

*Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
Facultad de Ingeniería Eléctrica
Dpto. Telecomunicaciones y Electrónica*



TRABAJO DE DIPLOMA

*Topología de red y conexión a utilizar en la gestión
corporativa de la Cadena de Tienda TRD Caribe,
EAT Sancti Spíritus.*

Autor: Reidel Rodríguez Perdigón

Tutor: MSc. Ing. Ricardo Rodríguez Jiménez

2008

*Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
Facultad de Ingeniería Eléctrica
Dpto. Telecomunicaciones y Electrónica*



TRABAJO DE DIPLOMA

*Topología de red y conexión a utilizar en la gestión
corporativa de la Cadena de Tienda TRD Caribe,
EAT Sancti Spíritus.*

Autor: Reidel Rodríguez Perdigón

E-mail: reidel@uclv.edu.cu

Tutor: MSc. Ricardo Rodríguez Jiménez

Ejecutivo Informático del Grupo de Desarrollo de Sistema.

E-mail: riqui@trd.gae.com.cu

Consultante: Pedro Arco Ríos.

Prof. Dpto. de Sistemas de Telecomunicaciones.

Facultad de Ing. Eléctrica. UCLV.

E-mail: parco@uclv.edu.cu

Santa Clara

2008

"Año 50 de la Revolución"



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en el Equipo de Atención Territorial (EAT) de la Cadena TRD Caribe de Sancti Spíritus, como parte de la culminación de los estudios de la especialidad de Telecomunicaciones y Electrónica, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin autorización de la Universidad.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdos de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del Tutor

Firma del Jefe de Departamento
donde se defiende el trabajo

Firma del Responsable de
Información Científico-Técnica



PENSAMIENTO:



***Lo útil no es saber mucho,
sino como aplicas lo poco que sabes.***

Thomas Fuller.



DEDICATORIA

A mi hermano y mis padres.



AGRADECIMIENTOS

Ante todo, agradecerle por siempre a mi amigo y tutor Ricardo Rodríguez, porque a pesar de las dificultades, siempre tuvo tiempo para mí.

Agradecer a mis padres y mi hermano su gran apoyo durante toda la carrera.

A los dos flacos de Santa Clara por su apoyo y ayuda en todos los momentos difíciles de la carrera.

A mis compañeros de aula por su desinteresada ayuda para conmigo todo este tiempo.

A Edgar por tener espacio para brindarme su ayuda desinteresada.

A todos los profesores, gracias por sus enseñanzas.

“Para todos, sin excluir a nadie, mil gracias”.



Tarea Técnica

TAREA TÉCNICA:

La tarea se realiza con los métodos y técnicas siguientes:

- Estudio de las redes inalámbricas asociada al equipamiento Cisco.
- Análisis de las variantes para el uso de red inalámbrica o fibra óptica, a través de su evaluación económica.
- Revisión bibliográfica teniendo presente el arte en las investigaciones.
- Entrevistas a especialistas de CIMEX y COPEXTEL que posean conocimientos del tema.
- Búsqueda de información sobre las redes inalámbricas existentes en el territorio y problemas más comunes asociadas a la misma.
- Confección del informe.

Firma del Autor

Firma del Tutor



RESUMEN:

En el presente trabajo se realiza un estudio sobre el desempeño de la red actual que posee el EAT de Sancti Spíritus, donde se tuvieron en cuenta varios aspectos, entre ellos: tipo de transmisión, topología, distribución de los usuarios, así como sus limitantes. Del análisis realizado se elaboró un estudio de costos para establecer la mejor variante, de las dos mostradas, proponiéndose como óptima el empleo de las conexiones inalámbricas para la gestión de datos.

Como equipamiento a emplear para este tipo de red se recomienda la marca Cisco, evaluándose cada uno de sus componentes: puentes, puntos de acceso, antenas y tarjetas de red; se caracterizan los estándares sobre los cuales ellos se soportan y se tienen en cuenta los pasos a seguir para su implementación. Como complemento al estudio realizado se elabora el diseño y la simulación de la conexión de la red, obteniéndose la eficiencia global del sistema y el tráfico promedio en la recepción y transmisión de los datos.

Este trabajo brinda información actualizada sobre la tecnología empleada para la red inalámbrica, constituyendo un material suplementario para los que trabajan con estos medios y para aquellos que se adentran en el mundo de las conexiones *wireless*.



Tabla de Contenidos

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN		1
CAPÍTULO 1	Estudio y evaluación de la red actual	5
1.1	Distribución de la red.	5
1.2	Servicios que se prestan.	7
1.3	Enlace que se aplica.	7
1.4	Generalidades del tipo de transmisión.	9
1.5	Topología de la Red.	10
1.6	Limitación actual de la red.	11
1.7	Análisis económico.	11
1.7.1	Costos y beneficios.	11
1.7.2	Costo de la red con fibra óptica.	13
1.7.3	Costo de la red inalámbrica.	14
1.7.4	Consenso de la mejor variante.	15
1.8	Beneficios	18
1.8.1	Tangibles	18
1.8.2	Intangibles	19
1.8.3	Aplicabilidad de las redes LAN inalámbricas	20
1.8.4	Limitaciones en el uso de las Redes Inalámbricas	21
CAPITULO 2	Análisis de la red inalámbrica usando equipamiento Cisco	24
2.1	Componentes de la red inalámbrica Cisco	24
2.1.1	Punto de Acceso Cisco. (Cisco Aironet Series AP)	24
2.1.2	Puente Inalámbrico Cisco. (Cisco Aironet Wireless Bridges)	29
2.1.3	Cisco PC Card	32
2.1.3.1	Client Adapters. (Adaptadores de cliente)	32
2.1.4	Antenas Cisco	35
2.2	Estándar más usado por esta WLAN	37
2.3	Alcance Radiofónico	39
2.4	Pasos para la implementación de equipamiento Cisco en enlaces externos	40
2.4.1	Configuraciones de redes inalámbricas con Cisco	40
2.4.1.1	Punto a Multipunto	41
2.4.2	Red en modo infraestructura	42
2.4.3	Equipamiento de Antenas Externas	42
2.4.3.1	Elementos a tener en cuenta para el montaje de la antena	43
2.4.3.2	Factores a tener en cuenta para la ubicación de la antena	44
2.4.3.3	Máxima distancia entre las antenas	45
2.5	Líneas de vista	45
2.6	Análisis matemático	47



Tabla de Contenidos

CAPITULO 3	Diseño y simulación de la red inalámbrica	51
3.1	Eficiencia de la red	53
3.2	Tráfico promedio en la transmisión y recepción de datos	55
Conclusiones		57
Recomendaciones		58
Referencia Bibliográfica		59
Glosario		61
Anexos		63



INTRODUCCIÓN

Durante el siglo XX, la tecnología clave ha sido la recolección, procesamiento y distribución de información. Entre otros desarrollos, hemos asistido a la instalación de redes telefónicas en todo el mundo, a la invención de la radio y la televisión, al nacimiento y crecimiento sin precedente de la industria de los ordenadores (computadores), así como a la puesta en órbita de los satélites de comunicación.

A medida que avanzamos hacia los últimos años de este siglo, se ha dado una rápida convergencia de estas áreas, y también las diferencias entre la captura, transporte, almacenamiento y procesamiento de información están desapareciendo con rapidez. Organizaciones con centenares de oficinas dispersas en una amplia área geográfica esperan tener la posibilidad de examinar en forma habitual el estado actual de todas ellas, simplemente oprimiendo una tecla. A medida que crece nuestra habilidad para recolectar procesar y distribuir información, la demanda de más sofisticados procesamiento de información crece todavía con mayor rapidez.

La industria de ordenadores ha mostrado un progreso espectacular en muy corto tiempo. Antes de la aparición de las redes, los usuarios informáticos necesitaban sus propias impresoras, trazadores y otros periféricos; el único modo en que los usuarios podían compartir una impresora era hacer turnos para sentarse en el equipo conectado a la impresora.

Las redes, por lo general, difieren en cuanto a su historia, administración, servicios que ofrecen, diseño técnico y usuarios. La historia y la administración pueden variar desde una red cuidadosamente elaborada por una sola organización, con un objetivo muy bien definido, hasta una colección específica de máquinas, cuya conexión se fue realizando con el paso del tiempo, sin ningún plan maestro o administración central que la supervisara. Los servicios ofrecidos van desde una



Introducción

comunicación arbitraria de proceso a proceso, hasta llegar al correo electrónico, la transferencia de archivos, y el acceso y ejecución remota.

Los diseños técnicos se diferencian en el medio de transmisión empleado, los algoritmos de encaminamiento y de denominación utilizados, el número y contenido de las capas presentes y los protocolos usados. Por último, las comunidades de usuarios pueden variar desde una sola corporación, hasta aquella que incluye todos los ordenadores científicos que se encuentren en el mundo industrializado.

Al hacer que la información esté disponible para compartir, las redes pueden reducir la necesidad de comunicación por escrito, incrementar la eficiencia y hacer que prácticamente cualquier tipo de dato esté disponible simultáneamente para cualquier usuario que lo necesite.

Hoy en día la llamada Internet es dueña de las redes, en cualquier parte del mundo una computadora se comunica, comparte datos, realiza transacciones en segundos, gracias a las redes. En los Bancos, las agencias de alquiler de vehículos, las líneas aéreas, y casi todas las empresas tienen como núcleo principal de la comunicación a una red. Gracias a la denominada INTERNET, familias, empresas, y personas de todo el mundo, se comunican, rápida y económicamente.

El presente trabajo permitirá conocer la situación real en que se encuentran la red de la Cadena de Tiendas TRD Caribe, EAT Sancti Spíritus, para ello se deberá dar respuestas a las siguientes interrogantes:

¿Cómo contribuir al mejoramiento del desempeño de la red y a la reducción siempre necesaria de los costos de operación mediante el empleo de óptimas tecnologías?



Introducción

¿Cuáles son las limitaciones y vulnerabilidades que posee el empleo de una red en la transmisión de datos?

¿Qué tecnología adquirir para mejorar la red existente y posibilidades técnicas para reducir las demoras en el flujo de datos?.

¿Cómo obtener una propuesta de diseño de red y que soportes de transmisión utilizar para la Cadena TRD, EAT Sancti Spíritus?

En el trabajo se ha tenido en cuenta como objetivo general el estudio teórico de la tecnología disponible en Cuba para la implementación de una variante adecuada para la red de la cadena TRD Caribe, EAT Sancti Spíritus del cual se han definido tres objetivos específicos:

1. Hacer un estudio sobre el estado actual de la red en el EAT Sancti Spíritus de la Cadena TRD Caribe, teniendo en cuenta su topología, tecnologías de transmisión y su desempeño.
2. Realizar un estudio del equipamiento de la red inalámbrica a emplear, analizando en este sus capacidades técnicas, así como parámetros a tener en cuenta para su puesta en marcha que permitan obtener un resultado eficiente en la utilización de la red.
3. Hacer el diseño y la simulación de la red inalámbrica mediante el uso del software OPNET, para evaluar los resultados de la eficiencia y el tráfico en la recepción y transmisión de la información.

Con el desarrollo de esta investigación se esperan los siguientes resultados:

- ✓ Disponer de un estudio de las conexiones actuales de la red de TRD, EAT Sancti Spíritus, en cuanto a rendimientos y costos de dicho servicio.



Introducción

- ✓ Conocer los resultados acerca del hardware a utilizar y de la tecnología de transmisión en la red de acceso que permita asimilar la ampliación en la Cadena de Tiendas TRD Caribe.

La implementación del diseño obtenido nos permitirá contar con una red de telecomunicaciones económica, que satisfaga las demandas de servicios de las instalaciones previstas y la adaptabilidad de la misma ante el nuevo crecimiento.

El trabajo se estructura en tres capítulos. El primero de ellos está destinado al estudio de la red actual con la que cuenta la cadena de tiendas TRD en la provincia, teniendo en cuenta, el tipo de enlace que emplea, aspectos generales de su transmisión de datos, así como su topología y limitaciones que presenta.

El segundo capítulo se dedicará a la evaluación del equipamiento de la nueva red con que contará la Cadena de Tiendas TRD Caribe, EAT Sancti Spíritus, en la cual se exponen algunas de sus ventajas, características generales del producto, además de pasos a seguir, para su instalación.

En el tercer capítulo se expone mediante el software OPNET, el diseño y la simulación de la variante de red seleccionada más adecuada, el cual brinda resultados de eficiencia, capacidad de la red y velocidad en la transmisión de datos.

Para finalizar se puede decir que esta investigación sugiere a los interesados en el tema, nuevas ideas para el diseño de redes, enriqueciendo la teoría existente y el conocimiento empírico del personal vinculado a esta labor de diseño. Metodológicamente podrá servir de apoyo para aquellos que estén investigando en la materia.



CAPÍTULO 1. Estudio y evaluación de la red actual.

En enero de 1994 se crea la Cadena de Tiendas TRD – Caribe, subordinada al Consejo de Estado, que como misión principal debe cumplir la recaudación de moneda libremente convertible, desarrollando el comercio minorista a través de una red nacional de tiendas habilitadas al efecto. Desde el primer momento la atención es asumida por las FAR según indicaciones del mando superior, en la persona del General de Cuerpo de Ejército Julio Casas Regueiro.

Como primer paso en la organización de esta nueva corporación se crearon las divisiones en todo el país las que fueron 5, (Habana, Oriente, Pinar del Río, Matanzas y Centro) las que se encargaban a su vez de un número de provincias y, que debido al incremento progresivo de las unidades comerciales, se crearon los EAT en cada territorio para un mejor control de las operaciones comerciales.

El **Equipo de Atención Territorial (EAT)** de Sancti Spíritus, al cual nos interesa referirnos, se constituye en el mes de septiembre de 1997 como resultado del redimensionamiento de la Cadena de Tiendas TRD y con el objetivo de garantizar la descentralización de operaciones. Al crearse en 1994 la Cadena TRD en la provincia, tenía como sede un pequeño local, hasta que a mediados del 1997 se concluye la inversión de la nueva sede y se asigna el equipamiento necesario para operar como una entidad territorial con subordinación a la División Centro y a la Cadena TRD.

1.1. Distribución de la red.

La cadena de tiendas TRD Caribe cuenta en Sancti Spíritus con un Equipo de Atención Territorial (EAT) que funciona como nodo central de la misma, el cual está distribuido en un edificio biplanta; en la primera se localizan, principalmente, las áreas de servicio y en la segunda las áreas de dirección y control. En todos los locales existen computadoras que se distribuyen de la siguiente forma:



Capítulo 1

Planta Baja	Cantidad:
Inversiones	1
Servicios	1
Protección física	1
Auditoria	3
Puesto de mando	1
Servicios técnicos	2
Taller de garantías	1
Taller Omron-PC	2
TOTAL	12

Planta Alta	Cantidad
Informática	4
Departamento Comercial	3
Departamento de R. Humanos	3
Departamento de Economía	3
Secretaría	1
Asesoría Legal	1
TOTAL	15

Al EAT están interconectadas numerosas LANs (tiendas) las cuales suman 15 en total a lo largo de toda la provincia, usando como enlace los cables telefónicos sobre el soporte tecnológico XDSL, servicios estos contratados a ETECSA.

Estas redes LANs cumplen con la norma IEEE 802.3 particularmente con los estándares Ethernet (10BaseT) y FastEthernet (100BaseT). Los elementos activos en su mayoría son Routers, Switchs a 10/100Mbps, con 8, 16 y 24 puertos en general. El cableado utilizado es con cable UTP-CAT 5(5E) con conectores RJ-45.



Capítulo 1

Además se utiliza en la mayoría de los locales canaletas horizontales por la pared para llevar los cables de conexión a las NICs.

1.2. Servicios que se prestan.

La red actual que posee el Equipo de Atención Territorial brinda servicios de transmisión de datos, imagen y multimedia de banda ancha y correo electrónico por el cual se conectan las tiendas a la Gerencia Territorial para el envío de información a través de una línea arrendada a ETECSA, y por supuesto, redes internas de computadoras para la gestión de datos.

