
 Montecito #38 Col. Nápoles
 México, D.F. CP03810
 Tel: (52)-5488-2606
 Fax: (52)-5488-2685
- *SICTEL S.A de C.V.*
 Av. Lomas Verdes 720-201
 Naucalpan, Edo. de México CP53178
 Tel: (52)-5344-2368
 Fax: (52)-5344-2378

Costos del producto**Tabla 2 — 2 Precio de los equipos Agere**

Equipo	Precio
ORiNOCO <i>Central Outdoor Router</i> (COR-1100)	\$1395
ORiNOCO <i>Remote Outdoor Router</i> (ROR-1000)	\$1125
Licencia de software para COR-1100	\$725
Licencia de software para ROR-1000	\$405
<i>Tarjeta PCMCIA Silver con encriptación 64 WEP</i> (opcional)	\$85

Tabla 2 —2 Precio de los equipos Agere (Continúa)

Equipo	Precio
Licencia de software para ORC (opcional)	\$95

NOTA: Los precios son en U.S.D. No incluyen IVA. Información proporcionada por Empretel (Empresas de Telecomunicaciones S.A. de C.V.), distribuidor mayorista nacional de productos ORiNOCO.

Análisis y Conclusiones

El sistema ORiNOCO permite enlazar hasta 16 sitios remotos, a distancias de hasta 26 km y alcanzando una tasa de transmisión de hasta 11 Mbps, con lo que los requerimientos del problema quedan no sólo cubiertos, sino que los rebasa. El sistema de administración permite la gestión de la red desde cualquier estación cableada o remota, lo que facilita la operación centralizada. En cuanto al soporte técnico y servicio por parte del fabricante, éste se limita a dar respaldo a los distribuidores y revendedores de los equipos mediante el Centro de Atención Técnica (ORiNOCO TAC). El usuario final sólo puede dirigirse a su proveedor local. Esto presenta una desventaja, ya que en caso de una contingencia, el servicio puede demorar demasiado o simplemente no ser tan ágil como se requiera.

El sistema ORiNOCO representa una alternativa muy adecuada y conveniente para realizar nuestro enlace de campus, dado que reúne la mayor parte de las características requeridas.

El sistema ofrece la posibilidad de extender la comunicación mediante una configuración de células, si fuera necesario. Existe también la opción de instalar tarjetas fijas en computadoras portátiles o de escritorio, lo que podría aumentar la productividad de la DGOC al tener comunicación móvil.

Este sistema ofrece además un costo competitivo, y la ventaja de un software de administración flexible que aporta facilidad en el manejo y configuración de los equipos, aunque el soporte y la asistencia técnica, puede representar un punto en contra a la hora de seleccionar el mejor equipo.

Alvarion

Información de la empresa

Alvarion es uno de los más importantes proveedores de soluciones basadas en acceso inalámbrico de banda ancha (BWA, *Broadband Wireless Access*) punto-multipunto. Esta es una empresa creada a partir de la fusión de *BreezeCom* y *Floware*. La nueva compañía ofrece soluciones integradas BWA a proveedores de servicios, portadoras de telecomunicaciones y a miles de empresas por todo el mundo.

Alvarion es una organización global, cuya matriz se encuentra en Tel Aviv, Israel, con una subsidiaria establecida en Carlsbad, California. Las oficinas de ventas están ubicadas en EU, Europa, Asia y Sudamérica.

Equipo propuesto

BreezeNET PRO.11 Outdoor

Los productos *BreezeNET PRO.11 Outdoor* cumplen con el estándar IEEE 802.11 y están diseñados para ofrecer enlaces punto-a-punto y punto-multipunto. Enlazan eficientemente edificios, campus y otros sitios remotos.

Características Generales

- Dispositivos *Plug and Play*
- Tasa de transmisión de hasta 3 Mbps, a distancias de hasta 50 km (mediante el uso de amplificadores) y velocidades de *roaming* de hasta 90 km/h
- Tecnología de radio *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS) en el rango de frecuencia 2.4 - 2.4835 GHz
- La interfaz LAN inalámbrica cumple con IEEE 802.11. La interfaz LAN cableada cumple con IEEE 802.3
- Compatibilidad con cualquier puerto Ethernet estándar. La interfaz física es 10BaseT con conector RJ-45
- Pueden usarse diversas antenas
- Encriptación WEP usando el algoritmo RC4, como lo define el estándar 802.11
- Eficiente rechazo multi-ruta

Componentes del sistema BreezeNET PRO.11

- *Access Point AP-10 / AP-10D.* Conecta directamente al *backbone* Ethernet usando un conector RJ-45 y transmite datos a través de la red entre los usuarios de la LAN cableada y la inalámbrica.
- *Tarjeta PC SA-PCR / SA-PCD.* Disponible con antenas retráctiles o separadas para uso con dispositivos portátiles. (Opcional)
- *Adaptador de Estación SA-10 / SA-10D y SA-40 / SA-40D.* Conecta a cualquier puerto Ethernet RJ-45 10BaseT para permitir adaptación cliente universal y conectividad inalámbrica *plug-and-play*
- *Bridge de Grupo de Trabajo WB-10 / WB-10D.* Conecta redes Ethernet remotas, cableadas o inalámbricas, a un *Access Point* AP-10, habilitando alta densidad del tráfico de red.

Sistema de Administración y Configuración

Utiliza una aplicación multiplataforma propietaria basada en SNMP avanzado, llamada *BreezeVIEW*, la cual permite el monitoreo y configuración de todos los productos *BreezeNET*. Esto se hace a través del puerto de monitoreo local (serial RS-232).

Equipo propuesto

BreezeNET DS.11 Outdoor

La línea de *bridges* inalámbricos *BreezeNET DS.11 Outdoor* es ideal para conectar LANs en edificios distantes, alcanzando velocidades muy cercanas a las de Ethernet cableado. Estos productos cumplen con el estándar IEEE 802.11b HR, operando a velocidades de 11Mbps. Ofrecen características específicas para aplicaciones en exteriores, lo que los hace una buena solución en conectividad edificio-a-edificio.

Los productos *BreezeNET DS.11 Outdoor* tienen una arquitectura interior/exterior con una interfaz en banda base. La unidad interior suministra potencia y conectividad de datos a la unidad exterior, la cual contiene la interfaz en banda base y el radio de la terminal frontal. Este diseño elimina el uso de costosos cables RF de altas pérdidas y permite que los *bridges* operen en distancias de hasta 25 km. La longitud máxima del cable entre la unidad interior y la exterior es de 90 m.

Características Generales

- Arquitectura interior-externo para rango máximo
- Aplicaciones punto-a-punto y punto-multipunto
- Hasta 25 km de distancia a una tasa de 11Mbps.
- Tecnología *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS) en la banda de los 2.4 GHz.
- Compatible con IEEE 802.11b, 802.3 y Wi-Fi
- Encriptación WEP usando el algoritmo RC4

Componentes del sistema BreezeNET DS.11

- *Unidad Base BU-DS.11.* Conecta directamente al *backbone* Ethernet usando un conector RJ-45 y enlaza al nodo de la red central hasta 128 sitios.
- *Bridge Remoto RB-DS.11.* Conecta directamente al *backbone* Ethernet usando un conector RJ-45 y enlaza una red Ethernet remota al nodo central vía la Unidad Base, sirviendo hasta 1024 estaciones.

Sistema de Administración y Configuración

Utiliza la interfaz de administración de red *BreezeVIEW* basada en SNMP, la cual presenta una visión gráfica de la red *BreezeNET* para el monitoreo y control de tráfico y la configuración de los parámetros desde una sola locación.

Soporte Técnico y Servicio

Alvarion presenta las actualizaciones más recientes de sus equipos y sistemas de administración de red en su sitio web.

En caso de dificultades técnicas o preguntas respecto a los equipos, puede hacerse contacto con la empresa mediante su página web.

La red de distribución de *Alvarion* incluye más de 200 distribuidores y revendedores en más de 60 países.

Las principales oficinas de ventas se encuentran en Reino Unido, Francia, China, Uruguay y Hong Kong. No hay oficinas de ventas en México.

Para hacer contacto con la rama de Latino América de *Alvarion* puede escribirse a la siguiente dirección:

- *Alvarion* 7491 West Oakland Park Blvd.
Suite 304 Lauderhill, Florida, 33319 USA
e-mail: lasales@alvarion.com
Tel: +1 954 746 7420
Fax: +1 954 746 9332

Costos del producto

Tabla 2—3 Precio de los equipos *Alvarion*

Equipo	Precio
<i>BreezeNET PRO.11 Outdoor - Access Point</i>	\$1750
<i>BreezeNET DS.11 Outdoor - Access Point</i>	\$1969

NOTA: Los precios son en dólares.

Análisis y conclusiones

La solución *BreezeNET DS.11* de *Alvarion* cubre la mayor parte de las características requeridas en nuestro problema. La principal y muy relevante desventaja que presenta esta empresa es la falta de soporte técnico en nuestro país. En el caso de que se presentase una falla con el equipo, deberá llenarse una forma en-línea donde se especifiquen los detalles del problema o también puede reportarse vía telefónica. Esto es una gran desventaja, pues consume tiempo que puede ser vital para el desarrollo de las actividades normales de la empresa o institución que emplea tales productos.

Por esta razón, concluimos que el equipo *BreezeNET DS.11* no es la mejor opción para el proyecto del enlace inalámbrico que proponemos en este trabajo.

Avaya

Información de la empresa

Avaya es un proveedor líder en sistemas de comunicación y software para empresas. Ofrece soluciones para convergencia de redes de voz y datos, gestión de relaciones con clientes, mensajería, operación en red de servicios múltiples y productos y servicios de cableado estructurado.

Avaya diseña soluciones para empresas e industrias, incluyendo servicios financieros, gobierno, proveedores de servicios, educación, salud y ventas al por menor, entre otras.

Equipo propuesto:

Wireless Outdoor Routing System

Este sistema hace muy fácil la creación de enlaces inalámbricos punto a punto y punto-multipunto, sin necesidad de costosos cableados y líneas rentadas. Alcanza una cobertura de conectividad en universidades, campus, hospitales, oficinas, permitiendo la comunicación entre edificios ubicados a varios kilómetros de distancia. También permite el alcance móvil entre *laptops*, puntos remotos de terminales de ventas y vehículos como autos de policía y ambulancias.

Características Generales

- Operación punto-a-punto y punto-multipunto. Este sistema puede usarse simultáneamente para conectividad interior (en edificios) y exterior.
- Tasa de transmisión de 11 Mbps y 5.5 Mbps. Rango de hasta 26 km.
- Tecnología *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS). Banda 2.4 GHz
- Conecta hasta 32 edificios remotos y hasta 96 clientes desde una sola locación.
- Interfaz Ethernet 10/100BaseT. Compatibilidad IEEE 802.3 (CSMA/CD).
- Actualización de software y configuración remota
- Encriptación de datos (vía *PC card*): 64 WEP, 128 RC4
- Como alternativa, las unidades COR II pueden comunicarse directamente con hasta 96 clientes móviles, como computadoras portátiles y terminales de punto de venta

Componentes del sistema Wireless Outdoor Router System

- *Central Outdoor Router II (COR II).*
- *Remote Outdoor Router II (ROR II).*
- *Tarjetas plug-in PC.*
- *Outdoor Router Client (ORC).*

Soporte Técnico y Servicio

Avaya apoya a sus clientes con paquetes de servicios, que incluyen pruebas de diagnóstico remoto para sus sistemas, instalación de sus productos y reparación y mantenimiento en las instalaciones del cliente. También ofrece servicios profesionales para la gestión de las relaciones con los clientes y servicios con valor agregado para la operación externa de mensajería y otras porciones del sistema de comunicaciones de las empresas.

Distribuidores en México:

- *ANIXTER de México, SA de CV*
<http://www.anixter.com.mx>
 Av. Viveros de Atizapán #123-A Col. Viveros de Loma
 Estado de México CP 54080
 Tel: (52)-5366-2200
 Fax: (52)-5366-2202

Costos del producto

Tabla 2 —4 Precio de los equipos Avaya

Equipo	Precio
<i>Central Outdoor Router (COR-II)</i>	\$1395
<i>Remote Outdoor Router (ROR-II)</i>	\$1125
Licencia de software para <i>COR-II</i>	\$725
Licencia de software para <i>ROR-II</i>	\$405
<i>Tarjeta PCMCIA (opcional)</i>	\$85

Tabla 2 —4 Precio de los equipos Avaya (Continúa)

Equipo	Precio
Licencia de software para <i>ORC</i> (opcional)	\$95

NOTA: Los precios son en dólares.

Análisis y Conclusiones

El sistema de *Avaya* ofrece diversas ventajas para enlaces inalámbricos. Entre ellas se encuentra la versatilidad que presentan sus equipos, los cuales pueden operar simultáneamente en un ambiente de interiores y exteriores; otro gran beneficio que ofrece esta empresa es una amplia infraestructura de soporte técnico, a través de su Centro de Soporte, que ofrece asesoría y apoyo técnico, tanto a distribuidores y revendedores como a usuarios finales. La lista de distribuidores de *Avaya* en México es también muy amplia, y todos ellos ofrecen servicios de valor agregado con los productos que venden, lo cual extiende la disponibilidad de recibir soporte en caso de contingencias.

El sistema *Wireless Outdoor Router* de *Avaya* resulta una de las mejores alternativas para resolver toda clase de problemas de conectividad inalámbrica, y por sus características de operación y cobertura, así como el respaldo que representa su adquisición, es una opción digna de considerarse para nuestro enlace de campus.

Cisco

Información de la empresa

Cisco es el líder mundial en redes para Internet. Sus soluciones de conectividad basadas en IP son la base de Internet y de las redes corporativas, educativas y de gobierno en todo el mundo. *Cisco* ofrece la línea más amplia de soluciones para el transporte de datos, voz y video en edificios, a través de campus o alrededor del mundo.

Cisco fue fundada en 1984 por un grupo de científicos de la Universidad de Stanford. Desde sus inicios se destacó su avance en el desarrollo de IP, lenguaje básico para la comunicación en Internet y en redes privadas.

Las tecnologías que *Cisco* desarrolla en sus productos incluyen: *routing* y *switching* avanzado, voz y video sobre IP, conectividad óptica, tecnología inalámbrica, redes de almacenamiento, seguridad, ancho de banda y redes de contenido.

La compañía ha sido pionera en utilizar Internet para soporte al cliente, venta de productos, entrenamiento y finanzas. Para reforzar la educación en todo el mundo, la compañía ha fundado academias del programa *Cisco Networking Academy* en 128 países, dedicadas a enseñar a los estudiantes a diseñar, construir y mantener redes de cómputo.

Las oficinas centrales de *Cisco* se encuentran en San José, Ca; *Research Triangle Park*, Carolina del Norte; *Stockley Park*, UK y Chelmsford, Massachusetts.

Cisco vende sus productos en aproximadamente 115 países a través de una fuerza directa de ventas así como a través de distribuidores, *resellers* de valor agregado, integradores de sistemas y a través de Internet.

Cuenta con más de 430 oficinas de venta y soporte en más de 60 países alrededor del mundo.

Equipo propuesto

Cisco Aironet 350 Series Wireless Bridge

La serie *Cisco Aironet 350 Wireless Bridge* fue diseñada para conectar dos o más redes (ubicadas en diferentes edificios), entregando tasas de transmisión altas y grandes volúmenes de información para aplicaciones de datos intensivos.

Los *bridges* conectan sitios en que el cableado es muy complicado, en pisos no continuos, oficinas remotas, campus, redes temporales y almacenes. La conexión puede hacerse entre sitios discretos a una sola LAN, incluso si están separados por obstáculos, como carreteras, vías del tren y cuerpos de agua.

Características Generales

- Permite que múltiples sitios se conecten a Internet compartiendo una sola conexión de alta velocidad.
- Puede configurarse también como *Access Point* (AP)
- Aplicaciones punto-a-punto o punto-multipunto

- Soporta tasas de datos de 11, 5.5, 2 y 1 Mbps. Alcanza hasta 28.9 km a 11 Mbps y hasta 40.2 km a 2 Mbps
- Tecnología *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS). Modulación *CCK*, *DQPSK* y *DBPSK*. Opera en la banda 2.4 - 2.497 GHz
- Encriptación WEP de 128 bits en modo *bridge*. En modo AP cumple con IEEE.1x (la propuesta incluye EAP y RADIUS)

Sistema de Administración y Configuración

El *bridge* puede ser accesado tanto sobre la conexión LAN o puede configurarse localmente vía el puerto directo de la consola mediante el cable serial incluido. La configuración remota permite Telnet, HTTP, FTP, TFTP y SNMP. Soporta BOOTP y DHCP.

Soporte Técnico y Servicio

Cisco y sus distribuidores ofrecen un amplio rango de servicios de soporte a redes Cisco para la pequeña y mediana empresa (aunque incluye también equipos robustos). Al adquirir una solución de redes Cisco, el distribuidor puede ofrecer al cliente paquetes de servicio y soporte, que permiten asegurar el funcionamiento óptimo de la red. Estos paquetes constan de los siguientes componentes:

- CCO (*Cisco Connection Online*). Brinda soporte e información en línea, disponible las 24 horas del día los 7 días de la semana. CCO ofrece a los usuarios información actualizada, recursos de bases de datos, herramientas de consultoría interactiva, herramientas técnicas e información corporativa de mercadeo y productos.
- TAC (*Technical Assistance Center*). Formado por una red de cobertura mundial, es el punto central para la solución de problemas tanto de software, como de hardware. Disponible las 24 horas del día, 7 días a la semana, los 365 días del año. Este inmenso equipo técnico está formado por ingenieros de desarrollo y de campo con amplia experiencia y entrenamiento.

Para que los equipos Cisco cuenten con servicio de mantenimiento, debe obtenerse un contrato por cada uno de ellos. El servicio se contrata con base al equipo (chasis) y todos los módulos estarán cubiertos bajo el contrato de mantenimiento, que tiene una duración de un año.

Oficinas en México:

- *Cisco Systems México S.A. de C.V.*
Paseo de Tamarindos 400A, piso 30

Bosques de las Lomas
Tel: (5255) 5267-1000
Fax: (5255) 5267-1099

Cisco también cuenta con oficinas en Guadalajara y Monterrey.

Costos del producto

Tabla 2 —5 *Precio de los equipos CISCO*

Equipo	Precio
<i>Cisco Aironet 350 Wireless Bridge</i>	\$3870
<i>Cisco Aironet 350 Wireless Bridge Remoto</i>	\$2500

NOTA: Los precios son en dólares.

Análisis y Conclusiones

El sistema *Aironet 350* que ofrece *Cisco* es uno de los más robustos en cuanto a estabilidad de operación, soporte y asesoría técnica. Permite asociar hasta 50 estaciones mediante enlaces punto-multipunto y varias configuraciones. Además, el sistema *Aironet* permite escalamiento mediante el diseño de células.

Mediante un versátil sistema de gestión basado en su tradicional IOS, éste es un sistema de administración más complejo que el resto de los sistemas analizados, aunque sus funciones son también muy completas.

Ofrece amplio soporte por parte de sus distribuidores y su centro de asistencia técnica. Tiene oficinas de ventas directas en México y sus muchos revendedores ofrecen una extensa cobertura en todo el país.

Una desventaja importante puede ser el elevado costo del equipo, que no incluye cableado ni antenas.

Enterasys

Información de la empresa

Enterasys es proveedor de soluciones de red centradas en clientes de clase corporativa. Crea soluciones a la medida para aplicaciones *e-business*, proporcionando servicio y soporte globales 24 horas al día los 7 días de la semana.

Enterasys suministra productos premiados y servicios globales de soporte desarrollados por *Cabletron* a empresas y organizaciones de todos los sectores: salud, gobierno, finanzas, educación y fabricación.

Con una experiencia de desarrollo tecnológico de más de 15 años, la empresa ha reunido en todos sus productos y servicios *-switching* y *routing*, sistemas inalámbricos, gestión y detección de intrusos- los aspectos de seguridad, disponibilidad y movilidad que sus clientes requieren.

Equipo propuesto

RoamAbout Outdoor Solution

Este equipo es ideal para organizaciones con múltiples edificios que deseen evitar cargos recurrentes de área amplia o la instalación de una infraestructura cableada. Permite extender la conectividad inalámbrica entre dos edificios o en un campus entero.

Características Generales

- Facilidad de instalación y conectividad confiable *Plug and Play*
- Permite enlaces punto-a-punto y punto-multipunto. La solución punto-a-punto se logra con dos Puntos de Acceso conectados a antenas direccionales, mientras que el enlace punto-multipunto consta de múltiples Puntos de Acceso conectados a antenas de línea de vista que apuntan a una sola antena omnidireccional
- Tasa de transmisión de 11 Mbps. Alcanza distancias de hasta 40.2 km (25 millas)
- Tecnología DSSS en la banda libre 2.4 GHz (2.4-2.4835 GHz)
- Uso flexible para interiores y exteriores.
- Ofrece los estándares más altos de seguridad, con encriptación WEP de 40 bits o de 128 bits (algoritmo RC4) y herramientas de distribución de claves de encriptación

Componentes del Sistema

- *RoamAbout 2000 Access Point.*
- *Tarjetas de radio*
- *Antenas externas*

Sistema de Administración y Configuración

Su sistema de gestión, llamado *Access Point Manager*, permite la configuración y administración de los Puntos de Acceso, y determinar la mejor orientación de la antena para garantizar un enlace confiable.

Soporte Técnico y Servicio

Enterasys cuenta con un centro de asistencia técnica: *Global Technical Assistance Center*, disponible vía telefónica e Internet (correo electrónico y asistencia en línea). El GTAC brinda a clientes y *partners* acceso directo al personal especializado a través de un sistema ACD (*Automated Call Distribution*) que es responsable del soporte de líneas de producto específico 24 horas al día, 7 días a la semana, los 365 días del año.

A los clientes de Contrato de Servicio se les dan números telefónicos libres de cuota junto con el paquete de información del contrato. A los clientes sin Contrato de Servicio se les da servicio en una base por-incidente, cuando llaman a alguno de los números locales.

También ofrece entrenamiento alrededor del mundo. Desde entrenamiento para la certificación *Enterasys*, hasta fundamentos básicos.

Su dirección en México es:

Enterasys Networks S.A. de C.V.
Insurgentes Sur 688 piso 4 Col. del Valle
México D.F. C.P. 03100
Tel: 5488-6800
Fax: 5488-6801

Enterasys ofrece servicio técnico en caso de necesidad de asistencia inmediata llamando a la oficina señalada.

*Costos del producto***Tabla 2 —6** *Precio de los equipos de Enterasys*

Equipo	Precio
<i>RoamAbout 2000 Access Point</i>	\$1550
<i>Tarjetas de radio</i>	\$97

NOTA: Los precios son en dólares.

Análisis y Conclusiones

El sistema *RoamAbout* ofrece características muy atractivas para los fines de nuestro proyecto. Una de las principales ventajas que presenta es su bajo costo y su gran flexibilidad de operación, dado que, dependiendo del número de puntos de acceso, puede manejarse en enlaces punto-multipunto o punto-a-punto. El alcance de este sistema permite suponer que nuestra aplicación no requerirá de amplificadores, evitando gastos mayores. Además este sistema presenta algunas de las herramientas de seguridad para la transferencia de información, y es un equipo que está homologado por las normas mexicanas, características que lo hacen digno de tomarse en cuenta.

Hyperlink Technologies*Información de la empresa*

Hyperlink es una empresa Estadounidense fundada en 1994, que desarrolla, manufactura y comercializa equipos LAN e Internet inalámbrico, antenas y cables. Da servicio a diversos clientes, tanto empresas privadas como de gobierno y militares en EU.

Equipo propuesto

Hyperlink MiniCOR Wireless Routers

Es un sistema ruteador inalámbrico que proporciona una conexión Ethernet simple para un limitado número de equipos. Se comunica directamente con otro equipo *Mini-COR*, o con varios, en configuraciones punto-a-punto o punto- multipunto.

Características Generales.

- Conexión directa a la LAN (*Plug and Play*)
- 100% compatible con los ruteadores ORiNOCO y Avaya
- Tasa de transmisión de hasta 11 Mbps
- Alcance de hasta 11.2 km sin amplificador externo y hasta 40.2 km con amplificador externo.
- Frecuencia libre a 2.4—2.4835GHz *Direct Sequence Spread Spectrum*
- Compatible con IEEE 802.11b
- Interfaz Ethernet 10BaseT con conector RJ-45. Cumple con IEEE 802.3

Componentes del Sistema

- *SR2400-COR / SR2400-COR-G.* Ruteador central base.
- *SR2400-ROR / SR2400-ROR-G.* Ruteador remoto.

Sistema de Administración y Configuración

Administración vía SNMP y mediante el software propietario *Hyperlink Configurator*.

