Universidad APEC
UNAPEC

FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS
DECANATO DE INFORMATICA

"Análisis e Implementación de la Tecnología Wimax aplicando el estándar 802.16e, para los usuarios del Campus Principal de UNAPEC, Período Enero-Abril 2007"

CESAR AUGUSTO GONZALEZ P.
MATRÍCULA 2002-2316

JANCEL ANTONIO CERDA ACEVEDO
MATRÍCULA 2002-2754

ANA RITA NUÑEZ PEREZ
MATRÍCULA 2002-2877

Monografía para optar por el título de
Ingeniero en Sistemas de Computación
Ingeniero en Sistemas de Información

Santo Domingo, D. N.
2007

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

UNIVERSIDAD APEC
UNAPEC

VICERRECTORIA ACADEMICA

ADENDUM DE MONOGRAFIA PARA OPTAR POR EL TITULO DE:
INGENIERO EN SISTEMAS DE COMPUTACION
INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACION

"Análisis e Implementación de la Tecnología WiMax aplicando el estándar 802.16e, para los usuarios del Campus Principal de UNAPEC, Período Enero-Abril 2007"

CESAR AUGUSTO GONZALEZ P.
MATRICULA 2002-2316

JANCEL ANTONIO CERDA ACEVEDO
MATRICULA 2002-2754

ANA RITA NUÑEZ PEREZ
MATRICULA 2002-2877

Santo Domingo, D. N.
2007

PRIMERA PARTE

Este trabajo trata sobre la implementación de una red inalámbrica para el campus principal de Unapec, utilizando el estándar IEEE 802.16e (Wimax Móvil), con el fin de proveer a los usuarios de la red servicio de Internet inalámbrico lo más eficientemente posible. El propósito principal de Wimax es ampliar las opciones de conectividad y acceso a las comunicaciones en sitios y comunidades remotas fuera del alcance de redes cableadas. También su esencia es brindar mayor ancho de banda, flexibilidad en la expansión de las redes y puntos de acceso.

La humanidad busca la manera de comunicarse más y mejor. Desde el principio de los tiempos, la obsesión del hombre ha sido buscar siempre encontrar las herramientas más útiles para poder hacerlo. Desafiando el límite de la tecnología, la sociedad ha desarrollado nuevos sistemas de comunicación que poco tiempo atrás formaban parte de una fantasía.

Hoy la Internet ha potenciado aquel anhelo logrando que la comunicación supere cualquier barrera. Sin embargo el hombre necesito más, la globalización expande ilimitadamente los mercados y los nuevos modelos de negocios dependen cada vez más de comunicaciones simultáneas, en tiempo real y desde cualquier sitio.

La Banda Ancha Portable (Wimax), nuevo concepto tecnológico que permite la convergencia de datos, Internet, voz, telefonía, y video en una única plataforma IP, la única evolución de la tecnología que permite el acceso a una red de datos en cualquier lugar que se encuentre, ha sido tan imprescindible como expandir las áreas de trabajo. La banda ancha portable es sin límites cuando se quiera, donde se quiera y de una manera simple para estar siempre mejor conectados.

La tecnología Wimax, ha llevado una nueva revolución en las comunicaciones inalámbricas presentado por primera vez en Latinoamérica. Wimax 802.16e permite la instalación del equipo del cliente en espacios interiores, sin necesidad de línea de vista a las estaciones de radio, garantizando al usuario alta capacidad de servicio. Esta tecnología también brinda alta velocidad de transferencia de datos con una cobertura más amplia que cualquier otra actualmente disponible.

ESTRATEGIA METODOLOGICA

Como parte del proceso, se realiza una investigación documental, tratando de examinar de la mejor manera posible todos los aspectos concernientes a la implementación o migración de la red inalámbrica actual (WIFI) al estándar 802.16 (Wimax) del Recinto Estudiantil del Campus I de la Universidad APEC. De igual forma, se hace una evaluación de la situación económica y geográfica para hacer la mejor implementación a nivel operacional que se tenga al alcance. Esta metodología de investigación se fundamenta en la información que se recoge o consulta en documentos, entendiéndose este término en sentido amplio, como todo aquel material de índole permanente, al que se pueda acudir como fuente o referencia en cualquier momento o lugar sin que se altere su naturaleza o sentido, para que aporte información o rinda cuentas de una realidad o acontecimiento.

Este trabajo es fuente de una investigación exploratoria, en el cual analizamos y examinamos todas las consideraciones necesarias para la instalación de una red Wimax en el Campus I de Unapec. Mediante la observación de campo se estudia y analiza la infraestructura de nuestra casa de estudio, para demostrar la factibilidad de una implementación de red inalámbrica con el estándar IEEE 802.16e.

Las principales técnicas de investigación utilizadas para el desarrollo de este proyecto, se refieren a las siguientes:

- Consulta de literatura pertinente al tema; con extracción y recopilación de las informaciones de interés hacia el tema.

- Entrevistas con profesionales del área, con el objetivo de obtener informaciones y apreciaciones sobre nuestro objeto de estudio. Se recopilaron y analizaron informaciones escritas previamente resumidas, depuradas y organizadas.

- Observación de campo, en el cual medimos y evaluamos las ventajas y oportunidades de tecnología Wimax, para los usuarios de la Universidad Apec.

SEGUNDA PARTE

ASPECTOS TEORICOS-CONCEPTUALES

La tecnología inalámbrica Wimax, también denominada como La Banda Ancha Portable, redes de área metropolitana, basada en el estándar IEEE 802.16, su principal función es dotar de acceso a Internet a comunidades y ciudades de una manera sencilla y baja en costos. Así como brindar mayor ancho de banda, flexibilidad en la expansión de las redes y puntos de acceso.

El término "inalámbrico" hace referencia a la tecnología sin cables que permite conectar varias máquinas entre sí. Las conexiones inalámbricas que se establecen entre los empleados remotos y una red que conceden a las empresas flexibilidad y prestaciones muy avanzadas.

El impacto de la red inalámbrica Wimax.

WiMax es una tecnología que trae al mercado la posibilidad de expandir la banda ancha, tanto fija como móvil. En fija permitirá compartir y complementar otras tecnologías, como ADSL o fibra. Tiene la flexibilidad que los cables no tienen y es de rápida instalación.

La red Inalámbrica Wimax es anunciada como un medio accesible de llevar la Internet a regiones rurales más pobres en el mundo, superar el monopolio de banda ancha de las compañías de cable y de teléfonos, y eventualmente abarcar países enteros con acceso de alta velocidad a la Internet para procesar videos, hacer llamadas telefónicas y completar otras tareas que requieren una cantidad numerosa de datos.

WiMax (abreviatura en inglés de Interoperabilidad Mundial de Acceso a Microondas) se anticipa en dos variantes. La primera, conocida como inalámbrica fija, es similar a la conocida como Wi-Fi, pero en mucha mayor escala y a mayor velocidad. Otra versión mantendría los artefactos con WiMax conectados en superficies amplias al igual que los teléfonos celulares.

Sus partidarios dicen que WiMax sería un complemento y no una competencia de las tecnologías existentes como Wi-Fi, la tecnología de red inalámbrica local ahora disponible en parques, cafés, aeropuertos y muchos sitios en todo el mundo.

Aunque Wi-Fi generalmente suministra acceso a una red local en un radio de unos pocos cientos de metros con velocidades de hasta 54 megabites por segundo, se calcula que una sola antena de WiMax tendrá un rango de hasta 48 kilómetros con velocidades de 70 megabites o más.

Asimismo WiMax puede aportar la conexión de Internet necesaria para atender las redes locales de Wi-Fi.

El alcance fijo inalámbrico de WiMax permite cierta portabilidad, pero su principal característica es que sobrepasa el último kilómetro de alambres que ha sido crítico para conectar a la gente con la Internet. Hoy, ése ha sido principalmente el dominio de las compañías de teléfono y de cable que tienen cables y conductos a las casas y los negocios.