1.3. Enlace que se aplica.

El EAT presenta enlaces sobre el soporte de la tecnología XDSL, Líneas del Suscriptor Digital, el cual consiste en un conjunto de tecnologías de transmisión digital muy avanzada que permite transportar información digital a altas velocidades sobre circuitos locales de cables de cobre (pares trenzados), sin amplificadores ni repetidores de señal a lo largo de la ruta, entre la conexión del usuario y el primer nodo de la red. Son tecnologías de acceso punto a punto que utilizan las facilidades de la red pública, que permiten un flujo de información tanto simétrico como asimétrico con un gran ancho de banda.

La xDSL libera al usuario final de las limitaciones del ancho de banda de voz, ofreciendo anchos de banda de cientos de KHz y posibilitando comunicaciones cientos de veces más rápidas que las disponibles sobre el servicio telefónico antiguo.

Las tecnologías xDSL son muy parecidas a las de un modem de grado de voz, siendo requerido un dispositivo terminal en cada extremo del circuito de cobre. Estos dispositivos aceptan flujos de datos en forma digital y lo superponen a una señal analógica de alta velocidad.



Capítulo 1

En un chip DSL se incluyen componentes digitales y analógicos. Entre las componentes analógicas están: los filtros transmisores y receptores, los convertidores Digital /Analógico (DAC) y el Analógico/ Digital (ADC) y el dispositivo de ajuste automático de ganancia (a la entrada del DAC). Mientras que las técnicas de modulación y demodulación son propiamente digitales. Avances en las tecnologías de procesamiento digital de señales (DSP), combinadas con nuevas invenciones de algoritmos y métodos de codificación han permitido el acceso a una gran capacidad de información. Las técnicas de modulación mas utilizadas actualmente en los Modems xDSL son las de Modulación de Fase-Amplitud sin portadora (CAP) y la de modulación Multitono Discreta (DMT).

Conexiones xDSL.

Se pueden diferenciar dos clases de conexiones dependiendo del tipo de usuario:

- a) Usuarios residenciales, los que acceden a la red desde sus casas por medio de su PC. Para este tipo de usuario se requiere de un Divisor (Splitter) en su casa y generalmente en la planta de un multiplexor de acceso de línea de suscriptor digital (DSLAM). El divisor permite la utilización simultánea del servicio telefónico básico y del servicio de datos xDSL. Colocándose el mismo delante de los módems del usuario y de la central.
- b) Usuarios comerciales, dados por empresas o instituciones que conectan sus redes LAN a Internet mediante esta vía. No empleando en estos casos ningún Divisor (Splitter).

El multiplexor de Acceso de Línea del Suscriptor Digital (DSLAM) agrupa un gran número de tarjetas, cada una de las cuáles consta de varias Unidades Terminales xDSL (xTU-C) en la oficina central o edificio donde los lazos locales se conectan a los enlaces de transmisión. Además el DSLAM concentra el tráfico de todos los enlaces xDSL hacia una red WAN o Red de Banda Ancha, pudiendo dar soporte a



Capítulo 1

IP, Frame Relay, ATM etc. Así como trabajar con diferentes estándares xDSL simultáneamente.

1.4. Generalidades del tipo de transmisión.

El prototipo de transmisión de datos usado en la red es el Frame Relay, el cual se puede detallar como un protocolo de acceso que define un conjunto de procedimientos y formatos de mensajes para la comunicación de datos a través de una red, sobre la base del establecimiento de conexiones virtuales entre dos usuarios.

Frame Relay proporciona conexiones entre usuarios a través de una red pública, del mismo modo que lo haría una red privada con circuitos punto a punto. De hecho, su gran ventaja es la de reemplazar las líneas privadas por un sólo enlace a la red. El uso de conexiones implica que los nodos de la red son conmutadores, y las tramas deben de llegar ordenadas al destinatario, ya que todas siguen el mismo camino a través de la red.

Las redes Frame Relay se construyen partiendo de un equipamiento de usuario que se encarga de empaquetar todas las tramas de los protocolos existentes en una única trama Frame Relay. También incorporan los nodos que conmutan las tramas Frame Relay en función del identificador de conexión, a través de la ruta establecida para la conexión en la red. Estas deben garantizar la transferencia bidireccional de los datos entre dos abonados sin alterar su orden, mediante el intercambio de tramas de información no numeradas. Ello implica que debe proveerse un servicio orientado a conexión. Estas conexiones pueden ser de 2 tipos:

- Circuito Virtual Permanente (PVC), donde cada conexión virtual entre dos abonados es establecido por el operador de la red en el momento de la subscripción y solo puede ser modificado por este.



Capítulo 1

- Circuito Virtual Conmutado (SVC), en este caso debe existir un procedimiento de nivel 3 a fin de que los usuarios puedan establecer y liberar las conexiones a voluntad.

En Frame Relay todo son ventajas: puede ser implementado en software (por ejemplo en un router), y por tanto puede ser mucho más barato; Frame Relay esta orientado a conexiones, como la mayoría de las WAN's; Frame Relay puede "empaquetar" tramas de datos de cualquier protocolo de longitud variable; la "carga del protocolo" (overhead) de Frame Relay es menor de un 5%. Como desventaja tendríamos que mencionar que Frame Relay sólo ha sido definido para velocidades de hasta 1,544/2,048 Mbps (T1/E1), aunque esto sin duda es algo temporal.

1.5. Topología de la Red.

La topología de red usada es la estrella, la cual en la actualidad es de mucha aplicación. En este tipo de arquitectura las computadoras se conectan individualmente a un dispositivo central, quien se encarga de recibir y transmitir las señales hacia las PC.

Esta configuración permite incrementar y disminuir fácilmente el número de estaciones. Si se produce el fallo en una de ellas no repercutirá en el funcionamiento general de la red. Tiene una velocidad de transmisión alta entre las estaciones y el servidor o computadora central, y lenta entre las estaciones.

En comparación con otros tipos de topologías podemos plantear que es fácil de implementar y de ampliar, incluso en grandes redes. Adecuada para redes temporales (instalación rápida). El fallo de un nodo no repercute en el comportamiento del resto de la red y no hay problemas con colisiones de datos, ya que cada estación tiene su propio cable al ruteador central.



1.6. Limitación actual de la red.

La red actual presenta como limitante principal que la conexión con las tiendas TRD es de muy baja velocidad en la transmisión de los datos, teniendo en cuenta, que el EAT cuenta con dos módems telefónicos por los cuales las unidades comerciales se comunican con este y muy frecuentemente se congestionan al coincidir varios usuarios en un mismo momento, por lo que uno de estos clientes debe aguardar a que el otro termine de enviar la información, la cual tiene una duración de alrededor de 30 min., y si tenemos en cuenta que son 15 tiendas, se puede llegar a estimar que el tiempo que duraría en obtener todas las informaciones enviadas por las unidades sería aproximadamente de 7 horas, siendo necesario la propuesta de una variante de red económica que pueda proporcionar, en gran medida, una mejor velocidad en la transmisión de los datos, principalmente en las unidades comerciales de la cabecera provincial, que son las de mayor peso en el flujo de información debido a sus altos números de ventas en la provincia.

Es de destacar además, que cuando están conectados los dos módems para la recepción de toda la información que proviene de las diferentes tiendas de la provincia, no es posible el empleo de los teléfonos que se conectan al mismo número conmutado para el módem, siendo esta una limitación que afecta la comunicación de voz del EAT con el resto del territorio y fuera del mismo.

1.7. Análisis económico.

Atendiendo a los objetivos del trabajo en cuestión, se procede al cálculo de variantes que generarán diversas propuestas de diseño, y en las cuales se hará una evaluación en cuanto a factibilidad económica de los costos de las tecnologías a utilizar que darán soluciones a los requerimientos de la zona de estudio.

1.7.1. Costos y beneficios.

Los costos de un proyecto están formados por:



Capítulo 1

Costos Directos: Los que gravitan directamente sobre el proyecto y lo componen; el costo de los medios técnicos, el costo de los materiales y el costo de la fuerza de trabajo que se emplea en su elaboración.

Costos Indirectos: Son los que influyen indirectamente sobre el proyecto y que pueden llegar a alcanzar hasta un 5 % de los Costos Directos. Estos incluyen; costos de mantenimientos, costos por ajustes al proyecto, costos de supervisión y control, etc.

Los Beneficios: es todo aquello que se logra al aplicar un proyecto. Los beneficios a obtener se deben conocer desde la etapa de Estudio Preliminar. Estos se dividen en dos grupos: **Beneficios Tangibles** (se calculan directamente en pesos y centavos) y **Beneficios Intangibles** (son difíciles de cuantificar pero son necesarios porque están vinculados al aspecto social y organizativo de la empresa).

En el mundo de las tecnologías existen varios métodos para determinar los Costos y Beneficios de un proyecto. Entre ellos se destacan: **Ruta Crítica, Método PERT, Modelo COCOMO (CONstrutive COst MOdel)** y **Punto de Equilibrio**.

Considerando que nuestro trabajo consiste en establecer la mejor variante de red que debe implantarse en la EAT de Sancti Spíritus, a partir de los costos del proyecto, para garantizar una eficiente utilización de los medios técnicos en aras de satisfacer los requerimientos de los usuarios de la red y que se logren los beneficios deseados, emplearemos el método de **Punto de Equilibrio** para poder conocer a partir de que momento se recupera la inversión que se requiere acometer, teniendo en cuenta que se ha previsto adquirir a terceros todo el equipamiento necesario más los costos por instalación y arrendamiento.



Capítulo 1

1.7.2. Costo de la red con fibra óptica.

Para la instalación de una Red con el empleo de la Fibra Óptica, según los Listados Oficiales de Precios (LOP) en CUC del proveedor e instalador; Corporación Copextel S.A., se necesita adquirir el siguiente equipamiento:

Accesorios disponibles	CTDAD	PRECIO UNIDAD	VALOR
LIJA P/F.O 1 MICRAS (10 UNIDADES)(86710-0026)	1	0,67	0,67
LIJA P/F.O 5 MICRAS (10 UNIDADES) (86710-0025)	1	0,47	0,47
JUMPER DUPLEX FO ST-LC MM 3METROS (91.1L.671.00300)	8	28,95	231,60
CABLE CAT 5 P/PATCH PANEL 15' (PCD-000178-0C)	60	3,77	226,20
CABLE CAT 5 P/PATCH PANEL 3' (PCD-000174-0C)	120	2,77	332,40
CONECTOR DE F.O SM ST AMP (5504000-1)(332519)	25	25,75	643,75
MODULO 6 CONEC. ST-MM P/LI-24 Y 24 FMS (AFR-00112)	7	18,73	131,11
JACK HEMBRA P/PLACA FIJA (AZUL) (KSJ-00024-BL)	120	3,41	409,20
PLACA FIJA 2 PUERTOS (BLANCA) (WPJ-00008-02)	60	1,04	62,40
BANDEJA POSTERIOR ACOMODO CABLES P/PID-00121 (CMA-00007)	3	14,04	42,12
PANEL D/PACHEO 24PTO RJ45 CAT5(P/BAST ABIERTO) (PID-00121)	6	79,4	476,40
CHASIS APC 19 1U 24 CANALES P/PNETR5,PDIGTR,PTEL2R(PRM24)	7	34,85	243,95
PROTECTOR AMERICAN POWER PTEL2R P/2 LINEAS TELEFONICAS	6	16,12	96,72
PROTECTOR AMERICAN POWER PNETR5 CAT5 P/REDES 10/100°	60	16,12	967,20
CAJA DE EMPALME 24 PORT FMS P/FO RACK (RFR-00182)	3	185,73	557,19
UPS AMERICAN POWER SUA1500RM2U 1500VA P/RACK 110VOLTS AMERICAN POWER BE500U 500VA	1	714,79	714,79



Capítulo 1

UPS AMERICAN POWER SUA750RM2U 750VA P/RACK	7	441,82	3092,74
SWITCH NETGEAR 24PTOS 10/100 2PTOS 10/100/1000(FS726T)	2	182,05	364,10
SWITCH NETGEAR 16PTOS 10/100 RACKMOUNT (JFS516)	6	110,00	660,00
PROFASE GBIC MODULE NETGEAR 1000BASE-SX FIBER SFP	7	276,53	1935,71
CABLE 1X12 FO SM 9/125 EXTERIOR, F.VIDRIO REFORZADA, POLIETILENO. (1Metro)	10000	1,16	11600,00
TRANSCEIVER 10/100BASETX-100BASEFX/SC SM 15KM(AT-FS202SC/FS1	7	999,00	6993,00
TOTAL:			29 781.72

Se adiciona a este valor los siguientes elementos:

- ✓ Arrendamiento a la OBE Provincial de, aproximadamente, 200 postes para el tendido aéreo, a un precio de \$ 2.50 CUC por cada metro de la fibra óptica, incluyendo todos los accesorios que se colocan en cada poste para garantizar el correcto tendido del cable (10 000 Metro), \$ 25 000.00 CUC .
- ✓ Costo de instalación, que según tarifas, oscila entre un 2 % y hasta un 5 % del costo del equipamiento, en dependencia de la complejidad (zona Rural ó Urbana). En este caso Copextel S.A. convenía con el EAT Sancti Spíritus aplicar el 4 % de costo de instalación; \$ 1 296.07 CUC.

El Costo Total de la Inversión asciende a **\$ 56 077.79 CUC**

1.7.3. Costo de la red inalámbrica.

Para la instalación de una Red con el empleo de Antenas, según los Listados Oficiales de Precios (LOP) en CUC del proveedor e instalador; Corporación Copextel S.A., se necesita adquirir el siguiente equipamiento:



Capítulo 1

Accesorios disponibles	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	VALOR
Cisco Aironet Antenna Kit Yagi – Antena adaptador de red(AIR-ANT1949)	6	280,63	1683,78
AIR-CAB050LL-R 15 M LOW LOSS CABLE W/TNC-RP CONNECTORS	7	172,46	1207,22
Cisco Aironet Antenna Kit Yagi - Montura para antena (AIR-ACC2662)	6	51,11	306,66
ANTENA OMNIDIRECCIONAL NETGEAR INDOOR/OUTDOOR 9DBI(ANT2409)	1	160,00	160,00
Pigtail conector tipo N macho a SMA macho (3mts)	7	16,09	112,63
ADAPTADOR PCI-PCMCIA CABLETRON (RBTBX-PC)	6	95,00	570,00
PCMCIA Wireless Cabletron 128BIT 11MBPS (CSIBD-AA-128)	6	185,00	1110,00
LIGHTNING PROTECTOR N FEMALE (AL-NFNFNB-9A)	7	30,00	210,00
Cisco Aironet 1310 Outdoor Access Point/Bridge - Punto de acceso inalámbrico - 802.11b, 802.11g (AIR-BR1310G-E-K9).	1	910,28	910,28
Router Cisco 805 1LAN & 1WAN 512KB	1	960,00	960,00
TOTAL:			7230,57

Se adiciona a este valor los siguientes elementos:

- ✓ Costo de instalación, según tarifas, oscila entre un 10 % y hasta un 15 % del costo del equipamiento, en dependencia de la complejidad (zona Rural ó Urbana). En este caso Copextel S.A. convenía con el EAT de Sancti Spíritus aplicar el 10 % de costo de instalación; \$ 723.06 CUC.

El Costo Total de la Inversión asciende a **\$ 7 953.63 CUC.**

1.7.4. Consenso de la mejor variante.

Desde el punto de vista económico, por el monto total de la inversión, la Red Inalámbrica resulta menos costosa y, según los parámetros técnicos y operacionales, satisface los requerimientos de el EAT de Sancti Spíritus, que de



Capítulo 1

hecho cuenta con la aprobación de la Cadena TRD Caribe para asumir la inversión y la fuente de su financiamiento se obtendrá a partir de sus resultados económicos y financieros.