Soporte Técnico y Servicio

Hyperlink brinda soporte mediante:

- *e-mail:* support@hyperlinktech.com
Tel: 561-995-2256
Fax: 561-995-2432

No posee distribuidores en América Latina, la única dirección disponible es:

- 1201 Clint Moore Road
Boca Raton Fl. 33487

Tel: 561-995-2256
Fax: 561-9952432

Costos del producto

Tabla 2 —7 Precio de equipos de Hyperlink

Equipo	Precio
MINI-COR	\$699.95
MINI-ROR	\$579.95

NOTA: Los precios son en dólares, en base a lo publicado en la página www.hyperlinktech.com

Análisis y Conclusiones

De acuerdo a lo visto en la tabla, se llega a la conclusión de que los equipos de esta empresa no satisficieran completamente algunos de los requisitos, como son el número de estaciones a enlazar, que restringe la capacidad de crecimiento y el hecho de que no cuenta con ningún distribuidor en México, dificulta una asesoría, o bien, un servicio de emergencia al equipo. En cuanto al costo ofrece un precio atractivo, pero no cumple con los requisitos de crecimiento y soporte técnico en el país.

Proxim

Información de la empresa

Proxim Corporation es una compañía proveedora de productos WLAN y WWAN de alto rendimiento. Es una empresa que mantiene el liderazgo en el creciente mercado de sistemas de redes inalámbricas fijas, y sistemas 802.11a y 802.11b.

Ofrece una variedad de soluciones para redes inalámbricas: los sistemas de *Proxim* conectan redes seguras entre edificios, en interiores y exteriores, así

como en sitios distantes (hasta 64 km), con lo que permite a sus clientes alcanzar capacidades de red y movilidad sin precedentes.

Es promotora de *Home Radio Frequency Working Group* (HomeRF WG), el cual ha establecido un estándar abierto para la comunicación digital inalámbrica entre computadoras (PC's), equipos de Internet, y aparatos electrónicos domésticos.

Proxim Corporation fue creada a partir de la fusión entre *Proxim Inc.* y *Western Multiplex Corporation* en marzo de 2002. En agosto del mismo año, *Proxim Corporation* completó su adquisición de *Agere Systems*, incluyendo su línea de productos *ORiNOCO*, extendiendo aún más su posición de liderazgo en el mercado de infraestructura inalámbrica.

Equipo propuesto

RangeLAN-DS Wireless Bridge

El *RangeLAN* es un *bridge* inalámbrico que cumple con el estándar IEEE 802.11b y está diseñado para ofrecer conexiones entre edificios (*building-to-building*), en configuración punto-a-punto.

Características Generales

- Tasa de transmisión de 11, 5.5, 2, y 1 Mbps por canal.
- Cobertura de hasta 19 km (FCC) y 5 km (ETSI).
- Frecuencia de operación del radio: 2.4 GHz; *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS), con modulación CCK (11 y 5.5 Mbps), DQPSK (2 Mbps) y DBPSK (1 Mbps).
- Interfaz LAN 10/100baseT con conector RJ-45 cumple con IEEE 802.3.
- Interfaz serial de administración local EIA-232.
- Actualizable vía serial y/o interfaz Ethernet.

Componentes del Sistema

- *Access Point*
- *Radio externo*
- *Tarjeta PCMCIA*

Sistema de Administración y Configuración

El *RangeLAN* incluye un software de administración que permite configurar el *bridge* inalámbrico a través de la red o vía serial, o bien mediante Telnet. También permite utilizar SNMP para administrar el equipo.

La administración local se lleva a cabo en el puerto serial EIA-232 y la administración remota mediante el uso de SNMP, Telnet ó HTTP.

El software de administración permite hacer actualizaciones al equipo mediante el puerto serial o la interfaz Ethernet.

Análisis y Conclusiones

El equipo Range LAN DS de *Proxim* no cumple con los requerimientos esenciales, como enlazar a todos los edificios del proyecto y no ser escalable, por estas razones se concluye que este equipo no es la mejor solución para este proyecto.

Equipo propuesto

Tsunami Multipoint Wireless Ethernet System

Es un sistema inalámbrico punto-multipunto para uso exterior, que ofrece gran capacidad para redes de alta velocidad, se puede conectar directamente a una PC. El sistema *Tsunami* consiste en una estación base y uno o más remotos. El sistema permite enlazar a empresas o Universidades que requieren conectividad WAN entre edificios o lugares remotos.

Características Generales del modelo Tsunami 40500-50A

- Tasa de transmisión de hasta 60 Mbps
- Cobertura de hasta 13 km
- Frecuencia de operación de 5.725-5.825 GHz dúplex de división de tiempo (TDD)
- Soporta hasta 1024 remotos
- Cumple con las normas IEEE 802.1d modo puente
- Interfaz ethernet 10BaseT con conector RJ-45 hembra

Componentes del sistema

- Base
- Remoto
- Antenas externas

Sistema de Administración y Configuración

El sistema *Tsunami* se administra vía Ethernet mediante SNMP, o bien mediante el software *Wireless Manager*. La configuración del remoto es automática.

Soporte Técnico y Servicio

Proxim ofrece soporte técnico para México en las siguientes direcciones:

Proxim Latin America Sales
 510 Deguigne Drive
 Sunnyvale California 9405, USA
e-mail: LatinAmericaSales@proxim.com
 Tel: +1 408 -731-2700
 Fax: +1 408 -731-3675

CONET
<http://www.conet.com.mx>
 Río Churubusco 59 suite 301
 Pyramid Center,
 México D.F. CP 03300
e-mail: sales@conet.com.mx
 Tel: (52) 5532-9181
 Fax: (52) 5672-9199

Costos del producto

Tabla 2 —8 Precio de los equipos de Proxim

Equipo	Precio
<i>RangeLAN-DS Wireless Bridge</i>	\$11,360
<i>Tsunami</i>	\$25,350

NOTA: Los precios son en dólares.

Análisis y Conclusiones

El equipo *Tsunami* cumple con los requerimientos planteados para el proyecto, sin embargo presenta una solución que sobre pasa las necesidades de nuestro enlace, lo que significa un costo elevado del equipo para este proyecto, se recomienda dejar el uso de este equipo como segunda opción debido a que este equipo se emplea para soportar tráficos pesados.

Solectek

Es una empresa con base en San Diego California, fundada en 1989. Diseña, manufactura y comercializa diversos equipos para conectividad inalámbrica. Se especializa en *routers* y *bridges* inalámbricos basados en *Spread Spectrum*. Cuenta con clientes a nivel mundial.

Equipo propuesto

Skyway NET

La línea *Skyway* brinda la posibilidad de conectar redes LAN hasta una distancia de 48 km. Su flexibilidad permite configuraciones punto-a-punto o punto-multipunto, lo que facilita la comunicación entre corporativos, campus universitarios, hospitales, instalaciones industriales, etc. Cada *Skyway NET* funciona como una estación base (nodo central) o como un remoto.

Características Generales

- Fácil conexión a la red (*Plug and play*)
- Tasa de transmisión de 11, 5.5 y 2 Mbps seleccionable por software
- Cumple con IEEE 802.1d
- Frecuencia de operación de 2.4-2.4835 GHz
- Tecnología *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS)
- Soporta hasta 64 estaciones remotas
- Alcance de hasta 48 km según el tipo de antena seleccionado (no incluye antena ni cable en el equipo básico)
- No requiere amplificadores extra

- Interfaz Ethernet 10/100baseT cumple con IEEE 802.3
- Soporta ruteo IP estático
- Actualizaciones del software del equipo vía TFTP, X-modem o Y-modem
- Soporta voltaje de CA o 48 VCD

Componentes del Sistema

- *Skyway NET*. Puede ser configurado como base o remoto
- *Antenas exteriores*

Equipo propuesto

SkyMate

Es otro equipo de la serie *Skyway*, funciona como un remoto en un arreglo punto-multipunto, donde la base es un equipo *Skyway NET*. La flexibilidad que brinda este equipo, combinado con el *Skyway NET*, hace posible que se aplique el equipo adecuado para cubrir un área específica; es decir, si se requiere cubrir un área grande, se utilizan *Skyway NETs* y si es un área pequeña, se utiliza un *SkyMate*.

Características Generales

- Fácil instalación interior
- 100% compatible con la base *Skyway NET*
- Tasa de datos de 11, 5.5 y 2 Mbps, mediante selección en menú
- Alcance de hasta 17 km dependiendo de la antena, el cable seleccionado y el porcentaje de línea de vista
- Interfaz Ethernet 10/100baseT con conector RJ-45
- Frecuencia de operación de 2.4-2.4835 GHz
- Tecnología *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS)
- Soporta DHCP, RIP2 e IP estático.
- Las interfaces utilizadas cumplen con los estándares IEEE 802.3 y 802.1d, respectivamente

Componentes del Sistema

- *SkyMate*
- *Antenas exteriores*

Sistema de Administración y Configuración

Para ambos equipos, la administración es mediante SNMP, TFTP in-Band, RS-232, Telnet y configuración RF remota. El monitoreo y las funciones de configuración se realizan desde la estación base, inclusive se pueden hacer actualizaciones. La administración local se lleva a cabo mediante el puerto serial RS-232 y la administración remota se hace por medio de Telnet.

Soporte Técnico y Servicio

Solectek ofrece un teléfono para soporte técnico de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 5:00 p.m. tiempo del Pacífico:

Tel: (858) 450-1220

Fax: (858) 457-2681 ó (858) 642-2793

Costos del producto

Tabla 2 —9 *Precio de los equipos de Solectek*

Equipo	Precio
<i>Skyway NET</i>	\$10,870
<i>SkyMate</i>	\$9,870

NOTA: Los precios son en dólares.

Análisis y Conclusiones

Los equipos de *Solectek* cumplen parcialmente con los requerimientos del proyecto, la principal desventaja es que no tienen ningún distribuidor en México que pueda dar soporte técnico, ya que si el equipo llega a fallar, el tiempo de respuesta sería muy tardado, lo cual afectaría severamente el desempeño.

Por esta razón se concluye que los equipos de la empresa *Solectek* no son la mejor opción para este proyecto.

Wave Wireless Networking

Información de la empresa

Wave Wireless Networking es una compañía multinacional establecida en Sarasota, Florida; opera como una división de *SPEEDCOM Wireless Corporation* desde 1994. Cuenta con oficinas de servicio y ventas en San Diego, Miami, Calgary, Ciudad de México, Sao Paulo, Singapur y Shanghai.

Esta empresa se dedica al diseño, fabricación, instalación, venta y servicio de soluciones inalámbricas de banda ancha a empresas públicas y privadas, escuelas, instituciones de gobierno y proveedores de servicios de Internet (ISPs) en más de 60 países.

En un ambiente de desarrollo bajo ISO-9001, *Wave Wireless* fabrica una amplia variedad de productos para conectividad inalámbrica de última milla entre múltiples edificios. Vende estos productos a través de una extensa red mundial de distribuidores, revendedores de valor agregado (VARs) y alianzas estratégicas.

El principal enfoque de su línea de productos son las comunicaciones inalámbricas fijas de banda ancha, empleando tecnología de radio *Spread Spectrum*, y también microondas con licencia.

Equipo propuesto

SpeedLAN 8000 Series

La serie *SpeedLAN* son equipos inalámbricos que ofrecen comunicaciones de banda ancha. Esta serie presenta un alto nivel de desempeño y maneja NAT, DHCP y un ancho de banda completamente configurable.

La serie 8000 se divide en dos tipos de equipos, que son *SpeedLAN 8100/8200* y *SpeedLAN 8300/8400*. Los equipos 8100 y 8300 actúan como base y los equipos 8200 y 8400 actúan como unidades remotas (CPEs).

La serie 8100/8200 permite usar hasta 90 m de cable Ethernet para ser usado desde el punto de conexión de la red hasta el equipo RF, sin tener pérdida de la señal de radio. La serie 8300/8400 se monta dentro del edificio y conecta la antena exterior a hasta 35 m de cable de baja pérdida.

Los equipos *SpeedLAN* son ideales para enlaces a lo largo de campus universitarios y zonas metropolitanas; pueden cubrir incluso áreas geográficas

mayores. Estos equipos se han empleado exitosamente en aplicaciones de barco-a-barco y de barco-a-costa.

Características Generales

- Sin software de instalación. Equipo *plug and play*
- Enlaza sin necesidad de amplificador
- Ancho de banda configurable desde 1 Kb hasta 11 Mb para cada punto remoto
- Tasa de transmisión de 11 Mbps. Enlaces hasta 16 km de distancia, y con amplificador hasta 40 km
- Tecnología DSSS operando en la frecuencia 2.4 GHz. Modulación QPSK
- Cumple con IEEE 802.3, 802.2 Ethernet y 802.11. Licencia homologada ante la COFETEL
- Incluye NAT para incrementar la seguridad y Servidor DHCP para permitir un uso eficiente de las direcciones IP

Componentes del Sistema

- *SpeedLAN 8100*. Actúa como la estación base del sistema. Cada estación base soporta hasta 48 unidades CPE (*Customer Premise Equipment*)
- *SpeedLAN 8200*. Actúa como CPE (*Customer Premise Equipment*)

Sistema de Administración y Configuración

El administrador de red puede ver y manejar sus conexiones inalámbricas remotamente desde una interfaz gráfica sencilla. Las estadísticas de los paquetes transmitidos y recibidos desde cada lugar pueden verse tanto en la interfaz Ethernet como en la red.

Las herramientas incluyen la alineación de la antena, temperatura del equipo y otras mediciones. Además, los equipos *SpeedLAN* pueden ser monitoreados y configurados mediante SNMP MIB_II y puente MIB.

Soporte Técnico y Servicio

Wave presenta una variedad de materiales en-línea para dar soporte a clientes y revendedores. Si el usuario necesita ayuda adicional, cuenta con

representantes profesionales de soporte técnico, que están disponibles para asistir a los clientes registrados, las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

En agosto del 2000 se formó la subsidiaria mexicana de *Wave Wireless*, llamada *Wave Comunicaciones Inalámbricas*.

Costos del producto

Tabla 2—10 Precio de los equipos *Wave Wireless*

Equipo	Precio
<i>SpeedLAN 8100</i>	\$1790
<i>SpeedLAN 8200</i>	\$1690

NOTA: Los precios son en dólares.

Análisis y Conclusiones

El sistema *SpeedLAN* se presenta como una excelente opción para enlazar redes inalámbricas en campus, ofreciendo un precio competitivo, amplio soporte y facilidad de manejo e instalación. El equipo puede adquirirse y está homologado en México; su diseño está basado en los estándares de la IEEE para redes inalámbricas, lo que le da comparabilidad con equipos de otros fabricantes. Su alcance es de hasta 16 km y 40 mediante el uso de amplificadores, con lo que se rebasa la distancia que deseamos cubrir. Además su costo resulta muy atractivo y la asistencia técnica está garantizada por la empresa. Todo lo anterior hace de este sistema un digno candidato para resolver el problema planteado en este trabajo.

Wi-LAN

Información de la empresa

Es una empresa con base en Toronto, Canadá, que se especializa en accesos de alta velocidad a Internet y extensión de redes WAN y LAN de forma inalámbrica. Con ventas en 50 países del mundo ha alcanzado una reputación importante en el cada día más complejo mercado inalámbrico.

Equipo propuesto

VIP 110-24

Es una generación superior en puentes Ethernet, proporcionando 8 Mbps cuya principal característica es su topología de "cualquier punto-multipunto" (*anypoint to multipoint*). Introduce la tecnología VINE, que no necesita de línea de vista.

Características Generales

- Se conecta directamente a la LAN
- Frecuencia de operación de 2.4-2.50 GHz
- Tasa de transmisión de datos de hasta 11 Mbps (8 Mbps reales)
- Alcance de hasta 60 km
- Soporta hasta 500 remotos con tecnología VINE
- Certificación FCC, ETSI, IC y México
- Interfaz Ethernet 10BaseT con conector RJ-45; cumple con IEEE 802.3
- Cada equipo puede operar como base, repetidor o remoto, lo que permite un gran número de remotos (Tecnología VINE)

Componentes del Sistema

- *VIP 110-24 unidad externa*
- *Antena externa*

Sistema de Administración y Configuración

El *VIP 110* se puede administrar local y remotamente vía Ethernet, mediante *Econsole*. La administración mediante SNMP está por liberarse. El puerto de administración permite una configuración total del equipo a través de una interfaz de línea de comandos.

Equipo propuesto

Wi-LAN AWE45-24, AWE 22-24 y AWE 22-09

Es una serie de *bridges* Ethernet inalámbricos para redes de alta velocidad. Disponible en 2.4 GHz y 500 MHz, que también es una frecuencia libre (ISM).

Los *bridges* de la serie AWE pueden configurarse para conexiones punto-multipunto o punto-a-punto.

Por su tamaño compacto pueden ser instalados en una gran variedad de soportes, además de ser compatibles con un gran variedad de antenas.

Características Generales

- Conexión directa a LAN
- Frecuencia de operación de 2.4-2.4835 GHz (AWE 45-24 y 22-24) y 902-928 MHz (AWE 22-09)
- Tasa de transmisión de datos de 4.5 Mbps (AWE 45-24) y 2.2 Mbps (AWE 22-24 y AWE 22-09)
- Tecnología de radio *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS) para todos los modelos de la serie AWE
- Hasta 255 remotos por estación base, (todos los modelos de la serie AWE)
- Interfaz Ethernet con conector RJ-45 10BaseT (todos) y 10base2 (sólo para AWE 45-24), cumple con IEEE 802.3
- Alimentación de 110 VCA/240 VCA

Componentes del Sistema

- Sistema AWE 45-24, 22-24 o 22-09, como base o remoto
- Antena de prueba

Sistema de Administración y Configuración

La administración es vía SNMP, mediante la cual se pueden hacer actualizaciones a los equipos remotos, así como monitorear el estado de los mismos. La configuración local se realiza mediante un conector DB-9 hembra con interfaz RS-232.

Soporte Técnico y Servicio

Existen varias formas de obtener soporte técnico para los equipos *Wi-LAN*. Se puede obtener directamente en el centro de asistencia técnica, a través de los distribuidores (EU y algunos otros países) y a través de Internet.

Centro de asistencia técnica:

- *Technical Assistance Center*
2891 Sunridge Way N.E.
Calgary, Alberta
Canada T1Y 7K7
Horas de operación:
7:30 a.m. - 4:30 p.m.
Mountain Standard Time
techsupport@wi-lan.com
- *DAT de México S.A. de C.V.*
Ave. Coyoacán 1878, Piso 14, Int1406
Col. Del Valle
México City 03100
Tel/Fax: 55-24-93-66 y 55-24-87-15
email: claudiogv_2000@yahoo.com.mx

En Internet se puede descargar la documentación de los equipos, así como el software de actualización para los equipos.

Costos del producto

Tabla 2 — 11 Precio de los equipos de WiLAN

Equipo	Precio
<i>VIP 110-24</i>	\$12,117
<i>AWE 45-24, 22-24, 22-09</i>	\$14,250

NOTA:

Los precios son en dólares.

Análisis y Conclusiones

Se llega a la conclusión de que el equipo cumple con los requerimientos del proyecto, además el equipo ya está homologado por la COFETEL. Por recomendación del fabricante se escoge el VIP 110-24, ya que es el más fácil de instalar y requiere una longitud menor en el cableado de RF.

2.5 Conclusiones de los equipos**Tabla 2—12** Calificación de las empresas según los requerimientos

Empresa	1	2	3	4	5	6	Calificación
Agere	No	Si	Si	Si	No	Si	
Alvarion	Si	Si	Si	Si	Si	No	
Avaya	No	Si	Si	Si	No	Si	
CISCO	Si	Si	Si	No	No	Si	
Enterasys	Si	Si	Si	Si	No	Si	
Hyperlink	Si	Si	Si	Si	Si	No	
Proxim	Si	Si	Si	Si	No	Si	
Solectek	Si	Si	Si	Si	No	Si	
Wave Wireless	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Aprobado
WiLAN	Si	Si	Si	Si	No	Si	

1. El equipo debe operar en una frecuencia libre de licencia, esto es, en la banda ISM y debe estar homologado por la COFETEL.
2. Debe operar en configuración punto-multipunto.
3. El alcance del enlace deberá ser de preferencia mayor a la máxima distancia que debemos comunicar (las distancias van de 200 m a 2 km).

4. El fabricante del equipo elegido debe asegurar su resistencia a la interferencia y a la intemperie.
5. Es importante que el equipo seleccionado cumpla con los requerimientos de alguna de las normas que dicta la IEEE para redes inalámbricas (802.11, 802.11a, 802.11b o 802.11g).
6. La empresa que desarrolla el equipo debe ofrecer sus ventas, servicio y soporte en México y deberá mostrar amplia disponibilidad para ello.

Con base en el análisis de las soluciones ofrecidas por las distintas empresas mencionadas aquí, encontramos que el equipo que reúne todos los requisitos planteados al principio es el de *Wave Wireless*.

Cabe aclarar que esta selección no es definitiva, ya que únicamente empleamos un criterio fundamentado en las características generales y los costos que presentan los fabricantes.

Para llegar a la selección definitiva, es necesario hacer primero un estudio de propagación, para determinar si este equipo alcanza realmente la cobertura requerida por las dependencias a enlazar dentro del campus de CU. Dicho estudio se presenta en el siguiente capítulo (capítulo 3).

En el caso de que el estudio de RF de este equipo llegara a ser no satisfactorio, se tomará en cuenta alguno de los otros equipos analizados, y la decisión se tomará según su calificación y precio.

3. Análisis de RF del sistema de comunicación inalámbrica

3.1 Introducción

En el capítulo anterior se seleccionó el equipo que satisface las necesidades del proyecto en lo que se refiere a las características generales. En este capítulo se hace un estudio de cobertura, teniendo en cuenta las características de RF del equipo y considerando las características del medio.

Con este estudio se espera obtener un estimado de la cobertura del equipo, a fin de determinar si es posible enlazar a todas las dependencias del proyecto. Por ejemplo, este estudio permitirá saber si es necesario utilizar en la estación base una antena omnidireccional o una antena direccional. En este estudio no se considera el cálculo de la altura de los mástiles o torres necesarios para la línea de vista.

Como primer paso, es necesario definir los términos utilizados en los cálculos, para que los resultados tengan una correcta interpretación y no sólo se llegue a un resultado numérico.

El cálculo permite asegurar que cada extremo del enlace recibirá el suficiente nivel de señal para que el sistema opere correctamente. Los factores que se consideran para que el enlace sea factible en este proyecto son:

- Ganancia de las antenas
- Distancia entre las antenas y las obstrucciones en el enlace de RF
- Ubicación y altura de las antenas
- Longitud y tipo de cable utilizado para conectar la antena.

Todos estos factores son considerados cuando se calcula el enlace. El cálculo indica en el papel si el enlace es factible.

3.2 Definición de términos y variables utilizados

Es necesario definir los conceptos que se utilizarán en los cálculos para tener una correcta interpretación de los resultados.

Tabla 3 —1 Términos

Términos	Descripción
dB	Decibel. Medida relativa entre dos potencias, utilizada para expresar ganancias y pérdidas. Ejemplo: la diferencia entre P1 y P2 expresada en dB es:
	$dB = 10 \log \left(\frac{P1}{P2} \right)$
dBi	Ganancia o pérdida de una antena referida a una antena isotrópica. Esta medida sólo se utiliza en antenas, ya que evalúa con respecto a un valor teórico
dBm	Medida referenciada a un miliwatt. Es una medida absoluta de potencia, a diferencia de la medida relativa como la ganancia o la pérdida.

Las definiciones que a continuación se describen, son necesarias para el cálculo del enlace.

Tabla 3 —2 Definiciones o variables utilizadas

Definiciones	Descripción
Ganancia del sistema	Es la máxima atenuación en espacio libre que el sistema puede soportar.
PIRE (Potencia Isotrópica Radiada Efectiva)	Es la potencia con la que transmite la antena, considerando pérdidas en los cables y conectores, potencia del transmisor y la ganancia de la antena.
Sensibilidad	Es la mínima cantidad de señal que el equipo puede detectar para un funcionamiento aceptable, se expresa en dBm.
Ganancia de la antena	Ganancia de la antena respecto a una antena isotrópica. Se expresa en dBi.

Tabla 3 —2 Definiciones o variables utilizadas (Continúa)

Definiciones	Descripción
PEL (Pérdidas en espacio libre)	Es la atenuación que sufre la señal al viajar por el aire. Se expresa en dB.
Atenuación del cable	Atenuación que sufre la señal a través del cable coaxial. Se expresa en dB.
Atenuación total del enlace	Es la atenuación desde un extremo del enlace a otro, incluyendo atenuación del cable, pérdidas en los conectores, pérdidas en espacio libre y cualquier otra atenuación que afecte el desempeño del sistema

3.3 Características del sitio

Una vez seleccionado el equipo, el siguiente paso es conocer los puntos donde se instalarán los equipos, los sitios deben cumplir con las siguientes características:

- Para la instalación de los equipos se debe contar con un lugar ventilado y con espacio suficiente para colocar nuestro equipo. Se debe tener fácil acceso al equipo.
- Un lugar con un par de contactos, de preferencia polarizado, con conexión a tierra. Uno de los contactos es para conectar el equipo y el contacto restante deberá estar disponible cuando se realice mantenimiento al equipo en sitio, para que se pueda conectar una PC portátil o algún equipo de medición. Queda a criterio del cliente utilizar o no un sistema ininterrumpible de energía (UPS o no-break).