PRINCIPALES HALLAZGOS.

En la Actualidad, WiMAX Móvil bajo su estándar 802.16e ha aportado de una manera revolucionaria a países latinoamericanos. Juntos ERTACH y ALVARION han hecho posible en argentina la experiencia de una nueva revolución en las comunicaciones inalámbricas presentando por primera vez en Latinoamérica la Banda Ancha Portable, un nuevo concepto tecnológico que permite la convergencia de datos, Internet, voz, telefonía y video en una única plataforma IP. Este nuevo concepto de Banda Ancha Portable se podría considerar la evolución de la tecnología WiMAX, que permite el acceso a una red de datos en cualquier lugar que se encuentre. Según el video informativo de la empresa Ertach, una muestra del uso de esta tecnología es la Compañía Los Grobos una de las principales empresas Agroalimentarias del país, la cual se encuentra a en Carlos Casares, una pequeña ciudad de veinte y un mil (21,000.00) habitantes a 300 kilómetros de Buenos Aires.

Esta empresa produce y hace agricultura que van desde Bahía Blanco hasta el Charco, y de Buenos Aires hasta la provincia de la Pampa, esta distribución espacial hace que la conectividad y el estar trabajando juntos sea clave. Esta necesidad de tener en tiempo real toda la información necesaria y mantener actualizados al personal administrativo de cómo marcha su producción, provocando con esto la necesidad de captura de los datos lo mas rápido posible y tener con esto una visualización de donde y cuando los datos ocurren, para así mantener un control de calidad. Es por eso la necesidad de que la banda ancha debe de ser portátil, inalámbrica y además puede ser fácilmente transportable.

Con esta tecnología se genera un cambio absoluto en la forma de trabajar, en la productividad, en la eficiencia, en las atenciones al cliente, en la calidad del servicio y la localización de los datos. Que se logra con esto, tener buenos datos, de la calidad de estos datos obtener buena información, de donde la buena información se accede a mayores conocimientos. Es de esta forma como se logra una mejoría en la gestión de la empresa, no solamente en la productividad, sino la gestión en general, contribuyendo con esto al control general y además contribuye a obtener conocimientos asistiendo con esto a tomar mejores decisiones de Marketing, suministrando con esto la premisa antes mencionada "Calidad de información, Productividad y Manejo de Decisiones en Marketing (Management)".

En la República Dominicana actualmente, la empresa de telecomunicaciones Tricom, se ha inclinado por el uso de la tecnología Wimax, donde convergen todos los servicios de voz, data y video, esto debido a la poca extensión que cubre geográficamente con el cableado actual. La tecnología de implementación actual le proporcionara a la empresa Tricom el no recurrir en gastos, para llegar a los hogares de la familia dominicanas para brindar un Internet eficiente a través del uso de cables.

CONCLUSIONES

Generalmente al final de cada jornada diaria, se analiza cada aspecto relevante en todo el ámbito de labor, no es de menos, que a lo largo de este estudio de investigación nos percatemos sobre la importancia del Internet y sobre los campos que abre la utilización de las redes inalámbricas en todo el mundo. Por lo novedoso de esta revolucionaria tecnología inalámbrica, se destacan las siguientes conclusiones:

La tecnología inalámbrica Wimax, permite obtener menores costos de mantenimiento a largo plazo, con la reducción de equipos utilizados por la tecnología implementada actualmente (WiFi) a la mitad, logrando con esto una disminución del costo.

Wimax ofrece mayor acceso desde cualquier área geográfica dentro del alcance de la Estacion Base (BS), logrando con esto una mayor cantidad de usuarios conectados a la red, alcanzando llegar hasta lugares remotos donde se hace difícil el acceso. Este estándar provee una mayor cobertura de servicio de Internet inalámbrico a nivel de toda la zona geográfica del campus de UNAPEC a los usuarios con tecnología compatible.

La implementación de esta tecnología resulta menos compleja, ya que se caracteriza porque no necesita línea de vista, es decir, no es necesario realizar un levantamiento para verificar dónde la señal tenga problemas, la información que será transportada por la red, los usuarios, las sucursales, disponibilidad eléctricas entre otras informaciones que son clave al momento de instalar una red inalámbrica.

A raíz de todas estas características que esta tecnología posee se podría enlazar de manera más dinámica y sencilla las diferentes entidades que posee la institución Apec, suministrándole a cada usuario el servicio de Internet, sin ningún retraso, ni disminución de la calidad del servicio.

Podemos concluir diciendo que en un futuro las telecomunicaciones serán manejadas por las tecnologías inalámbricas, debido al auge que está teniendo la misma, es por esto que proponemos el uso de Wimax, ya que ofrece ventajas beneficiosas tanto para las tecnologías existentes como para los usuarios que utilicen la misma.

RECOMENDACIONES

Concluida la investigación realizada sobre la Implementación de una red Wimax utilizando la tecnología 802.16e, y luego de compilar la experiencia de este trabajo podemos formular las siguientes recomendaciones:

- Implementar una nueva red inalámbrica basado en el estándar IEEE 802.16e (Wimax Móvil).

- Adquisición de dispositivos Wimax para interconectar la red inalámbrica, proporcionando un mayor alcance de cobertura, velocidad y fiabilidad finales.

- Aconsejamos el uso de publicidad vía televisión, radio, para mostrar esta nueva tecnología como un valor agregado al campus principal de Unapec.

- Advertimos que esta tecnología amerita de un personal con formación en la tecnología para su soporte y mantenimiento, el cual ser probado con anterioridad.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

INTRODUCCION

La humanidad busca la manera de comunicarse más y mejor. Desde el principio de los tiempos, la obsesión del hombre ha sido buscar siempre encontrar las herramientas más útiles para poder hacerlo. Afrontando el límite de la tecnología, la sociedad ha logrado y desarrollado nuevos sistemas de comunicación que poco tiempo atrás formaban parte de una utopía.

Es por esta razón que hoy podemos ostentar la propuesta de analizar e implementar una nueva tecnología inalámbrica sin límites de conectividad, en el Campus Principal de la Universidad Apec, así como en un futuro poder ser extendible a las demás extensiones de Unapec. Esta tecnología denominada la Banda Ancha Portable (Wimax) ha llevado a una nueva revolución en las comunicaciones inalámbricas a países latinoamericanos.

La Banda Ancha Portable (Wimax), es un nuevo concepto tecnológico que permitirá brindar a los usuarios de la red de Unapec la convergencia de datos, Internet, voz, telefonía, y video en una única plataforma IP. Esta tecnología permitirá el acceso a la red de datos en cualquier lugar que se encuentre ubicado algún usuario.

El propósito principal de Wimax es ampliar las opciones de conectividad y acceso a las comunicaciones en sitios y comunidades remotas fuera del alcance de redes cableadas. También su esencia es brindar mayor ancho de banda, flexibilidad en la expansión de las redes y puntos de acceso.