El balance de sus fuentes financieras (En Miles de CUC) al cierre 31/5/2008 es:

➤	Activos Circulantes	\$ 302.3
➤	Inventario de Mercancías	38.8
➤	Total Activos	573.3
➤	Pasivo Circulante	199.6
➤	Total Pasivo	390.0
➤	Utilidad en Operaciones	37.3
➤	Utilidad Después de Impuestos	21.0

$$\begin{aligned} & \text{Activos Circulantes} - \text{Inventarios} \\ \diamond \quad \text{Liquidez Inmediata} = & \frac{\text{Activos Circulantes} - \text{Inventarios}}{\text{Pasivos Circulantes}} = \underline{\$ 1.32} \end{aligned}$$

$$\diamond \quad \text{Liquidez General} = \frac{\text{Activos Circulantes}}{\text{Pasivos Circulante}} = \underline{\$ 1.51}$$

$$\diamond \quad \text{Solvencia} = \frac{\text{Total Activos}}{\text{Total Pasivos}} = \underline{\$ 1.47}$$

$$\diamond \quad \text{Rentabilidad Financiera} = \frac{\text{Utilidad en Operaciones}}{\text{Total Activos} - \text{Total Pasivos}} = \underline{20,3 \%}$$

$$\diamond \quad \text{Endeudamiento} = \frac{\text{Total Pasivo}}{\text{Total Activos}} = \underline{\$ 0.68}$$

A partir del criterio de que el EAT de Sancti Spíritus presenta una buena liquidez, solvencia y rentabilidad financiera, que le permite asumir el endeudamiento actual,

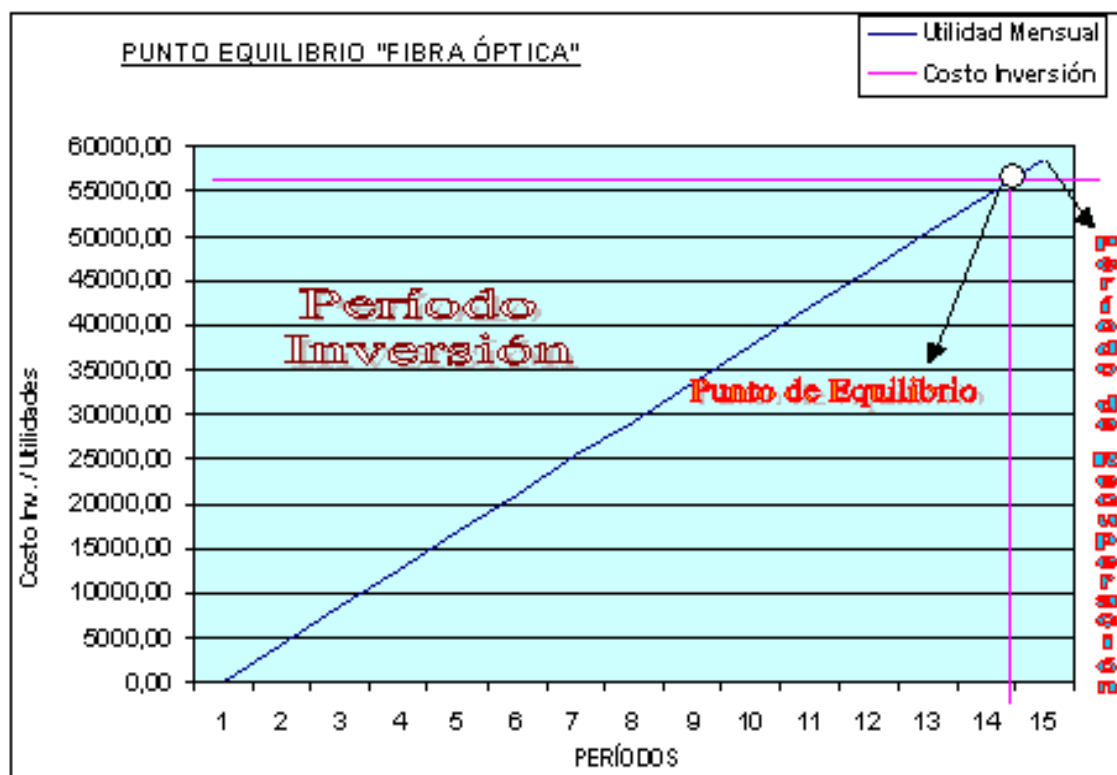


Capítulo 1

e incluso, asumir nuevas obligaciones de pagos producto de la inversión que se ha proyectado acometer entre el III y IV Trimestre del año en curso, es recomendable determinar, a partir de la Utilidades Después de Impuestos (Utilidad Neta) en que período se recupera el Costo de la Inversión que se ha proyectado en sus dos variantes, es decir, con el uso de la Fibra Óptica y la Red Inalámbrica.

Como criterio general, para buscar el Punto de Equilibrio de una inversión, se establece una Utilidad Neta Media Mensual y se acumula progresivamente a partir de un período cero, con lo cual se logra, sobre los resultados reales de una Entidad Económica, establecer el lapso de tiempo en que se recupera el dinero invertido a través del proceso de creación de la Utilidad Neta Media empleada como la principal fuente de financiamiento de la inversión.

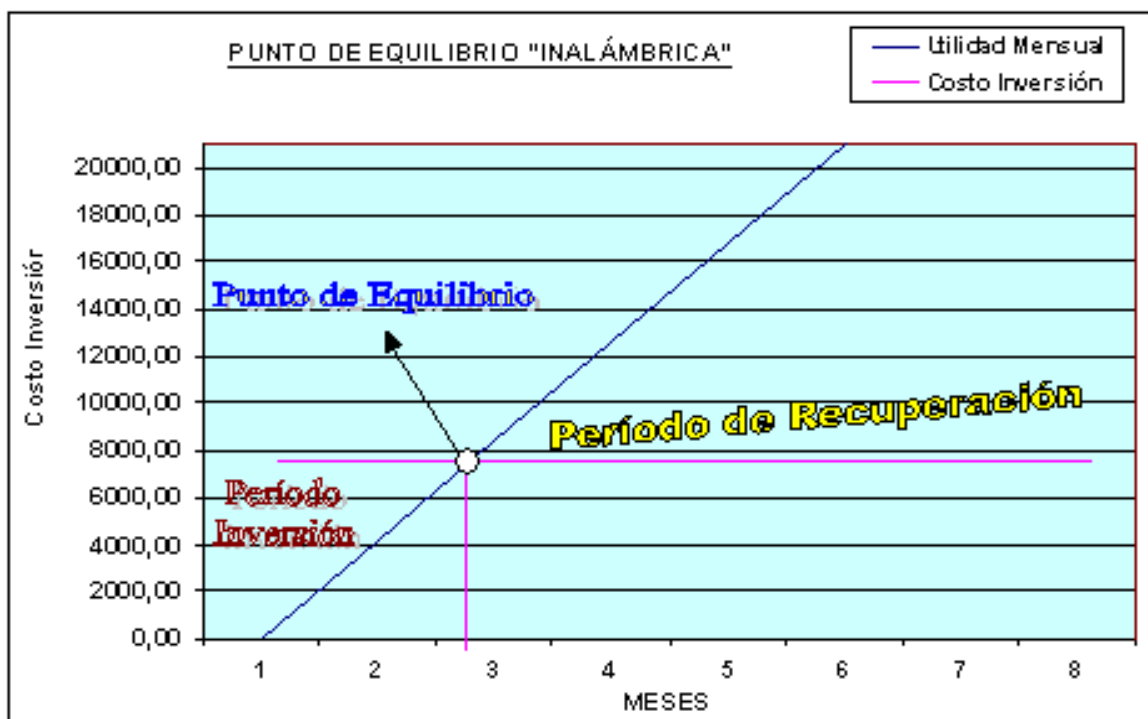
Punto de Equilibrio para cada Inversión.





Capítulo 1

Como se podrá observar, esta inversión, además de ser económicamente costosa, presenta un período de inversión muy prolongado, es decir, se comienza a recuperar a los 13 meses y medios (partiendo de que el período cero inicia en el valor 1), o sea, se requiere emplear durante 13,5 meses toda la masa de Utilidad Neta que se debe crear para amortizar la inversión. Sólo la adquisición y tendido de la Fibra Óptica representa el 65,3 % del valor total del proyecto.



Esta inversión, además de ser económicamente menos costosa que con el empleo de la Fibra Óptica, presenta un corto período de inversión de sólo 1,75 meses que facilita invertir un menor monto de dinero y poder destinar parte de la Utilidad Neta para asumir las demás obligaciones financieras.

1.8. Beneficios:

1.8.1 Tangibles:

- ❖ Por concepto de arrendamiento de líneas telefónica a ETECSA, para garantizar



Capítulo 1

el flujo de datos, el EAT de Sancti Spíritus carga a sus gastos \$ 645.00 CUC mensuales, \$ 7 740.00 CUC al año. Con el empleo de la Red Inalámbrica se pueden economizar estos gastos en las 2 terceras partes, \$ 430.00 CUC al mes, \$ 5 160.00 CUC al año, es decir, que con esta economía, en 18.5 meses, se puede pagar la inversión que se acometerá.

1.8.2 Intangibles:

Las principales ventajas que presentan las redes de este tipo son su libertad de movimientos, sencillez en la reubicación de terminales y la rapidez consecuente de instalación. La solución inalámbrica resuelve la instalación de una red en aquellos lugares donde el cableado resulta inviable, así como en situaciones que impliquen una gran movilidad de los terminales del usuario o la necesidad de disponer de vías alternativas por motivos de seguridad. Para resumir, a continuación se muestran estas ventajas en diferentes modalidades:

Movilidad: permite transmitir información en tiempo real en cualquier lugar de la organización o empresa a cualquier usuario. Esto supone mayor productividad y posibilidades de servicio que no es posible con una red cableada.

Facilidad de instalación: al no usar cables, se evitan obras para tirar cable por muros y techos, mejorando así el aspecto y la habitabilidad de los locales, y reduciendo el tiempo de instalación. También permite el acceso instantáneo a usuarios temporales de la red.

Flexibilidad: puede llegar donde el cable no puede, superando mayor número de obstáculos, llegando a atravesar paredes. Así, es útil en zonas donde el cableado no es posible o es muy costoso.

Escalabilidad: los sistemas de WLAN pueden ser configurados en una variedad de topologías para satisfacer las necesidades de las instalaciones y aplicaciones



Capítulo 1

específicas. Las configuraciones son muy fáciles de cambiar y además resulta muy fácil la incorporación de nuevos usuarios a la red.

Costo de propiedad reducido: mientras que la inversión inicial requerida para una red inalámbrica puede ser más alta que el costo en hardware de una LAN, la inversión de toda la instalación y el costo durante el ciclo de vida puede ser significativamente inferior. Los beneficios a largo plazo son superiores en ambientes dinámicos que requieren acciones y movimientos frecuentes.

Poca planificación: Con respecto a las redes cableadas. Antes de cablear un edificio o unas oficinas se debe pensar mucho sobre la distribución física de las máquinas, mientras que con una red inalámbrica sólo nos tenemos que preocupar de que el edificio o las oficinas queden dentro del ámbito de cobertura de la red.

Robustez: Ante eventos inesperados que pueden ir desde un usuario que se tropieza con un cable o lo desenchufa, hasta un pequeño terremoto o algo similar. Una red cableada podría llegar a quedar completamente inutilizada, mientras que una red inalámbrica puede aguantar bastante mejor este tipo de percances inesperados.

1.8.3 Aplicabilidad de las redes LAN inalámbricas.

Hay varias aplicaciones de WLAN tanto para oficinas como para los usuarios residenciales. Hoy en día, hay un gran interés en las tecnologías de WLAN en los mercados de acceso públicos. Los usuarios de WLAN tienen acceso a Internet en los puntos de acceso locales llamados “hot spots” los que permiten que dispositivos computacionales portátiles equipados con tarjetas inalámbricas se conecten a la Internet.

Las WLANs también podrían proporcionar a una aplicación innovadora en combinación con la tecnología de voz sobre IP, particularmente en la arena de



Capítulo 1

telefonía corporativa. Como resultado, la telefonía IP, que usa tecnología inalámbrica, que se conoce como telefonía Wi-Fi, ha empezado a desarrollarse.

A continuación se muestra un resumen de las aplicaciones WLAN en diferentes sectores de la vida económico y social del país:

Entornos corporativos: Los empleados pueden beneficiarse de una conexión móvil en la red para consultar el correo o compartir ficheros sin que importe su ubicación.

Educación: Los estudiantes y los profesores pueden sacar provecho a un nivel parecido a los entornos corporativos, pero en el ámbito del campus y a la hora de impartir la docencia o en la biblioteca. Permite tener una red dentro de escuelas, en edificios posiblemente antiguos, sin necesidad de recablear o fijar los ordenadores a ubicaciones concretas.

Finanzas: Información económica en tiempo real en la bolsa simplemente conectando el portátil. Los equipos de auditoría pueden compartir información con un tiempo mínimo de costo operativo administrativo.

Salud: Es parecido al anterior, pero con información sobre pacientes. Hay una necesidad menor de reproducir información sobre papel, al poder acceder a todo su conjunto en línea desde cualquier lugar.

Almacenes y manufacturas: Significa mayor facilidad para mantener inventarios directamente en línea, sin tener que fijar el punto de entrada de la información en un lugar fijo o tener que pasar cables por superficies grandes y no siempre suficientemente bien adaptadas.

1.8.4 Limitaciones en el uso de las Redes Inalámbricas.

Un problema significativo que se desprende del uso de las WLANs es la seguridad. Comparado con la tecnología alamburada, la naturaleza de transmisión



Capítulo 1

de radio incluye la posibilidad de interceptación de la señal, ya que la señal puede ser recogida por cualquier receptor. Normalmente se utilizan sistemas de encriptación para reforzar la seguridad en las redes wireless. El más utilizado es el WEP (*Wired Equivalent Privacy*) que utiliza encriptación de hasta 512 bits.

A medida que crecen los números de sistemas en funcionamiento, los equipos que operan unos cerca de otros, traen consigo la degradación de servicios. Hay que destacar también como otra desventaja, la no compatibilidad entre diferentes normas de esta tecnología.

Para resumir, a continuación se muestran algunas desventajas en diferentes momentos de su empleo:

- ✓ La seguridad es el talón de Aquiles de las WLAN. En dos vertientes: Por una parte seguridad e integridad de la información que se transmite. Este campo está bastante criticado en casi todos los estándares actuales, que, según dicen no se deben utilizar en entornos críticos en los cuales un “robo” de datos pueda ser peligroso. Por otra parte este tipo de comunicación podría interferir con otras redes de comunicación (policía, bomberos, hospitales, etc.) y esto hay que tenerlo en cuenta en el diseño.
- ✓ Las WLAN operan en una parte del espectro radioeléctrico. Éste está muy saturado hoy día y las redes deben amoldarse a las reglas que existan dentro de cada país.
- ✓ Las redes inalámbricas ofrecen una inferior calidad de servicio que las redes cableadas. Estamos hablando de velocidades que no superan habitualmente los 11 Mbps (802.11b, existen estándares de hasta 54 Mbps), frente a los 100 que puede alcanzar una red normal y corriente. Por otra parte hay que tener en cuenta también la tasa de error debida a las interferencias, lo cual puede llegar



Capítulo 1

a imposibilitar la implantación en algunos entornos industriales con fuertes campos electromagnéticos y ciertos requisitos de calidad.

- ✓ Son unas redes altamente sensibles a la Interferencias, al operar en el espectro radioeléctrico. Las WLAN no solo se ven afectadas por las interferencias entre diferentes dispositivos conectados a una red, sino también entre otro tipo de dispositivos independientes que generen campos electromagnéticos, por ejemplo, microondas.



CAPITULO 2. Análisis de la red inalámbrica usando equipamiento Cisco.

Una LAN inalámbrica (WLAN) es una red de área local inalámbrica. Es decir, es una red de comunicación de datos bidireccional con un ancho de banda considerable, que usa transmisión de radio o infrarrojo, en lugar de fibra óptica o cable de cobre y puede operar en un área geográfica limitada [Umino, 2003]. Los componentes de WLANs normalmente incluyen dos tipos de equipo: una estación inalámbrica y un punto de acceso, aunque el sistema de redes *peer to peer* (igual a igual o par-a-par) a veces es empleado. La estación inalámbrica es típicamente una computadora portátil o una computadora personal (PC) provisto con una tarjeta de interfaz de red inalámbrica (NIC). Este tipo de tarjeta también puede instalarse en diferentes computadoras de escritorio u otros dispositivos portátiles, como un asistente digital personal (PDA). Las NICs (PC Cards) usan frecuencias de radio o rayos infrarrojos para permitir las conexiones con la WLAN.