3.4 Visita de inspección

El objetivo principal de la visita de inspección es el obtener la mayor cantidad de información de los sitios, como son:

- Dimensión de los sitios, (altura y tipo de construcción).
- Revisión de trayectorias por donde podría colocarse el cableado.
- Obtener un estimado del material requerido para la instalación del equipo.

Se debe realizar una evaluación del inmueble, para determinar si se pueden realizar perforaciones para la fijación de taqueres al piso o a los muros y poder

anclar el mástil, así como para que el encargado del edificio indique la trayectoria del cableado y contar con su autorización.

Durante la visita de inspección se deben obtener las coordenadas geográficas para realizar un estudio teórico de la cobertura de propagación de la señal de RF. Mediante estas coordenadas podremos definir la factibilidad del enlace.

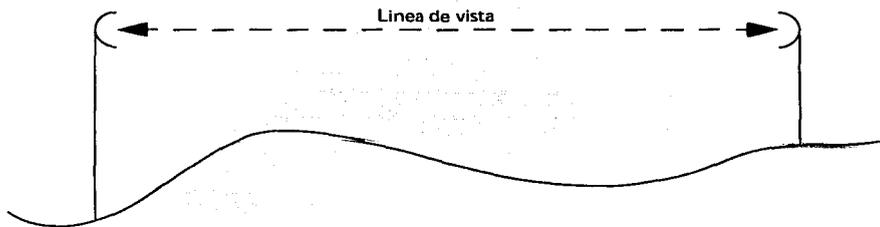
Mediante un mapa se pueden localizar los puntos a enlazar y analizar un posible línea de vista, a fin de que cuando se esté en el sitio se tenga una mejor orientación.

Línea de vista

Es una línea imaginaria que se traza a partir de la base hasta el lugar donde se instalará el equipo remoto.

Debido a que las ondas de radio de alta frecuencia son atenuadas por obstáculos, se requiere una clara línea de vista entre las antenas para un óptimo desempeño y un alcance máximo. Esto significa que no es suficiente con ver una silueta borrosa del edificio objetivo a través de los árboles de un bosque o que sepamos dónde está el edificio aunque no podamos verlo. Es necesario que las antenas puedan verse.

Figura 3 —1 Verificación de la línea de vista



Para verificar la línea de vista, es necesario utilizar los siguientes dispositivos:

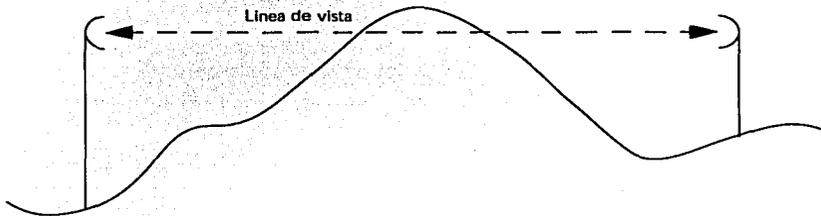
- Binoculares, si no es factible el alcance de la vista
- Espejos en los sitios de la estación base y remota
- El empleo de globos en la base y en el remoto

Para distancias mayores, es importante que no existan objetos por encima del centro de la trayectoria.

Las obstrucciones que pueden interferir en un enlace son:

- Las características geográficas del sitio. (montañas)
- La curvatura de la tierra
- Edificios
- Árboles
- Anuncios espectaculares

Figura 3—2 Obstrucción de línea de vista



Cuando no es posible una línea de vista debido a la topología del terreno, la instalación no es factible.

Si existen obstáculos como edificios, árboles o anuncios, en algunos casos es factible la instalación de mástiles y/o torres para superar los obstáculos. Otra solución es la ubicación de las antenas en puntos alternos o paralelos a los propuestos, siempre y cuando las características del sitio lo permitan.

Propuesta de la radio-base

El primer paso es proponer la ubicación de la radio-base. Como el edificio de la DGOC es el edificio mas alto de los que se pretende enlazar y tiene la mejor cobertura respecto a los otros, se tiene una ventaja adicional; además de que la red principal está en este edificio.

Una vez seleccionado se llena el formato de datos técnicos:

Tabla 3 —3 Datos técnicos de la radio-base

Información general	
Nombre de la estación	DGOC
Dirección	Av. Revolución #2048, CU
Coordenadas geográficas	N 19° 20' 5.9" W 99° 11' 35.6"
Datos de la construcción	
Altura de la construcción	7m
Altura de la torre respecto desde la construcción	11m
Altura de la antena respecto al nivel del suelo	15m
Tipo de línea de transmisión	LMR600
Longitud de la línea de transmisión	20m
Especificaciones de la antena	
Tipo de antena	Omnidireccional
Tipo de polarización	Vertical
Ganancia de la antena	9dbi
Impedancia de la antena	50 Ohms
Especificaciones de la radio-base	
Velocidad de transmisión	11 Mbps
Frecuencia de operación	2.4 GHz
Potencia de transmisión	15 dB

Se realizaron las visitas de inspección a cada lugar de instalación, donde se procedió al llenado de los formatos de los datos técnicos, donde se registran las coordenadas geográficas, longitud de la línea de transmisión, tipo de cable, altura de la construcción, longitud propuesta del mástil, frecuencia y tipo de antena propuesta en cada sitio. Esta información se utilizará posteriormente para efectuar el cálculo de los enlaces hacia la radio-base.

Durante la visita de inspección a los sitios se observó que se tiene línea de vista directa únicamente con el edificio de talleres, para el resto de las coordinaciones es necesario el empleo de mástiles para una clara línea de vista entre las antenas.

En la tabla Tabla 3 —4 se muestran los datos obtenidos para los equipos remotos, de donde la altura de la antena con respecto al suelo se obtiene sumando los valores de altura de la construcción y la longitud del mástil.

Tabla 3 —4 *Datos técnicos de los sitios remotos*

Sitio	Coordenadas Geográficas	Altura construcción	Longitud del mástil	Altura de la antena respecto al suelo
Talleres	N 19° 20' 4.6" W 99° 11' 28.6"	3m	2m	5m
Acondicionamiento	N 19° 19' 26.7" W 99° 11' 28.5"	3m	12m	15m
Areas Verdes	N 19° 19' 44.6" W 99° 10' 50"	5m	12m	17m
Aguas Residuales	N 19° 19' 58.2" W 99° 10' 40.5"	3m	12m	15m

Una vez que se han recopilado los datos de los sitios se puede decir si es factible la instalación, para lo cual se realizará el cálculo de los enlaces que tendrá la radio-base con los remotos.

3.5 Cálculo de los parámetros del enlace

En cada enlace se debe considerar la frecuencia de operación, la potencia de transmisión, la sensibilidad de los equipos de transmisión, la ganancia de las antenas y las pérdidas en los cables y conectores. El objetivo del cálculo es determinar el nivel de señal desde la base a los remotos y viceversa, el cual debe estar dentro del rango que marca el fabricante. El primer punto a calcular es la distancia de los remotos a la base.

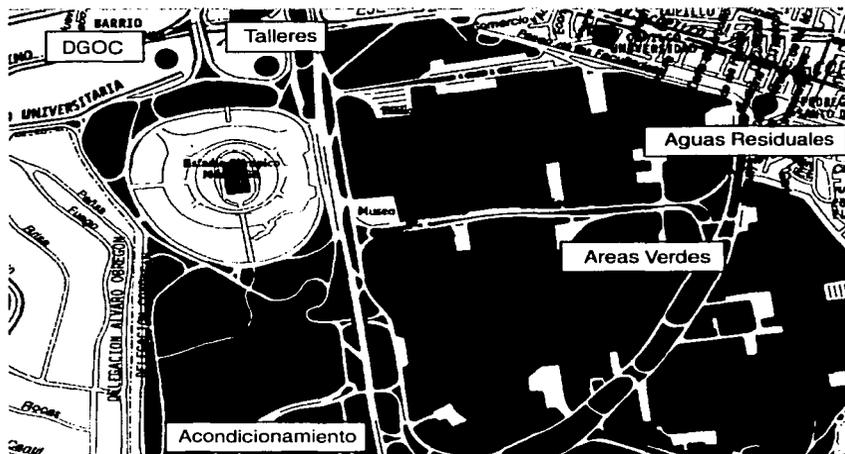
Distancia de los sitios a enlazar

La distancia entre las coordinaciones se obtuvo con ayuda de un GPS y el programa Mapinfo. Las distancias se muestran en la Tabla 3—5

Tabla 3—5 *Distancias de la DGOC a las coordinaciones no integradas*

Coordinación	Distancia
Talleres Centrales	208 m
Vialidad y Estructura Urbana (Acondicionamiento)	1.228 km
Áreas Verdes	1.483 km
Aguas Residuales	1.623 km

Figura 3—3 Ubicación de las coordinaciones



Características del equipo propuesto

- Frecuencia 2.4 GHz
- Potencia 15 dBm
- Ganancia de la antena (9 dBi base ---24.8 dBi remoto)
- Sensibilidad de recepción -93 dB
- Se considera una pérdida de 0.5 dB por conector en el cable de transmisión.

En la Figura 3—5 y en la Figura 3—6 se muestran las atenuaciones debidas a los conectores, en la base y en los remotos respectivamente.

Figura 3—4 Pérdidas y ganancias consideradas en el enlace



Figura 3—5 Conectores utilizados en la estación base

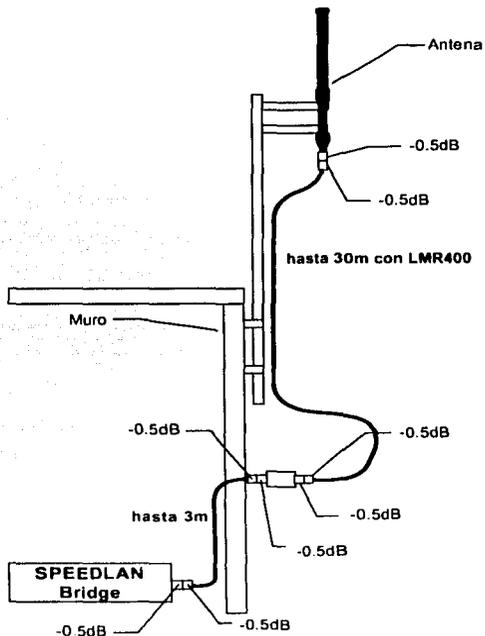
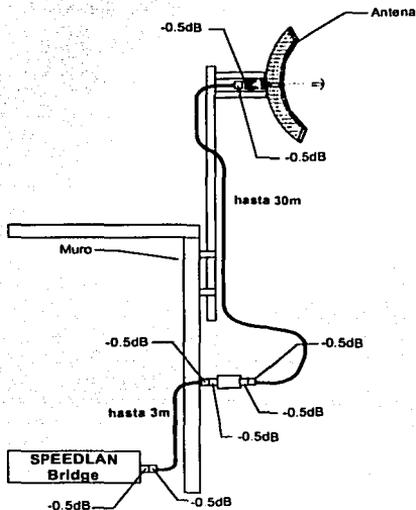


Figura 3 —6 Conectores utilizados en los remotos



Como se puede observar de las figuras anteriores se tiene el mismo número de conectores en la base y en los remotos, por lo anterior se tiene una atenuación de 4 dB debido a los ocho conectores empleados. La atenuación debida a la línea de transmisión varía según el sitio, los valores se muestran en la Tabla 3 —6.

Atenuación debida a la línea de transmisión

El fabricante recomienda el uso de dos tipos de cables:

- LMR400 para los remotos. Del catálogo LMR y por interpolación, se tiene una atenuación de 0.22 dB para 1 m @2.4 GHz.
- LMR600 para la estación base. Del catálogo LMR y por interpolación se tiene una atenuación de 0.14dB para 1 m @2.4 GHz.

En la Tabla 3 —6 se muestran las pérdidas en los cables para la estación base y para cada uno de los remotos. Las pérdidas se obtienen multiplicando la longitud del cable (en metros) que se va a emplear por las pérdidas por cada metro.

Tabla 3 —6 Pérdidas en cables en base y remotos

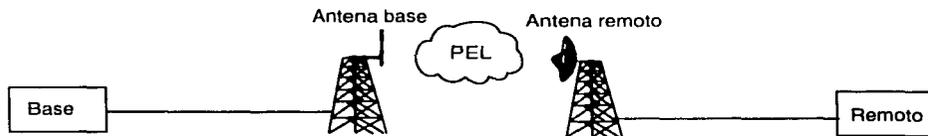
Sitio	Longitud del cable (m)	Atenuación (dB)
DGOC	20	2.8
Talleres	10	2.2
Acondicionamiento	20	4.4
Areas Verdes	22	4.84
Aguas residuales	20	4.4

NOTA: La longitud del cable se mide desde el equipo hasta la antena

Pérdidas en el espacio libre

Las pérdidas en el espacio libre (PEL) son las pérdidas que sufre la señal de RF en el aire, según la frecuencia y la distancia utilizadas. Ver la Figura 3 —7.

Figura 3 —7 Pérdidas en espacio libre



Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$PEL \text{ (dB)} = 32.4 + 20\log(\text{dist}) + 20\log(\text{frec})$$

donde

dist: Es la distancia entre la base y el remoto en km

frec: Es la frecuencia de operación en MHz

En la Tabla 3 —7 se presentan los valores para las diferentes distancias. Todos los cálculos de distancia tienen su origen en la DGOC.

Tabla 3 —7 Pérdidas en espacio libre para las estaciones remotas

Coordinación	Distancia (m)	PEL (dB)
Talleres Centrales	208	86.365
Acondicionamiento	1228	101.788
Áreas Verdes	1483	103.427
Aguas Residuales	1623	104.211

Cálculo de la Potencia Radiada Efectiva (PIRE)

El PIRE es la potencia real con la que transmite nuestra antena, se toman en cuenta las pérdidas en los conectores y la atenuación que presenta la línea de transmisión.

Figura 3 —8 PIRE en la base y el remoto



Se calcula PIRE mediante la fórmula:

$$\text{PIRE(dBm)} = P_{tx} + G_{ant} - \text{Pérdidas}$$

De donde:

P_{tx} : Es la potencia de transmisión del equipo.

G_{ant} : Es la ganancia de la antena.

Pérdidas: Son las atenuaciones debidas a los conectores y al cable utilizado

Aplicando la fórmula con los datos del equipo:

PIRE en la base

Se utiliza el cable LMR600 con una atenuación de 2.8 dB para 20 m.

$$\text{PIRE} = 15 + 9 - 2.8 - 4$$

$$\text{PIRE} = 17.2 \text{ dBm}$$

PIRE en los remotos

Para los remotos se utiliza el cable LMR400 con una atenuación de 0.22dB por metro. Empleando la misma metodología que en la base obtenemos los resultados que se muestran en la Tabla 3 —8.

Tabla 3 —8 PIRE en los remotos

Sitio	PIRE (dBm)
Talleres	33.60
Acondicionamiento	31.40
Areas verdes	30.96
Aguas residuales	31.40

Cálculo de la potencia de recepción

Este cálculo nos permite conocer el nivel de señal que está recibiendo cada sitio; se calcula desde la base hacia los remotos y después desde los remotos hacia la base. El nivel de recepción debe ser superior al indicado por el fabricante, es decir, el fabricante indica una sensibilidad de -93 dB, se espera que el cálculo de un resultado lo mas cerca del cero (ejm. -60 dB).

La trayectoria que se considera es desde el transmisor de la base, los conectores, el cable, la antena transmisora, el aire, la antena receptora, el cable, los conectores y la entrada del receptor. En la Figura 3 —9 se muestran los puntos antes descritos.

Se calcula mediante la ecuación:

$$\text{Prx (dBm)} = \text{PIRE}_{\text{base}}(\text{dBm}) - \text{PEL}(\text{dB}) - \text{P en LT} - \text{P en conec} + \text{Gant}(\text{dBi})$$

de donde:

P_{rx}: Es la potencia a la entrada del remoto

P_{IRE}: Es la potencia con la que transmite la base

PEL: Son las pérdidas en el espacio libre

P en LT: Son las pérdidas en la línea de transmisión

P en conec: son las pérdidas debidas a los conectores utilizados

Gant: Es la ganancia de la antena receptora

Como las potencias son iguales para cada sitio, los cálculos se simplifican, ya que la potencia que recibe un remoto desde la base es la misma que recibe la base desde ese remoto

En la Tabla 3 —9 se muestra el nivel de recepción.

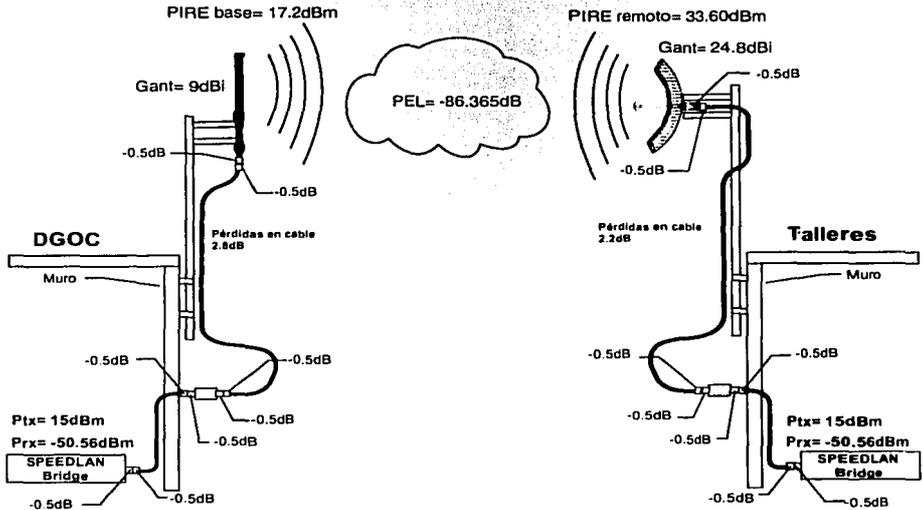
Tabla 3 —9 Nivel de recepción

Sitio	Nivel de Recepción (dBm)
Talleres	-50.565
Acondicionamiento	-68.188
Areas verdes	-70.267
Aguas residuales	-70.611

De acuerdo con la Tabla 3 —9 se puede deducir que el nivel de recepción es superior al recomendado por el fabricante.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 3 —9 Niveles de recepci3n en la DGOC y Talleres.



C3lculo del margen de recepci3n en los radios

El margen de recepci3n en los radios es la diferencia entre la potencia de recepci3n calculada y la sensibilidad.

Se calcula mediante la ecuaci3n:

$$\text{Margen} = \text{Potencia de recepci3n} - \text{Sensibilidad}$$

de donde:

Potencia de recepci3n: es la potencia de recepci3n calculada para cada sitio

Sensibilidad: Es la sensibilidad indicada por el fabricante (-93dB)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 3 —10 Margen de recepción

Sitio	Margen de recepción (dBm)
Talleres	42.43
Acondicionamiento	24.81
Areas verdes	22.73
Aguas residuales	22.39

Como se puede ver en la Tabla 3 —10 se tiene un margen muy holgado, es decir; se recomienda un margen de por lo menos 15dB para decir que el enlace es factible, esto es con el fin de prevenir un clima muy drástico, la instalación de espectaculares, crecimiento de árboles, etc.

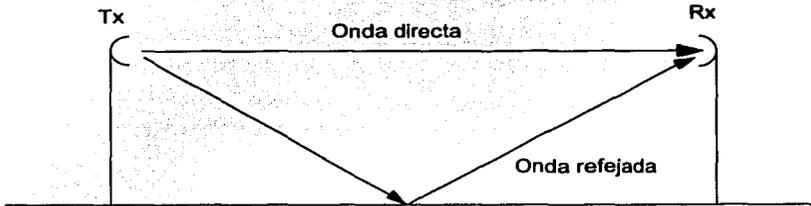
Se puede decir que hasta el momento todos los enlaces son factibles, sin embargo no se han considerado pérdidas por obstáculos. En la siguiente sección se toman en cuenta dichas pérdidas y cómo podrían afectar los márgenes obtenidos.

Consideraciones adicionales de propagación

Las características eléctricas de la tierra y su orografía influyen en la propagación de las ondas electromagnéticas. En un sistema de comunicaciones, la presencia de obstáculos y la propia esfericidad de la tierra limitan la visibilidad entre las antenas transmisora y receptora.

Al incidir una onda electromagnética sobre la tierra se produce una reflexión. La superposición de la onda directa y la onda reflejada dan lugar a la llamada onda de espacio. La formación de la onda de espacio puede ser constructiva o destructiva en función de las fases de la onda directa y la reflejada, lo que puede resultar en variaciones apreciables de la potencia recibida respecto al valor esperado en el espacio libre. En la Figura 3 —10 se muestra un esquema de cómo es que se refleja la señal en la tierra y llega a la antenna receptora.

Figura 3 —10 Onda de espacio



La incidencia de una onda electromagnética sobre un obstáculo produce un fenómeno de difracción, por el cual, el obstáculo radia de nuevo parte de la energía interceptada. La difracción posibilita la recepción aún en el caso de que no exista visibilidad, aunque con una atenuación adicional respecto al espacio libre.

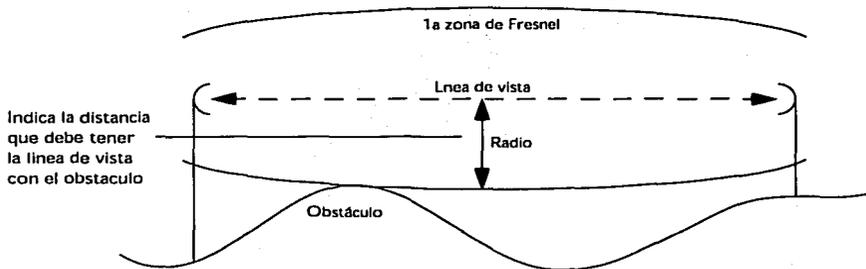
Para garantizar que los radios se pueden enlazar, los efectos de la difracción deben ser mínimos, por lo que se explican las llamadas zonas de Fresnel, que nos auxiliarán a determinar la factibilidad de los enlaces.

En la siguiente sección se hace una breve descripción de las zonas de Fresnel.

Zona de Fresnel

La Zona de Fresnel de una señal de radio es el área elíptica alrededor de la línea visual. Varía en lo grueso dependiendo de la distancia y la frecuencia de la señal. Las dimensiones de la zona de Fresnel pueden ser calculadas y se debe tomar en cuenta cuando se está diseñando un enlace inalámbrico.

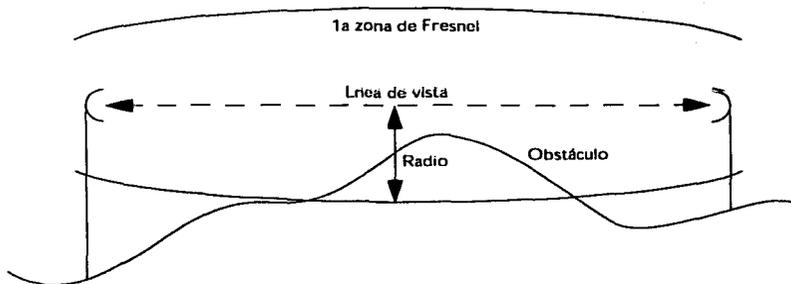
Figura 3 —11 Zona de Fresnel



Para que un enlace sea posible, se debe cubrir el 60% de la primera zona de Fresnel (ver la Figura 3 —11) si el enlace es sobre tierra, y se debe cubrir el 100% si se trata de un enlace sobre agua (lago o mar).

Si se tiene línea de vista, pero la zona de Fresnel está obstruida más del 60%, el enlace no es posible.

Figura 3 —12 Obstrucción de la Zona de Fresnel



Se calcula mediante la fórmula:

$$F_1 = 17.3 \sqrt{\frac{(d_1 d_2)}{DF_{GHz}}}$$

Donde:

D: Es la distancia entre los puntos a enlazar

d1: Es la distancia de la base al obstáculo

d2: Es la distancia del remoto al obstáculo

F: Es la frecuencia en GHz

Aplicando esta fórmula en el proyecto, considerando una obstrucción a la mitad del enlace, tenemos los resultados que se muestran en la Tabla 3 —11 . En la mitad del enlace es donde se tiene el mayor radio de Fresnel, es por eso que los cálculos para los sitios se hicieron considerando un obstáculo a la mitad del enlace.

Tabla 3 —11 1er radio de Fresnel para las coordinaciones

Coordinación	Distancia	F1 (m) @60%
Talleres centrales	208 m	1.528 m
Vialidad y estructura urbana	1.228 km	3.712 m
Áreas verdes	1.483 km	4.079m
Aguas residuales	1.623 km	4.268 m

El resultado F1 @ 60% significa que se debe tener esta medida entre la línea de vista y el obstáculo para asegurar el enlace de radio.