Con esta tecnología se genera un cambio absoluto en la forma de trabajar, en la productividad, en la eficiencia, en las atenciones al cliente, en la calidad del servicio y la localización de los datos. Ello permite tener buenos datos, de la calidad de estos datos obtener buena información, de donde la buena información se accede a mayores conocimientos. Es de esta forma como se logra una mejoría en la gestión de las empresa e instituciones, no solamente en la productividad, sino la gestión en general, contribuyendo con el control general y además contribuye a obtener conocimientos, para tomar mejores y manejables decisiones de Marketing(Management), logrando una mayor Productividad.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

INDICE

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

INTRODUCCION

CAPITULO I. INSTITUCION UNAPEC

1.1 Antecedentes 5

1.2 Misión, Visión y Objetivos 6

1.3 Organigrama 7

1.4 Campus Universitario 8

CAPITULO II. ANTECEDENTES HISTORICOS

2.1 Redes y Comunicaciones de Datos 13

2.1.1 Como se estructuran las redes 15

2.2 La Internet 19

2.2.1 Como funciona el Internet 23

2.2.2 Características principales del Internet 26

CAPITULO III. TECNOLOGIA INALAMBRICA

3.1 IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) 30

3.2 Concepto e Importancia 34

3.3 Características de las Redes Inalámbricas 39

3.4 Dispositivos de una red Inalámbrica 42

3.5 Evolución Red Inalámbrica 44

3.6 Wifi en la actualidad 49

CAPITULO IV. INFRAESTRUCTURA TECNOLOGICA ACTUAL DE UNAPEC

4.1 Descripción Red Inalámbrica Unapec 52

4.2 Funcionamiento 53

4.3 Redes y Servicios Disponibles 54

4.4 Como conectarse 55

4.5 Cobertura Actual 58

CAPITULO V. TECNOLOGIA INALAMBRICA 802.16e (WIMAX)

5.1 WIMAX 62

¿Qué es Wimax? 62

5.1.1. IEEE 802.16e 68

5.1.1.1 Diferencia entre 802.16-2004 y 802.16e 70

5.2 Características de Wimax (802.16) 75

5.3 Ventajas y Servicios de Wimax 80

5.4 Wimax en un mundo Wi-Fi 87

5.5 Wimax en un mundo 3G 89

5.6 Seguridad Básica. 91

5.7 Convergencia entre Wimax y Wi-Fi. 93

5.8 Comparación entre Wimax y Wi-Fi. 96

CAPITULO VI. IMPLEMENTACION DEL ESTANDAR 802.16e PARA EL CAMPUS PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD APEC

6.1 Planteamiento del Problema 99

6.2 Objetivos Generales y Específicos 100

6.3 Sugerencias para la solución del problema 101

6.4 Escalabilidad de la Red 102

6.5 Dispositivos que se usaran en la instalación de la red y sus características. 103

6.6 Diseño de la red 108

6.7 Cobertura de la red 110

6.8 Presupuesto 111

6.9 Estudio de Factibilidad 112

6.10 Matriz de Escalamiento 116

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

GLOSARIO

BIBLIOGRAFIA

ADENDUM

ANEXOS

CAPITULO I. INSTITUCION UNAPEC

1.1 Antecedentes

La Universidad APEC es la Institución primogénita de Acción Pro Educación y Cultura (APEC), constituida en 1964 cuando empresarios, comerciantes, profesionales y hombres de iglesia, deciden crear una entidad sin fines de lucro, impulsadora de la educación superior en la República Dominicana.

Nace con el nombre de Instituto de Estudios Superiores(IES), y, en septiembre de 1965, crea su primera Facultad con las Escuelas de Administración de Empresas, Contabilidad y Secretariado Ejecutivo Español y Bilingüe.

En 1968, mediante Decreto No.2985, el Poder Ejecutivo le concede el beneficio de la personalidad jurídica para otorgar títulos académicos superiores, con lo cual la Institución alcanza categoría de Universidad.

El 11 de agosto de 1983, el Consejo Directivo de APEC, mediante la Resolución No. 3, adopta de un nuevo símbolo para la Institución y su identificación como Universidad APEC (UNAPEC). Posteriormente, el Poder Ejecutivo autorizó este cambio de nombre por medio del Decreto No. 2710, del 29 de enero de 1985.

1.2 Misión, Visión y Objetivos

Misión

La formación de recursos humanos de calidad para el trabajo, con énfasis en el área de los negocios y los servicios, de acuerdo con las exigencias del desarrollo y dentro del marco de la pluralidad étnica, ideológica, política y religiosa.

Visión

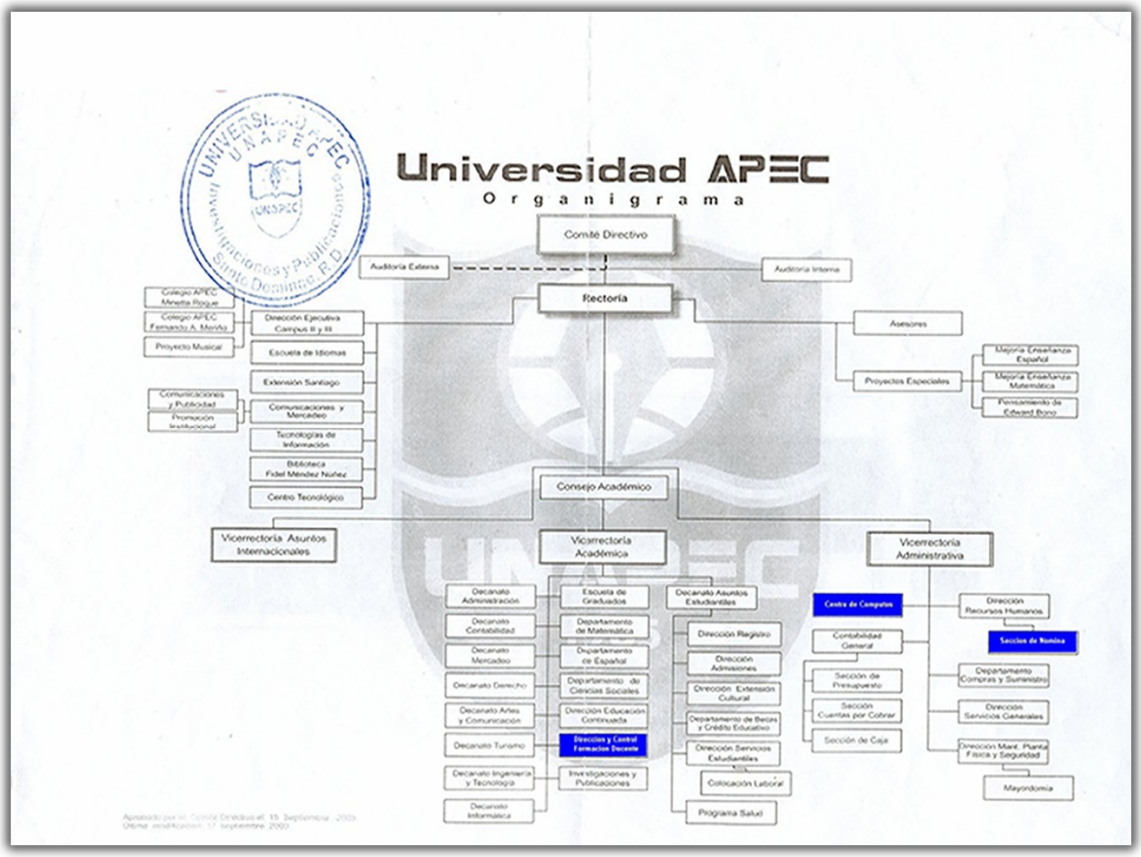
El posicionamiento institucional con prestigio y calidad de primer orden, en tanto universidad para la formación de recursos humanos óptimos para los negocios y los servicios, para la competitividad nacional e internacional.

Objetivos

- Aportar al mercado de trabajo los recursos humanos idóneos para satisfacer la demanda de las actividades industriales, comerciales, administrativas y de servicios.
- Formar profesionales a nivel técnico superior, tecnólogo, grado y post-grado, de acuerdo con las exigencias nacionales e internacionales de la ciencia y la tecnología.
- Preparar y especializar profesionales en aquellas tecnologías necesarias para el desarrollo industrial y empresarial.

- Promover la formación integral, a través de la docencia, el estudio, la divulgación, la extensión y la educación continuada.

1.3 Organigrama



1.4 Campus Universitario

La Universidad Apec cuenta para la docencia y sus múltiples servicios con un Campus I -Principal-, un Campus II -CAFAM- y un Campus III -COLAPEC- , a una corta distancia entre sí, dentro de la ciudad de Santo Domingo de Guzmán, capital de la República Dominicana, así mismo una extensión en la región del Cibao.