2.1 Componentes de la red inalámbrica Cisco.

Una red inalámbrica Cisco puede contener una combinación de estos componentes:

- Punto de Acceso Cisco (Cisco Aironet Series AP).
- Puente inalámbrico Cisco (Cisco Aironet Wireless Bridges).
- Tarjeta de PC Cisco en un AP o en un cliente.
- Antenas Cisco Aironet.

2.1.1 Punto de Acceso Cisco (Cisco Aironet Series AP).

Un punto de acceso Aironet de Cisco es un transceptor inalámbrico LAN que puede actuar como el punto de conexión entre redes inalámbricas o como el punto central de una red inalámbrica independiente. Los Puntos de Acceso de Cisco (APs) se presentan en varias X series AP, estas X tienen numeración 340, 350, 1100, 1200, 1300, este último puede funcionar como puente inalámbrico o punto de acceso y 1500.



Capítulo 2

➤ **Punto de Acceso de la Serie 340. (Cisco Aironet 340 Series Access Point).**

Cisco Aironet Series 340 AP realiza funciones similares a un concentrador (hub) en una red cableada, además, de añadir la vital relación precio - rendimiento de las prestaciones de la seguridad, características de gestión, la movilidad y los servicios. Por ejemplo, la innovadora funcionalidad proporcionada por los puntos de acceso Cisco permiten a los usuarios, el acceso sin interrupciones a la red, equipados con adaptadores de cliente inalámbrico a circular libremente todo el tiempo que se mantenga la conexión. La familia Cisco Aironet 340 AP da la facilidad de integración con la característica de un cable de red troncal, de configuración flexible y una amplia gama en las configuraciones del producto. El Cisco Aironet Series 340 AP se integra fácilmente en 10 y 100 Mbps Ethernet a través de un solo puerto RJ-45 en las redes. El punto de acceso actúa como un puente, remitiendo a los medios de comunicación entre la velocidad de Ethernet CSMA / CD y el protocolo inalámbrico CSMA / CA, perfecta integración inalámbrica en una infraestructura cableada. **(Anexo –1; Fig. 2.1)**

➤ **Punto de Acceso de la Serie 350. (Cisco Aironet 350 Series Access Point).**

El Cisco Aironet® 350 de la Serie (AP) brinda rentabilidad, fiabilidad, seguridad y un fácil manejo de las LAN inalámbricas para la solución en empresas pequeñas y negocios medianos. El Cisco Aironet 350 Serie entrega la facilidad en las características de despliegue, reduciendo el costo total de propiedad para los despliegues inalámbricos. El Cisco Aironet 350 Serie también mejora el desempeño en el rango del radio en la red integrada a la que ofrece movilidad y dirección.

El Cisco Aironet 350 serie AP el cual se rige bajo el estándar IEEE 802.11b, es un transceiver que opera a 11-Mbps en una LAN inalámbrica que actúa como el hub de una red inalámbrica independiente o como un puente entre inalámbrico y una red alámbrica. En las instalaciones grandes, la funcionalidad innovadora proporcionada por el uso de APs múltiple les permite a los usuarios inalámbricos



Capítulo 2

moverse libremente a lo largo de la instalación teniendo acceso ininterrumpido a la red mientras dure la conexión. **(Anexo- 1; Fig. 2.2).**

➤ **Punto de Acceso de la Serie 1100. (Cisco Aironet 1100 Series Access Point).**

El Cisco Aironet 1100 Series ® proporciona un punto de acceso seguro, asequible y fácil de usar para la solución de las LANs inalámbricas, que combina la movilidad y la flexibilidad, características estas requeridas para la creación de redes profesionales.

Aprovecha la Cisco Wireless Security Suite para dar seguridad a las empresa más fuerte y dispone de Cisco IOS ® Software para la facilidad de uso y la familiaridad. El Cisco Aironet 1100 Series Access Point proporciona además la capacidad de administración, el rendimiento, la protección de las inversiones, y escalabilidad con un bajo costo total de propiedad. El Cisco Aironet 1100 Series ofrece un actualizable 802.11b, diversidad de antenas dipolo integradas, y un innovador sistema de montaje para una fácil instalación en una variedad de ubicaciones y orientaciones. **(Anexo- 1; Fig. 2.3)**

➤ **Punto de Acceso de la Serie 1200. (Cisco Aironet 1200 Series Access Point).**

El Cisco Aironet 1200 Series es un punto de acceso con dos conectores diversos de antena para la impugnación de los entornos de RF. Ofrece la misma versatilidad, alta capacidad, la seguridad y características exigidas por los clientes industriales de una LAN inalámbrica que trabajan bajo el estándar 802.11g. El dispositivo proporciona la flexibilidad necesaria para actualizar a un campo de doble banda 802.11a / g mediante la adición de una red CardBus 802.11a basada en la actualización del módulo que puede ser fácilmente instalado en Cisco Aironet 1200 Series AP configurado inicialmente para 802.11g.



Capítulo 2

Con apoyo simultáneo para frecuencias de 2,4 GHz y 5 GHz, el Cisco® Aironet® 1200 Serie AP entrega protección de la inversión, versatilidad, rasgos exigidos por los clientes de LAN inalámbricos. Se diseña específicamente para los ambientes desafiantes como las fábricas, almacenes, y los establecimientos que requieren la versatilidad de la antena asociada.

El Cisco Aironet 1200 Series viene con un sistema de montaje para la pared y el techo, de Cisco aprovecha la amplia línea de antenas, y ofrece una amplia gama de temperaturas. Todo esto y más, hace que el Cisco Aironet 1200 Series sea de los más flexibles de los puntos de acceso disponibles, ideal para el despliegue de una amplia gama de industrias e instalaciones. **(Anexo- 1; Fig. 2.4)**

➤ **Punto de Acceso de la Serie 1300. (Aironet 1300 Series Access Point).**

El Cisco Aironet 1300 Series Access Point es una plataforma flexible con la capacidad de punto de acceso. El Cisco Aironet 1300 Series ofrece alta velocidad y conectividad inalámbrica rentable entre múltiples redes fijas o móviles y los clientes. La construcción de una zona metropolitana con la infraestructura inalámbrica de Cisco Aironet 1300 Series ofrece equipamiento con un despliegue flexible y fácil de usar, que satisface los requisitos de seguridad de los profesionales de redes de área amplia. Las aplicaciones típicas para el Aironet 1300 Series son los siguientes:

- Conexiones de red dentro de una zona de campus.
- Al aire libre para la infraestructura de redes móviles y los usuarios.
- Acceso del público a zonas al aire libre.

El Cisco Aironet 1300 Series se apoya sobre el estándar 802.11b/g, proporciona datos sobre las tasas de 54 Mbps con tecnología de seguridad. Cisco hace que el mantenimiento y la instalación de la Serie 1300 sea de fácil integración con la red cableada. Basado en el sistema operativo Cisco IOS, el Cisco Aironet 1300 Series



Capítulo 2

ofrece características avanzadas tales como Fast Secure Roaming de Capa 2, QoS, y VLANs.

Diseñado específicamente para la durar al aire libre, el Cisco Aironet 1300 Series es ideal para redes LAN inalámbricas (WLAN) que requieren de puntos de acceso exteriores. El Cisco Aironet 1300 Series certificado en Wi-Fi como un punto de acceso y apoya también la disposición con características innovadoras. **(Anexo-1; Fig. 2.5)**

➤ Punto de Acceso de la Serie 1500. (Cisco Aironet 1500 Series Access Point).

El Cisco Aironet 1500 Series opera con los controladores de LAN inalámbrica de Cisco y el software Cisco Wireless Control System (WCS). Es fácil y seguro, se une a la malla de red, y está disponible para gestionar y supervisar la red a través del controlador de gráficos y WCS o interfaces de línea de comandos (CLIs). Compatible con Wi-Fi Protected Access 2 (WPA2) y empleando, basado en el hardware Advanced Encryption Standard (AES), el cifrado entre nodos inalámbricos además de brindar de extremo a extremo de la red, seguridad.

El Cisco Aironet 1500 Series se puede instalar en cualquier lugar que esté disponible, sin necesidad de una conexión de red. Enrutamiento inteligente inalámbrico basado en la patente de Adaptive Path Wireless Protocol, que fue diseñado específicamente para entornos inalámbricos, el que permite a un punto de acceso remoto optimizar dinámicamente la mejor ruta conectado a la red dentro de la malla, ofreciendo resistencia a las interferencias y ayudando a asegurar una alta capacidad de la red. El despliegue y la gestión de costos de los Cisco Aironet 1500 Series se reducen mediante el apoyo de cero configuración y el despliegue de puntos de acceso a través de la capacidad de auto-curación, en respuesta a las interferencias o cortes. El Cisco Aironet 1500 Series dispone de un radio de comunicaciones de punto de acceso a punto de acceso, lo que le permite a la



Capítulo 2

ma de red maximizar la utilización del total de canales disponibles y reducir al mínimo la aparición de interferencias, lo que resulta una mayor capacidad disponible con las soluciones que utilizan una única frecuencia. Cuando se necesita más capacidad, la necesidad adicional de los sectores sólo se permitió, como la provisión de una conexión de red a un punto de acceso remoto. **(Anexo- 1; Fig. 2.6).**

2.1.2. Puente Inalámbrico Cisco (Cisco Aironet Bridges).

Cisco Aironet Bridges son transmisores inalámbricos LAN que conectan dos o más redes remotas en una sola LAN. Existen una serie de plataformas de estos transmisores como son los casos de 340, 350, 1300 y 1400.

➤ Puente Inalámbrico Cisco de la serie 340. (Cisco Aironet 340 Series Bridge).

Diseñado para satisfacer las necesidades de usuarios móviles, el Cisco Aironet® 340 series workgroup puentea los enlaces de ocho clientes de Ethernet a una LAN inalámbrica. Equipado con un conector de Ethernet estándar, el puente del grupo de trabajo conecta a un solo dispositivo de Ethernet o, a ocho dispositivos, a un puerto de un hub de una Ethernet de 10BaseT mediante el conector RJ45. El puente del grupo de trabajo es compatible con el Cisco Aironet 340 de la serie AP o los puentes inalámbricos.

En un entorno del campus, el puente del workgroup (grupo de trabajo) se conecta a los restantes grupos de trabajo en los edificios separados, rápidamente y económicamente. El puente del workgroup puede localizarse a 10 millas de distancia (sobre la mitad de la distancia de un puente inalámbrico) con la línea de vista clara de un Cisco Aironet 340 series wireless bridge usando una antena de gran alcance. El puente del workgroup elimina el costo de la instalación de cable y permite el despliegue rápido del equipo para su movida una nueva localidad. **(Anexo- 2; Fig. 2.7)**



Capítulo 2

➤ **Puente Inalámbrico Cisco de la serie 350. (Cisco Aironet 350 Series Wireless Bridge).**

De manera general presenta modelos primarios como son la 350 Series Multifunction Bridge (MFB) y 350 Series Workgroup Bridge (WGB).

La serie Cisco Aironet 350 Wireless Bridge ofrece una amplia gama de temperaturas de -20 ° a 55 ° C, lo que permite la colocación al aire libre en una caja NEMA o en ambientes duros como los almacenes y las fábricas. Con una caja de metal duradera, la Serie Cisco Aironet 350 Wireless Bridge es la certificación UL 2043, con características que incluyen:

- Alta velocidad (11 Mbps), de alta potencia (100 mW) de canal, enlaces de edificio a edificio de hasta 25 millas (40,2 km).
- Soporta configuraciones tanto de punto a punto y punto a multipunto.
- Amplio grado de apoyo a las antenas.

Al igual que la serie Cisco Aironet 350 puntos de acceso Cisco Aironet 350 Wireless Bridges Serie obtiene su potencia de funcionamiento por el cable de Ethernet, eliminando la necesidad de fuente de alimentación de AC para ejecutar lo que a menudo son dispositivos inalámbricos situados a gran distancia.

Para proporcionar flexibilidad durante la instalación y configuración, la Serie Cisco Aironet 350 Wireless Bridge se pueda acceder por cualquiera de la conexión de red local o por medio de un puerto de consola. La opción de agilidad de frecuencia en el Cisco Aironet 350 Series permite a los puentes seleccionar el canal de transmisión más claro, evitando el ruido y las interferencias. **(Anexo- 2; Fig. 2.8)**

➤ **Puente Inalámbrico Cisco de la serie 1300. (Cisco Aironet 1300 Series Wireless Bridge).**

Puede servir como una actualización o sustitución de los Cisco Aironet 350 Wireless Bridge proporcionando en el aire la compatibilidad con los actuales Cisco



Capítulo 2

Aironet 350 Series Wireless Bridge. Si bien en el modo de puente, las asociaciones de clientes también son aceptadas de manera eficaz en la prestación simultánea de puente y punto de acceso de capacidad.

El Cisco Aironet 1300 Serie apoya la configuración punto a punto o punto a multipunto para interconectar las redes remotas, temporales, o móviles rentablemente.

Como puente de grupos de trabajo, el Cisco Aironet 1300 Series conecta rápidamente cualquier dispositivo Ethernet habilitado, como un portátil o el ordenador portátil, a una WLAN. Al añadir un hub o switch Ethernet, puede conectar hasta 255 de estos dispositivos a cualquier punto de acceso de Cisco Aironet o puentes inalámbricos.

➤ **Puente Inalámbrico Cisco de la serie 1400. (Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge).**

El Cisco Aironet 1400 Wireless Bridge crea un nuevo punto de referencia para salvar inalámbricas, proporcionando un alto rendimiento y características en la solución para la conexión de múltiples redes de área local en un área metropolitana. La construcción de una zona metropolitana con la infraestructura inalámbrica de Cisco Aironet 1400 provee de equipamiento con un despliegue flexible y fácil de dar solución que satisfaga los requisitos de seguridad de los profesionales de redes de área amplia. Diseñado para ser una alternativa económica a las líneas arrendadas, está diseñada específicamente para la durar al aire libre. **(Anexo- 2; Fig. 2.9)**

El Cisco Aironet 1400 Wireless Bridge es el primer puente de alta velocidad y alto rendimiento al aire libre, brinda aplicaciones que da solución para línea de visión, ofreciendo características como:



Capítulo 2

- Apoya a la vez configuraciones de punto a punto o punto a multipunto.
- Líderes en la industria, la gama y el rendimiento, el apoyo a las tasas de datos de hasta 54 Mbps.
- Mejora de los mecanismos de seguridad basados en las normas 802,11.
- Optimizado para durar al aire libre con ampliación de los rangos de temperatura en su funcionamiento.
- Modelos con antenas integradas o modelos con conectores para la flexibilidad en el despliegue.
- Diseñado específicamente para la facilidad de instalación y funcionamiento.

2.1.3. Cisco PC Card.

PC Card = Tarjeta PC, tarjeta PCMCIA, tarjeta pequeña utilizada en la agregación de funciones para las computadoras, principalmente portátiles. El Cisco PC Card es una tarjeta de interfaz con redes inalámbricas. Esta tarjeta funciona como cualquier tarjeta estándar Ethernet cableada; sin embargo, el Cisco PC Card utiliza radiofrecuencias en vez de un cable para las conexiones LAN.

2.1.3.1. Client Adapters (Adaptadores de cliente).

La función primaria de los adaptadores de cliente es modular las frecuencias que proporcionen transparencia en las comunicaciones inalámbricas de los datos entre los dispositivos fijos, portátiles o móviles y otros equipos inalámbricos o una infraestructura de red alamburada. Ninguna función especial de la gestión de redes inalámbrica se requiere, y todas las aplicaciones existentes que operan encima de una red operarán usando los adaptadores.