3.6 Estudio de propagación mediante computadora

En esta sección se utiliza el programa MAPInfo para obtener un estudio de cobertura más gráfico.

Primero se localizan los sitios de la base y los remotos, después se simula una propagación con una antena omnidireccional para ver si enlaza a todas las estaciones, luego, se hace un análisis de las zonas de Fresnel para cada remoto.

Figura 3 —13 Ubicación de los sitios en el programa MAPInfo

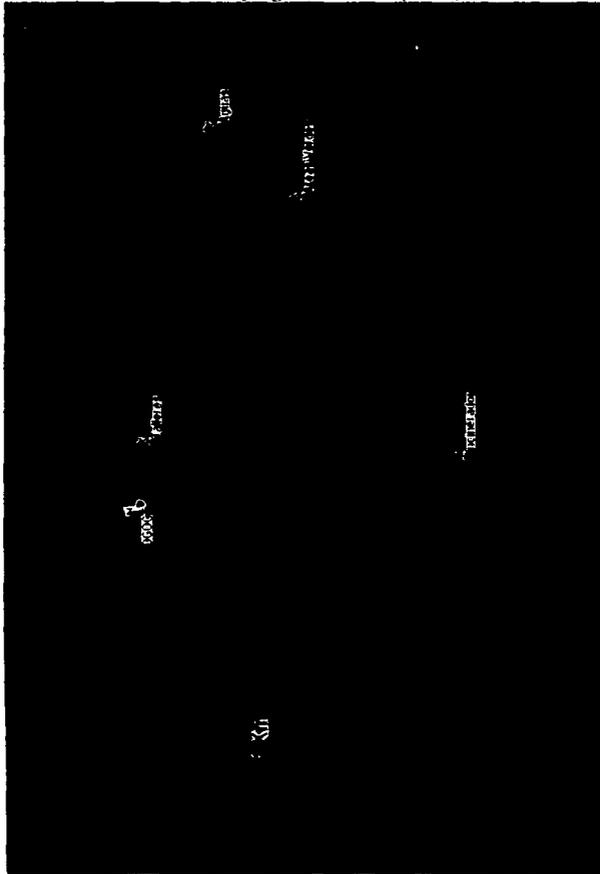
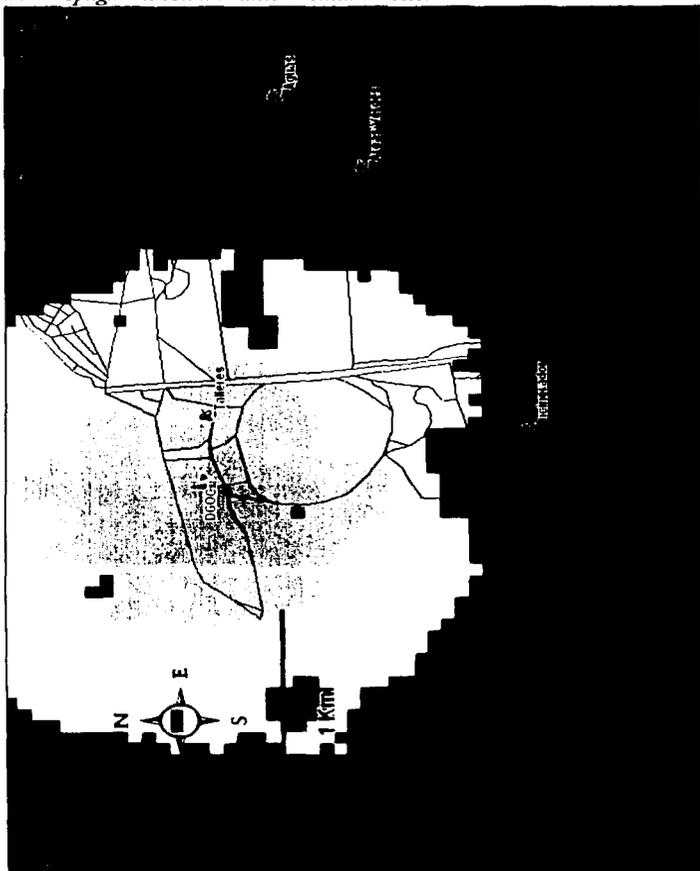


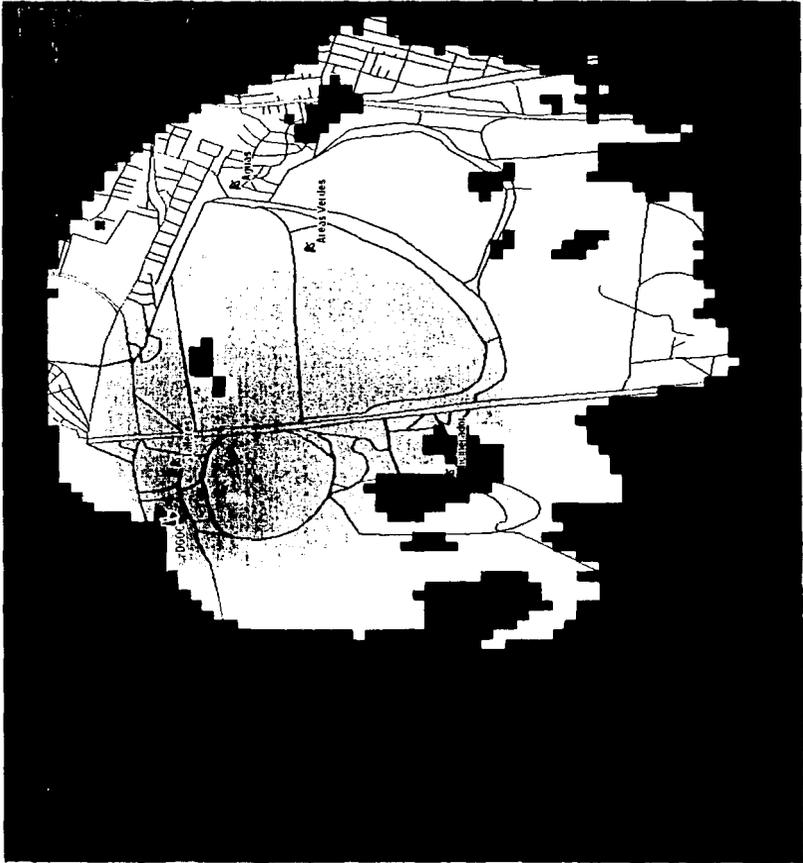
Figura 3 —14 Propagación con una antena omnidireccional



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Como se puede observar en la Figura 3 —14, el uso de una antena omnidireccional no cubre todos los edificios; radía parte de la señal hacia lugares donde no existen sitios a enlazar, es por eso que se propone el uso de una antena sectorial de 90°. Con esta antena se concentra la señal en el área que deseamos y así podemos tener una mejor cobertura y aprovechar al máximo la potencia del equipo.

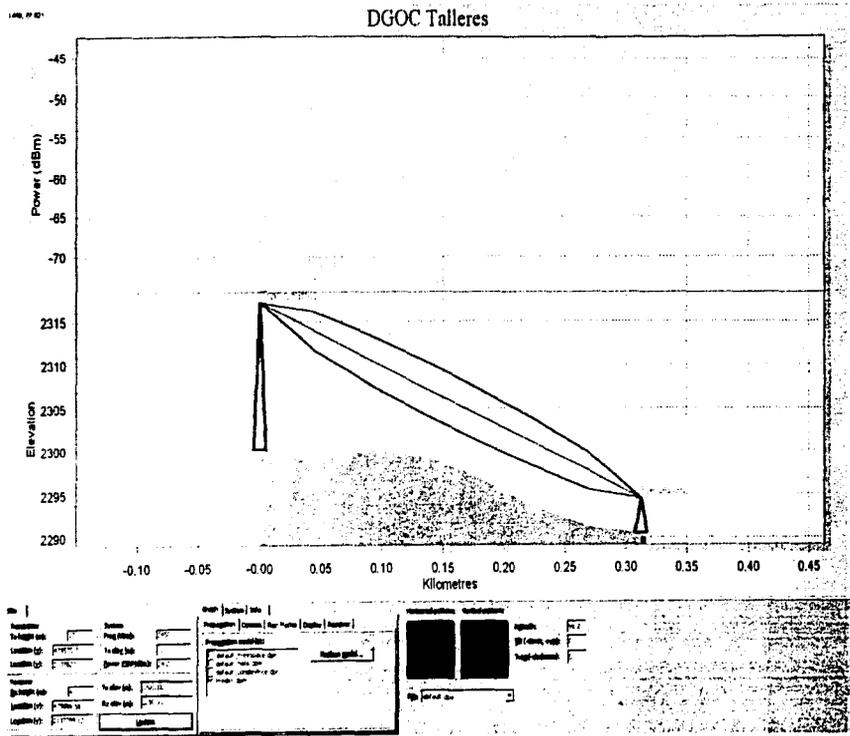
Figura 3—15 Propagación con una antena sectorial de 90° de apertura



Como se puede ver en la Figura 3 —15 con la antena sectorial se tiene una mejor cobertura y se aprovecha la mayor parte de la señal.

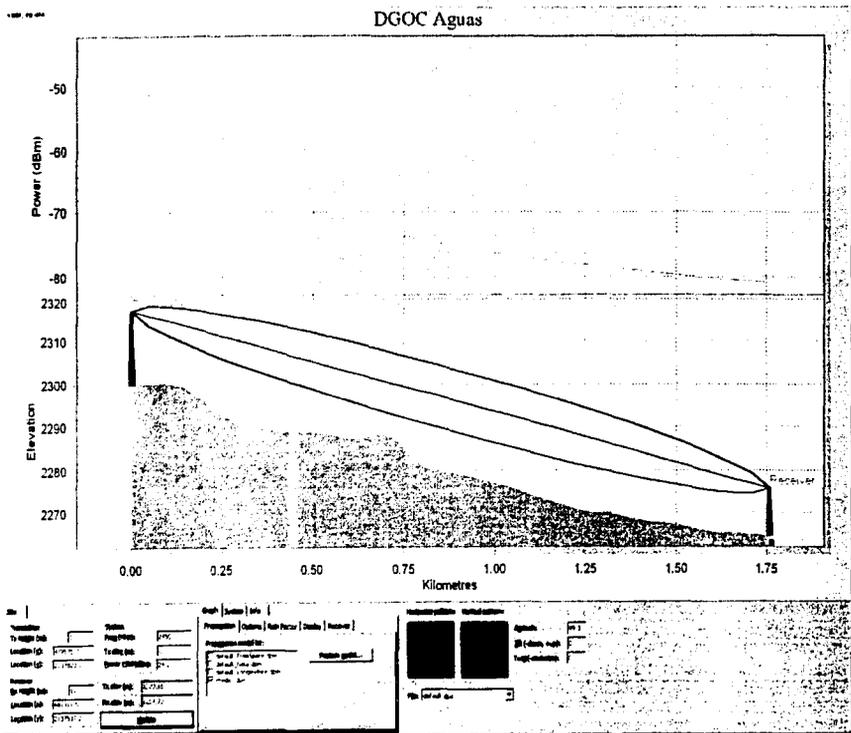
Para determinar si la primera zona de Fresnel de cada enlace está libre y sin obstáculos, se obtuvieron las gráficas de la Figura 3 —16 a la Figura 3 —18, que muestran el perfil del terreno según el trayecto que sigue cada enlace. El óvalo formado por la primera zona de fresnel es mostrado en color azul oscuro.

Figura 3 — 16 Perfil para el enlace DGOC-Talleres



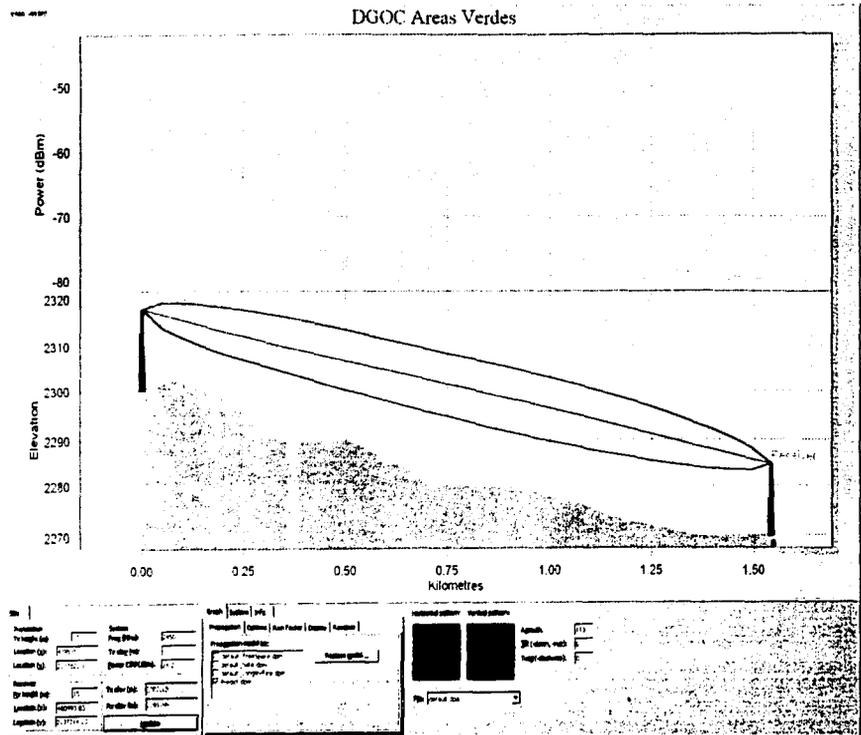
TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

Figura 3 — 17 Perfil para el enlace DGOC Aguas Residuales



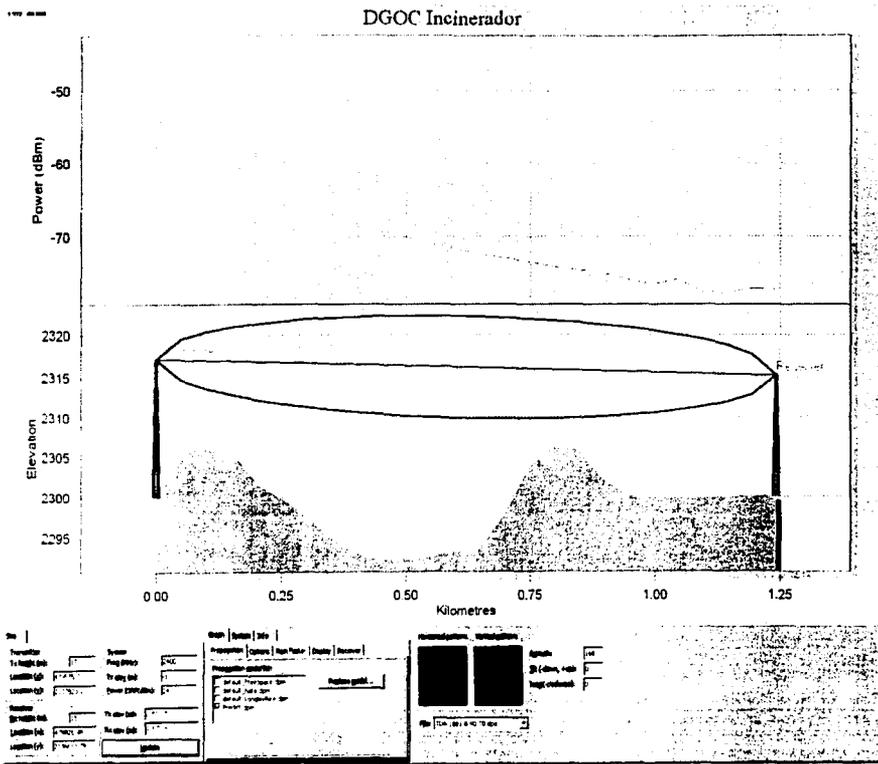
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 3 — 18 Perfil para el enlace DGOC-Areas Verdes



TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

Figura 3—19 Perfil para el enlace DGOC-Incinerador



3.7 Conclusiones y comentarios

Los resultados de margen de recepción son satisfactorios y este equipo brinda un margen muy superior al recomendado (15 dB), por lo que se puede decir que los enlaces son factibles y se confirma que este equipo cumple con las expectativas para la aplicación en el enlace de la DGOC. Asimismo, el cálculo de las zonas de Fresnel nos permite agregar un margen de seguridad al enlace al considerar la distancia a la que deberían estar los posibles obstáculos en la trayectoria.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4. Procedimiento de instalación

Una vez que se ha determinado la cobertura del equipo, es necesario describir el proceso de la instalación del equipo, ya que algunas partes de la instalación las puede hacer el consumidor.

En este capítulo se describe de manera general los requerimientos de la instalación de la base y de los remotos con el fin de que al momento de instalar el equipo se tenga una referencia a seguir y se obtenga el mayor beneficio posible del equipo.

Primero se describe la instalación de la base y después la de los remotos.

4.1 Instalación de la base

El proceso de instalación de la base comprende los siguientes pasos:

1. Instalación de la torre que soportará a la antena y la fijación de la antena a la misma
2. Instalación de la línea de transmisión
3. La conexión e instalación del equipo base hacia la red LAN
4. Verificación de la comunicación

Únicamente se describen las consideraciones que se deben hacer para instalar el equipo.

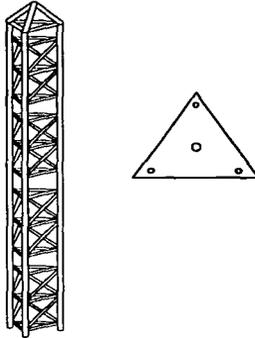
1. Instalación de la torre y la antena

La torre deberá tener una altura mínima de 20m, ya que la antena debe colocarse a 17m y se debe dejar un margen para evitar que la antena funcione como pararrayos.

Se propone que sea del tipo de torre con retenidas, ya que el peso que soportará no es excesivo.

La torre debe ser de sección triangular y cada lado debe medir entre 30 y 40cm, sujetándose a la normatividad establecida por la COFETEL, se debe pintar con 7 franjas de color blanco y rojo alternado.

Figura 4 —1 *Dibujo de una torre con retenidas y su sección triangular*



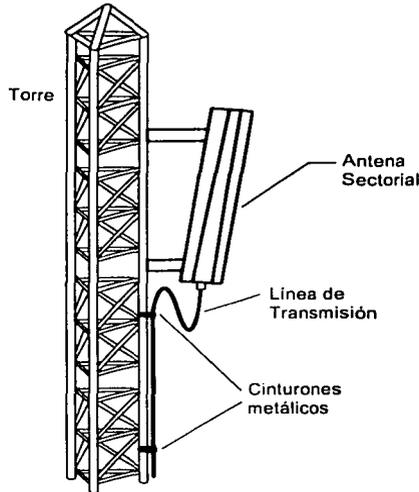
Las retenidas deben de ser de cable trenzado acerado y deben estar sujetas al suelo a fin de proporcionar estabilidad a la torre y evitar la pérdida de señal por desalineamiento de antenas.

Instalación de la antena

Se arma la antena en el piso y se sube a la torre para asegurarla con las abrazaderas. La instalación de la antena debe tener el aspecto que se muestra en la Figura 4 —2.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Figura 4 —2 Antena montada en la torre

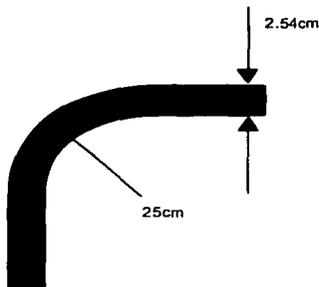


2. Instalación de la línea de transmisión

- El siguiente paso es colocar el conector “N” macho en cada extremo del cable, a fin de evitar hacer este procedimiento en la torre.
- Una vez que se ha colocado el conector en el cable LMR600, se sube a la torre. El cable se debe fijar con cinturones metálicos de acero inoxidable con una separación de 50cm entre uno y otro a fin de sujetarlo firmemente al armazón de la torre (Ver Figura 4 —2). Se debe dejar una holgura de 50cm (aprox.) para conectar el cable a la antena.
- Una vez fijo el cable a la torre se conecta a la antena. Una vez realizadas las conexiones, se deben proteger contra la intemperie. Se coloca en la unión del cable y la antena una capa de cinta de aislar vulcanizada, después se coloca una capa de cinta de aislar plástica teniendo cuidado de que ambas capas cubran perfectamente el empalme.

- Al instalar el cable se debe tener cuidado de que al doblar el cable, el radio de curvatura sea de 10 veces el valor del diámetro del cable. En la Figura 4—3 se muestra un ejemplo del máximo doblar permitido para un cable.

Figura 4—3 Límite del doblar de un cable



Instalación del cable en exteriores

El tendido del cable debe llevar la trayectoria definida en la visita de inspección.

- El cable se sujeta con cinturones de metal y abrazaderas metálicas cada 0.5 metros. La trayectoria debe ser la más corta posible y con la menor cantidad de cambios de dirección posible.
- Cuando se tengan que hacer perforaciones para colocar las abrazaderas, se debe tener cuidado de no perforar ductos eléctricos, hidráulicos, gas, etc.
- En caso de que se requiera utilizar muros exteriores, no se debe instalar el cable cerca de tubos de gas, cables de alta o baja tensión, cruzando puertas o ventanas, frentes de fachada, salidas de emergencia, etc.

Instalación de cable en interiores

El cable debe de ir, de preferencia en una canaleta o escalerilla, la sujeción del cable en interiores se hace con cinturones de nylon.

- El cable no debe pasar por zonas de alto riesgo como: extractores de aire, ductos de corriente eléctrica, cisternas de agua, maquinaria eléctrica, etc. La distancia entre los objetos de alto riesgo y el cable debe de ser de 0.6m como mínimo.

Se deben repetir los pasos 1 a 3 para cada equipo que desee.

5. Verificación de la comunicación

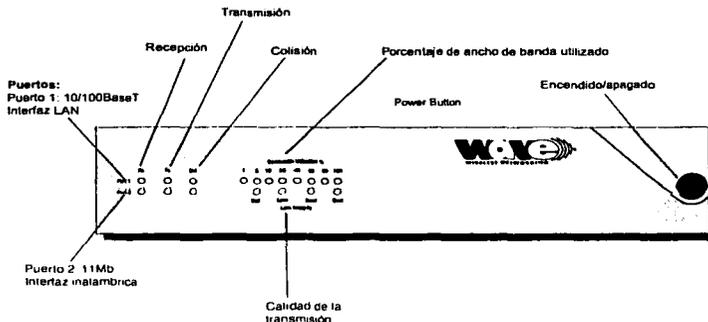
Cuando la instalación está completa, encienda el puente *SPEEDLAN*. El radio transmitirá automáticamente un paquete "hola" al (los) otro(s) remoto(s) para comenzar comunicación.

Cuando un remoto se localiza, los puentes se sincronizarán entre sí, una vez que la comunicación se establece. Los puentes empezarán a transmitir datos hacia la red LAN inalámbrica a la que están conectados. Cuando los puentes están sincronizados correctamente, los leds de Tx y Rx, en el panel frontal, parpadearán indicando que el equipo se está comunicando. Ver Figura 4 —5.

Cuando los equipos envían y reciben datos entre si, de vez en cuando el led de colisión se enciende. Esto es normal. Si el led de colisión permanece encendido, significa que esta interfaz no puede detectar un enlace.

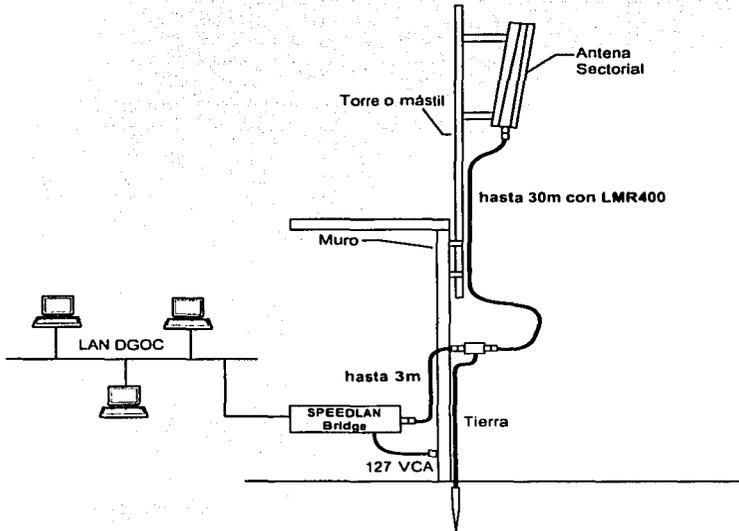
La instalación del equipo y de la antena debe ser parecido al esquema de la Figura 4 —6.

Figura 4 —5 Panel frontal



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 4—6 Esquema de instalación de la base



4.2 Instalación en los sitios remotos

El procedimiento de instalación en cada sitio remoto, es similar a lo planteado para el equipo base, la única diferencia es que para los remotos se utiliza un mástil en vez de una torre con retenidas.