Figura 1.1 Campus Principal de Apec (UNAPEC)

Cuenta con amplios terrenos y un total de 197 aulas, más 51 laboratorios y aulas, talleres, moderno estacionamiento de vehículos, oficinas, distribuidos estratégicamente para dar lugar a la docencia, a la gestión administrativa, deporte, la cultura, al estudio, al esparcimiento y a todo el ejercicio propio de la tarea universitaria. Su excelente ubicación permite un fácil acceso desde diferentes zonas de la ciudad, al tiempo que disfruta de la privacidad necesaria para una sana vida académica.

1. Edificio I. Decanato de Artes y Comunicación. Direcciones de Español, Ciencias Sociales y Matemáticas; Centro de Audiovisuales; Estudio de Televisión “Nelly Biaggi Monzón”; Laboratorio de Fotografía; Dispensario Médico, aulas y talleres.

2. Edificio II. Decanato de Mercadotecnia, Decanato de Derecho, Decanato de Turismo, Decanato de Administración, Decanato de Contabilidad y Decanato de Informática; Aula-Estrado “Lic. Hipólito Herrera Billini”; Aulas Modelos; Laboratorios de Informática; Taller de Telecomunicaciones; Laboratorio de Simulación "Lic. Elena Viyella de Paliza" y aulas.

3. Edificio III. Sala de Experimentaciones Gastronómicas "Dr. Miguel Arnau Mont"; Salón de Danza y aulas.

4. Edificio IV. Biblioteca “Lic. Fidel Méndez Núñez”; Aulas de Post-Grados, Maestrías y Diplomados; Coordinación del Programa UQAM-UNAPEC; Dirección de Educación Continuada, Dirección de Escuela de Graduados y Parqueos.

5. Edificio V. Salón Multiuso “Américo Lugo”; Escuela de Idiomas, laboratorios, Admisiones y Aulas.

6. Edificio Administrativo. Recepción, Rectoría, Vicerrectoría Académica, Vicerrectoría Administrativa, Vicerrectoría de Asuntos Internacionales, Decanato de Asuntos Estudiantiles, Cuentas por Cobrar, Cuentas por Pagar, Sala de Juntas, Registro, Servicios Estudiantiles y Oficinas Administrativas.

7. Departamentos de Servicios Generales, Compras, Mantenimiento y Seguridad.

8. Entrada Principal, Plaza Monumental.

9. Cancha Deportiva.

10. Salón APEC de la Cultura “José María Bonetti Burgos”, Dirección Ejecutiva de APEC.

11. Cafetería UNAPEC, Departamento de Extensión Cultural, Auditorio “Dr. Leonel Rodríguez Rib.”, Laboratorio-Cocina “Lic. Pedro Garrido”.

12. Edificio “Cristóbal Tejada” Store University, Centro de Fotocopiado.

13. Concha Acústica “Francisco Suriel”.

14. Monumento a Juan Pablo Duarte.

15. Entrada César Dargan y Parqueo techado.

CAPITULO II. ANTECEDENTES HISTORICOS

2.1 Redes y Comunicaciones de Datos

La comunicación de datos, es decir, la transmisión electrónica de información entre computadoras, se convirtió en punto esencial para la industria de las mismas. El rápido crecimiento de la red mundial de computadoras llamadas Internet hizo que la expansión de comunicación de datos se apresurara.

Las comunicaciones de datos existen desde que se invento el telégrafo, luego de este se invento el telégrafo impresor, y más tarde el teletipo. Los primeros requirieron el uso de redes telefónicas exclusivas. Estas máquinas no utilizaban un módem para la transmisión de datos, sino que enviaban directamente el efecto de cada una de las teclas pulsadas, a las impresoras remotas del teletipo, dicha tecnología se uso posteriormente en el Télex con una velocidad de transmisión muy lenta y solo permite el envió de caracteres en mayúsculas y números, debido a su codificación en base 5.

En 1958 AT&T presento el servicio de Dataphone, que permitía conectar computadoras a través de la red telefónica normal, y cuyo corazón era la que hoy conocemos como módem. Este servicio transmitía datos a 300bps. El posterior avance en cuanto a lo que a módem se refiere se produjo algunos años más tarde con el módem de 1200bps. En un principio estos módem tuvieron problemas técnicos.

Debido a que sus señales, se acoplaban a las de los auriculares de algunos aparatos de teléfonos. Posteriormente y una vez resueltos estos problemas, varios fabricantes desarrollaron módem de 1200bps, pero al no haberse establecido un estándar, resultaron incompatibles unos con otros.

Luego años más tarde a principios de los 80, Hayes Microcomputer Products fabricó un módem interno, al que llamaron Módem Inteligente (Smart Modem). Este era un módem compatible Bell 103 de 300bps, y que tenía un marcador telefónico interno, un altavoz y un precio razonable.

Como vimos anteriormente las computadoras se comunican por medio de módems y de redes. Los módems habilitan a las computadoras para usar líneas telefónicas, conexiones celulares o incluso vínculos satelitales para conectarse a otras computadoras directamente a velocidades altas, ya sea por medio de cableado especial o mediante alguna forma de transmisión inalámbrica. Las redes permiten a las organizaciones maximizar el valor de las computadoras.

Por estas razones, la tecnología de conexión de redes se ha convertido en el área más importante de crecimiento en toda la industria de las computadoras. Esto debido a que la demanda de redes más grandes, rápidas y de mayor capacidad se ha incrementado conforme a los negocios, se ha hecho evidente el valor que tiene conectar en red los sistemas de cómputo.

2.1.1 ¿Cómo se estructuran las redes?

Las redes se clasifican y se distinguen fundamentalmente por su distribución geográfica, atendiendo cada unas de ellas las siguientes propiedades siendo las más comunes y aceptadas las mencionadas a continuación:

Clasificación de las redes según su tamaño y extensión:

Redes LAN: Las redes de área local (Local Área Network) son redes de ordenadores cuya extensión es de 10 metros a 1 kilómetro. Son redes pequeñas usuales en oficinas, colegios, empresas pequeñas, que generalmente utilizan broadcast, es decir, aquella en que un solo cable se conectan todas las maquinas.

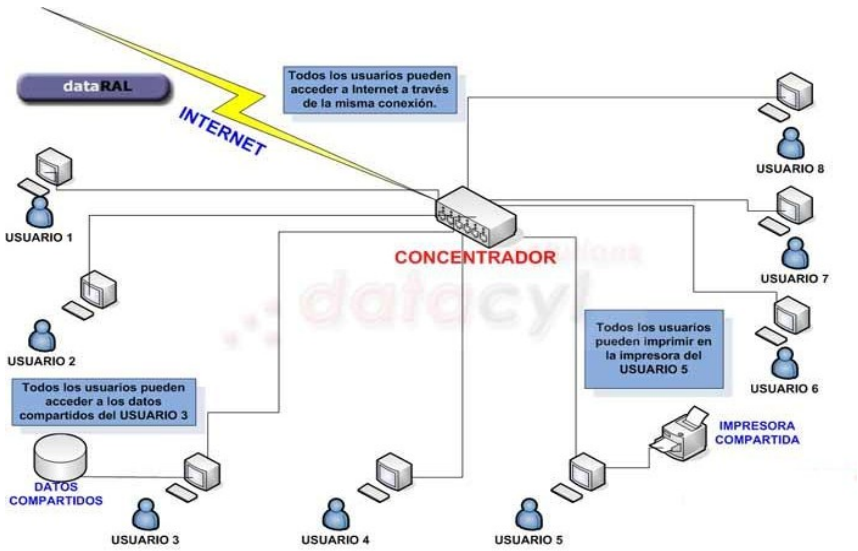


Figura 2.1 Topología de Red LAN

Redes WAN: Las redes de área amplia (Wide Área Network) tienen un tamaño superior a una MAN, y consiste en