Capítulo 2

- **Tipos de adaptadores de cliente:**

1. El PC Card Client Adapter es una tarjeta PCMCIA que puede insertarse en cualquier dispositivo equipado con un Tipo externo II o una ranura Tipo III para una tarjeta de PC. En los dispositivos se pueden incluir laptops, las agendas digitales, los ayudantes digitales personales y los dispositivos portátiles.



2. LM Card Client Adapter, al igual que la tarjeta anterior, puede insertarse en cualquier dispositivo equipado con un Tipo externo II o una ranura Tipo III para una tarjeta de PC. Normalmente se utiliza en los dispositivos portátiles.



3. PCI Client Adapter es una tarjeta adaptadora de cliente de frecuencia modulada que puede insertarse en cualquier dispositivo equipado con una vacía PCI de slot (ranura) extensa, como una computadora de escritorio.



- Las tres principales partes de un adaptador de cliente son: un radio, una antena de radio, y dos LEDs.



Capítulo 2

Radio.

El adaptador de cliente contiene un DSSS que opera en la banda, con permiso libre, en los 2.4GHz por la Industrial Scientific Medical (ISM). La radio transmite los datos sobre un canal semi-dúplex que opera a 11Mbps.

El DSSS, (**Direct Sequence Spread Spectrum**), espectro ensanchado por secuencia directa es una técnica que aumenta el ancho de banda necesario para transmitir una señal modulando el flujo de datos con un código extendido. Con DSSS, un código redundante (patrón de bit) se transmite con cada ráfaga de impulso de la señal, y la secuencia cortante sólo se le informa al transmisor y receptor. Este patrón de bit es llamado código chip. Entre más grande sea este chip, es más grande la probabilidad de que los datos originales puedan ser recuperados (pero, por supuesto se requerirá más ancho de banda). Si se dañan uno o más bits en el patrón durante la transmisión de datos, los datos originales pueden recuperarse a causa de la redundancia de la transmisión, sin necesidad de retransmisión. Básicamente, a mayor corte, mayor probabilidad de que pueden recuperarse los datos originales.

DSSS tiene mayor alcance y mejor ancho de banda comparado con FHSS, que es actualmente de 2Mbps a 11Mbps. Además, DSSS es más elástico a la interferencia que FHSS. Como consecuencia, DSSS se implementa más en los productos WLAN comerciales. Actualmente, no es compatible con la tecnología de Bluetooth. Esto es porque es sumamente vulnerable a la interferencia de los sistemas similares. DSSS se utiliza comúnmente en aplicaciones punto a punto.

Radio Antena.

El tipo de antena ha utilizar depende de su adaptador del cliente:

1. Las PC Card tienen un integrado, permanentemente unida a la diversidad de antenas. El beneficio del sistema de la variedad de las antenas es la mejora del alcance. La tarjeta cambiará y probará entre los dos puertos de la antena, para



Capítulo 2

seleccionar el más óptimo en la recepción de los paquetes de datos. Esto da una buena oportunidad manteniendo la (RF) en las áreas de conexión con interferencia. La antena se aloja dentro de la sección de la tarjeta que continua fuera de la ranura de la PC Card cuando esta se instala.

2. Las tarjetas LM son transportadas sin una antena; sin embargo, esta última puede conectarse a través del conector externo de la tarjeta. Si un snap-on de la antena es usado, debe ser operado en el modo de diversidad. Por otra parte, el modo de usar la antena debe corresponder al puerto de esta por el cual se conecta.
3. Los adaptadores de cliente PCI se envían con un dipolo de antena de 2dBi que une el conector adaptador de la antena. Sin embargo, pueden usarse otros tipos de antenas. Los adaptadores de cliente PCI sólo pueden operarse a través del puerto correcto de la antena.

LEDs.

El adaptador del cliente tiene dos LEDs que brillan o pestañean para indicar el estado del adaptador o para llevar los mensajes del error. (**Anexo- 2; Fig. 2.10 y 2.11**).

2.1.4. Antenas Cisco.

Cada despliegue de una LAN inalámbrica es diferente. Al diseñar una solución en el edificio, la variante de instalación se puede clasificar según tamaño, materiales de la construcción y las divisiones interiores que mejoren la transmisión. Al llevar a cabo una conexión de edificio a edificio debe tenerse en cuenta, distancia, obstrucciones físicas entre los medios y el número de puntos en la transmisión.

Cisco proporciona los mejores puntos de accesos, adaptadores de cliente y puentes en la industria, manteniendo una solución completa a cualquier desplie-



Capítulo 2

que de LAN inalámbrico. Tiene el rango más ancho de antenas, cable y accesorios disponible de cualquier fabricante inalámbrico.

Cisco ofrece un rango completo de antenas de 2.4 GHz y 5 de GHz para el punto de acceso y para el dispositivo de puenteo, que habilitan una solución inalámbrica personalizada para casi cualquier instalación.

Con el Cisco FCC (Federal Communications Commission) aprobado para antenas direccionales y omni-direccionales, con cable de baja pérdida, montaje del hardware, y otros accesorios, los instaladores pueden personalizar una solución inalámbrica que reúne los requisitos de incluso las aplicaciones más desafiantes. **(Anexo- 3; Fig. 2.12).**

- **2.4GHZ ANTENAS PUNTO DE ACCESO (ACCESS POINT ANTENNAS).**

Las antenas utilizadas de punto de acceso en la frecuencia 2.4GHz son compatibles con todo el equipamiento Cisco RP-TNC AP. Las antenas están disponibles con ganancia y rango de capacidades diferentes, anchura de la viga, y factores del formulario. Acoplando la antena apropiada y el punto de acceso, permite buena fiabilidad en los datos de más alta tasa de velocidad.

- **2.4 GHZ ANTENAS PUENTES (BRIDGE ANTENAS).**

Las antenas Cisco utilizadas de puentes permiten la transmisión entre las distancias de dos o más edificios. Cisco tiene una antena de puente para cada aplicación ya que es utilizable para la transmisión direccional en la configuración punto a punto y en las aplicaciones de la omnidireccional para la configuración punto a multipunto.

Utiliza cable de baja pérdida, de longitud que se extiende entre cualquier Cisco Aironet 2.4 GHz puente y punto de acceso. Con una pérdida de 6.7 dB por 100 pies (30 m) para el cable de baja pérdida y 4.4 dB para el cable de extrema baja



Capítulo 2

pérdida, esto proporciona la flexibilidad de la instalación sin un sacrificio significativo en el rango.

- **5GHZ ANTENAS PUNTO DE ACCESO (ACCESS POINT ANTENNAS).**

Las antenas utilizadas de punto de acceso en la frecuencia 2.4GHz tienen conectores de RP-TNC y son compatible con los de Cisco Aironet 1200 Serie y 1230AG de la Serie AP. La selección de la antena apropiada debe mantener el alcance óptimo para la aplicación deseada en la banda de frecuencia de 5GHz.

2.2. Estándar más usado para esta WLAN.

Como se ha mencionado anteriormente, los principales estándares usados por este equipamiento son el: 802.11a, 802.11b y 802.11g.

802.11a.

Los estándares 802.11a usan tecnologías de radio más moderna, OFDM (orthogonal frequency division multiplexing) con 52 subportadoras, para ofrecer velocidades máximas de 54Mbps dentro de los estándares IEEE, y hasta 108Mbps por desdoblamiento de la velocidad. La velocidad de datos se reduce a 48, 36, 24, 18, 12, 9 o 6 Mbit/s en caso necesario. Opera en la banda de 5 GHz y soporta hasta 64 usuarios por punto de acceso. Esta tecnología tiene varias ventajas en comparación con las normas actuales 802.11b. Primero, ofrece una razón de bits mayor. Puede transmitir los datos hasta 5 veces más rápido que 802.11b.

Además, la 802.11a tiene una gran capacidad. Hasta 12 (o 19 en Europa) canales no solapados están disponibles en la mayoría de las bandas de 5 GHz, 8 para red inalámbrica y 4 para conexiones punto a punto, en contraste con sólo tres canales en el caso de la banda de 2.4GHz. El ancho de banda total disponible en la banda de 5GHz, 200MHz (455MHz en Europa), es más alto que en la banda de 2.4 GHz, 83.5MHz. Por consiguiente, 802.11a pueden soportar más usuarios de banda ancha simultáneamente sin ningún conflicto.



Capítulo 2

Una desventaja es la incompatibilidad de esta frecuencia (5GHz) en Europa, reservada para la HyperLAN2.

La desventaja esencial de 802.11a es que no incluye implementación de dos técnicas de mitigación de interferencia vitales conocidas como DFS (selección de frecuencia dinámica) y TPC (control de potencia transmitida).

La falta de TPC y DFS es una falla fatal en las normas 802.11a y es muy probable que sea reemplazada por la versión 802.11h, que si los incluye.

802.11b.

Como se mencionó anteriormente, la 802.11b se conoce también como "Wi-Fi" (wireless fidelity) y este sello proporciona a los usuarios la convicción que productos que llevan este logotipo trabajarán juntos.

La norma 802.11b usa DSSS, puede proporcionar velocidades máximas de 11 Mbps dentro de los estándares IEEE y hasta 22 Mbps por desdoblamiento de la velocidad, utiliza el mismo método de acceso CSMA/CA definido en el estándar original. Opera a 2.4 GHz y admite 32 usuarios por punto de acceso. Las ventas de tarjetas de redes para computadoras portátiles y de escritorio así como puntos de acceso Wi-Fi están creciendo rápidamente. Una dificultad de esta norma que usa 2.4 GHz es que esta banda de frecuencia está sujeto a interferencia potencial que incluye otras tecnologías inalámbricas como Bluetooth, HomeRF, hornos de microonda, teléfonos inalámbricos, y la radio aficionada. Se ha sugerido que se reemplazará en el futuro por productos que tienen mayor velocidad así como mejor calidad de servicio y seguridad.

802.11g.

La norma 802.11g está definida como una tecnología para operar a 2.4 GHz que proporcionan velocidades más altas que 802.11b, hasta 54 Mbps (Los equipos de



Capítulo 2

redes 802.11g hasta ahora en el mercado alcanzan los 24 megabits por segundo), usando OFDM. Esta tecnología es tan rápida como 802.11a con más seguridad además de ser compatible con 802.11b. Esta norma también soporta modulación CCK (complementary code keying) y permite la modulación PBCC (packet binary convolutional coding) como una opción para enlaces más rápidos. Es más, tiene costos más bajos, gracias a dispositivos de baja-frecuencia que son más fáciles de fabricar, y menos pérdida de rutas que 802.11a. Además tiene mayor alcance y menor consumo de potencia que 802.11a.

La desventaja de 802.11g es el funcionamiento en la ya ocupada banda de 2.4GHz. Esto lleva a una menor capacidad (menos canales disponibles) cuando se compara con 802.11a. Mientras la modulación OFDM permite velocidades más altas, el ancho de banda total disponible en la frecuencia de 2.4 GHz permanece constante. Al contrario de los 12 canales que están disponible en la banda de 5 GHz, 802.11g está aun restringido a tres canales en la banda de 2.4 GHz. En este contexto, algunos defienden que 802.11g es meramente un camino de migración hacia la última meta de conectividad inalámbrica a 5GHz.

2.3 Alcance Radiofónico.

La potencia de la señal puede ser afectada por la cercanía a superficies metálicas y materiales sólidos de alta densidad. Los rangos que se muestran en la tabla a continuación, proveen una línea directiva general y pueden variar de acuerdo al ambiente físico actual donde se usa el producto.

Velocidad de los datos.	Entorno abierto.	Entorno semiabierto.
11Mbit/s	160m (525 pies)	50m (165 pies)
5.5Mbit/s	270m (885 pies)	70m (230 pies)
2Mbit/s	400m (1300 pies)	90m (300 pies)
1Mbit/s	550m (1750 pies)	115m (375 pies)



Capítulo 2

A mayor velocidad de transmisión menor es el área de cobertura a esa velocidad. Un AP con una PC Card 802.11b a 11Mbit/s puede comunicarse con clientes a una distancia máxima de 115m en un ambiente semiabierto. Sin embargo, solo los clientes dentro de los primeros 50m pueden alcanzar los 11Mbit/s. Clientes entre 50 y 70m se comunican a 5,5Mbit/s. Clientes entre 70 y 90m se comunican a 2Mbit/s; y clientes entre 90 y 115m se comunican a 1Mbit/s.

2.4 Pasos para la implementación de equipamiento Cisco en enlaces externos.

A la hora de realizar conexiones inalámbricas hay que tener en cuenta varios factores. El primer paso para diseñar una red inalámbrica es determinar que configuración de red, de las tres existentes, se ajusta mejor a nuestras necesidades.

2.4.1 Configuraciones de redes inalámbricas con Cisco.

Hay 3 configuraciones básicas de redes inalámbricas Cisco Aironet:

1. Uno o más APs (puntos de accesos) que conectan clientes inalámbricos a una red cableada, usando el modo de puente workgroup. Un cliente inalámbrico puede ser cualquier computadora con tarjeta adaptado a radiofrecuencias Direct-Sequence (DS) del estándar 802.11, ya mencionado anteriormente.

2. Dos o más APs usados como enlaces inalámbricos que conectan redes cableadas. A esto se le llama configuración LAN a LAN. Hay varias configuraciones LAN a LAN:

♦ Punto a Punto, que conecta 2 redes cableadas usando el modo de puente LAN a LAN de punto final.



Capítulo 2

♦ Punto a Multipunto, la cual nos interesa, puede conectar múltiples redes cableadas usando el modo de puente LAN a LAN multipunto.

3. Clientes inalámbricos que se comunican entre ellos sin una conexión a la red cableada. A esto se le llama red peer-to-peer (igual a igual ó par a par) ó ad-hoc.

Propiamente, las LANs están en diferentes edificios y la configuración requiere el equipamiento de antena exterior Cisco Aironet, por lo que se debe considerar lo siguiente:

1. Tipo de antena. Usar dos antenas direccionales en un enlace punto a punto. Usar una antena omni-direccional (AP central) y hasta 6 antenas direccionales (APs puntos finales) en una configuración punto a multipunto.

2. Instalación de la antena exterior. La antena exterior debe ser instalada por profesionales.

3. Sistemas de aterramiento. El AP y la antena exterior deben usar la misma tierra.

4. Realizar la conexión de la antena exterior al AP, y realizar la conexión del AP con la LAN cableada.

2.4.1.1 Punto a Multipunto.

Se puede conectar LANs cableadas en diferentes edificios usando la característica LAN a LAN multipunto. Al menos un AP se configura como AP multipunto, llamado AP central. El AP central se puede comunicar directamente con un máximo de 6 APs. Los 6 APs se configuran como puntos finales, los cuales solo pueden comunicarse directamente con el AP central. El AP central permite a los APs configurados como punto finales, comunicarse entre si a través de él.

Un AP Central usa una antena omni-direccional de manera que pueda comunicarse con múltiples AP en diferentes direcciones. Los APs puntos finales



Capítulo 2

generalmente usan una antena direccional apuntando al AP Central. La antena direccional permite incrementar la distancia entre los APs. Debe haber una línea visual clara entre las antenas para evitar una reducción en el nivel de la señal.

La **figura 2.13** muestra un ejemplo de un AP Central con 3 APs punto final. Los APs puntos finales se pueden comunicar solo a través del AP central y no directamente entre si.