En esta sección sólo se describe el procedimiento que se necesita hacer para cada sitio, los pasos a seguir son los mismos que en la base.

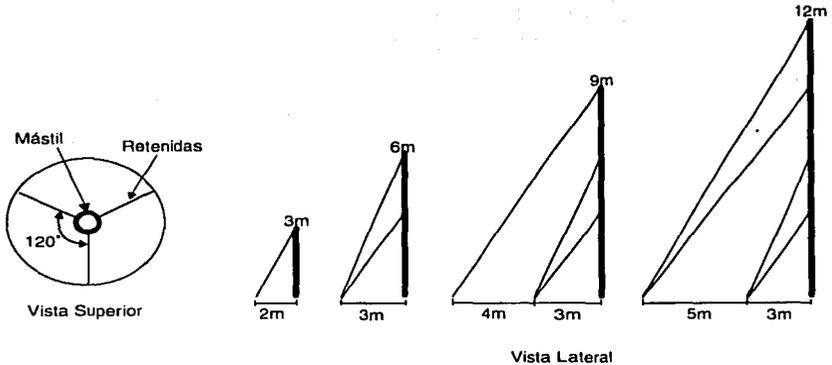
Instalación del mástil y de la antena

El mástil se instalará en cada sitio, según la altura que se necesite. Se dispone de mástiles de 3, 6, 9 y 12 m. Con el fin de incrementar la estabilidad del mástil se deben emplear retenidas espaciadas entre si cada 120°, (ver Figura 4—7). El mástil debe colocarse lo más lejos posible de cables de alta tensión.

Una distancia segura entre el mástil y una línea de alta tensión debe ser el doble de la longitud del mástil.

Dependiendo de la longitud del mástil se deben colocar las retenidas como se indica en la Figura 4 —7.

Figura 4 —7 Instalación de mástil según su altura

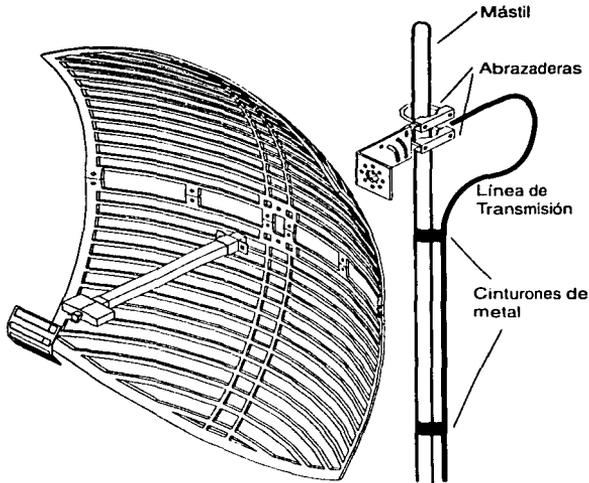


Con el mástil aún recostado sobre el piso, se debe sujetar la antena al mismo. Se conecta el cable LMR400 a la antena, forrando el conector con cinta vulcanizada y cinta plástica como se hizo en la base. Se debe dejar una tensión adecuada en el cable para permitir el levantamiento del mástil.

Una vez montada la antena al mástil, éste deberá colocarse verticalmente y las retenidas deben sujetarse a los soportes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 4—8 Antena montada al mástil



Orientación de la antena

Una vez que se ha instalado la antena y el mástil, el siguiente paso es orientar la antena hacia la estación base. La orientación de la antena se determina por medio del cálculo de un ángulo con respecto al norte o azimut.

Se efectúa mediante los siguientes pasos:

1. Identificar la ubicación geográfica del remoto en un mapa
2. Identificar la ubicación geográfica de la base en el mismo mapa
3. Trazar una línea recta entre la base y el remoto
4. Trazar una cruz en el remoto, donde se indique la dirección del norte geográfico

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5. Medir con un transportador el ángulo que se forma entre la línea que indica el Norte geográfico y la línea trazada entre la base y el remoto, en el sentido de las manecillas del reloj.
6. En el sitio donde se instalará la antena y con ayuda de una brújula se marca en el suelo el ángulo obtenido con respecto al norte geográfico.

Los pasos 1 a 5 se pueden realizar en la oficina, mientras que el paso 6 se debe ejecutar directamente en el sitio.

Figura 4—9 Ejemplo de orientación de una antena



Instalación de la línea de transmisión

Después de que se orienta la antena se debe tender la línea de transmisión desde el mástil hasta el lugar donde se instalará el equipo. El tendido del cable debe llevar la trayectoria establecida en la visita de inspección; se deben tomar las mismas precauciones a las referidas en la instalación del cable en la base.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5. Conclusiones

Nuestro mundo está cambiando muy rápidamente. Los sistemas de comunicación seguirán creciendo en cuanto a características y aplicaciones, y las redes inalámbricas se perfilan como un elemento de gran relevancia en el mundo empresarial (e incluso doméstico) en un futuro no muy lejano.

Las redes inalámbricas ofrecen mayor independencia para cambiar de un lugar a otro sin perder la conexión; cuentan con estándares abiertos que garantizan el crecimiento transparente de las redes. Sus principales ventajas son, entre otras, que no requieren de cables, proporcionan mayor libertad en el área de trabajo y representan una solución escalable, flexible y fácil de instalar.

La tecnología para redes inalámbricas representa también una alternativa viable para incrementar la productividad de los negocios y puede convivir con redes alámbricas sin ningún problema, por lo que no es necesario erradicar la red cableada cuando se ha decidido implantar una WLAN.

Este tipo de redes se utilizan exitosamente en sus dos modalidades de operación; por un lado, actúan como sistemas inalámbricos móviles para interiores y exteriores, y por otro, como sistemas inalámbricos fijos en aplicaciones punto a punto y para enlaces entre edificios y de campus.

Antes de implantar un sistema inalámbrico es necesario analizar el tipo de instalación para seleccionar la red adecuada, dependiendo de la atenuación entre transmisión y recepción, logrando mejorar la señal si no se tienen obstáculos. Para diseñar una red acorde a las necesidades que deben cubrirse es recomendable considerar los siguientes aspectos:

- Necesidades de la empresa: debe determinarse cuál es y será la forma exacta de trabajar en la empresa, qué tipo de herramientas son indispensables, cuántos usuarios estarán conectados, qué tipo de aplicaciones se usarán y cuánto ancho de banda será indispensable para garantizar la conexión, así como el presupuesto con que se cuenta para establecer la red.
- Facilidad de uso: las aplicaciones deben ser fáciles de utilizar y satisfacer las necesidades de las empresas y los usuarios.
- Administración sencilla: debe seleccionarse una tecnología que sea invisible para el empleado, que opere sin su constante intervención y que no presente problemas.

- Seguridad: la seguridad informática es un aspecto muy importante en nuestros días, por lo que deben emplearse aplicaciones que consideren la seguridad integral. Por ello, es necesario incorporar encriptación de comunicaciones de 128 bits para proteger la confidencialidad e integridad de los paquetes de datos.
- Acceso siempre disponible: es importante contemplar una solución con acceso a la red disponible en todo momento.
- Ubicación de la instalación: un punto de gran trascendencia es el lugar donde se instalará la red, ya que es indispensable hacer un estudio de sitio para determinar si la infraestructura que hay alrededor facilita la comunicación sin cables, puesto que ciertos elementos como paredes o elevadores presentan características que impiden la transmisión. Algunos materiales pueden provocar interferencia de la señal, como cuerpos de agua, metal, concreto y algunos tipos de vidrio.
- Estudio de propagación: este estudio nos da una idea del alcance y la cobertura de nuestra antena; sin embargo, deben considerarse factores externos como crecimiento de árboles, ampliación de edificios, colocación de anuncios espectaculares, vandalismo en torres o mástiles, tormentas eléctricas, etc. Todos estos factores afectan al enlace, y aunque muchos de ellos son difíciles de controlar, es importante considerarlos sabiendo que el enlace será más confiable mientras mayor control tengamos sobre ellos.
- Selección de antenas adecuadas. Aún presentándose obstáculos en el territorio donde se instalará la red, muchos equipos inalámbricos tienen la capacidad de transmitir a través de paredes, techos y hasta estructuras de cemento, e incluso, no hace falta línea de vista entre antenas (aunque esto mejora la recepción); sólo que tal vez será necesario recurrir a una mayor cantidad de antenas, lo cual eleva el costo del proyecto.

Para el presente proyecto, el estudio de las alternativas de solución presentado en el capítulo 2 nos permitió hacer un análisis comparativo y seleccionar, de entre varias empresas, el equipo que actualmente ofrece la mejor solución a un precio accesible, y que cuenta además con la homologación en México ante la COFETEL. Dicha homologación se traduce en un ahorro de tiempo y dinero a la hora de implantar el sistema, dado que no requiere de permisos o licencias de uso de la frecuencia de operación.

La propuesta presentada aquí cumple con los requerimientos para la solución del problema planteado en un principio. Sin embargo, esta solución es susceptible de ser mejorada y ampliada, puesto que los avances tecnológicos crecen enormemente día con día, y es posible que en un corto plazo aparezca

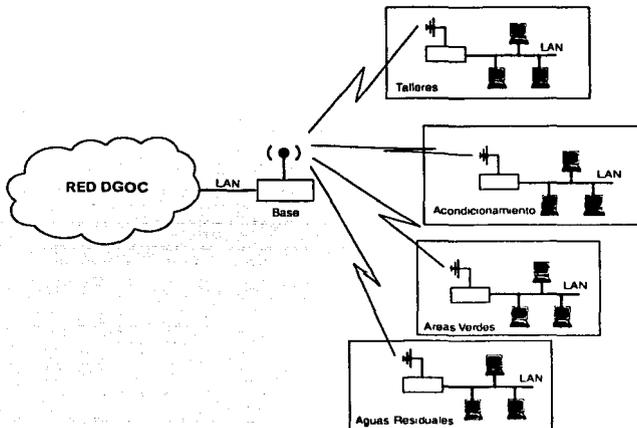
en el mercado un equipo que sobrepase nuestras expectativas a un precio más accesible.

Por otro lado, el procedimiento de diseño empleado en este trabajo puede ser empleado en cualquier caso de manera confiable, ya que está basado en la recomendación de una de las empresas analizadas aquí: Wi-LAN; este es un método simple, empleado por empresas de diseño de infraestructura de comunicaciones, y ha sido adaptado a los requerimientos de nuestro proyecto.

La Figura 5 —1 muestra el esquema de operación del equipo seleccionado. Con un equipo base, conectado a la red principal, se tienen enlazadas las dependencias.

Este esquema permite que las dependencias se integren a la red de la DGOC, y a su vez cuenten con los servicios que esta brinda.

Figura 5 —1 Integración de las dependencias a la red de la DGOC



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Bibliografía

- Revista RED: Febrero 2003, Julio 2002, Junio 2002
- Stallings, William. *Wireless Communications and Networks*. Prentice Hall. 2002
- Tomasi, Wayne. *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. 2a. Edición, Pearson Education, 1996
- Freeman, Roger L. *Radio System Design for Telecommunications*. 2a. edición, Wiley-InterScience
- Jared, Lisa. *Frame Maker 6 Beyond the Basics*. New Riders Publishing, 2002.

Páginas Web

<http://www.80211-planet.com>
<http://www.agitec.gob.mx/>
<http://www.anixter.com>
<http://www1.avaya.com>
<http://www.cisco.com>
<http://www.cft.gob.mx/>
<http://www.enterasys.com>
<http://www.fcc.gov>
<http://www.google.com>
<http://www.highwaytech.com.mx>
<http://www.lanet.com.mx>
<http://www.nwfusion.com>
<http://www.proxim.com>
<http://www.sss-mag.com>
<http://www.wavewireless.com>
<http://www.wi-fi.org>
<http://www.wirelessweek.com>

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

<http://www.cnet.com>

<http://grouper.ieee.org>

<http://nww1.com>

<http://rfcomply.com>

<http://searchnetworking.techtarget.com>

<http://standards.ieee.org>

<http://whatis.techtarget.com/>

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO A. Configuración del equipo

Descripción del sistema

Los equipos *SPEEDLAN 8300 & 8400* son puentes de red inalámbricos que proporcionan conectividad a las redes remotas. Para enlaces punto-a-punto, un *SPEEDLAN 8400* puede ser acomodado en cada edificio para crear una línea de comunicación inalámbrica.

Para enlaces punto-multipunto un *SPEEDLAN 8300* actúa como estación base, la cual controla la comunicación entre múltiples *SPEEDLAN 8400* que actúan como CPE (*Customer Premise Equipment*).

El puente local se comunica con un puente remoto en otra red LAN. Esto permite crear una red inalámbrica extendida, enlazando sitios alejados hasta 15 km (25 millas). Esto permite que una red central pueda conectarse con una o más oficinas remotas, trabajando como una sola red LAN.

Un solo equipo con una antena omnidireccional puede comunicarse con múltiples puentes para crear conectividad inalámbrica multipunto de sitio-a-sitio.

Instalación del software *SPEEDLAN Configurator Windows 95/98/NT 4.0*

Para instalar el *SPEEDLAN Configurator*, debe hacerse lo siguiente:

1. Cerrar todos los programas y aplicaciones.

NOTA:

El *SPEEDLAN Configurator* utiliza las librerías que se encuentran en una PC con Windows 95/98/NT 4.0. Si un programa o aplicación está abierta el programa no se instalará correctamente. Si el *Configurator* no se instala correctamente, el puente podría bloquearse y volverse inoperable después de guardar una configuración.

2. Insertar el CD en la unidad de CD-ROM.
3. Si el programa no se ejecuta automáticamente, oprima el botón **Inicio+ Ejecutar**. Aparecerá la ventana de diálogo Ejecutar. Oprima el botón **VER** y localice el archivo **SETUP.EXE** en el CD-ROM. Después, oprima el botón **Abrir** y **OK**.

-
4. Siga las instrucciones de instalación.
 5. Después de que la instalación termine, reinicie la computadora.

Barra de herramientas y Menús

Menú File

El *Configurator 3.87* para Windows 95/98/NT, permite almacenar una configuración específica en una memoria FLASH ROM en los equipos o en un archivo guardado en su computadora. Puede configurar un archivo en una computadora y descargarlo a los equipos, después que se ha verificado que todos los parámetros son correctos. Esto puede hacer que la reconfiguración del equipo sea algo rápido si se tiene la configuración completa guardada en la computadora.

Configuración de un *Bridge SPEEDLAN*

Para configurar un equipo remoto, se puede utilizar la función **Open Remote Config** y **Save**. Debe tener una configuración abierta con **Configuration Utility** antes de realizar cualquier función de configuración. Después de abrir y configurar un dispositivo remoto, puede guardar la configuración en el dispositivo abierto. Cuando almacene la configuración en el dispositivo remoto, su memoria FLASH ROM se borrará y se reprogramará con la nueva configuración. Después de guardar la configuración, espere 30 segundos; esto permite que la memoria FLASH ROM sea totalmente programada y que el equipo reinicie con la nueva configuración.

NOTA:

Si se apaga el equipo o si se interrumpe la reprogramación de la memoria FLASH ROM, puede dañarse la programación del equipo, y dejar al equipo inoperable.

Configurando un Archivo de configuración (CNF)

Para configurar un archivo **CNF** (*configuration file*) abra el archivo desde el menú **FILE** utilizando la opción **Open**. La configuración se realiza del mismo modo que un remoto. Cuando termine de configurar el archivo, guárdelo en un disco desde el menú **File**, utilizando la opción **Save Config file as....** Las opciones **Open Remote Config...** y **Save Config** se utilizan para acceder y guardar directamente en el equipo, sin utilizar el archivo guardado en el disco. Debe tenerse cuidado cuando se guarda el archivo CNF en otro sitio que no sea el equipo, ya que puede configurar el equipo con la configuración

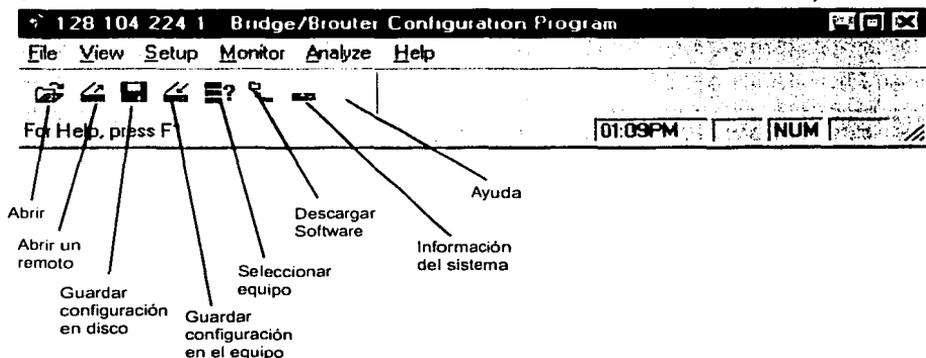
incorrecta y no tendrá acceso al equipo una vez que éste reinicie con la nueva configuración.

Exportando e Importando una Configuración

Una vez que se ha abierto un remoto, puede guardar su configuración con la opción **Save Config File as....** Esta opción permite crear un archivo CNF. La extensión CNF se utiliza para denotar un archivo de configuración binario de exportación especial. El archivo CNF creado con la opción **SaveConfig File as....**, se puede importar desde otro equipo utilizando la función **Import Config File....**; después se guarda la configuración en el equipo utilizando **Save Config**.

Barra de Herramientas

Figura A —1 Barra de herramientas



Barra del Menú

Menu - Este es el menú más común y se utiliza para realizar las siguientes funciones:

- **Open Config File** - Abre un archivo de configuración desde un disco.
- **Open Remote Config** - Abre el archivo de configuración directamente desde un remoto.
- **Save Config** - Guarda la configuración que se está utilizando al lugar de donde se abrió.
- **Save Config File as** - Guarda la configuración actual en un disco. El archivo tendrá la extensión CNF.

-
- **Import Config File** - Abre un archivo de configuración desde un disco. Esta función se utiliza cuando se va a guardar una configuración desde un disco hacia un equipo o se quiere tener dos o más equipos con la misma configuración.
 - **Upload Software** - Permite cargar un archivo binario sin configurar al equipo. Esto sólo se hace cuando el *firmware* del equipo se ha dañado.
 - **Reboot Remote** - Se utiliza para reiniciar un equipo desde un lugar lejano.
 - **Exit** - Cierra el programa *SPEEDLAN Configurator*.

Otros Menús

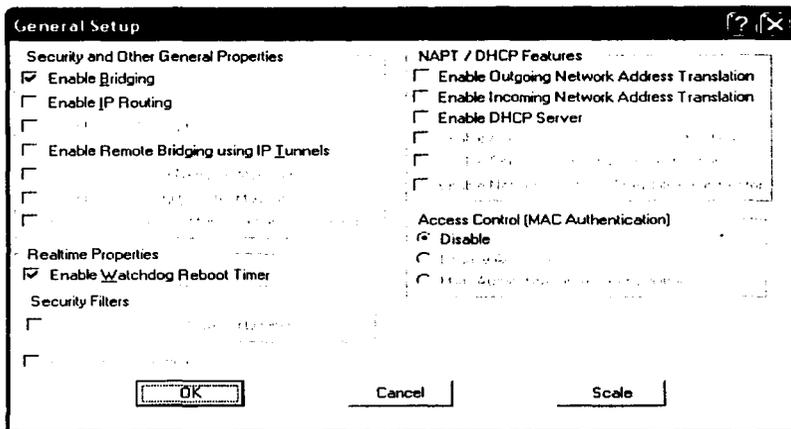
- **View Menu** - Se utiliza para cambiar el despliegue de los componentes del *Configurator*.
- **Setup Menu** - Se utiliza para modificar todos los parámetros del equipo.
- **Monitor Menu** - Se usa para supervisar el desempeño del equipo y monitorear otro equipo.
- **Analyze Menu** - Se usa para seleccionar otro equipo y realizar varias pruebas (prueba de enlace, prueba de alineación de antena, etc.).
- **Help Menu** - Se usa para resolver preguntas concernientes al *SPEEDLAN Configurator*.

Configuración General

Esta ventana de diálogo activa los parámetros necesarios para configurar los equipos. Para seleccionarla, seleccione **General Setup** del menú **Setup** del *SPEEDLAN Configurator*.

Seleccione las opciones apropiadas. Ver la Figura 2.

Figura A —2 Ventana de configuración general



Seguridad y Otras Propiedades Generales

- **Enable Bridging**

Al seleccionar esta opción se habilita la función *transparent bridging*, y aparece la ventana **Bridge Setup**. La opción *Bridging* debe habilitarse para casi todas las aplicaciones del equipo. El valor por omisión es *ON*.

- **Enable IP Routing**

La función de ruteo transparente se habilita al seleccionar esta opción.

El ruteo IP funcionará correctamente sólo si se configuran las rutas en la ventana **IP Route**. Si las rutas no se configuran correctamente antes de guardar la configuración, el equipo puede volverse inoperable. El valor por defecto es *OFF*.

Filtros de Seguridad

- **Enable Watchdog Reboot Timer**

Configuración del temporizador de reinicio del *Watchdog*. Esta característica ordena al equipo reiniciarse cuando el equipo falle en el intento de recibir

algún paquete por cualquier puerto, durante un periodo de 10 min. El equipo asumirá que ha ocurrido un error y se reiniciará.

Si después de que el equipo se reinicia no recibe la señal "Hello", el puente esperará hasta que el usuario lo reinicie manualmente. El *Watchdog* reconocerá cuando una señal se ha restablecido y reiniciará el contador.

NAT/DHCP

- **Enable Outgoing Network Address Translation**

Habilita el traductor de direcciones de red de salida (*Outgoing Network Address Translation*). Esta opción permite a una compañía mapear las direcciones IP en una o más direcciones IP globales. Esto significa que desde afuera se verá una sola dirección IP asignada a una red de computadoras. Para más información, vea la parte de Configuración de NAT.

- **Enable Incoming Network Address Translation**

Habilita el traductor de direcciones de red de entrada (*Incoming Network Address Translation*). Esta opción permite mapear direcciones IP públicas en direcciones IP de red privada; es decir, lo contrario al punto anterior. Para más información, vea la parte de Configuración de NAT.

- **Enable DHCP Server**

Esta opción habilita el Servidor de DHCP en el *SPEEDLAN*. Para más información, vea a parte de Configuración de NAT.

Control de acceso (Autenticación MAC)

- **Disable**

Si lo selecciona, se desactiva la Autenticación MAC. Si no está seleccionada, el control de acceso está habilitado, y permite a los ruteadores inalámbricos acceder a la red inalámbrica, conectando la dirección MAC del ruteador o la lista de control de acceso. El ruteador ignora todos los datos para/desde el *SPEEDLAN* que no son identificados en la lista de control de acceso.

Configuración de la Interfaz y configuración avanzada

Configuración de la interfaz

Para configurar la interfaz básica, seleccione **Interface Setup** del menú **Setup** en el *SPEEDLAN Configurator*. Las interfaces instaladas en el equipo serán mostradas en esta ventana, que se usa para designar las interfaces locales y las remotas. La interfaz local es la que se conecta directamente a la LAN local con

respecto al equipo. La interfaz remota es la que se conecta con la LAN remota.

Figura A —3 Ventana de configuración de interfaz

	Remote	Enabled	Max Tx Rate KBits/Sec	Setup
1 Ethernet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	Setup 1
2 11Mb RF Interface	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	Setup 2

0 Implies Max.

OK

Configuración de interfaz avanzada

Para configurar la interfaz en forma avanzada, seleccione **Advanced Interface Setup** del menú en el *SPEEDLAN Configurator*. Esta opción agrega unos parámetros de configuración, que se configuran de la misma manera. Nótese que la tasa máxima de transmisión (Max Tx) está disponible en ambos tipos de configuración (básico y avanzado). La tasa de transmisión máxima (Max Tx) se utiliza cuando se necesita controlar el ancho de banda para cada usuario. Escriba la máxima tasa de transmisión deseada en "1 Ethernet".

Figura A —4 Ventana configuración avanzada

	Remote	Enabled	Backup	Perm	Max Tx Rate KBits/Sec	Setup
1 Ethernet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	Setup 1
2 11Mb RF Interface	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	Setup 2

0 Implies Max.

OK

Botones de configuración

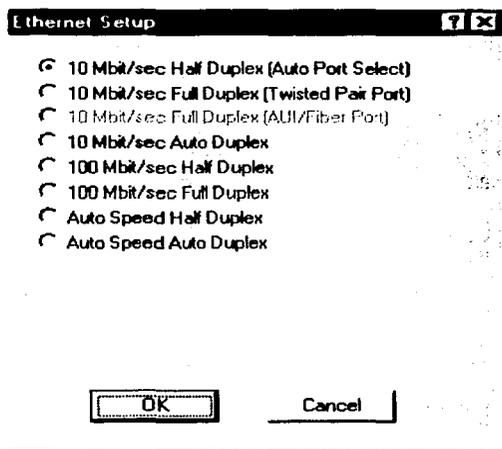
Botón Setup 1 - Configuración de Ethernet.