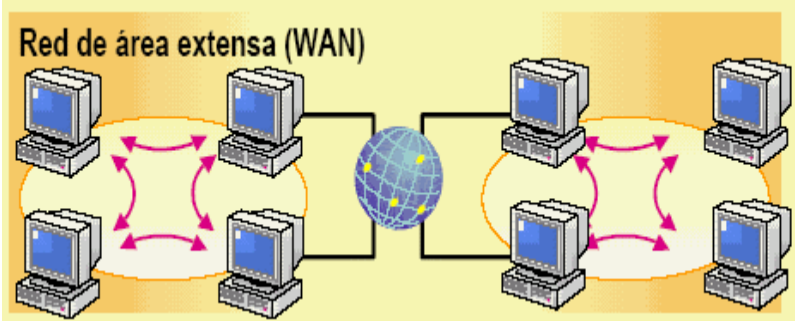


Figura 2.2 Topología Red WAN

una conexión de host o redes LAN conectadas por una subred. Esta subred está formada por una serie de líneas de transmisión interconectadas por medio de routers, los cuales se encargan de rutear o dirigir los paquetes hacia la LAN o host adecuado enviándose estos de un router a otro su tamaño puede oscilar entre 100 y 1000 kilómetros.

Redes Internet: Una Internet es una red de redes, vinculadas mediante ruteadores gateways. Un Gateway o pasarela es un computador especial que puede traducir información entre sistemas con formatos de datos diferentes. Su tamaño puede ser desde 1000 kilómetros en adelante.

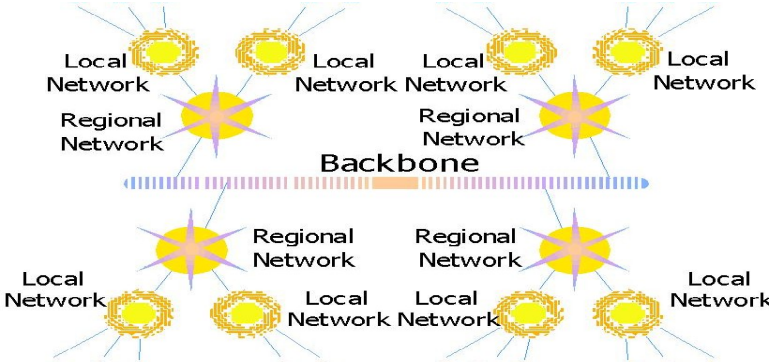


Figura 2.3 Topología Red Internet

Redes Inalámbricas: Son redes cuyos medios físicos no son cables de cobre de ningún tipo, lo que la diferencia de las redes anteriores. Están basadas en la transmisión de datos mediante ondas de radio, microondas, satélites o infrarrojos.

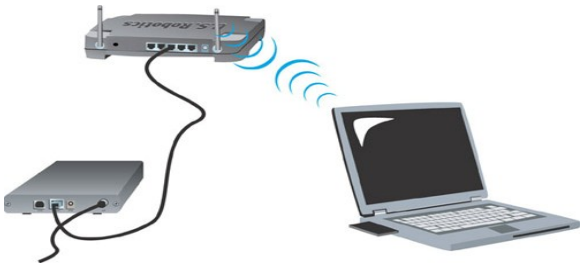


Figura 2.4 Topología Red Inalámbrica

Clasificación de las redes según la tecnología de transmisión:

Redes Broadcast: Son aquellas en la que la transmisión de datos se realiza por un solo canal de comunicación, compartido entonces por todas las maquinas de la red.

Redes Point-To-Point: Aquellas en las que existe muchas conexiones entre parejas individuales de maquinas. Para poder transmitir los paquetes de una maquina a otra a veces es necesario que pasen por una maquinas intermedias, siendo obligado en tales casos un trazado de rutas mediante dispositivos routers.

Clasificación de las redes según el tipo de transferencia de datos que soportan:

Redes de transmisión simple: Son aquellas redes en que los datos solo pueden viajar en un solo sentido.

Redes Half-Duplex: Aquellos en que los datos pueden viajar en ambos sentidos, pero solo uno de ellos en un momento dado, es decir solo puede haber transferencia en un solo sentido a la vez.

Redes Full-Duplex: Aquellas en la que los datos pueden viajar en ambos sentidos a la vez.

2.2 La Internet

Indudablemente en nuestros días somos testigos de una revolución en las comunicaciones; un evento tan importante está cambiando nuestras costumbres en la forma de comunicarnos, así como esta derrumbando las barreras que antes nos imponía las distancias.

Podemos definir a Internet como una "red de redes", es decir, una red que no sólo interconecta computadoras, sino que interconecta redes de computadoras entre sí. Una red de computadoras es un conjunto de máquinas que se comunican a través de algún medio (cable coaxial, fibra óptica, radiofrecuencia, líneas telefónicas,) con el objetivo de compartir recursos.

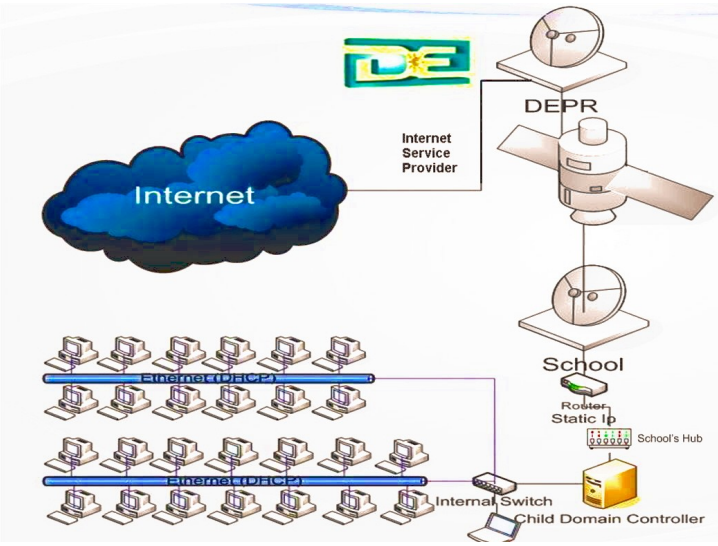


Figura 2.5 Conexión a la Internet

El Internet mediante la conexión de millones de computadoras, hace posible que un usuario en cualquier parte del mundo intercambie texto, imágenes, video, sonido, programas de cómputo y cualquier cosa que pueda almacenarse en forma digital con cualquier otra persona que pertenezca al mundo conectado. Esta conectividad mundial permite a la gente y a las organizaciones trabajar en conjunto de nuevas maneras, e incluso generar modelos administrativos nuevos, como el trabajo a distancia y las corporaciones virtuales.

El Internet tiene sus inicios en los años 60's, cuando en los EE.UU. se estaba buscando una forma de mantener las comunicaciones vitales del país en el posible caso de una Guerra Nuclear. Este hecho marcó profundamente su evolución.

En primer lugar, el proyecto contemplaba la eliminación de cualquier "autoridad central", ya que sería el primer blanco en caso de un ataque; en este sentido, se pensó en una red descentralizada y diseñada para operar en situaciones difíciles. Cada máquina conectada debería tener el mismo status y la misma capacidad para mandar y recibir información.

El envío de los datos debería descansar en un mecanismo que pudiera manejar la destrucción parcial de la Red. Se decidió entonces que los mensajes deberían de dividirse en pequeñas porciones de información o paquetes, los cuales contendrían la dirección de destino pero sin definir una ruta específica para su llegada; por el contrario, cada paquete buscaría la manera de llegar al destinatario por las rutas disponibles y el destinatario reensamblaría los paquetes individuales para reconstruir el mensaje original. La ruta que siguieran los paquetes no era importante; lo importante era que llegaran a su destino.