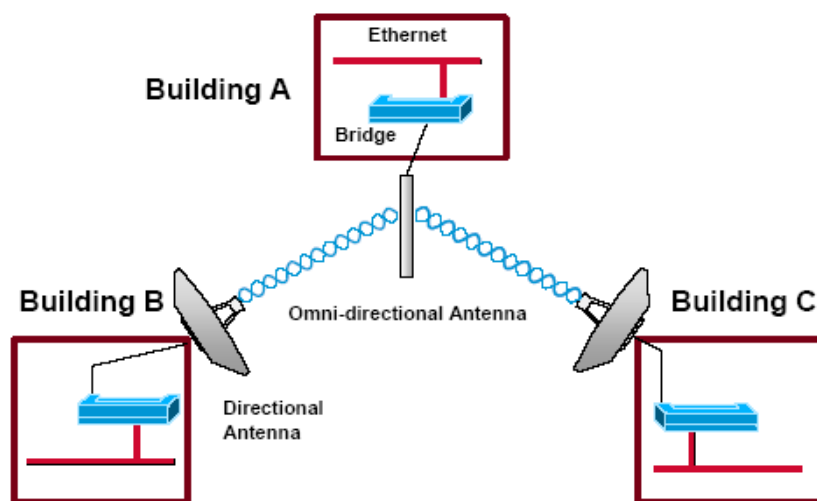


Figura 2.13

2.4.2. Red en modo infraestructura.

Esto es una red inalámbrica exterior donde se usa uno o más APs para conectar clientes a una LAN cableada. Para planear una red de infraestructura inalámbrica, se necesita determinar lo siguiente:

- Área de cobertura – el área donde se localizan los clientes. Si los clientes son móviles, esta es el área donde los clientes pueden conectarse a la red.
- Usuarios soportados – el número de clientes que se espera soportar.
- Utilización de la red – como los usuarios piensan usar la red. La Utilización puede incluir frecuentes transferencias de archivos grandes (utilización fuerte) o solo acceso al e-mail (utilización ligera).



Estos factores ayudan a determinar el número de APs necesarios. Después de esto, se necesita examinar los requerimientos del hardware AP y los requerimientos del sistema de clientes inalámbricos.

2.4.3 Equipamiento de Antenas Externas.

Para la configuración punto a multipunto, como hemos analizado anteriormente, se necesitan 6 antenas exteriores direccionales como una omni-direccional, en las que para nuestra propuesta de diseño, se requiere a tener en cuenta los dos tipos de antenas Cisco Aironet disponibles para el uso exterior con la PC Card 802.11b, en la cual consiste, en una PC Card del tipo PCMCIA de 16 bits que soporta 11Mbit/s. Esta tarjeta transmite a frecuencias en la banda de 2.4GHz, usando modulación CCK (Complementary Code Keying):

Antena direccional de 14dBi (Antena direccional de alta ganancia al aire libre con un conector de RP-TNC. Esta antena de WLAN es una Yagi de 16 elementos completamente adjuntos. Se diseña para ser usada como una antena de puente entre dos redes o para las comunicaciones de punto a punto y está normalmente montada en un mástil y es verticalmente polarizada).

Antena omni-direccional de 7dBi (Antena de banda ancha, ganancia nominal de 7dBi, encapsulada en una cubierta protectora a prueba de agua, polarizada verticalmente).

2.4.3.1 Elementos a tener en cuenta para el montaje de la antena.

- Posible ubicación de los equipos y antenas.
- Accesibilidad a estas áreas.
- Espacio disponible.



Capítulo 2

- Existencia de elementos cercanos que constituyan focos de interferencia (otros sistemas de RF, motores eléctricos, obstáculos naturales o artificiales, etc.).
- Posible elevación de las antenas sobre el nivel del suelo (se mide con el altímetro o por métodos estimados). Este aspecto es crítico en el logro de lo que se conoce como **Fresnel zone clearance**.
- Definición de las coordenadas geográficas con ayuda de un GPS. En distancias cortas de menos de dos Kms puede no requerirse esta información pues con asegurar la línea de vista y más de un 70% de la zona de Fresnel es suficiente.
- Línea de vista entre los dos puntos. La zona de Fresnel debe estar además libre de obstáculos incluyendo el suelo, por lo que es importante la definición de la altura de las antenas.
- Garantizar que en los puntos de colocación de las antenas, especialmente las direccionales, no existan objetos (principalmente metálicos) a menos de 3 metros de las antenas. En las omni se aplica lo mismo en los 360 grados.
- Elección adecuada de los de los mástiles y definición de trabajos adicionales de ser requeridos.
- Condiciones ambientales en que quedaran expuesto los equipos (exposición en ambientes erosivos) y definición de elementos de montaje e instalación que contrarresten ese ambiente (hermetización de conectores con materiales adecuados, etc.).
- Instalación y verificación de tierra física acorde a los parámetros que se exigen.



Capítulo 2

2.4.3.2 Factores a tener en cuenta para la ubicación de la antena.

El lugar donde las antenas pueden ser colocadas y la distancia entre ellas, se basa en los siguientes factores:

- Tipo de antena.
- Longitud del cable de la antena al AP.
- Razón de dato requerida.
- Obstrucción en el camino de la señal.
- Tipo de Cisco PC Card.
- En una red LAN a LAN, la distancia entre los edificios.
- El área alrededor de la antena donde los clientes necesitan comunicarse con el AP.

2.4.3.3 Máxima distancia entre las antenas.

La siguiente tabla muestra la máxima distancia entre las antenas a una razón de datos determinada. La distancia en las tablas se basa en lo siguiente:

- 15 metros (50 pies) de cable de antena de baja pérdida de la antena al AP.
- Tipo de PC Card (estándar o Hi-Gain matched).
- No obstrucción en la línea de vista. La obstrucción en la visual reduce la distancia total.



Capítulo 2

Data Rate Mbit/s	14 dBi Yagi to 14 dBi Yagi		14 dBi Yagi to 7 dBi Omni		7 dBi Omni to Vehicle-Mount	
	Distance	Line of Sight Clearance	Distance	Line of Sight Clearance	Distance	Line of Sight Clearance
11	5.6 km (3.5 mi)	9.8 m (33 ft)	2.5 km (1.5 mi)	6.3 m (21 ft)	0.8 km (0.5 mi)	3.4 m (11.2 ft)
5.5	7.9 km (4.9 mi)	12.1 m (40 ft)	3.5 km (2.1 mi)	7.5 m (25 ft)	1.1 km (0.7 mi)	4.1 m (13.5 ft)
2	11.2 km (6.9 mi)	15.4 m (51 ft)	5 km (3.1 mi)	9.1 m (30 ft)	2 km (1.2 mi)	5.6 m (18.4 ft)
1	15.8 km (9.8 mi)	20.3 m (67 ft)	7.1 km (4.4 mi)	11.3 m (37 ft)	2.5 km (1.5 mi)	6.3 m (21 ft)

Figura 2.14

2.5 Líneas de vista.

En general la línea de vista directa es necesaria para comunicaciones en la banda de 2.4GHz. En estos sistemas puede definirse que la existencia de una línea de vista es requisito indispensable. El asunto es como determinar si existe; para ello el primer aspecto es identificar si existe una línea óptica de visión entre los dos puntos de ubicación de las antenas, esto se puede lograr con un puntero láser o espejo que en condiciones de intenso sol, permita generar destellos luminosos visibles desde el otro extremo. Con la línea de vista óptica establecida, el segundo aspecto es valorar el recorrido entre los dos puntos y la existencia de la línea de vista en términos de RF, que se asocia a la claridad existente en la llamada zona de Fresnel.

La forma de las ondas de transmisión de radio, definida como zona de Fresnel, es más ancha en el medio. La zona de Fresnel existe como un elipsoide coaxial entre las dos antenas. La **figura 2.15** muestra la zona de Fresnel, el área gris entre las antenas. La forma exacta y ancho de la zona de Fresnel está determinada por la distancia entre las antenas y por la frecuencia de la señal de radio.

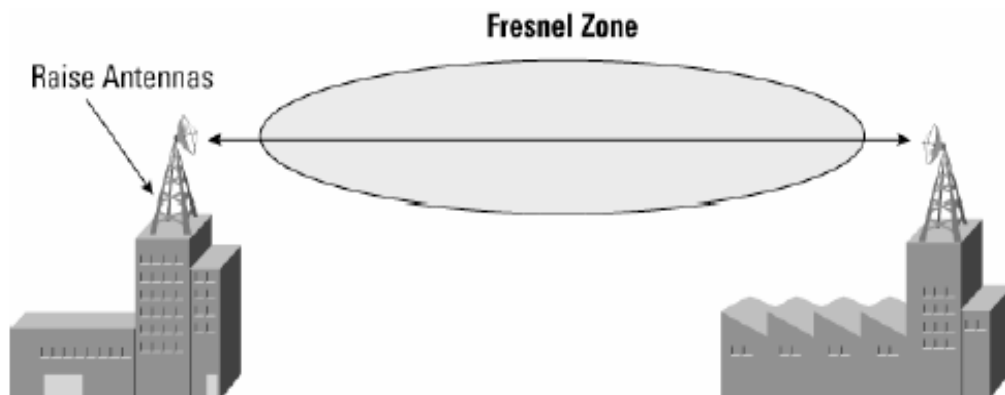


Figura 2.15. Zona de Fresnel y línea de vista

El radio de las ondas de transmisión, mostrado como la mitad baja de la zona de Fresnel, es la distancia del centro de la radiación hacia fuera en cualquier dirección. La longitud del radio se muestra en la **figura 2.14** como la línea de vista despejada o visual en el espacio libre (line of sight clearance). La longitud del radio no depende de la razón de datos ni del tipo de antena.

Como norma se asume que entre el 60 y 70% de la zona de Fresnel debe estar libre de obstáculos. Si una significativa parte de la zona de Fresnel es obstruida, una porción de la energía radiada se pierde, y esto trae como resultado la

reducción del buen funcionamiento. Con un GPS se puede determinar fácilmente las alturas y distancias a objetos que pueden potencialmente ser obstáculos. Para un funcionamiento óptimo, se debe asegurar que las antenas seleccionadas, en combinación con la altura de la instalación de la antena sobre el suelo, proporcionen suficiente claridad para permitir que la instalación de las antenas cubran la distancia entre los dos sitios, es decir, las antenas deben estar sumamente altas como para garantizar la visual entre ellas de manera que no exista suficiente interferencia que distorsione la calidad de la señal.



Capítulo 2

Los obstáculos en la línea de vista pueden reducir significativamente la distancia y funcionamiento. Las obstrucciones incluyen edificios, árboles y tendidos eléctricos.

Otros Factores que pueden reducir el alcance de la antena:

- Grandes áreas reflectoras que están paralelas o en partes perpendicular a la señal radiada causan reflexiones de la señal radiada.
- Debido a que los objetos circundantes, como árboles, tendidos eléctricos, y otras antenas reducen seriamente la eficiencia de la antena, es muy importante, a partir de una adecuada colocación de los mástiles, montar la antena tan alta y libre de obstáculos como sea posible. El lograr una zona de Fresnel libre de obstáculos es muy importante pues de no ser así, aun cuando se cumpla con el % exigido, entran a incidir elementos como pérdidas por difracción, que dificultan el trabajo de los sistemas y que siempre que sea posible se deben evitar.

2.6 Análisis matemático.

En este punto se debe realizar el cálculo de la zona de Fresnel y valorar las medidas necesarias para que quede libre de obstáculos.

Para distancias cortas, entiéndase menores de 5 Kms (11Mbps punto a punto), las características del recorrido no tiene un efecto critico, no así para grandes distancias donde la única forma de lograr buenos resultados, es mediante el empleo de sistemas de computo y aplicaciones diseñadas para estos fines. Aquí se debe analizar los puntos curvatura y reflexión de la tierra, superficies metálicas, líquidas, etc., como se mostró en las anteriores figuras. El comportamiento de las ondas electromagnéticas, aun en condiciones de no interferencia, sufre el efecto de atenuación por la propagación en el espacio libre. Esta expresión se describe por:



Capítulo 2

$$L_p = 32,4 + 20 \log f + 20 \log d [dB]$$

Donde:

- L_p : Pérdidas por propagación en espacio libre.
- f : Frecuencia en MHz
- d : Distancia en Kms.

En un sistema real, es evidente que para el cálculo de la potencia real a la entrada del receptor, deberán considerarse también:

- Ganancia de las antenas.
- Pérdidas en los cables coaxiales.

La ecuación final quedaría:

$$P_r = P_t - L_p + G_t + G_r - L_t - L_r$$

Donde:

- P_t = Potencia de salida del Tx (dBm o dBW utilizar las mismas unidades que P_r).
- L_p = Pérdidas por recorrido en espacio entre antenas isotrópicas (dB).
- G_t = Ganancia de la antena Tx (dBi).
- G_r = Ganancia de la antena Rx (dBi).
- L_t = Pérdidas en línea de Tx entre Tx y antena del Tx (dB).
- L_r = Pérdidas en línea de Rx entre Rx y antena del Rx (dB).

El margen de atenuación debido a otros factores como lluvia, etc., en estos sistemas es mínimo. Cuando se ha respetado la “claridad” en la zona de Fresnel, incluso otros elementos tampoco son apreciables. Como se mencionó anteriormente, deben evitarse superficies de reflexión de todo tipo y los recorridos sobre agua que también pueden ser críticos.



Capítulo 2

El otro cálculo importante es el de la zona de Fresnel y el reajuste de la altura de las antenas a fin de lograr entre un 60% y un 70 % libre de obstáculos.

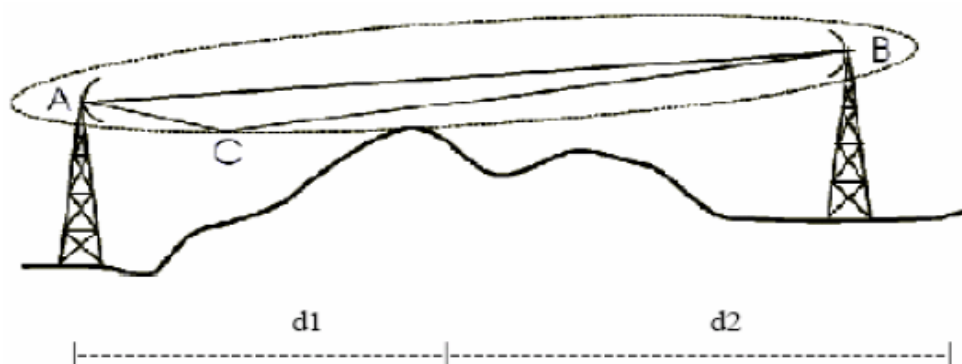


Figura 2.16. Parámetros para el cálculo.

Como se muestra en la **figura 2.16**, cualquier punto “C” en el elipsoide puede ser calculado por la expresión:

$$h = 17,3 \sqrt{\frac{d_1 d_2}{f(d_1 + d_2)}}, \text{ para distancias } d_1, d_2 \text{ en Kms y } f \text{ en GHz.}$$

El valor de h se obtendrá en metros y es el radio de la zona de Fresnel en ese punto. Si se conoce la altura del obstáculo, se puede saber si en ese punto se obstruye o no la zona de Fresnel y en que medida.

La información del patrón de radiación de la antena es muy útil a la hora de determinar la ganancia en una dirección dada. El cálculo de las pérdidas por propagación en espacio libre nos da un criterio para el tipo de antenas (en términos de ganancia) necesaria en cada caso.



CAPITULO 3. Simulación y diseño de la red.

La modelación y la simulación nos ayudan y brindan un nuevo nivel de eficiencia en el análisis y diseño de las redes de comunicaciones, en presencia de las crecientes exigencias (adiciones de nuevos hardware y software, desarrollos de nuevos protocolos y algoritmos, etc.) en el planteamiento y puesta en funcionamiento de las redes. En la medida que la tecnología avanza, las redes se hacen más complejas, lo cual requiere un diseño más cuidadoso y un mayor rigor en las exigencias del comportamiento de las mismas. La simulación permite comprobar diseños, evitando sobredimensionar las redes de computadoras y resolver cualquier problema de forma segura y económica.

En la actualidad existen diferentes simuladores que permiten realizar el análisis del comportamiento de redes de computadoras de forma general ó específica. Para el presente trabajo se escogió el OPNET por permitir, por medio de un editor gráfico, la construcción del modelo de una red y la fijación de las características de cada uno de los elementos a emplear del modelo. Posee una biblioteca con información de equipos de diversos fabricantes y es posible hacer el diseño con aquellos que pudieran utilizarse posteriormente.