Para modificar la configuración Ethernet, pulse el botón **Setup 1** en la ventana **Interface Setup** o **Advanced Interface Setup**.

Los equipos *SPEEDLAN* vienen con un puerto Ethernet estándar 10/100 baseT para conectarse a la red LAN. Aunque la interfaz es capaz de operar a 10 Mbps y 100 Mbps, no selecciona automáticamente la velocidad. La velocidad predefinida es 10 Mbps en modo *half-duplex*. Si se quiere conectar los equipos a un puerto de 100 Mbps, la interfaz Ethernet puede configurarse a tal velocidad manualmente en esta parte de la configuración.

La interfaz también soporta el funcionamiento en modo *full-duplex* cuando se conecta a un puerto de 10 o 100 Mbps. La opción predefinida es *half-duplex*. La interfaz puede operar en modo *full-duplex* seleccionándolo en esta ventana.

Figura A —5 Ventana de configuración del puerto ethernet



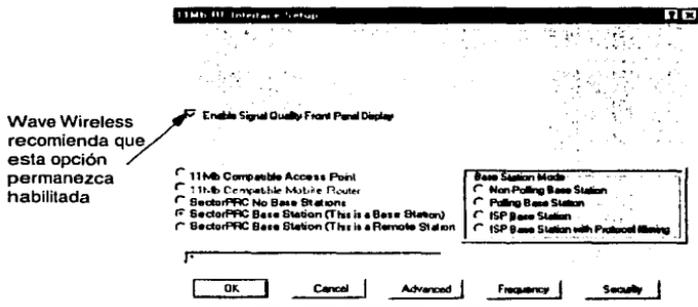
Botón Setup 2 - Configuración de la interfaz RF de 11 Mb.

Para modificar la interfaz RF de 11 Mb, oprima el botón **Setup 2** en la ventana **Interface Setup** o **Advanced Interface Setup**. En la ventana que aparece, se muestran los parámetros de configuración que controlan las interfaces individuales y cómo es que éstas se comunican entre sí.

NOTA:

Oprimiendo el botón el **Setup (1 y 2)** en la ventana **Interface Setup** y **Advanced Interface Setup**, se abrirá la ventana de configuración de la interfaz seleccionada.

Figura A —6 Ventana de configuración avanzada de RF



Métodos de transporte

Los métodos de transmisión y recepción de datos sobre redes inalámbricas frecuentemente presentan pérdidas en los paquetes enviados. Esto se debe a que una red inalámbrica no tiene la habilidad de detectar colisiones como una red Ethernet. En una red Ethernet, el hardware detecta las colisiones y pueden retransmitirse automáticamente. A Ethernet también se le conoce como CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*). Las redes Inalámbricas usan CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*). No pueden detectar colisiones porque los sistemas inalámbricos no pueden transmitir y recibir al mismo tiempo. Esto significa que los puentes son incapaces de detectar colisiones.

Un puente que opere adecuadamente en una red punto-a-punto perderá, debido a las colisiones, menos del 1% de los paquetes transmitidos. Esta pérdida de paquetes normalmente no es un problema con protocolos como Novell IPX, pero puede causar un desempeño pobre en redes que utilizan otros protocolos. **SectorPRC** ayuda corregir este problema porque reúne múltiples paquetes en un paquete más grande, lo que ahorra ancho de banda al eliminar encabezados extra. A continuación se describen los tipos de transporte que puede manejar el *SPEEDLAN*:

11Mb Compatible Access Point

Cuando se selecciona, la tarjeta conectada a esta interfaz actuará como un punto de acceso normal. Este modo es principalmente útil para LANs inalámbricas en interiores que no tienen nodos ocultos. Se utiliza cuando:

- Se conecta a cualquier radio que cumple con la norma 802.11, al operar con puntos de acceso de otros fabricantes.
- La comunicación por la red inalámbrica es ligera, o está limitada a un solo sitio remoto.
- Al usar este modo, no se podrá conectar con múltiples sitios remotos sobre la misma interfaz.
- Si se quiere soportar una red LAN (cableada o inalámbrica) conectada al punto base mas lejano de un sitio remoto, debe utilizarse una configuración **SectorPRC** escogiendo uno de los modos de la estación. También, para una infraestructura de conexiones de red inalámbrica debe usarse uno de los tipos **SectorPRC** remotos.

SectorPRC Mode (No Base Station/Bridge)

Este método de transporte sólo se utiliza para enlaces punto-a-punto. Si algunos de los puentes son incapaces de verse entre sí, debe utilizarse una estación base para repetir el tráfico de un puente al siguiente, en línea. Este modo punto-a-punto utiliza un empaquetado, que reduce el *overhead* causado por enviar pequeños paquetes individuales por la red inalámbrica. Esto mejora grandemente el desempeño de la conexión.

SectorPRC Mode (This is a Non Polling Base Station/Bridge)

Este modo debe utilizarse si se tiene una única estación base en la célula inalámbrica.

SPEEDLAN tiene un modo especial donde un puente inalámbrico puede configurarse como una estación base y cada nodo inalámbrico adicional es configurado como un puente CPE.

En esta configuración el único requerimiento es que cada CPE debe ser capaz de comunicarse directamente con la estación base. La base es responsable de repetir paquetes que necesitan viajar entre los puentes CPE. En este modo, la base no asigna dinámicamente un ancho de banda a cada remoto.

El desempeño de este modo se mejora si la estación base se conecta a la red más pesada o al servidor de la red.

SectorPRC Mode (This is a Polling Base Station/Bridge)

Éste es el modo de operación recomendado para una estación base inalámbrica. Cuando el número de CPEs excede 3 o 4, la estación base sin poleo puede no ser capaz de mantener el tráfico que debę enviarse. La estación base *SPEEDLAN* soluciona este problema comunicándose continuamente con cada puente CPE en la célula. También es responsable de asignar dinámicamente ancho de banda a cada remoto, basándose en la carga de tráfico de la red.

Esto mejora ampliamente el desempeño de una estación base. Conforme el número de puentes aumenta, se incrementa la importancia de tener una estación base con poleo y así la eficiencia mejora proporcionalmente.

SectorPRC (This is a Remote Station/Bridge)

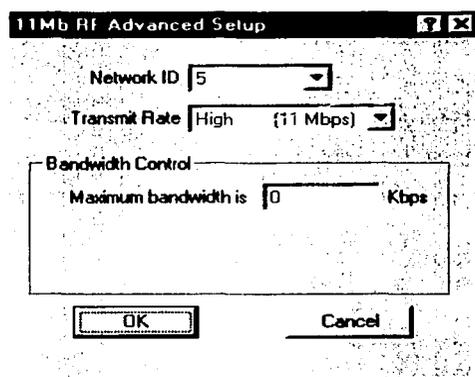
Ésta es la configuración requerida para puentes remotos que se instalarán como CPE en una red inalámbrica multipunto. En este modo, un CPE sólo se comunicará con una estación base. Este modo no puede usarse para enlaces punto-a-punto.

Botón Advanced - Configuración de la interfaz RF de 11 Mb.

El botón Avanzado se localiza a la izquierda del botón de Frecuencia. Pulsando este botón se abrirá una nueva ventana de diálogo que permite cambiar la identificación de la red y la tasa de la interfaz.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura A—7 Interfaz de RF avanzada



Identificador de Red (Network ID)

El identificador de red es un parámetro de seguridad que permite al equipo rechazar paquetes de otros equipos *SPEEDLAN* inalámbricos en el área. Aunque la tabla de ruteo o de puenteo rechace el paquete una vez que fue procesado, el identificador de red permite que el equipo rechace el paquete con menos procesamiento. Esto mejora el desempeño de los equipos en instalaciones con muchos puentes inalámbricos en la misma área o donde otras organizaciones utilicen sus propios puentes inalámbricos. El valor por omisión es 0 y el rango válido es 0 a 15.

Este parámetro debe fijarse con el mismo valor para todos los puentes que se estarán comunicando entre sí. Si no establece el mismo valor no existirá la comunicación entre los equipos. Por ejemplo, para un enlace multipunto debe usarse el mismo identificador de red en la estación base y en cada remoto.

Tasa (Transmit Rate)

Esta parámetro se refiere a la tasa de transmisión de datos de RF. Los radios *SPEEDLAN* de 11 Mbps tienen cuatro tasas de datos que pueden utilizarse:

- **High.** Ésta es la tasa mas alta (11 Mbps). Se recomienda su uso para la mayoría de las instalaciones. La sensibilidad del receptor del radio con esta tasa es de -82 dBm.

-
- **Medium.** Esta tasa limita la tarjeta a 5.5 Mbps de ancho de banda. La sensibilidad del receptor del radio con esta tasa es de -87 dBm.
 - **Standard.** Limita la tarjeta a 2 Mbps de ancho de banda. La sensibilidad del receptor del radio con esta tasa es de -91 dBm.
 - **Low.** Limita la tarjeta a 1 Mbps de ancho de banda. La sensibilidad del receptor del radio con esta tasa es de -94 dBm.
-

ADVERTENCIA: Este parámetro debe configurarse con el mismo valor para todos los puentes que se quieran enlazar entre si.

Control de Ancho de Banda (Bandwidth Control)

Asigna el ancho de banda deseado al ruteador conectado. El valor más alto es "0" para un ancho de banda abierto. El valor menor es 56.

Botón Frequency - Configuración de Frecuencia de 11 Mb.

Se localiza a la derecha del botón Avanzado. Al oprimir este botón se abrirá la caja de diálogo que permite cambiar la frecuencia de operación de la interfaz. Todos los puentes que se van a comunicar deberán tener la misma frecuencia.

Botón Security - Configuración de Seguridad RF de 11 Mb.

Se ubica a la derecha del botón de Frecuencia. Al oprimirlo se abrirá otra caja de diálogo donde podrá cambiar las opciones de seguridad de la interfaz. Estos parámetros se usan para encriptar datos que se transmitirán por el puerto RF de 11 Mb y también para desencriptar los datos recibidos.

Se pueden definir hasta 4 claves de encriptación para desencriptar los datos que llegan y una clave para encriptación de los datos de salida.

La encriptación estará habilitada a menos que seleccione la opción **Disable WEP Encryption**. Debe definirse al menos una clave de encriptación antes de empezar a transmitir tráfico inalámbrico usando encriptación de datos.

La Clave de Encriptación puede definirse:

- Para baja encriptación. Cinco caracteres alfanuméricos dentro del rango "a-z", "A-Z" y "0-9". Soporta sólo encriptación de 56 bits. Se habilita al introducir la clave de 5 caracteres.
- Para alta encriptación. Trece caracteres alfanuméricos, en el mismo rango anterior. Soporta encriptación de 56 y 128 bits.

Configuración de IP

El equipo *SPEEDLAN* puede ser configurado para manejar direccionamiento estático o direccionamiento dinámico mediante DHCP, según convenga.

Para habilitar al Cliente DHCP y escoger la interfaz adecuada:

Abra el *SPEEDLAN Configurator*. Del menú **FILE** escoja la opción **Open Remote Config**. Haga click en **Scan**. En la ventana que aparece, haga click en **OK**.

1. Del menú **Setup**, escoja **IPSetup**. Aparecerá la ventana de diálogo de la Figura A —8.

Figura A —8 Ventana de configuración de IP

The image shows a dialog box titled "IP Setup" with the following fields and options:

- Obtain an IP address from DHCP server
 - using Interface: Ethernet
- Specify an IP address
 - Our IP Address: 192.168.1.200
 - Our Subnet Mask: 255.255.255.0
 - Default Router IP: (empty)
- Default TTL: 255
- Syslog Host Address: (empty)
- Syslog Host Facility: 1
- Buttons: OK, Cancel

2. Seleccione la opción **Obtain an IP address from DHCP Server**.

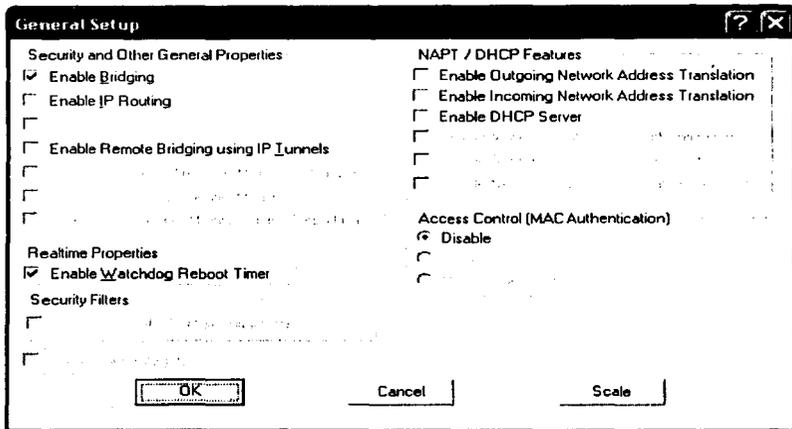
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3. Seleccione la interfaz, ya sea para Ethernet o para red inalámbrica de la lista emergente **Using Interface**. Asegúrese de seleccionar la interfaz en donde se ubica el servidor DHCP.

Para habilitar el servidor DHCP en el **SPEEDLAN**:

1. Del menú **Setup** escoja **General Setup**. Aparecerá la ventana de la Figura A—9.

Figura A—9 Ventana de configuración general



2. Para habilitar el servidor DHCP, seleccione la opción **Enable DHCP Server**.
- **Enable Outgoing Network Address Translation** (NAT de salida)
Esta característica permite a una compañía traducir las direcciones de red IP privadas en una o más direcciones IP públicas globales. Esto significa que personas externas solo verán la dirección global desde Internet, y no las direcciones privadas de la empresa.
 - **Enable Incoming Network Address Translation** (NAT de entrada)
Esta característica permite que la compañía recupere sus direcciones IP privadas de la dirección IP pública global.

3. En el menú **Setup**, elija la opción **DHCP Server Setup**. Aparecerá la ventana de configuración DHCP.

Figura A—10 Ventana de configuración DHCP

DHCP Server Setup

IP Range and Gateway/Router Info

Offered IP Starting Address 10.0.1.2

Offered IP Ending Address 10.0.1.200

Default Router Address 10.0.1.1

Default Router Mask 255.255.255.0 Select

Lease Time in Minutes 274

Domain Name Info

1st DNS Server IP

2nd DNS Server IP

3rd DNS Server IP

Domain Name

Enable DHCP Server on Interface

1 Ethernet

2 11Mb RF Interface

OK Cancel

4. Introduzca las direcciones IP y la información de *gateway/ruteador* que se solicita.
- **Offered IP Starting Address.** Es el principio del bloque de direcciones IP permitidas
 - **Offered IP Ending Address.** Es el final del bloque de direcciones IP permitidas
 - **Default Router Address.** Es el ruteador que inicialmente acepta o transfiere paquetes a las redes directamente conectadas o redes estáticas
 - **Default Router Mask.** Máscara de subred del ruteador por omisión
 - **Lease Time in Minutes.** Cantidad de minutos en que la computadora puede usar la dirección IP asignada. Cuando el tiempo expira, la

dirección IP retornará a la bandeja de direcciones disponibles y podrá ser reasignada a otra computadora. El tiempo máximo es de 300 minutos

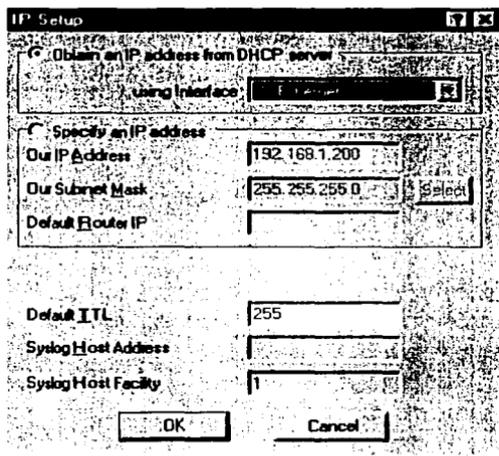
5. Incluya la información de dominio.
 - **1st DNS Server IP.** Especificación del primer servidor DNS del cliente
 - **2nd DNS Server IP.** Especificación del servidor DNS del cliente secundario
 - **3rd DNS Server IP.** Especificación del tercer servidor DNS del cliente
 - **Domain Name.** Nombre del dominio web de la organización en Internet
6. Seleccione la interfaz en la que desea habilitar DHCP. Si las solicitudes para una dirección IP serán recibidas a través de la interfaz cableada Ethernet, elija la opción 1. Si las solicitudes se recibirán a través de la interfaz RF desde una PC remota, seleccione la opción 2.
7. Presione **OK**. Después de haber ingresado la información apropiada, haga click en **OK**.
8. Guarde los cambios en el *bridge*. En el menú **File** escoja la opción **Save Config**. Aparecerá un mensaje informando que la información será guardada en el puente o ruteador. Haga click en **Yes**.
9. El *Configurator* confirma que la configuración ha sido salvada. Presione **OK**. Los *bridges* *SPEEDLAN* se reiniciarán automáticamente en ese momento.

Asignación de direcciones IP estáticas

1. Del menú **Setup**, elija **IP Setup**. Aparecerá la ventana de diálogo de la Figura A—11.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura A—11 Ventana de configuración IP



2. Seleccione la opción **Specify an IP address**. Ingrese la siguiente información:
 - **Our IP address**. Número único asignado por el administrador de red o ISP. Dicho número informa la ubicación (dirección IP) de este dispositivo en Internet.
 - **Our Subnet Mask**. Permite a los administradores de red enmascarar secciones (dependiendo de la clase especificada) de los octetos en la dirección de red. Cada octeto usado en la máscara de subred se asigna a un enlace de datos.
 - **Default Router IP**. Si se tiene una red establecida, use la dirección IP para el ruteador ya configurado en esa red. Si no tiene una red establecida, deje esta entrada en blanco.
 - **Default TTL**. Esta información ya deberá aparecer en la entrada. El *host* IP en Internet enviará cada paquete con un parámetro "Time to Live" por omisión. Puede ignorarse este valor de 64 intentos para especificar otro. Este parámetro no deberá cambiar a menos que esté muy familiarizado

con la funcionalidad IP y la forma en que este parámetro afectará el envío de paquetes.

3. Después de ingresar la información apropiada, oprima **OK**.
4. Guarde los cambios en el *bridge* con la opción **Save Config** del menú **File**.
5. Aparecerá una ventana informándole que la información será guardada en el puente. Oprima **Yes**.
6. El *Configurator* confirma que la configuración ha sido guardada. Oprima **OK**. En este momento se reiniciará la computadora.

Configuración de NAT

NAT de salida

1. Del menú **Setup**, elija **General Setup**. Aparecerá la ventana de diálogo de la Figura A —12.
2. Seleccione la opción **Enable Outgoing Network Address Translation**. Haga click en **OK**.
3. Del menú **Setup**, elija **Outgoing Network Address Translation Setup**.

Figura A —12 Ventana de configuración del NAT de Salida

Outgoing Network Address Translation Setup	
Public IP Address	Public IP Mask
	255 255 255 0 <input type="button" value="Select"/>
Private IP Address	Private IP Mask
10 0 1 1	255 255 255 0 <input type="button" value="Select"/>
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

4. Introduzca la información adecuada:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

-
- **Public IP Address.** Dirección IP para la red externa. Si tiene más de una dirección pública, puede asignarla a un nodo sobre la red privada. Entonces, todas las solicitudes para una dirección IP particular, desde la red exterior o pública, se traducirán a la dirección IP privada adecuada. Esto puede ser necesario si tiene un servidor o estación de trabajo que necesita conectarse a una red remota.
 - **Private IP Address.** Es la dirección IP para la red privada o interna solamente, la cual se esconde detrás de la dirección IP pública.
 - **Public IP Mask.** Dirección que asigna la máscara de subred a la porción pública (Ethernet) del equipo *SPEEDLAN*.
 - **Private IP Mask.** Esta dirección asigna la máscara de subred a la interfaz de la red privada.
5. Presione **OK**.
 6. Al terminar de introducir la información presione **OK**.
 7. No olvide guardar los cambios en el puente con **Save Config**.
 8. Aparecerá un mensaje confirmando el almacenamiento de la información. Oprima **Yes**; luego **OK**. Esto reiniciará automáticamente los puentes *SPEEDLAN*.

NAT de Entrada

1. En el menú **Setup**, escoja **General Setup**, aparecerá la ventana de diálogo General Setup.
2. Seleccione la opción **Enable Incoming Network Address Translation**. Oprima **OK**.
3. Del menú **Setup**, elija **Incoming Network Address Translation Setup**. Aparecerá la ventana de la Figura A —13.

Figura A —13 Ventana de configuración del NAT de entrada

The screenshot shows a dialog box titled "Incoming Network Address Translation Setup". It features a table with columns for "Public IP Address", "Public Port", "Private IP Address", and "Private Port". The table is currently empty, with a note "(No IP Addr/Port Pairs Defined)". To the right of the table are three buttons: "Add", "Delete", and "Edit". Below the table, there are four input fields: "Public IP Mask" with a "Select" button, "Private IP Address" with the value "10.0.1.1", "Private IP Mask" with the value "255.255.255.0", and another "Select" button. At the bottom are "OK" and "Cancel" buttons.

4. Introduzca la información solicitada:
 - **Public IP Address.** Dirección IP para la red externa. Si tiene más de una dirección IP, puede asignarla a un nodo de la red privada.
 - **Private IP Address.** Dirección IP para la red interna solamente, la cual se esconde detrás de la dirección IP pública.
 - **Private IP Mask.** Dirección que asigna la máscara de subred a la interfaz de la red privada.
5. Haga click en **Add** para ingresar otro par de direcciones/puertos IP. Esto hará aparecer la ventana de la Figura A —14.

Figura A —14 Ventana de direcciones IP

The screenshot shows a dialog box titled "Input IP Address/Port Pair". It contains four input fields: "Public IP Address", "Port", "Private IP Address", and "Port". At the bottom are "OK" and "Cancel" buttons.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

-
6. Incluya la siguiente información. Luego, oprima **OK**.
 - **Public IP Address.** Dirección IP para la red externa. Todas las solicitudes para una dirección IP particular se traducirán a la dirección IP privada.
 - **Public Port.** Permitirá asignar un puerto particular en el que desea tener una dirección privada.
 - **Private Server IP Address.** Dirección IP del servidor o estación de trabajo donde quiere captar el mensaje recibido para este puerto.
 - **Private Server Port.** Puerto en el que desea tener al servidor que recibe los mensajes.
 7. Haga click en **Delete** para borrar permanentemente pares de direcciones IP. Con **Edit** podrá modificar cualquier par seleccionado. Oprima **OK**. Regresará a la ventana de configuración de NAT de entrada.
 8. Una vez que ha ingresado la información correcta, oprima **OK**.
 9. Guarde los cambios con la opción **Save Config.** del menú **File**.
 10. Aparecerá un mensaje para confirmar que la información se almacenará en el router. Elija **Yes**.
 11. El *Configurator* confirma el almacenamiento de la información. Al oprimir **OK**, el equipo se reiniciará automáticamente.

ANEXO B. Radio frecuencia (RF)

Para poder entender la tecnología inalámbrica, se requiere un entendimiento básico de lo que es el espectro de Radio Frecuencia (RF). El espectro RF es parte del espectro electromagnético en el cual opera una gran variedad de dispositivos utilizados comúnmente, incluyendo televisiones, radios AM y FM, microondas, teléfonos celulares y localizadores.

Por años, se han utilizado en la industria de las telecomunicaciones las transmisiones de radio por microondas, para transportar datos de punto a punto. Estas transmisiones de información punto a punto ocurren a través de señales portadoras.

Una señal portadora es una señal electromagnética centrada alrededor de una frecuencia particular. Las señales portadoras de microondas son por lo general relativamente cortas en longitud de onda y pueden transmitir información a través de varios métodos de modulación.

En el espectro RF, el rango de frecuencia específico en el cual opera un dispositivo define dónde será transmitida y recibida una señal RF. Los teléfonos celulares, por ejemplo, operan típicamente a 800 MHz.

El espectro RF en el cual ocurren estas transmisiones de la portadora está sujeto a regulación en México por la COFETEL, en EU por la FCC y globalmente por la ITU (International Telecommunications Union).

Dentro del espectro RF, no todas las frecuencias están sujetas a requerimientos de licencia. Las bandas de frecuencia libre incluyen la banda Industrial, Científica y Médica (ISM) -la banda de frecuencia libre de licencia más ampliamente usada- y la banda U-NII (Unlicensed National Information Infrastructure).

Dentro de la banda libre de licencia ISM, están autorizados tres rangos de frecuencia, los cuales son utilizados hoy ampliamente por dispositivos inalámbricos, incluyendo equipo de telecomunicaciones.