Curiosamente fue en Inglaterra donde se experimentó primero con estos conceptos; y así en 1968, el Laboratorio Nacional de Física de la Gran Bretaña estableció la primera red experimental. Al año siguiente, el Pentágono de los EE.UU. decidió financiar su propio proyecto, y en 1969 se establece la primera red en la Universidad de California (UCLA) y poco después aparecen tres redes adicionales. Nació así ARPANET (Advanced Research Projects Agency NETwork), antecedente de la actual Internet.

Gracias a ARPANET, científicos e investigadores pudieron compartir recursos informáticos en forma remota; este era una gran ayuda ya que hay que recordar que en los años 70's el tiempo de procesamiento por computadora era un recurso realmente escaso. ARPANET en sí misma también creció y ya para 1972 agrupaba a 37 redes.

El Protocolo utilizado en ese entonces por las máquinas conectadas a ARPANET se llamaba NCP *(Network Control Protocol ó Protocolo de Control de Red),* pero con el tiempo dio paso a un protocolo más sofisticado: *TCP/IP* el cual es el lenguaje común que garantiza la intercomunicación de los diferentes participantes.

La naturaleza descentralizada de ARPANET y la disponibilidad sin costo de programas basados en TCP/IP permitió que ya en 1977, otro tipo de redes no necesariamente vinculadas al proyecto original, empezaran a conectarse. En 1983, el segmento militar de ARPANET decide separarse y formar su propia red que se conoció como MILNET.

2.2.1 ¿Cómo funciona el Internet?

El funcionamiento del Internet es logrado debido a que cada computadora conectada a ella utiliza el mismo conjunto de reglas y procedimientos para controlar la sincronización y el formato de los datos. Al conjunto de comandos y a las especificaciones de sincronización utilizados por Internet se llama Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet, abreviado universalmente como TCP/IP como habíamos especificado anteriormente.

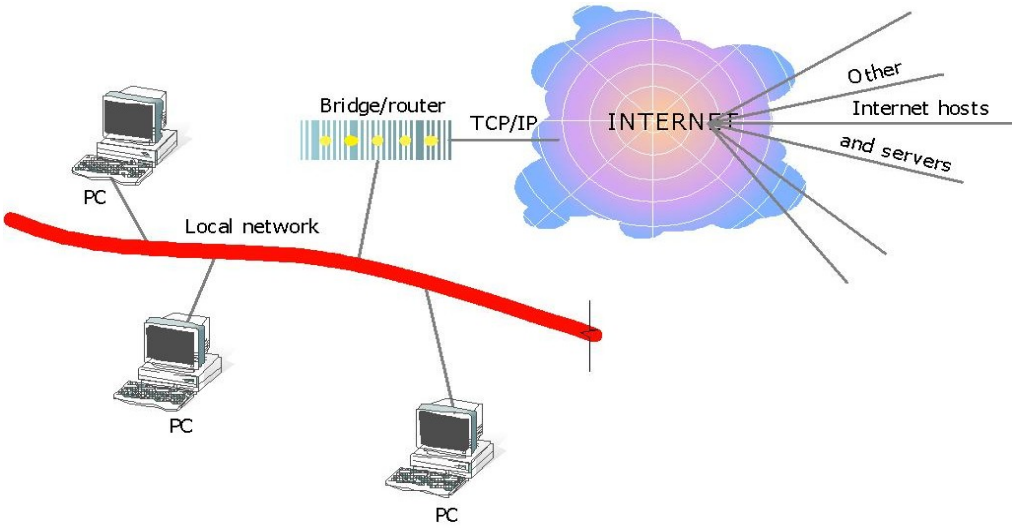


Figura 2.6 Funcionamiento Protocolo TCP/IP

Los protocolos TCP/IP incluyen las especificaciones que identifican a las computadoras individuales e intercambian datos entre ellas. También incluyen reglas para varias categorías de programas de aplicación, de tal manera que los programas que se ejecutan en diferentes tipos de computadoras pueden comunicarse unos con otros.

El protocolo TCP/IP parece distinto en los diferentes tipos de computadoras, pero siempre presenta la misma apariencia en las computadoras. Por tanto, no importa si el sistema en el otro extremo de una conexión es una súper computadora que ocupa una habitación, un dispositivo personal de comunicaciones de bolsillo o cualquier cosa entre ambos; mientras reconozca los protocolos TCP/IP, puede enviar y recibir datos a través del Internet.

Las mayorías de las computadoras no están conectadas a Internet directamente, sino que se conectan a redes más pequeñas, las cuales a su vez se conectan a la columna vertebral de Internet a través de compuertas.

La actividad del Internet puede definirse como la de computadoras que se comunican con otras mediante el uso de TCP/IP. La computadora que origina una transacción debe identificar con una dirección única el destino al que se dirige. Cada computadora tiene una dirección numérica que consta de cuatro partes, llamada dirección de protocolo Internet o dirección IP, la cual contiene información de enrutamiento que identifica su ubicación. Cada una de las cuatro partes es un número entre 0 y 255, de esta manera, una dirección IP es semejante a lo siguiente:

205.46.117.104

Las computadoras no tienen problema al trabajar con grandes cadenas de números, pero los humanos no poseemos esta habilidad. Por esta razón, las mayorías de las computadoras en Internet (excepto aquellas que se utilizan únicamente para conmutación y enrutamiento interno) también tienen una llamada dirección de Sistema de Nombres de Dominio (Domain Name Systems: DNS), la cual emplea palabras en vez de números.

La dirección DNS consta de dos partes: un nombre individual, seguido por un *dominio* (un nombre para una computadora conectada a Internet), el cual generalmente identifica el tipo de institución que utiliza la dirección por ejemplo, *.com* para referirse a negocios comerciales, y *edu*, colegios, escuelas y universidades. Por ejemplo, la dirección DNS de la Universidad APEC es *unapec.edu.do*; la dirección de Microsoft es *microsoft.com*.

Internet Domains		
Domain	**Type of Organization**	**Example**
.com	Business (commercial)	ibm.com (International Business Machines Corp.)
.edu	Educational	center.edu (Centre College, Danville, KY)
.gov	Government	Whitehouse.gov (The White House)
.mil	Military	Navy.mil (The United States Navy)
.net	Gateway or host (or business/commercial)	Mindspring.net (A regional Internet service provider)
.org	Other organization (typically nonprofit)	isoc.org (The Internet Society)

Tabla 2.7 Dominios de Internet

Las direcciones DNS y las direcciones IP numéricas identifican a las computadoras individuales, pero una computadora puede estar al servicio de muchos usuarios independientes, cada uno de los cuales debe de tener una cuenta en su computadora. Un usuario puede dar de alta una cuenta semejante al especificar un nombre de usuario único.

Algunos de los dominios más grandes como el de América Online (aol.com) pueden tener más de un millón de nombres de usuarios distintos. Cuando usted envía un mensaje a una persona en lugar de una computadora, debe incluir el nombre de usuario, separado de la dirección DNS por un símbolo @ (arroba) que significa “en”. Por ejemplo, la dirección de correo electrónico de John Smith puede ser: *jsmith@widgets.com* esta dirección se leería “John Smith en widgets punto com”.

2.2.2 Características principales del Internet

World Wide Web (el Web o WWW) es el equivalente de la oficina de una empresa, donde puedes poner a disposición pública a través del Web. Es un sistema de navegador web para extraer elementos de información llamados "documentos" o "páginas web que proveen información por los medios descritos, o a "la Web", que es la enorme e interconectada red disponible prácticamente en todos los sitios de Internet. Ésta es parte de Internet, siendo la World Wide Web uno de los muchos servicios ofertados en la red Internet.

La Web se creó en 1989, fue una herramienta interesante que utilizaron los conflictos investigadores, pero carente de atractivo, al menos hasta 1993, cuando Mosaic, un examinador Web grafico de apuntar y hacer clic, se desarrollo en el Centro Nacional para Aplicaciones para Supercomputo (National Center for Supercomputing Applications: NCSA), en la Universidad de Illinois. Mosaic, y los examinadores Web que se desarrollaron a partir del mismo, han cambiado la manera en que la gente utiliza Internet.