En la **figura 3.1** se representa, con la ayuda del mencionado software, el diseño de la red de las tiendas TRD en la cual se encuentran conectadas a los servidores denominados SQL, Email y FTP pertenecientes al nodo central (EAT), usando tecnología inalámbrica, sobre un escenario configurado en kilómetros con un máximo de 10Km, en donde las unidades comerciales están situadas con relación al EAT:



Capitulo 3

<u>Tiendas</u>	<u>Distancia al EAT</u>
Dos Leones	1,5 Km.
El Perla	2 Km.
El Triunfo	3 Km.
La Colonia	4 Km.
Supertienda Oriente	3 Km.
El Bosque	5 Km.

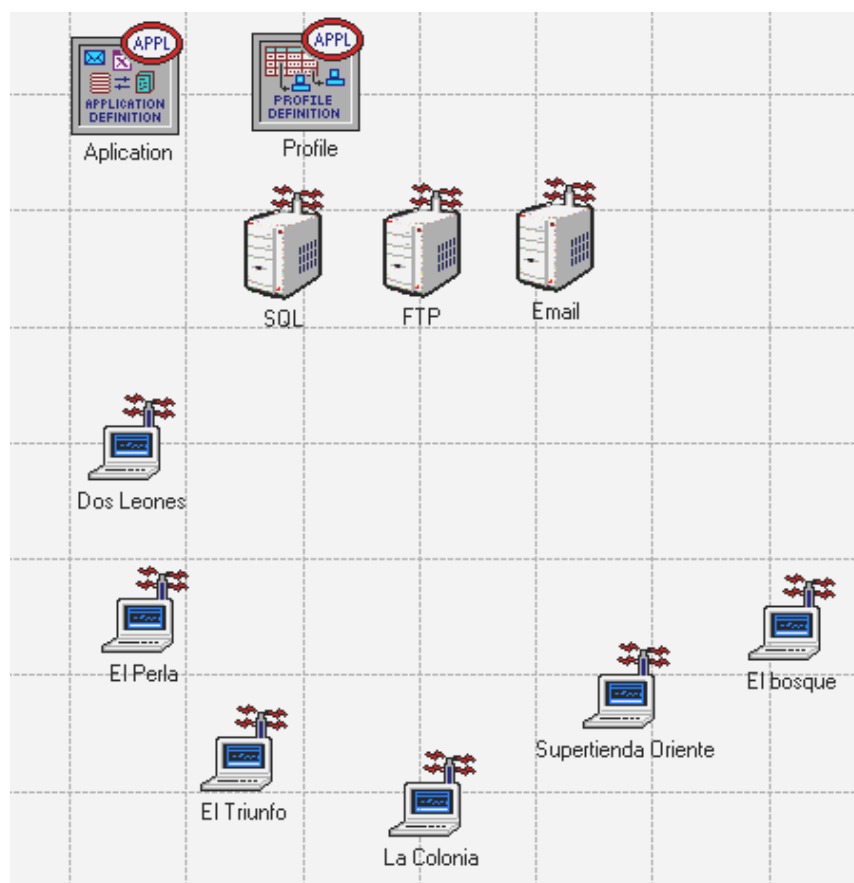


Figura 3.1

Entre las ventajas que brinda el software está la oportunidad de poder, a partir de la definición de la topología de la red y la posibilidad de configurar los dispositivos que la componen con antelación para su simulación en un intervalo de tiempo seleccionado, elegir las estadísticas a analizar, las que pueden ser a nivel de nodo o global. Para el caso que estamos estudiando, tendremos en cuenta ambas op-



Capítulo 3

ciones, de las cuales estaremos enfocados en la información del desempeño del sistema (global) y por otra parte, al tráfico en la transmisión y recepción de los datos en bytes/sec de cada una de las tiendas TRD a los diferentes servidores (nodo).

3.1. Eficiencia de la red.

Terminada la simulación se procede a observar los resultados arrojados por la misma apoyándonos en el menú “*Results*”, seleccionando del mismo los elementos que queremos analizar. Entre las estadísticas que ofrece el OPNET, que caracterizan la eficiencia de la red, encontramos el retardo (Delay) y el flujo promedio que transita por los enlaces durante un instante de tiempo en bits/sec (Throughput), resultados que se obtienen mediante la opción [time _ average] del software.

Para el caso del retardo, si observamos el retardo global de la red, el resultado será un retardo medio, con lo que podemos plantear que no influyen de manera directa las distintas velocidades, si tenemos en cuenta que en la red contamos con enlaces con más bajas velocidades que otros. Por el contrario, en el caso del retardo por nodo, el retardo es muy pequeño para el enlace rápido y un retardo elevado para el enlace lento. Por otra parte, para poder medir el throughput con el OPNET a lo largo de toda la simulación, se ha definido una aplicación FTP donde los nodos inalámbricos (tiendas) descargan un fichero de gran tamaño a lo largo de toda la simulación para así tener siempre el canal ocupado a su máximo rendimiento.

Además de tener en cuenta que al software se le configura como momento de referencia para obtener estos gráficos, la conexión simultánea de todas las unidades comerciales con cada uno de los servidores, es decir que por ejemplo las seis tiendas estén conectadas al mismo tiempo con el servidor Email, con el de FTP y con el de SQL.

Capítulo 3



Capítulo 3

Según los resultados obtenidos en la gráfica de la **figura 3.1**, en el caso del retardo de manera global, se puede apreciar que el tiempo con que se demora en enviar el transmisor (las tiendas) al receptor (los servidores) y viceversa durante todo el período de simulación es de 3.8ms por lo que se puede decir que el resultado obtenido es adecuado si tenemos en cuenta que la distancia máxima entre los nodos con los servidores es de 5Km.

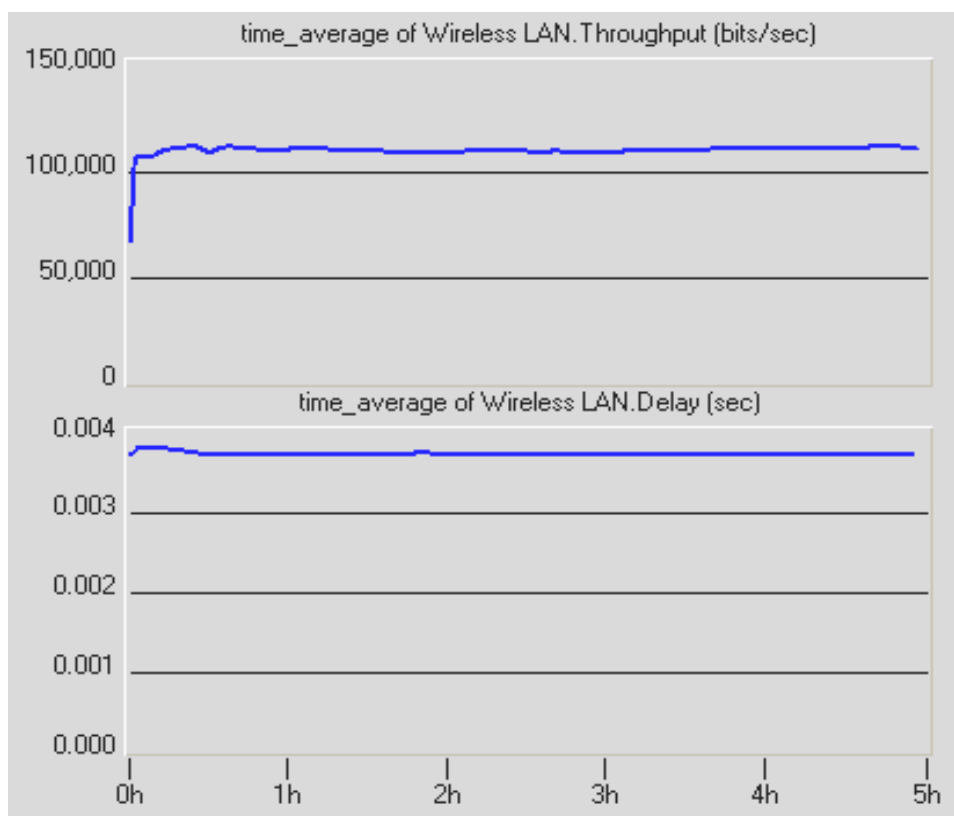


Figura 3.1

En relación al flujo en bits/sec, la gráfica nos muestra que tanto las unidades comerciales como los servidores en su intercambio, dan un resultado promedio de 101376 bits/sec que llevado a megabits/sec nos da un flujo de 11Mbps debido en gran medida a que el OPNET siempre mantiene el valor máximo de throughput mientras llegue algo de señal al nodo y en el caso que la potencia recibida sea



Capítulo 3

inferior al umbral, se pierde la señal y la conexión con los servidores. El funcionamiento del DLC (Default Link Closure) de OPNET se basa en un modelo booleano de “True” o “False” donde si la potencia recibida es mayor al umbral, el flujo es máximo y viceversa.

Por lo que al tener en cuenta estos dos valores del retardo y el flujo (throughput) demuestran en gran medida una aceptable eficiencia de la red.

3.2. Tráfico promedio en la transmisión y recepción de datos.

En cuanto al tráfico en la transmisión y recepción ya sea con el servidor donde se encuentra la base de datos (SQL), el correo (Email) o el servidor de ficheros (FTP), se puede apreciar que en todas las tiendas TRD Caribe, poniendo como ejemplo la gráfica (**Figura 3.2**) de la unidad comercial Dos Leones, en el caso del primero el promedio máximo aproximado es de 1410 bytes/sec, aunque van estabilizar luego de la primera hora un valor de 1408 bytes/sec (11Mbps), ya que en las horas iniciales es cuando los puentes comienzan su conexión creando las rutas para su comunicación. Con relación a los servidores de correo como al de fichero los valores van oscilar, llevados a megabits/sec, entre 1.2Mbps y 2.0Mbps, cifras estas que se asemejan al tráfico de una red inalámbrica en la práctica real, los cuales fluctúan por ese rango para evitar principalmente la ocurrencia de errores durante la transmisión y recepción, y por otra parte, al conectarse 6 usuarios a un nodo central de 11Mbps la tasa de los datos en la conexión están alrededor de los 1.7Mbps, el cual se puede incrementar de acuerdo a la disminución del número de usuarios conectados a la red. Los resultados alcanzados en el resto de las unidades se encuentran en (**Anexo- 4 a 5; Fig. 3.3 a la 3.7**).

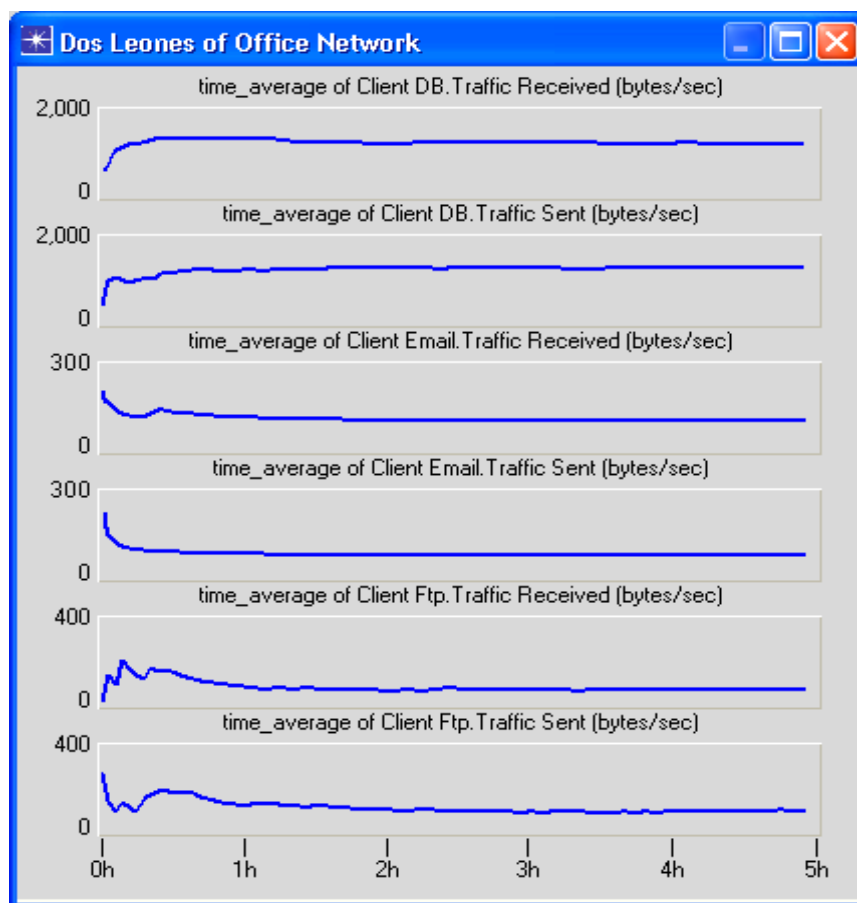


Figura 3.2



CONCLUSIONES:

En el trabajo se cumplieron las tareas trazadas. Se propuso una solución óptima al problema presentado, luego de analizar algunas variantes descritas en el informe.

Del análisis realizado se concluyó:

1. La estructura arquitectónica del entorno del área de estudio permite el empleo de una variante de red inalámbrica que da solución a los requerimientos planteados por el EAT de Sancti Spíritus.

Dada la posibilidad real de conectar las Unidades Comerciales de la cabecera municipal sin necesidad del uso de cables, equipamiento que presenta costos accesibles, la EAT de Sancti Spíritus puede contar con el avance imparable de las tecnologías inalámbricas que van evolucionando con el paso de los años a un ritmo acelerado con el único fin de seguir innovando cada días más.

2. El estudio del equipamiento Cisco, sobre el cual se propone implementar esta red inalámbrica, nos permite crear nuevas capacidades técnicas y alcanzar el desempeño deseado.

La tecnología Cisco permite, entre otras ventajas, fiabilidad, seguridad y flexibilidad de despliegue, que garantiza una mejor razón en el flujo de la información que se origina desde la Unidades Comerciales hacía el EAT y viceversa.

3. Con la simulación en el OPNET Modeler del proyecto, se crea una guía de diseño sencilla que ayuda a una mejor comprensión de las asignaturas de Telemática I - II y Redes de Telecomunicaciones, facilitando un aprendizaje en condiciones más cercanas a la realidad y contribuyendo a que el estudiantado obtenga una mejor formación a lo largo de sus estudios.



RECOMENDACIONES:

De este trabajo se derivan un grupo de recomendaciones que consideramos necesarias para darle continuidad al proyecto y con ello lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos. Dichas recomendaciones son:

- Que el EAT de Sancti Spíritus proponga a la Gerencia de la Cadena TRD Caribe la factibilidad de implementar la red inalámbrica en el territorio como la alternativa más viable para dar solución a las limitaciones actuales en el flujo de la información.
- En la ubicación de las antenas seleccionadas en nuestro proyecto se debe tener en cuenta: evitar los obstáculos en la línea de vista y realizar la orientación de las mismas mediante el equipamiento disponible y no de forma manual.
- Continuar el estudio de los demás estándares, haciendo énfasis en los no explicados en este trabajo, como HiperLAN2 y HomeRF , teniendo en cuenta que cada estándar tiene sus ventajas y son más adecuados para aplicaciones específicas.
- La realización de un estudio en el área sobre cobertura para sistemas de radio y acceso inalámbrico, lo cual facilitaría las futuras ampliaciones y mejoras técnicas.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA:

- Cisco Systems, Inc. (2004), Cisco Aironet 2.4 GHz and 5 GHz Antennas and Accessories Complete The Wireless Solution, Cisco Press. Disponible en: [http:// www.cisco.com/go/offices](http://www.cisco.com/go/offices).
- Cisco Systems, Inc. (2004), Cisco Aironet 350 Series Bridge, Cisco Press.
- Cisco Systems, Inc. (2004), Cisco Aironet 802.11a/B/G Wireless PCI Adapter. Cisco Press.
- Pejman Roshan, Jonathan Leary.(2003), 802.11 Wireless LAN Fundamentals. Cisco Press.
- Cisco Systems, Inc.(2004), Cisco Wireless LANs Course. Cisco Press.
- Cisco Systems, Inc.(2002), Cisco Aironet 350 Series Wireless Bridge. Cisco Press.
- Cisco Systems, Inc.(2002), Cisco Aironet 350 Series Access Point. Cisco Press.
- Cisco Systems, Inc.(2003), Cisco Aironet Access Point Software Configuration Guide. Cisco Press.
- Cisco Systems, Inc.(2006),Cisco Aironet Antennas and Accessories. Cisco Press.
- Cisco Systems, Inc. (2004), Cisco Aironet Wireless Access Points. Cisco Press.
- Cisco Systems, Inc. (2002), Cisco Aironet 1100 Series Access Point Installation and Configuration Guide. Cisco Press.
- Cisco Systems, Inc. (2003), Cisco Aironet 1200 Series Access Point Installation and Configuration Guide. Cisco Press.
- Cisco Systems, Inc. (2004), Cisco Aironet 1300 Series Outdoor Access Point/Bridge. Cisco Press.
- Cisco Systems, Inc. (2004), Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge. Cisco Press.
- Cisco Systems, Inc. (2004), Cisco Aironet 1500 Series Lightweight Outdoor, Mesh Access Points, Cisco Press.