Autorizadas para uso comercial libre de licencia, estas tres bandas de frecuencia están en 902 - 928 MHz (para uso doméstico solamente), 2400 MHz y 5800 MHz. Dentro de las bandas ISM, actualmente sólo se permiten las transmisiones RF *Spread Spectrum*.

Bandas de Frecuencia ISM

- 902 - 928 MHz. Esta banda no está disponible usualmente (o requiere una licencia) para uso de *Spread Spectrum* fuera de Canadá, E.U. y México.

- 2.4 - 2.4835 GHz. Una ventaja de esta banda es que los productos no requieren licencias en Canada, EU o México, y usualmente tampoco en algún otro país.
- 5.725 - 5.850 GHz

Bandas de Frecuencia U-NII

- 5.150 - 5.350 GHz
- 5.725 - 5.825 GHz

ANEXO C. Seguridad en redes inalámbricas

El tema de la seguridad sigue siendo todavía el principal problema en los productos para redes inalámbricas. Desde el surgimiento de los estándares 802.11 se hizo evidente que debía tenerse un mayor control de la información, y que las medidas para evitar intrusiones también debían estandarizarse.

Dentro de la seguridad existen tres cuestiones importantes que han de controlarse: autenticación, privacidad y autorización. Cuidar demasiado alguna de ellas sin ocuparse adecuadamente de las otras ocasionará varias vulnerabilidades en el sistema.

Los estándares para WLAN actuales ofrecen muy poco en el camino de la autenticación integrada. Con el protocolo emergente de autenticación IEEE 802.1x, puede haber cambios en este rubro en los próximos años.

Los primeros intentos se enfocaron en encriptación WEP, que ha demostrado ser susceptible a *hackers*.

WEP utiliza un mecanismo de encriptación RC4 de 40 o 128 bits, implementado típicamente en el hardware de la tarjeta NIC para minimizar la degradación de operación. WEP es un mecanismo de encriptación débil y vulnerable e incluso existen muchas herramientas ampliamente disponibles para descifrarlo. Pero aún si no fuera vulnerable a intrusos, su arquitectura estática, que permite hasta 4 claves compartidas entre Puntos de Acceso y clientes, nunca ha sido una solución viable para redes de más de 100 o más nodos. Simplemente no es una forma fácil de proteger las claves o actualizarlas regularmente.

Entonces, está el problema de la autorización. Aunque pudiera restringirse el acceso mediante la implantación de alguna forma de autenticación, el acceso a los recursos es usualmente una proposición "todo o nada". Todo el que ingresa a la LAN tiene acceso a los mismos recursos.

Finalmente, aunque uno pueda manejar todas estas cuestiones, siguen existiendo riesgos. Gracias en parte a los estándares y la competencia, cualquier usuario dentro de una organización puede configurar una WLAN en su propia oficina por menos de 150 dólares, y esto puede ocurrir al mismo tiempo en una oficina cercana. Evitar esto es imposible. La única solución a este problema involucra la definición de pólizas de seguridad apropiadas y un programa periódico de monitoreo.

Para resolver estos problemas se han hecho muchos esfuerzos, que incluyen mejoras en encriptación, VPNs, autenticación y el estándar IEEE 802.11i. Sin embargo, muchas de las soluciones de seguridad son todavía demasiado costosas, difíciles de manejar y no han sido estandarizadas lo suficiente.

Las principales opciones de seguridad disponibles actualmente se detallan brevemente a continuación:

- **Ataques MAC (Media Access Control).** Una solución que es fácil de implementar - pero también muy fácil de vencer - es configurar Puntos de Acceso para que permitan el acceso a la red sólo a direcciones MAC particulares. La limitación de las direcciones MAC permisibles es una precaución útil. Sin embargo, disfrazar las direcciones MAC es muy fácil, por lo que no es una medida muy efectiva.
- **IEEE 802.1x.** Este estándar, soportado por Windows XP, define una trama para autenticación a nivel MAC. Desafortunadamente, dos investigadores de la Universidad de Maryland, encontraron recientemente serias deficiencias en la seguridad del lado cliente para 802.1x.
- **VPNs.** Una opción que está adquiriendo gran aceptación es usar una VPN (Red Privada Virtual) para encriptar datos en redes inalámbricas. Una desventaja que presenta es que las VPNs requieren mucho trabajo de administración y configuración del cliente.
- **Autenticación.** Otra defensa potencial en contra de los molestos *hackers* es la autenticación de usuario. Una importante compañía de E.U. (*Handspring*) experimentó con software de Vernier Networks para la autenticación de usuarios, así como también asignó derechos de acceso a la red basados en factores tales como ubicación, hora y cargo laboral. El sistema fue exitoso, pero la compañía decidió que la autenticación por sí sola, sin un fuerte sistema de encriptación, es insuficiente.
- **TKIP.** El comité 802.11i ha definido el TKIP (*Temporal Key Integrity Protocol*) como un estándar interno, compatible con las redes inalámbricas existentes, y diseñado para proveer suficiente seguridad mientras se establece como un estándar más fuerte. TKIP ha sido probado intensivamente, pero ha tenido un periodo de pruebas más corto que el acostumbrado para un estándar de seguridad crítico.
- **AES.** La seguridad inalámbrica más efectiva vendrá probablemente con un estándar 802.11i que incluya encriptación AES (*Advanced Encryption Standard*). Desgraciadamente un estándar basado en AES todavía tiene que ser aprobado y requerirá nuevo hardware.

- **Soluciones no estandarizadas.** Algunas compañías pequeñas ofrecen soluciones de seguridad inalámbrica que podrían ser efectivas pero no han sido estandarizadas o distribuidas ampliamente.
- **WEP.** Este protocolo ha sido tan ampliamente desacreditado que sus capacidades de autenticación y encriptación no son consideradas suficientes para su uso en redes empresariales.

El mercado emergente de soluciones de seguridad se encuentra en una etapa inmadura. Algunas soluciones sacrifican la interoperabilidad. Otras requieren la instalación y mantenimiento de software en cada dispositivo cliente. El Comité 802.11 ha formado el Grupo de Trabajo 1 (*Task Group 1*) para ocuparse de la búsqueda de mejores soluciones. Sin embargo el progreso hacia una seguridad unificada basada en estándares ha sido muy lento.

ANEXO D. Sistemas *spread spectrum* y WLAN

Historia de Spread Spectrum

Desde la Segunda Guerra Mundial, *Spread Spectrum* ha sido una de las tecnologías más importantes de nuestro tiempo. Fue inventada por la actriz austriaca Hedy Lamarr y su compositor, George Antheil. Lamarr y Antheil recibieron la patente en 1942. Sin ningún entrenamiento técnico en electrónica, ambos esbozaron un procedimiento para proteger los torpedos controlados por radio de la interferencia masiva de las señales alemanas durante la guerra. Su técnica patentada estaba basada en el principio de expansión de una señal entre muchas frecuencias para prevenir su detección, de modo similar a la forma aleatoria en que un pianista salta de una tecla a la siguiente. Desde entonces, la técnica *Spread Spectrum* había sido empleada en aplicaciones militares, debido a su baja probabilidad de detección e interferencia de las señales enemigas.

Con el objetivo de estimular la industria de las redes inalámbricas por RF, la FCC (*Federal Communications Commission*) extendió en 1980, el uso de las comunicaciones *Spread Spectrum* fuera del campo militar, área para la cual, hasta entonces, era una tecnología exclusiva.

Actualmente las aplicaciones *Spread Spectrum* comerciales van desde WLANs (redes de área local inalámbrica), dispositivos de código de barras *scanner/palmtop*, computadoras/radio modem para *warehousing*, envío digital, comunicaciones de telefonía celular digital, hasta interconexión de redes amplias (área, ciudad, estado o país) para envío de faxes, datos, *e-mail* y datos multimedia.

Características de *Spread Spectrum*

Un sistema *Spread Spectrum* se caracteriza por la forma en que la señal transmitida se "extiende" sobre una amplia banda de frecuencia, mucho más amplia incluso que el ancho de banda mínimo requerido para transmitir la información.

En muchos sistemas SS comerciales, los anchos de banda utilizados van de 10 a 260 veces las tasas de la información transmitida, mientras que en sistemas militares se han usado anchos de 1000 a 1 millón de veces el ancho de banda de la información.

Spread Spectrum utiliza señales con características de ruido, por lo que son muy difíciles de detectar, interceptar o demodular. Por esta razón, SS es una tecnología muy segura.

La transmisión SS tampoco provoca interferencia (*jamming*) a señales de banda angosta, por lo que se le atribuyen características de Baja Probabilidad de Intercepción (LPI) y Anti-Jam (AJ).

Se puede decir que la comunicación SS no es un medio eficiente por utilizar un ancho de banda tan amplio. Sin embargo, cuando se combina con sistemas existentes que usan la misma frecuencia, como sistemas de banda angosta, las señales pueden coexistir. Esto simplemente provoca un ligero aumento del ruido de fondo que captan los receptores de banda angosta; en cambio el receptor SS no ve las señales de banda angosta porque está atendiendo un ancho de banda mucho más amplio, con una secuencia de código preestablecida.

Debido a la amplitud de las señales SS, pueden transmitirse a una densidad de potencia espectral (medida en Watts por Hertz) mas baja que los transmisores de banda angosta. Por lo mismo, ambas señales pueden ocupar la misma banda.

Las señales SS usan códigos rápidos que corren varias veces el ancho de banda de la información, llamados códigos "pseudo aleatorios" de "pseudo ruido".

Ventajas y Desventajas de *Spread Spectrum*

Spread Spectrum tiene muchas cualidades diferentes y únicas que no pueden encontrarse en ninguna otra técnica de modulación:

Ventajas

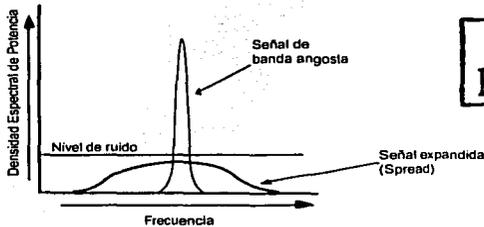
- Difícil de detectar, interceptar o demodular.
- Resiste interferencia intencional y no intencional
- Tiene la habilidad de eliminar o aliviar el efecto de interferencia multirruta
- Puede compartir la misma banda de frecuencia (sobreponer canales) con otros usuarios
- Privacidad debido a la secuencia de código pseudo-aleatorio (multiplexación de división de código)
- No requiere tramitar una licencia de uso de la banda de frecuencia que ocupa, pues trabaja en la banda ISM.

Desventajas

- Ancho de banda ineficiente
- No mejora en su operación la presencia de ruido gaussiano
- Implementación algo más compleja

- La desventaja de utilizar la banda ISM es que la comunicación es propensa a interferencias y errores de transmisión

Figura D—1 Comparación de una señal de banda angosta con una señal DSSS.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En la Figura 1 se ilustra el concepto *Spread Spectrum*. En contraste con la señal de banda angosta, *Spread Spectrum* extiende la potencia de una señal sobre un amplio ancho de banda. La densidad de potencia espectral (PSD) es mínima. La SNR ha mejorado. Como el ruido tiende a tener la naturaleza de un impulso y es de banda angosta, sólo una pequeña porción de la señal *Spread Spectrum* será afectada por la interferencia.

Métodos de *Spread Spectrum*

Existen 5 tipos de técnicas *Spread Spectrum*:

- **Direct Sequence (Secuencia Directa)**. Es la técnica más ampliamente conocida y utilizada; además es muy fácil de emplear. Una portadora de banda angosta se modula mediante una secuencia de código. El código pseudo aleatorio es una señal binaria que se produce a una frecuencia mucho mayor que la de la información. La fase de la portadora de la señal transmitida cambia abruptamente debido a esta secuencia de código. Después de un número dado de bits el código se repite a sí mismo exactamente. En el receptor, la información es recuperada mediante la multiplicación de la señal con una réplica de la secuencia de código generada localmente.
- **Frequency Hopping (Salto en Frecuencia)**. A diferencia de DS, FH no es una señal que se expande a lo largo del espectro, sino un amplio ancho de banda que se ha dividido en muchas frecuencias de radiodifusión, por las que se envía la información. El orden de las frecuencias seleccionadas por el transmisor está dictado por una secuencia de código. La única forma de

obtener la información es teniendo un código idéntico que sabe a qué frecuencia saltará la próxima vez.

- **Time Hopping (Salto en Tiempo).** El periodo y ciclo de trabajo de una portadora RF pulsada se varían de modo pseudo aleatorio bajo el control de una secuencia de código. La velocidad del código determina la expansión de la señal. A menudo se utiliza *Time Hopping* con *Frequency Hopping* para formar un sistema *Spread Spectrum* Híbrido de división en el tiempo, de acceso múltiple (TDMA).
- **FM Pulsado (Sistema Chirp).** Una portadora RF es modulada con un periodo y una secuencia de ciclo de trabajo fijos. Al principio de cada pulso transmitido, la portadora es modulada en frecuencia provocándole una expansión adicional. El patrón de modulación de la frecuencia dependerá de la función de expansión que se elija. En algunos sistemas la función de expansión es un barrido lineal FM chirp, que mapea arriba y abajo de la frecuencia. Esta forma de modulación tiene un uso limitado, generalmente en sistemas de radar.
- **Sistemas Híbridos.** Los sistemas híbridos usan una combinación de métodos *Spread Spectrum* para obtener las propiedades beneficiosas de cada sistema. Una técnica SS híbrida común combina *Direct Sequence* y *Frequency Hopping* (DS/FH). En ella, cada bit de datos se divide sobre canales de salto de frecuencia (frecuencias portadoras). En cada canal se multiplica un código de pseudo ruido completo con la señal de datos.

Estandarización de los sistemas WLAN

El acelerado crecimiento de los sistemas inalámbricos debe su desarrollo en gran parte al proceso de estandarización que se ha venido dando por parte de diversos organismos normalizadores. El trabajo de dichos organismos internacionales ha buscado la interoperabilidad de los equipos de distintos fabricantes, además de definir las especificaciones de funcionamiento según las distintas capas del modelo OSI. Los principales organismos normalizadores internacionales son la IEEE y la ETSI, que se describen a continuación.

IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos de EU)

Institución reconocida mundialmente por impulsar el desarrollo tecnológico en la industria eléctrica y electrónica. Entre otras actividades importantes, se encarga de la definición de estándares y normas de funcionamiento de equipos y sistemas electrónicos y de comunicaciones.

Dentro de esta organización se creó en 1990 el subcomité 802.11 cuyo objetivo es la regulación de los sistemas de comunicación inalámbrica. Dicho grupo debía crear un estándar que lograra la compatibilidad de los sistemas inalámbricos con los sistemas Ethernet, para asegurar su aceptación

comercial. También debía definir una norma para transmisión inalámbrica de información a velocidades entre 1 y 10 Mbps; y adecuada para funcionar en diferentes ambientes.

ETSI (Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones)

Se trata de otra de las organizaciones importantes en estandarización. Se ha ocupado del desarrollo de los estándares HiperLAN e HiperLAN2. También establecieron el estándar GSM para tecnología celular digital.

WECA (Alianza para la Compatibilidad de Ethernet Inalámbrica)

Comunidad que certifica la interoperabilidad y funcionamiento de los productos de redes inalámbricas de área local basados en la norma IEEE 802.11b. Estableció el estándar llamado Wi-Fi, que certifica la interoperatividad de los equipos de diversos fabricantes, asegurando la unanimidad de protocolos, modos de funcionamiento y normas de operación.

Estándares de redes inalámbricas

Gracias al desarrollo de estándares, pueden mezclarse dispositivos inalámbricos de diversos fabricantes logrando un acceso más directo y transparente con la tecnología. Una vez desarrollados se convierten en la base de los fabricantes para crear sus productos.

Las reglas sobre la tecnología *Spread Spectrum* se han ido ajustando periódicamente desde sus orígenes, en respuesta a los avances tecnológicos y los nuevos desarrollos que diversas compañías se han propuesto.

Por este motivo, las normas de los organismos reguladores en telecomunicaciones se han establecido de forma muy amplia, permitiendo así que el sector privado se encargue de desarrollar estándares más detallados.

Así han surgido en los últimos años nuevas tecnologías basadas en *Spread Spectrum*, que ostentan grandes avances y nuevas características, para el beneficio de las empresas y de los usuarios de redes.

Estándar 802.11

El estándar IEEE 802.11 fue la primera norma de la industria para dispositivos inalámbricos interoperables.

En la norma 802.11 se definen estándares para los métodos Secuencia Directa o DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*) y Salto en Frecuencia o FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*). En dicha norma se menciona también un método que utiliza luz infrarroja, pero debido a las limitaciones que

presenta la tecnología infrarroja es muy poco utilizada en la práctica; su uso queda restringido a aplicaciones que involucran distancias muy cortas y sin obstrucciones. Las opciones de RF son más utilizadas y exploradas.

La norma IEEE 802.11 se limita a las especificaciones de la capa física (PHY) y de la subcapa de control de acceso al medio (MAC), cuyos orígenes se basan en el estándar Ethernet IEEE 802.3.

Estándar 802.11b

Es el estándar dominante de WLAN (conocido también como *Wi-Fi*) que soporta velocidades de hasta 11 Mbps. Opera en la banda de 2.4 GHz, que comparte con teléfonos inalámbricos, hornos de microondas y dispositivos *Bluetooth* entre otros.

La mayoría de las redes 802.11b pueden alcanzar distancias de hasta 100 m en interiores. Con una mayor potencia se puede extender esa longitud. En ambientes exteriores pueden alcanzar varios kilómetros, mientras exista línea de vista y la señal esté libre de interferencia.

Estándar 802.11a

Es un estándar de alta velocidad que soporta velocidades de hasta 54 Mbps en la banda de 5 GHz. Esta banda es más ancha y menos atestada que la banda de los 2.4 GHz, por lo que en ella pueden existir más canales de radio sin sufrir interferencia. El problema es que los productos basados en 802.11a no son interoperables con los 802.11b, es decir, no pueden comunicarse entre sí.

HiperLAN

Estándar desarrollado por la ETSI entre 1991 y 1996 con el fin de alcanzar una tasa de transferencia mayor a la ofrecida por el IEEE 802.11.

HiperLAN2

Estándar que mejora la velocidad de transmisión (hasta 54 Mbps) en la banda de 5 GHz. Es la primera norma basada en la modulación OFDM y ofrece soporte QoS.

El espectro asignado para el 802.11a y para HiperLAN2 se divide en 8 segmentos o canales de 20 MHz cada uno. Cada canal soporta un cierto número de dispositivos individuales, los cuales pueden transitar a través de segmentos de red como lo hacen los teléfonos móviles de una estación a otra. Cada segmento soporta 54 Mbps de *throughput* compartido entre los dispositivos del segmento en un tiempo dado.

Hasta el momento, no hay productos a la venta bajo estas especificaciones.

Estándar 802.11g

Este estándar aún no definitivo, se propone unificar a los dos anteriores para permitir la interoperabilidad entre ellos. Esto significa que extenderá la velocidad y el intervalo de frecuencias del 802.11b para hacerlo totalmente compatible con los 802.11a. Sin embargo, todavía no ha sido ratificado este estándar y pasará todavía algún tiempo antes de que salgan al mercado productos basados en él.

5-UP (5 GHz *Unified Protocol*)

Estándar propuesto por la compañía Atheros Communications¹, que pretende lograr la comunicación entre dispositivos 802.11a y 802.11b mediante un protocolo unificado que alcance velocidades de hasta 108 Mbps.

Home RF

Estándar desarrollado por el grupo de trabajo *Home Radio Frequency*, conformado por más de 50 compañías líderes en las áreas de redes, periféricos y comunicaciones entre otras. Esta tecnología compite directamente con los productos IEEE 802.11b y *Bluetooth* en la banda 2.4 GHz. Su velocidad máxima es de 10 Mbps y tiene aplicaciones en dispositivos de voz, datos y video alrededor de los hogares de manera inalámbrica. Alcanza distancias cortas, con un ancho de banda de 5 MHz. Originalmente se diseñó para aplicaciones en el hogar.

Bluetooth

Tecnología inalámbrica que permite comunicación entre computadoras portátiles, PDAs (Asistentes Personales Digitales), teléfonos celulares y otros dispositivos portátiles en un área pequeña. Desarrollado por *Bluetooth SIG* (Grupo de Interés Especial), grupo formado por grandes compañías (más de 100) de telecomunicaciones, entre las que se encuentran 3Com, Ericsson, IBM, Intel, Agere, Nokia, Microsoft, Motorola, etc. Permite comunicación punto-a-punto y está basada en FHSS. Tiene un ancho de banda de 1 MHz, con un alcance de hasta 10 m y velocidad de transmisión de hasta 780 Kbps. En marzo de 2002 se aprobó el estándar 802.15.1, que permite compatibilidad de dispositivos *Bluetooth* con 802.11b.

1. <http://www.atheros.com>

Tabla D —1 Tabla comparativa de estándares WLAN

Estándar	Velocidad Máxima	Interface de Aire	Ancho de Banda	Frecuencia	Disponible
802.11	1-2 Mbps	FHSS/DSSS	1 MHz	2.4 GHz	Actualmente
802.11a	54 Mbps	OFDM	25 MHz	5.0 GHz	Actualmente
802.11b	11 Mbps	DSSS	25 MHz	2.4 GHz	Actualmente
802.11g	54 Mbps	OFDM/DSSS	25 MHz	2.4/5 GHz	Próximamente
HiperLAN2	54 Mbps	OFDM	25 MHz	5.0 GHz	Próximamente
5-UP	108 Mbps	OFDM	50 MHz	5.0 GHz	Próximamente
Home RF	10 Mbps	FHSS	5 MHz	2.4 GHz	Actualmente
Bluetooth	780 Kbps	FHSS	1 MHz	2.4 GHz	Actualmente

Velocidad de transmisión real (throughput)

La velocidad en las redes inalámbricas depende de diversos factores, tales como el ambiente de interferencia, la distancia o área de cobertura, la potencia de transmisión, el tipo de modulación empleada, etc. Por ello, la velocidad máxima especificada por los estándares no es la que se obtiene en la realidad, pues debido a errores en la transmisión, se reduce el *throughput* hasta a dos terceras partes aproximadamente. Si la especificación 802.11b dice que la velocidad máxima es de 11 Mbps, el máximo caudal eficaz será aproximadamente 6 Mbps y menos; para la norma 802.11a se alcanzan usualmente 20 a 24 Mbps.

Para reducir errores, el 802.11a y el 802.11b reducen automáticamente la velocidad de información de la capa física. Así por ejemplo, el 802.11b tiene tres velocidades. 5.5, 2 y 1 Mbps y el 802.11a tiene siete: 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps. La velocidad máxima permisible sólo está disponible en un ambiente libre de interferencia y a muy corta distancia.

Actualmente, el estándar predominante en el mercado de las WLAN es el 802.11b. Bajo este esquema se utiliza el método DSSS para la transmisión de datos.

La comunicación se establece mediante la conexión de un equipo llamado *Wireless Bridge* (puente inalámbrico) y en el otro extremo un *Access Point* (Punto de Acceso), ambos equipos conectados directamente a una antena de espectro disperso.¹

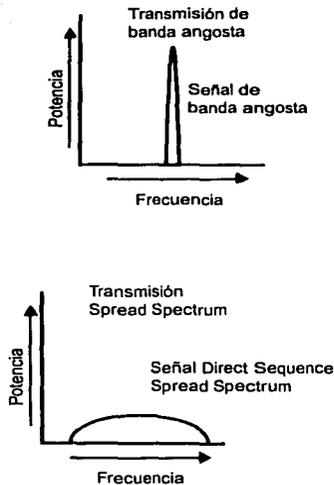
Direct Sequence Spread Spectrum

DSSS usa una portadora que permanece fija para una banda de frecuencias específica. En vez de que la señal de datos sea transmitida sobre una banda estrecha, como se haría en comunicaciones por microondas, ésta se dispersa sobre un rango de frecuencias mucho mayor (el ancho de banda de RF) utilizando un esquema de codificación específico. A este esquema de codificación se le conoce como secuencia de Pseudo-Ruido (*Pseudo-Noise*) o secuencia PN.

Es importante notar que tanto la señal de banda estrecha, como la de *Spread Spectrum* utilizan la misma cantidad de potencia transmitida y transportan la misma información. Sin embargo, la densidad de potencia de la señal de *Spread Spectrum* es mucho menor que la de la señal de banda estrecha (la densidad de potencia es la cantidad de potencia sobre una cierta frecuencia). Como resultado de esto, es mucho más difícil detectar la presencia de la señal de SS, lo que permite que los dispositivos DSSS proporcionen un enlace de comunicación muy seguro.

1. MARTÍNEZ, E. Estándares de WLAN. RED. Junio 2002. Págs. 12-15

Figura D—2 Espectro de la señal DSSS



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

El algoritmo que usa la secuencia PN genera un número pseudo-aleatorio que se combina luego con la información binaria del flujo de datos, a través de un proceso de codificación binario.