Las páginas Web ahora se utilizan para distribuir noticias, servicios educativos interactivos, información sobre productos y catálogos, informes de tráficos, audio y video en vivo entre otras cosas.

La estructura interna de World Wide Web está construida sobre un conjunto de reglas llamado protocolo de transferencia de hipertexto (Hypertext Transfer Protocol: HTTP) y el lenguaje de descripción de pagina llamado lenguaje de marcación de hipertexto (Hipertext Markup Language: HTML). HTTP utiliza direcciones Internet en un formato especial llamado localizador uniforme de recursos (Uniform Resource Locutor: URL). Los URL son semejantes a lo siguiente:

tipo://dirección/ruta

Tipo, específica el tipo de servidor en el cual se localiza el archivo. Dirección es la dirección del servidor y ruta es la ubicación dentro de la estructura de archivos del servidor. Así que el URL para la Universidad APEC:

http://www.unapec.edu.do

Los archivos en otros formatos también pueden tener un URL. Por ejemplo, el URL para el depósito FTP de software para PC, de SunSite, en la Universidad de Carolina del Norte, es: *ftp://sunsite.unc.edu-/pub/micro/pc-stuff*

CAPITULO III. TECNOLOGIA INALAMBRICA

3.1 IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)

Fundada en 1884 con Alexander Graham Bell y Thomas Alva Edison entre sus principales miembros, hoy es la asociación más grande alrededor del mundo, que agrupa a estudiantes y profesionales de la ingeniería eléctrica, electrónica y computación. Tiene sus sedes en la ciudad de New York, New York, USA, y en Piscataway, New Jersey, USA.

Persigue fines exclusivamente científicos, técnicos y educacionales. No es una asociación gremialista profesional, política gubernamental. Ni persigue fines lucrativos.

Cuenta con más de 340,000 miembros alrededor del mundo, que incluye a más de 50.000 estudiantes. Genera más del 30% de los documentos oficiales para normas y reglamentaciones a nivel mundial. Se organiza geográficamente alrededor del mundo en: 10 Regiones, 300 Secciones y 800 Ramas Estudiantiles.

Las Regiones están subdivididas en Secciones que sirven como centros de actividad de profesionales ingenieros a nivel local. La Rama Estudiantil, además, cae bajo los auspicios de su sección local. La Región 9 es Latinoamérica, y Argentina es una de las secciones que la integran. Para proveer servicios a los miembros, el IEEE depende no solo de un staff bien entrenado, sino también de millares de voluntarios dedicados.

La Región 9 - Latinoamérica

La Región 9 abarca Latinoamérica, y Argentina es una de sus secciones. Cada Sección tiene una Junta Directiva elegida anualmente entre todos sus miembros profesionales, y se mantiene en contacto con las autoridades del Instituto a través del Director.

Este Director es elegido para un período de dos años. Los directores de Región forman parte de la Junta Directiva General que rige las actividades del Instituto.

Como ser socio de IEEE?

Requisitos

La suscripción a la membresía IEEE está abierta tanto para estudiantes graduados y no graduados, como para aquellos profesionales dentro de las distintas áreas de la ingeniería que abarcan los campos de la tecnología (electrónica, eléctrica, computación y afines), interesados en los beneficios y servicios que la organización brinda y, acepten las normas en ella establecidas.

Costo anual

Estudiantes: 25 dólares americanos

Profesionales: 120 dólares americanos (50% de descuento aplicable a la membresía IEEE, a la de una sociedad y sus publicaciones opcionales para profesionales con un sueldo anual inferior a 11600 dólares americanos)

Suscripción

Existen dos maneras viables de llevar a cabo su suscripción:

1. Contáctese con los directivos de la Rama Estudiantil correspondiente a su lugar de residencia. Allí, será informado más detalladamente acerca de los beneficios brindados y de las actividades que se organizan.

Luego se le hará completar una solicitud con sus datos personales y académicos, para ser enviados vía Internet, por los mismos integrantes de dicha rama.

Una vez que sus datos sean analizados e ingresados en la base de datos, usted recibirá, en su domicilio o vía correo electrónico, una carta de bienvenida a la organización, informándole que su suscripción se hizo efectiva.

2. En caso de no poder recurrir a una rama estudiantil, usted puede asociarse directamente a través de Internet, desde la página principal www.ieee.org, siguiendo los procedimientos que allí se indican.

Dentro de las membresías se distinguen dos tipos, según su duración:

- Half Year (con una duración de 6 meses y a mitad de costo)
- Full Year (con una duración de 1 año)

Cuándo se trate de socio nuevo se tiene la posibilidad de optar el tipo de periodo (Half Year o Full Year), distinto si fuese el caso de renovación, en ese caso la suscripción sólo es del tipo Full Year.

Además, con su membresía, UD. Puede suscribirse a las llamadas "Sociedades" (IEEE Societies), con lo cual recibirá información específica en publicaciones mensuales, bimestrales o trimestrales relacionadas a las diferentes áreas de la Ingeniería.

3.2 Concepto e Importancia

Concepto

El término "inalámbrico" hace referencia a la tecnología sin cables que permite conectar varias máquinas entre sí. Las conexiones inalámbricas que se establecen entre los empleados remotos y una red confieren a las empresas flexibilidad y prestaciones muy avanzadas. Se mide en Mbps. Un Mbps es un millón de bits por segundo, o la octava parte de un MegaByte por segundo - MBps.

Existen principalmente dos tecnologías inalámbricas certificadas. Una es la tecnología 802.11b y la otra 802.11g (ésta última tecnología es más reciente -ha sido aprobada a finales de 2003- y más rápida). Aunque ya para estos tiempos existen tecnologías capaces de superar las tecnologías anteriormente mencionadas como son la 802.16e (Wimax).

Actualmente el término se refiere a comunicación sin cables, usando frecuencias de radio u ondas infrarrojas. Entre los usos más comunes se incluyen a IrDA y las redes inalámbricas de computadoras.

Ondas de radio de bajo poder, como los que se emplea para transmitir información entre dispositivos, normalmente no tienen regulación, en cambio transmisiones de alto poder requieren normalmente un permiso del estado para poder trasmitir en una frecuencia especifica. Las plataformas inalámbricas en la historia han transmitido voz y han crecido y hoy por hoy son una gran industria, llevando miles de transmisiones alrededor del mundo.

Importancia

Hemos pasado del diseño de páginas estáticas a tener ahora esquemas que permiten la generación de páginas Web por demanda, e inclusive la facilidad de servir publicidad de la competencia del sitio que alguien esté visitando. Por otro lado, también se han desarrollado múltiples tecnologías tendientes a converger diferentes medios como el hablado y el fílmico en el mismo sistema de distribución. Todo soportado sobre el sistema telefónico actual, con algunas mejoras en algunos casos con líneas de transmisión de mayor velocidad. Inclusive, se ha diseñado un sistema de distribución a alta velocidad sobre los mismos alambres telefónicos y cobre compitiendo con proveedores de servicios integrales como las empresas de cable.

Ya la tecnología está lista para dar su siguiente salto: desconectarse por completo de la toma telefónica. El desarrollo de la tecnología inalámbrica en los últimos años ha sido vertiginoso, no solo por su cubrimiento geográfico sino por la fácil aceptación que ha tenido entre el ciudadano común.

Hoy en día es común la práctica de que una persona de un multinacional viaje con su teléfono celular ha cuantos países requiera hacerlo, sin tener que pasar por ningún inconveniente para poder ser localizado. Desdichadamente también puede ser localizado durante su tiempo de ocio, pero eso es otro problema diferente que se resuelve apagando el aparato.