Referencia Bibliográfica

Cisco Systems, Inc. (2004), Using VLANs with Cisco Aironet Wireless Equipment, Cisco Press.

Ouellet. Eric, Padjen Robert , Pfund Arthur . (2002), Building A Cisco Wireless LAN, Cisco Press.

Cisco Systems, Inc. (2003), Aironet Wireless LAN Fundamentals, volumen 1, versión 3.1. Cisco Press.

Castaneda. H. David, Alasdair. Oisin Mac, Vinckier. Christopher A. L. (2006). The Business Case for Enterprise-Class Wireless Lans. Cisco Press. 456.

Enlaces relacionados visitados:

Wireless Installation:

http://www.kellyandwilmore.com/html/contact_information.html

Digital Wireless Basics:

<http://www.telecomwriting.com>

Telex Wireless Products Group:

<http://www.telexwireless.com/home.htm>

Antennas:

<http://www.cebik.com>

Think Wireless, Inc:

<http://www.thinkwireless.com>



GLOSARIO

ADC	Convertor análogo/digital. (Convertidor análogo / digital).
ATM	Asynchronous Transfer Mode (Modo de Transferencia Asíncrono).
AP	Access Point (un concentrador / puente o hub / bridge)
AES	Advanced Encryption Standard. (Encriptación Avanzada Estándar).
APWP	Adaptive Path Wireless Protocol. (Trayectoria Adaptable para Protocolo Inalámbrico).
CCK	Complementary Code Keying. (Tecleo del Código Complementario)
CSMA / CD	Carrier Sense Multiple Access /Collision Detect.
CLI	Interfaces de Línea de Comandos.
CAP	Phase-amplitude without carry.(Fase-Amplitud sin portadora)
DS	Direct-Sequence. (Secuencia Directa).
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum. (Espectro Ensanchado por Secuencia Directa).
DFS	Selection of Dynamic Frequency. (Selección de Frecuencia Dinámica).
DLC	Default Link Closure. (Cierre por Defecto del Enlace).
DSLAM	Multiplexer of Access of Line of Digital Subscriber. (Multiplexor de Acceso de Línea de Suscriptor Digital).
DMT	Discreet Multitono. (Multitono Discreta).
DSP	Digital Processing of Signs. (Procesamiento Digital de Señales).
DAC	Convertor digital / análogo. (Convertidor digital / análogo).
ETECSA	Empresa de Telecomunicaciones de Cuba.
EAT	Equipo de Atención Territorial.
FCC	Federal Communication Commission.(Comisión de Comunicación Federal).
IP	Internet Protocol. (Protocolo de Internet).
ISM	Industrial Scientific Medical. (Industria Médica Científica).
NIC	Network Interface Card. (Tarjeta de Interfaz de Red).
OBE	Organización Básica Eléctrica.



Glosario

OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing.
PVC	Permanent Virtual Circuit. (Circuito Virtual Permanente).
PDA	Personal Digital Assistant. (Asistente Digital Personal).
PBCC	Packet Binary Convolutional Coding.
SVC	Commuted Virtual Circuit. (Circuito Virtual Conmutado).
TRD	Tienda Recaudadora de Divisa.
TPC	Control of Transmitted Power. (Control de Potencia Transmitida).
WLAN	Wireless Local Area Network. (Red de área local inalámbrica).
Wi-Fi	Wireless Fidelity. (Fidelidad inalámbrica).
WEP	Wired Equivalent Privacy. (Retiro Equivalente Alambrado).
xDSL	Lines of the Digital Subscriber. (Líneas del Suscriptor Digital).



ANEXOS – 1



Figura 2.1

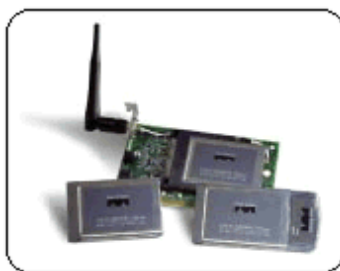


Figura 2.2



Figura 2.3



Figura 2.4



Figura 2.5



Figura 2.6



ANEXO – 2



Figura 2.7



Figura 2.8



Figura 2.9



Figura 2.10

Verde LED	Ambos LED	Condición
OFF	OFF	El adaptador del cliente no está recibiendo energía o un error ha ocurrido.
Pestañeando rápidamente	Pestañeando rápidamente	Power está activo, self-test está OK, y el adaptador del cliente está escaneando para una red.
Pestañeando lentamente	Pestañeando lentamente	El adaptador del cliente se asocia a un Punto de acceso.
Pestañeando despacio o continuamente	Pestañeando	El adaptador del cliente está transmitiendo o recibiendo los datos asociados a un Punto de acceso.
Off	Pestañeando rápidamente	El adaptador del cliente está en dominio excepto el modo.
On	Pestañeando rápidamente	El adaptador del cliente está en el modo ad hoc.
Off	On	El driver está instalado incorrectamente.
Off	Pestañeando en un patrón.	Indica una condición de error.

Figura 2.11



ANEXO – 3



Figura 2.12

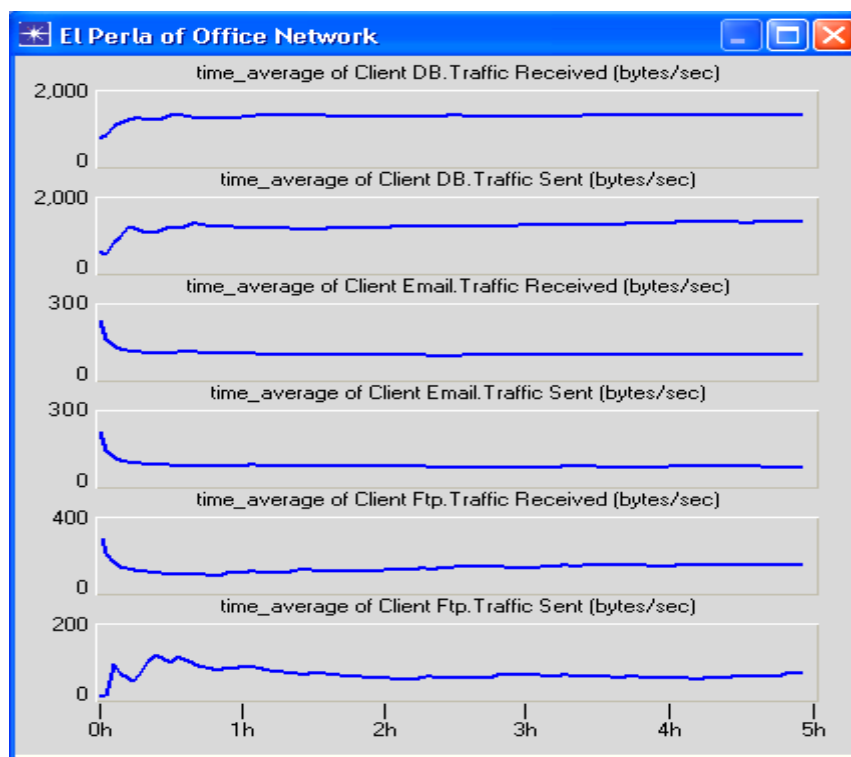


Figura 3.3



ANEXO – 4

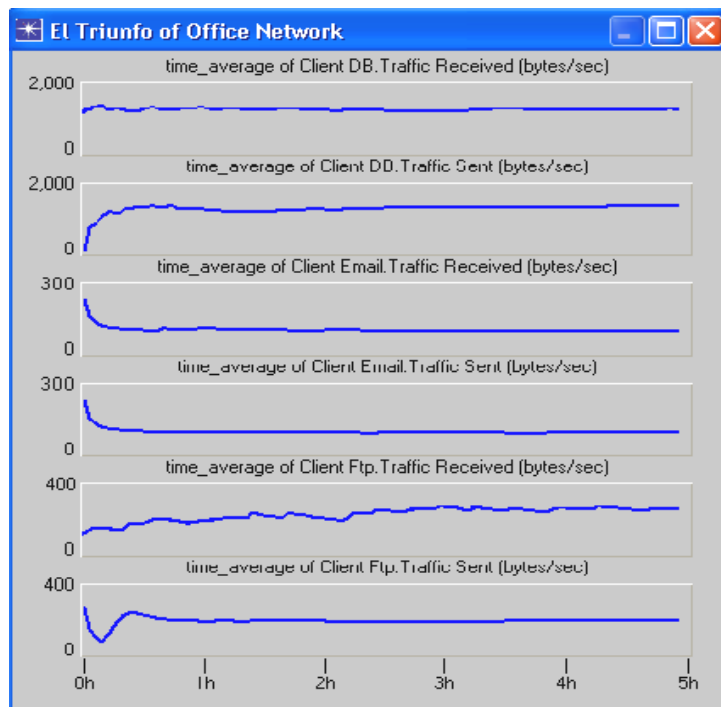


Figura 3.4



ANEXO – 5

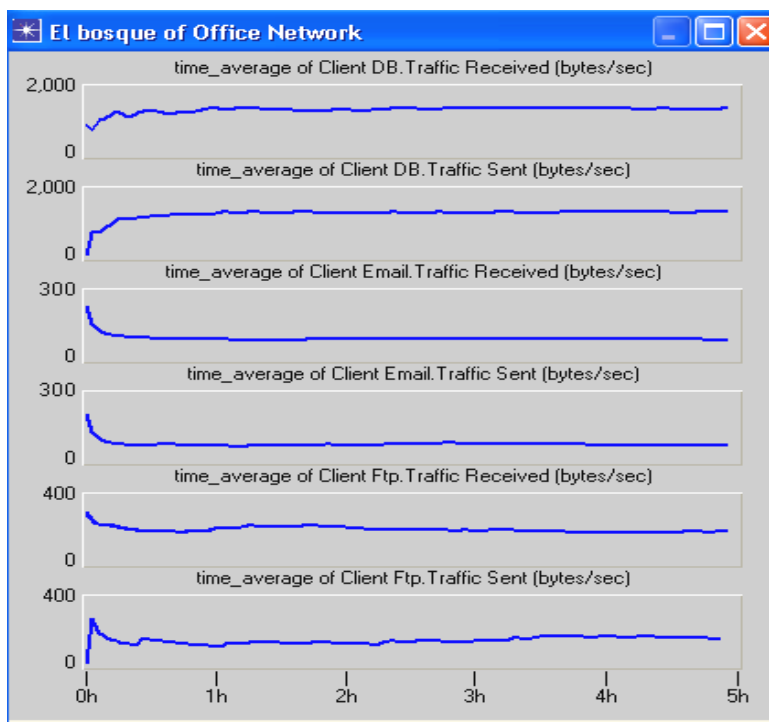


Figura 3.5

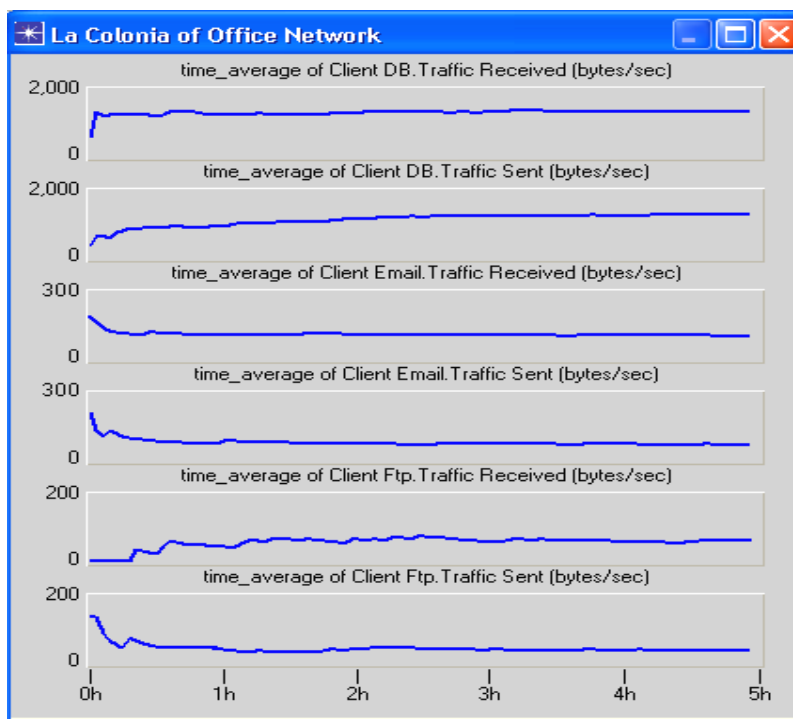


Figura 3.6



ANEXO - 6

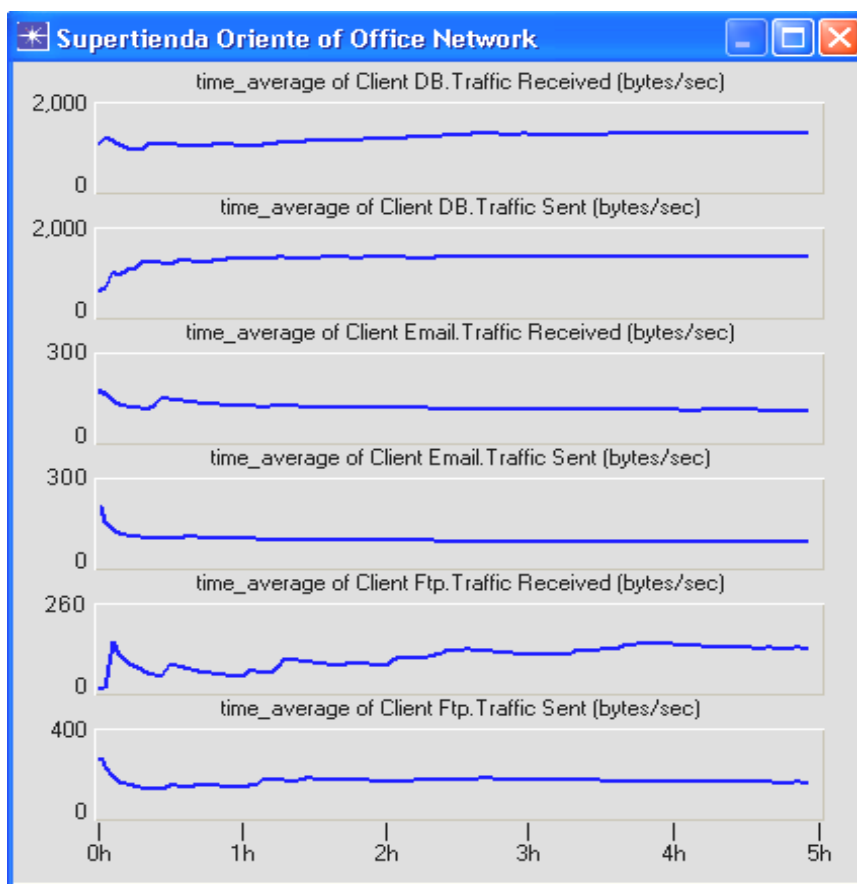


Figura 3.7