La señal resultante es expandida sobre un ancho de banda mucho mayor del que sería usado para una transmisión de datos, pero a un nivel de potencia muy bajo. Esta señal DSSS también tiene un factor de redundancia implícito, toda vez que transmite al menos 10 copias redundantes de los datos originales al mismo tiempo. Esta redundancia en la señal es una ventaja clave de DSSS.

La redundancia de la señal ayuda a proveer inmunidad a la interferencia, dado que sólo una de las 10 señales redundantes debe ser recibida y ensamblada correctamente. Esta señal aportará el ancho de banda de transmisión completo, ya sea que reciba una sola copia de los datos o a través del

ensamblado de varias porciones de una o más copias, para formar una sola. La redundancia implícita de señal hace de la transmisión DSSS una solución de comunicación muy robusta.

Si se presenta interferencia en la misma banda, ésta aparecerá típicamente como una señal de banda angosta de alta potencia. Debido a la ganancia de procesamiento usada por los dispositivos DSSS, la interferencia será esparcida hacia afuera durante el proceso de concentración (*de-spreading*, opuesto a la dispersión) en la terminal receptora.

El proceso *de-spreading* causa una reducción dramática en la densidad de potencia de la interferencia, usualmente mayor del 90%. Como resultado, el impacto de la interferencia se reduce grandemente o se elimina. De este modo se contrarresta y evita la interferencia en los dispositivos DSSS.

ANEXO E. Glosario

10BaseT

Medio de transmisión físico que soporta transmisiones en banda base de hasta 10 Mbps sobre par trenzado que se interconecta comúnmente con conectores RJ-45.

100BaseT

Estándar de red de señalización en banda base que soporta Fast Ethernet con tasas de transferencia de datos de hasta 100 Mbps.

AES (*Advanced Encryption Standard*)

Nuevo estándar que especifica un algoritmo criptográfico para uso de organizaciones del gobierno de E.U. para proteger información sensible o no clasificada. Se espera que será ampliamente usado por organizaciones, instituciones e individuos dentro y fuera de E.U.

Acceso Múltiple

Método para acomodar más usuarios en la misma banda de frecuencia.

Ancho de banda (*Bandwidth*)

Ancho del canal de operación o de transmisión de un sistema. Diferencia entre la frecuencia más alta y la más baja de una banda expresada en Hertz. En general, se usa para indicar qué tanta información puede ser transportada en un periodo de tiempo dado (usualmente un segundo) sobre un enlace de comunicación cableado o inalámbrico.

Antena

Transductor especializado que convierte campos de radio frecuencia (RF) en corriente alterna (CA) o viceversa. Existen dos tipos básicos: la antena receptora, que intercepta la energía RF y entrega CA al equipo electrónico, y la antena transmisora, la cual se alimenta de CA de un equipo electrónico y genera RF.

Parte de un sistema de radiocomunicación que irradia y colecta energía de RF.

Antena Isotrópica

Antena capaz de radiar o recibir igualmente bien en todas direcciones, y tiene la misma respuesta a toda polarización de campos eléctricos o magnéticos.

Radiador hipotético sin pérdidas, que tiene igual intensidad de radiación en todas direcciones.

Antena Omnidireccional

Antena que irradia energía de RF en un patrón de 360 grados alrededor de un eje.

Atenuación

Pérdida o debilitamiento de una señal a través de una línea de transmisión, componente de transmisión o ruta de la señal. Usualmente se refiere a pérdidas en la amplitud o en la potencia de la señal, y se mide típicamente en decibeles (dB).

Reducción de la energía de una señal, ya sea digital o analógica. A veces llamada pérdida, es una consecuencia natural de la transmisión de señales sobre distancias largas.

Backbone

Línea de transmisión muy larga que soporta datos recopilados desde líneas más pequeñas que interconectan con ella. A nivel local, es una línea o conjunto de líneas que conectan redes LAN para una conexión WAN.

Conexión de alta velocidad que una computadoras encargadas de hacer circular grandes volúmenes de información.

Banda Ancha (*Broadband*)

Término aplicado a los sistemas de telecomunicaciones de banda muy amplia, que pueden dar soporte a múltiples formatos de información a velocidades relativamente altas, como las de los servicios de voz, de datos a alta velocidad y de video por demanda. Una transmisión de banda ancha usa una o más portadoras de frecuencia para transportar la información. Se emplea multiplexaje por división de frecuencia (FDM).

Banda Angosta (*Narrowband*)

Señal en la que el ancho de banda de la transmisión es del orden del ancho de banda de su información.

Término que describe generalmente telecomunicaciones que soportan información de voz en una estrecha banda de frecuencias.

Banda Base

Señal codificada analógica o digital transmitida directamente sobre un canal sin haber sido modulada previamente por una frecuencia portadora.

Sistema de comunicación en el que la información se transporta en forma digital (o analógica) sobre un solo canal no multiplexado por el medio de transmisión. Ejemplos de redes en banda base son las redes Ethernet y Token Ring.

Cualquier banda de frecuencia sobre la cual se sobrepone la información, ya sea que la banda sea o no multiplexada, y la información se envía en subbandas. Esto significa que la banda no se cambia a otra frecuencia, sino que permanece en su sitio en el espectro electromagnético.

BER (*Bit Error Rate*, Tasa de error de bits)

Especifica el número de bits que son alterados o destruidos conforme los datos se transmiten desde una fuente hasta su destino. BER se expresa típicamente como una potencia de 10. Por ejemplo, 10^{-5} significa que 1 de 100,000 bits se destruyó durante la transmisión.

Bluetooth

Tecnología diseñada para su incorporación en dispositivos electrónicos a fin de proporcionar conexiones inalámbricas y sin discontinuidades en distancias cortas. La idea es proporcionar una alternativa más fácil de utilizar a las interfaces por cable utilizadas actualmente para enlazar computadoras y periféricos. Otros dispositivos en los que podrían incorporarse los chips Bluetooth son los teléfonos móviles, los asistentes digitales personales, los microteléfonos y los relojes de pulsera.

BOOT (*BOOTstrap Protocol*)

Protocolo cliente/servidor IP/UDP (Internet Protocol / User Datagram Protocol) para almacenamiento y configuración de la información de una red.

BPSK (*Binary Phase Shift Keying*)

Técnica de modulación de frecuencia digital usada para enviar datos sobre una red de cable coaxial. Este tipo de modulación es menos eficiente pero también menos susceptible a ruido que otras técnicas de modulación, como QPSK o 64QAM.

Modulación de portadora suprimida DSB digital.

Bridge (puente)

Equipo que conecta dos o más redes y envía paquetes entre ellas. Los puentes operan a nivel de red física. Por ejemplo, un puente Ethernet conecta dos cables ethernet físicos y envía de un cable al otro sólo los paquetes que no son locales. Los puentes difieren de los repetidores pues almacenan y envían paquetes completos, mientras que los repetidores envían todas las señales eléctricas. Los puentes difieren de los ruteadores puesto que los puentes se valen de direcciones físicas, mientras que los ruteadores utilizan direcciones IP.

Canal

Cualquier enlace de comunicaciones sobre el cual se transmite información.

Capacidad del canal

La máxima tasa de transferencia de datos teórica sobre un canal, basada en el ancho de banda del canal y su SNR. Se expresa en bits por segundo (bps).

CDMA (*Code Division Multiple Access*)

Tecnología *Spread Spectrum* de Secuencia Directa utilizada para incrementar la capacidad de un canal en telefonía celular digital. Para comunicarse con un usuario particular, el emisor debe seleccionar el código asignado a ese usuario. Esta técnica puede permitir a muchos usuarios operar simultáneamente en la misma frecuencia.

Chip

En *Spread Spectrum*, el tiempo que toma transmitir un bit o un solo símbolo de un código PN (un solo elemento del código de expansión). Nombre corto para microchip, que es un módulo diminuto muy complejo que almacena memoria de computadora o provee circuitería lógica para microprocesadores.

Conectividad

Habilidad de un dispositivo de comunicarse con otros dispositivos a través de un medio de comunicación de datos.

CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*)

Protocolo usado en redes de área local para detectar colisiones en la información que se envía. Antes de enviar, se asegura que no esté transmitiendo alguna otra estación. Si esto no ocurre, envía la transmisión, reduciendo así la probabilidad de colisiones.

CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*)

Versión de CSMA usada en sistemas Ethernet en asociación con protocolos MAC para integrar detección de colisión con TDM (*Time División Multiplexing*).

CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection*)

Técnica de transmisión sobre una red de área local donde sólo un transmisor puede usar la línea a la vez. Es uno de los protocolos utilizado más ampliamente para sistemas LAN en configuración bus, especialmente en sistemas Ethernet.

dB (decibel)

Décima parte de un bel. Razón adimensional de dos potencias. Unidad relativa de potencia de una señal.

Demodular

Convertir una señal modulada en una señal en banda base sin modular.

De-spreading

Proceso usado por un circuito de correlación para recuperar información de banda angosta de una señal de espectro disperso.

DHCP

Protocolo de configuración cliente/servidor compatible con BOOTP. Permite la asignación manual, automática y dinámica de direcciones IP y ofrece un grupo amplio de valores de configuración TCP/IP.

Dirección de red

Número único asociado con un *host* que se identifica ante otros *hosts* durante las transacciones de la red.

Dirección Ethernet

Una dirección Ethernet es un número hexadecimal de seis partes en la que cada parte se separa con dos puntos (por ejemplo 8:0:20:1:2F:0). Este número identifica la tarjeta Ethernet instalada en una PC y se emplea para identificar la PC como miembro de la red.

Dirección IP

Dirección de Protocolo Internet. Es una dirección de 32 bits asignada a un host en una red TCP/IP. La dirección IP tiene un componente de host y un componente de red.

DQPSK (*Differential Quadrature Phase Shift Keying*)

Subclase de QPSK en la cual se usa la diferencia entre el valor actual y el valor previo de la fase, en lugar del valor absoluto de la fase.

EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*, **Potencia Radiada Isotrópica Efectiva o PIRE)**

Medida de la potencia absoluta de una señal en una dirección particular, referida a una antena isotrópica. Representa la potencia de transmisión total del radio, incluyendo las ganancias que aporta la antena y las pérdidas del cable de la antena.

Emisiones *Spurious*

Señales de radio frecuencia no deseadas emitidas desde un transmisor que a veces ocasiona interferencia.

Encriptación

Proceso de codificar los datos para hacer difícil (o imposible) su decodificación.

Enlace

Conexión física (en algunos casos lógica) entre dos puntos. Canal de comunicaciones.

Espectro

Se refiere a un rango absoluto de frecuencias. Por ejemplo, el espectro de radio se extiende desde los 20 kHz en adelante.

Espectro disperso

Modulación de banda amplia que confiere características de pseudo-ruido a una señal de RF. Esta técnica de comunicaciones expande una señal sobre un amplio rango de frecuencias para la transmisión, y luego realiza el proceso inverso (de-spreading) para que el receptor recupere el ancho de banda de los datos originales.

Ethernet

Estándar ampliamente usado en las transmisiones de red de área local (LAN) y metropolitana (MAN). Fue adoptado para su estandarización por la IEEE y designado como IEEE 802.3 CSMA/CD en 1985.

Ethernet Inalámbrico

Nombre erróneo en realidad, dado que Ethernet es un sistema cableado por definición, sin embargo es apropiado para describir el protocolo CSMA/CA de las redes inalámbricas - dado que su operación tiene mucho en común y ambos pueden integrarse fácilmente.

FCC (*Federal Communications Commission*)

Junta directiva de comisionados, encabezados por el presidente, que tienen el poder de regular las telecomunicaciones por cable y por radio en los Estados Unidos.

FTP (*File Transfer Protocol*)

Protocolo estándar de alto nivel del TCP/IP que sirve para transferir archivos de una máquina a otra.

Ganancia

Incremento relativo en la potencia o magnitud de una señal, medida típicamente en decibeles.

Ganancia de antena

Medida relativa de la capacidad de una antena para dirigir o concentrar energía de RF en una dirección o patrón particular. Medida típicamente en dBi o dBi d.

Ganancia de recepción

Medida del incremento de la señal recibida provocado por un amplificador o sistema de antenas; medida típicamente en dBi.

Hertz

Un ciclo alterno completo por segundo. Llamado así en honor al físico alemán Heinrich R. Hertz. Usado como la unidad internacional de la frecuencia.
Número de ciclos por segundo.

IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*)

Organización profesional de ingenieros en EU. Se describe a sí misma como "la sociedad profesional y técnica más grande del mundo, que promover el desarrollo y la aplicación de electrotecnología y ciencias afines para el beneficio de la humanidad, el avance de la profesión y el bienestar de todos sus miembros".

La organización desarrolla estándares que generalmente se declaran nacionales e internacionales. Publica un amplio número de revistas, tiene varios capítulos locales, y diversas sociedades en áreas especiales, como la Sociedad de Cómputo de la IEEE.

Interferencia

Señales extrañas no deseadas que dificultan la transmisión o la percepción de la señal deseada.

Interferencia Multiruta

Reflexiones de la señal emitida, se asocia típicamente con aplicaciones LAN inalámbricas en interiores. La señal recibida interfiere consigo misma, como si rebotara sobre muchas superficies entre el emisor y el receptor.

IP (*Internet Protocol*)

Protocolo Internet. Protocolo estándar TCP/IP que define la dirección IP como una unidad de información que pasa a través de Internet y provee las bases para el servicio de entrega de paquetes. Al conjunto de protocolos se le llama comúnmente TCP/IP porque TCP e IP son los protocolos fundamentales de Internet.

Isotrópico (*Radiador Isotrópico*)

Un isotropo teórico es un punto único en el espacio libre que radia energía equitativamente en cada dirección.
Transductor que produce un campo electromagnético útil de salida en todas direcciones con igual intensidad, y con 100% de eficiencia en el espacio tridimensional. Es una idea teórica, también conocida como el punto fuente.

ISP (*Internet Service Provider*)

Servidor de Internet al cual se conecta un cliente. Los ISPs ofrecen a los usuarios acceso a Internet y al World Wide Web por una cuota mensual o por hora.

MAN (*Metropolitan Area Network*)

Red de dispositivos de comunicación de datos conectados para servir un área metropolitana.

MIB (*Management Information Base*)

Conjunto de módulos de datos que contienen la definición de los tipos de objetos administrados. En sistemas de administración SNMP, contiene los nombres lógicos de los recursos informáticos de la red.

Multipunto

Modo de operación de un sistema de comunicaciones en el que una computadora anfitrión (*host*) se interconecta con diversos nodos terminales, y la configuración del *switch* interno y externo o el *software* de la terminal usa modo de operación de bloques.

Multiruta

Forma de distorsión de fase que resulta de una señal que toma diferentes rutas para alcanzar su destino.

Overhead

Desperdicio de ancho de banda, causado por la información adicional (de control, de secuencia, etc.) que debe viajar además de los datos en los paquetes de un medio de comunicación. Afecta el *throughput* de una conexión.

OSI (*Open Systems Interconnect*)

Modelo o jerarquía de protocolos desarrollado a través del esfuerzo conjunto de ANSI, ITU-TS, EIA, IEEE, ISO y otros.

El modelo OSI propone un sistema abierto, ofreciendo los lineamientos estructurales para el intercambio de información entre computadoras, terminales y redes. Este modelo de referencia describe siete capas de funciones relacionadas que son necesarias en cada terminal cuando se envían mensajes de una parte a otra en una red.

PN (*Pseudo Noise, Pseudo Ruido*)

Señal digital con propiedades de pseudo-ruido. Señal que se muestra aparentemente como ruido aleatorio.

Protocolo

Conjunto de reglas que gobiernan la manera en que los datos son transmitidos y recibidos.

Puente (*Bridge*)

Dispositivo de interconexión usado para enlazar dos o más LANs que usan el mismo protocolo de control de enlace lógico, pero que pueden usar distintos protocolos de control de acceso al medio. El *bridge* o puente funciona en la capa 2 del modelo OSI. El *bridge* extiende la red desde un medio físico a otro, como desde una red Ethernet a una inalámbrica.

Punto-multipunto

Canal de comunicaciones que corre desde un punto hacia varios puntos.

Punto-a-punto

Canal de comunicaciones que va de un punto a otro.

Punto de Acceso (*Access Point*)

Dispositivo que actúa como punto de interconexión a una red, inalámbrica o no, que ofrece facilidades de conmutación que sirven a los usuarios que se conectan a la red.

Cualquier entidad o estación funcional que provee acceso a los servicios inalámbricos. Sus funciones principales son: permitir la conexión a la red inalámbrica, coordinar el tráfico entre estaciones, controlar el acceso, mejorar la calidad del enlace y garantizar la calidad del servicio.

QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*)

Esquema de modulación en el cual se usan cuatro señales, cada una cambiada 90 grados, donde cada fase representa dos bits de datos por símbolo, para transportar el doble de la información de BPSK.

RADIUS (*Remote Authentication Dial In User Service*)

Protocolo de red cliente/servidor para soportar autenticación, autorización y configuración de información.

Radio Frecuencia (RF)

Típicamente, una frecuencia que va desde 20 kHz hasta 3 GHz. RF se refiere normalmente a cualquier señal que es radiada a través del aire.

Red Par-a-Par (*Peer-to-peer*)

Sistema de operación de redes el cual cualquier estación de trabajo puede ser configurada como cliente o como servidor. Todos los nodos en la red tienen igual control y acceso al medio de la red.

Repetidor

Dispositivo usado para extender la distancia de transmisión o área de cobertura de una señal. Este dispositivo acondiciona la señal por medio de amplificadores y filtros, para su retransmisión.

RIP (*Routing Information Protocol*)

Protocolo de ruteo muy común que evalúa la ruta entre dos puntos en términos de saltos entre los puntos origen y destino.

Roaming

Término usado para describir un dispositivo de comunicaciones portátil que está moviendo su conexión de red desde un punto de acceso (AP) fijo. Operación de un teléfono celular cuando sale fuera de un área metropolitana registrada.

RS-232

Estándar de interfaz serial que determina las especificaciones eléctricas, mecánicas y funcionales entre los dispositivos de comunicación de datos.

Ruido

Cualquier porción extraña e indeseable de una señal que no contribuye a la inteligibilidad de la señal original.

Ruteador (*Router*)

Dispositivo que determina el punto de red siguiente al que debe remitirse un paquete de camino a su destino. Normalmente un paquete viajará a través de cierto número de puntos de red con ruteadores antes de llegar a su destino.

Dispositivo de interconexión que es empleado para enlazar dos o más LANs que tienen el mismo protocolo de comunicaciones. Su función primaria es dirigir los paquetes de datos entre las redes, entregándolos hasta su destino final o a otro ruteador. A diferencia de un repetidor o *bridge*, el ruteador es un dispositivo direccionable que no es transparente al usuario final. En vez de ello, el ruteador actúa como un nodo que tiene capacidad de procesamiento de la información embebida en el encabezado de control del paquete. Un ruteador realiza sus funciones en la capa tres del sistema OSI.

Ruteo dinámico

Creación o ajuste de rutas de comunicación que se cambian según las necesidades o especificaciones dadas. En redes de datos, el ruteo dinámico permite al sistema mantenerse en línea aún si los sistemas individuales o ruteadores cambian o no están disponibles. El ruteo dinámico funciona bien en redes grandes, que cambian constantemente, o en sistemas de paquetes conmutados o redes distribuidas.

Ruteo estático

Método de ruteo en el que se fijan y almacenan rutas de transmisión en una tabla u otra forma de base de datos en un ruteador de red. El ruteo estático es a menudo más rápido que el ruteo dinámico, pero no es factible para todos los tipos de instalaciones. Trabaja bien en sistemas pequeños o en aquellos cuyos ruteadores son fijos y conocidos.

Salto en Frecuencia (*Frequency Hopping*)

Técnica de modulación *Spread Spectrum* en la que la frecuencia del transmisor o frecuencia portadora salta de canal en canal de acuerdo con algún código pseudo aleatorio de ruido (PN). La señal se recupera en el receptor mediante un sintetizador de frecuencia controlado por un generador de secuencia pseudo aleatoria sincronizado con el del transmisor.

Secuencia Directa (*Direct Sequence*)

Técnica de modulación *Spread Spectrum* en la que un código de fase pseudo aleatorio modula directamente una portadora, aumentando ampliamente el ancho de banda de la transmisión. El espectro de la señal resultante aparenta ser ruido. La señal se recupera mediante correlación con un código pseudo aleatorio idéntico y sincronizado con el código usado para extender la portadora en el transmisor.

Sensibilidad del receptor

Nivel de señal mínimo para la operación del equipo.

Señal Digital

Información que está codificada en dos niveles binarios discretos: 0 y 1.

Servidor

Computadora o nodo de red de grandes capacidades que comparte sus recursos y proporciona servicios a todos los usuarios de la red y a otros nodos.

SNMP

Protocolo que comunica la información de administración entre estaciones de una red. Fue diseñado originalmente como una solución interna para TCP/IP para seguir los lineamientos del modelo OSI. Con el tiempo ha sido declarado como un protocolo estándar completo y recomendado, junto con MIB y SMI.

SNR (*Signal-to-Noise Ratio*)

Razón entre la potencia de la señal y la potencia del ruido. Generalmente medida en decibeles.

En comunicaciones digitales y analógicas, la razón señal a ruido (también se escribe S/N) es una medida de la fuerza de la señal relativa al ruido de fondo.

Spread Spectrum (SS)

Técnica de modulación digital que presenta muy baja probabilidad de detección e interferencia, dado que la señal transmitida aparece como ruido. *Spread Spectrum* extiende una señal sobre un amplio rango de frecuencias para su transmisión, y luego la compacta de nuevo a su ancho de banda original, en el receptor.

TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)

Protocolo de comunicaciones usado para Internet, que ha sido implementado en todo el mundo. Los dos protocolos que lo nombran describen el movimiento de los datos entre computadoras. El protocolo en sí consiste de un conjunto de varios protocolos que aseguran la comunicación confiable a lo largo de Internet.

TDM (Time Division Multiplexing)

Forma de multiplexaje que utiliza dominio en el tiempo para intercalar señales múltiples, para su transmisión sobre un solo canal.

TDMA (Time Division Multiple Access)

Técnica digital de multiplexaje en la que cada señal es enviada y recibida en ranuras de tiempo (*time slots*) que conforman un solo conjunto. Tanto el transmisor como el receptor deben estar sincronizados en tiempo. Las redes telefónicas públicas usan TDMA.

Telecomunicaciones

Comunicaciones de largas distancias que se llevan a cabo mediante una conglomeración de redes interconectadas que comparten información.

Telecomunicaciones Inalámbricas

Tecnología digital inalámbrica que elimina el uso de cableado. La tecnología inalámbrica de telecomunicaciones incluye a la telefonía celular digital y analógica, teléfonos inalámbricos, LANs inalámbricas, PBX inalámbricos y servicios de comunicación personal inalámbricos (PCSS).

Telnet

Protocolo estándar del TCP/IP para servicio de terminal remota. Telnet permite al usuario en una localidad interactuar con un sistema de tiempo compartido remoto como si el teclado y el monitor del usuario estuvieran conectados a la máquina remota.

TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*)

Protocolo estándar TCP/IP para transferencia de archivos con capacidad mínima y sobrecarga mínima. El TFTP depende sólo del servicio de entrega de datagramas sin conexión y no confiable (UDP), de este modo, puede utilizarse en máquinas como las estaciones de trabajo que conservan el software en ROM y lo utilizan para arrancar.

Transceiver (Transceptor)

Dispositivo que conecta una interfaz de un host a una red de área local (por ejemplo Ethernet). Los transceptores Ethernet contienen electrónica analógica que aplica señales a los cables y percibe colisiones.

Troughput

Rendimiento final de una conexión.
Volumen de datos que brinda una conexión como resultante de la suma de su capacidad y la resta de los *overheads* que reducen su rendimiento.

Transmisión *Full Duplex*

Canal que permite transmisión en dos direcciones a la vez. Transmisión simultánea de dos vías.

Transmisión *Half Duplex*

Canal que permite transmisión en sólo una dirección a la vez, conmutando entre transmisión y recepción.
Transmisión alternante de dos vías. La mayoría de los sistemas WLAN *Spread Spectrum* usan transmisión *Half Duplex*.

WAN (*Wide Area Network*)

Red de dispositivos de comunicación de datos que cubre grandes distancias y da servicio a usuarios que están más allá del área local.

Wireless

Término común con el que se describe la tecnología inalámbrica. Aunque generalmente se emplea para Radio Frecuencia, también incluye la más nueva tecnología celular y tecnologías de radio digital.

WLAN (*Wireless Local Area Network*)

Red de comunicación de datos inalámbrica de corto rango.

WWW (*World Wide Web*)

Sistema de información global que combina texto, gráficos y sonido en una serie de documentos. Desarrollado en 1989 por Tim Berners-Lee en el CERN (Laboratorio Europeo para Partículas Físicas) en Geneva, Suiza. Conocido también como Web, es una red amigable al usuario en la que puede accederse a la información de diversas fuentes, desde cualquier lugar del mundo, con un solo programa universal.