La misma funcionalidad se está incluyendo en los servicios que ofrece la Internet. Estamos siendo inundados, por ejemplo con comerciales de una empresa que ofrece que se pueda "leer", o mejor dicho oír el correo electrónico por el teléfono celular, y a su vez responderlo mediante comandos de voz. Ya los teléfonos celulares entran a formar parte de los dispositivos con acceso a la Internet con sobrados méritos ya que cubren tanto la parte de comunicación mediante la red propia, y los nuevos diseños de los teléfonos los han convertido en PC's de bolsillo.

Más allá del avance tecnológico, lo que se viene es una avalancha de aplicaciones que antes no podían existir por la necesidad de estar conectado a la red de telefonía fija. Estas aplicaciones varían desde funcionalidad al interior de un vehículo, por ejemplo cuando un motor de un vehículo empieza a fallar, podría transmitir al taller más cercano para que se prepare para una atención de emergencia, hasta la posibilidad de que un médico pueda recibir mensajes y recetar a través de su equipo inalámbrico.

La empresa Ephysician está entregando más de 10,000 PC´s de mano a doctores que se unan a su servicio automatizado de atención médica. Los miembros de este servicio pueden recetar las medicinas desde un campo de golf o un viaje de campo, y prácticamente desde cualquier parte, y los pacientes solo tienen que presentarse a cualquiera de las 200 farmacias afiliadas para recoger sus medicamentos.

Si bien es cierto que las pruebas que hasta el momento se han efectuado en el aspecto de "usabilidad" para presentar la Web en un visor tan pequeño como un teléfono celular han sido concluyentes en que la tecnología tiene un arduo camino por recorrer antes de ser aclamada por los usuarios de negocios. Pero algunos proveedores están trabajando para solucionar este problema, haciendo uso de tecnologías de conversión texto a voz. La tecnología permite que uno le pueda dictar comandos para navegar la red y recibir mediante una voz femenina los resultados de la búsqueda.

La tecnología inalámbrica hará también más fácil la incorporación de la vasta información de la Internet en equipos móviles que no necesariamente estarán cerca de una toma telefónica.

Los teléfonos celulares, las PDA y los computadores portátiles unificaran en dispositivos multifuncionales. No se sabe a ciencia cierta si la especialización de cada uno de estos dispositivos hará necesario que andemos con una correa resistente (o una cartera grande para las mujeres) para colgar todos los aparatos, o si se terminarán juntando en uno solo. Lo que sí es claro es que la Internet podrá ser accedida desde en donde hasta hace unos meses se consideraba imposible que lo hiciera.

La tecnología inalámbrica se va instalando en nuestra sociedad. Parece que ya se levantaron indefinidamente la barrera de las comunicaciones wireless, y vemos hoy cómo la carrera hacia el cliente, aun en los albores, se va aproximando a la que ya existe desde hace tiempo en otro tipo de tecnologías más aceptadas como el ADSL, los portátiles o diversos dispositivos móviles (PDAs, Pocket PCs).

3.3 Características de las Redes Inalámbricas

En los últimos años las redes de área local inalámbricas (WLAN, Wireless Local Área Network) están ganando mucha popularidad, que se ve acrecentada conforme sus prestaciones aumentan y se descubren nuevas aplicaciones para ellas.

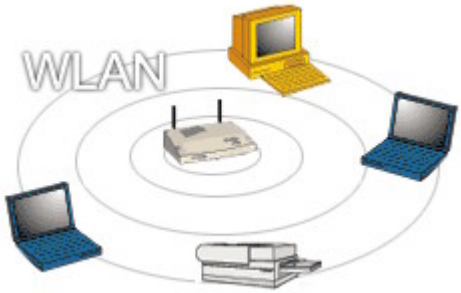


Figura 3.1 Estructura Red WLAN

Las WLAN permiten a sus usuarios acceder a información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente conectados a un determinado lugar.

Con las WLANs la red, por sí misma, es móvil y elimina la necesidad de usar cables y establece nuevas aplicaciones añadiendo flexibilidad a la red, y lo más importante incrementa la productividad y eficiencia en las empresas donde está instalada. Un usuario dentro de una red WLAN puede transmitir y recibir voz, datos y vídeo dentro de edificios, entre edificios o campus universitarios e inclusive sobre áreas metropolitanas a velocidades de 11 Mbit/s, o superiores.

Entre las características más importantes sobre las Redes Inalámbricas se encuentran las mencionadas a continuación:

Movilidad

Las redes inalámbricas proporcionan a los usuarios de una LAN acceso a la información en tiempo real en cualquier lugar dentro de la organización o el entorno público (zona limitada) en el que están desplegadas.

Simplicidad y rapidez en la instalación

La instalación de una WLAN es rápida y fácil y elimina la necesidad de tirar cables a través de paredes y techos.

Flexibilidad en la instalación

La tecnología inalámbrica permite a la red llegar a puntos de difícil acceso para una LAN cableada.

Coste 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.

Escalabilidad

Los sistemas de WLAN pueden ser configurados en una variedad de topologías para satisfacer las necesidades de las instalaciones y aplicaciones específicas. Las configuraciones son muy fáciles de cambiar y además resulta muy fácil la incorporación de nuevos usuarios a la red.

3.4 Dispositivos de una red Inalámbrica

Tarjeta Inalámbrica

Las Tarjetas realizan la función de las tarjetas de red Ethernet, adaptando las tramas Ethernet que genera el PC, a las tramas del estándar inalámbrico y viceversa, posibilitando la transmisión transparente de la información. En muchas ocasiones estas integran la antena en la tarjeta. Son usados por los AP y por los portátiles.

Punto de Acceso

Es un punto de conexión que interconecta dispositivos de comunicación inalámbrica para formar una red inalámbrica. Normalmente un WAP también puede conectarse a una red cableada, y puede transmitir datos entre los dispositivos conectados

a la red cableada y los dispositivos inalámbricos. Muchos WAPs pueden conectarse entre sí para formar una red aún mayor, permitiendo realizar "roaming". (Por otro lado, una red donde los dispositivos cliente se administran a sí mismos - sin la necesidad de un punto de acceso - se convierte en una red ad-hoc). Los puntos de acceso inalámbricos tienen direcciones IP asignadas, para poder ser configurados.

Son los encargados de crear la red, están siempre a la espera de nuevos clientes a los que dar servicios. El punto de acceso recibe la información, la almacena y la transmite entre la WLAN (Wireless LAN) y la LAN cableada.

Un único punto de acceso puede soportar un pequeño grupo de usuarios y puede funcionar en un rango de al menos treinta metros y hasta varios cientos. Este o su antena son normalmente colocados en alto pero podría colocarse en cualquier lugar en que se obtenga la cobertura de radio deseada.

Controlador de Acceso (AC)

El AC es un router IP que se encarga de asignar las direcciones IP a los terminales de la WLAN, mantener una lista de direcciones de los terminales correctamente autenticados y filtrar el tráfico, descartando los paquetes de terminales no autenticados. A su vez, los controladores de acceso se conectan a un elemento central encargado de la gestión de servicios. Así cumplen la función de ser pasarela a las redes IP externa permitiendo la conexión a Internet y a las aplicaciones que este soporte.

Distribution System (DS)

Es la parte cableada de la red inalámbrica. Generalmente es una red Ethernet de la que cuelgan los AP y que está acabada en un AC, que gestiona la red. Pueden existir otro tipo de configuraciones del DS, ya que no hay un estándar que lo fije, quedando abierto a soluciones propietarias y particulares.

3.5 Evolución Red Inalámbrica

Las redes Inalámbricas tuvieron una gran evolución durante los años 2000 y 2005. La primera de las transformaciones estuvo asociada a lo que capacidad se refiere: la cantidad de transmisión de data aumento y consigo también un aumento de cobertura de zonas geográficas. La segunda en el mismo orden fue la creación de estándares que proveyeran un servicio más eficiente y moderno trayendo como solución al Standard 802.16 (Wimax).

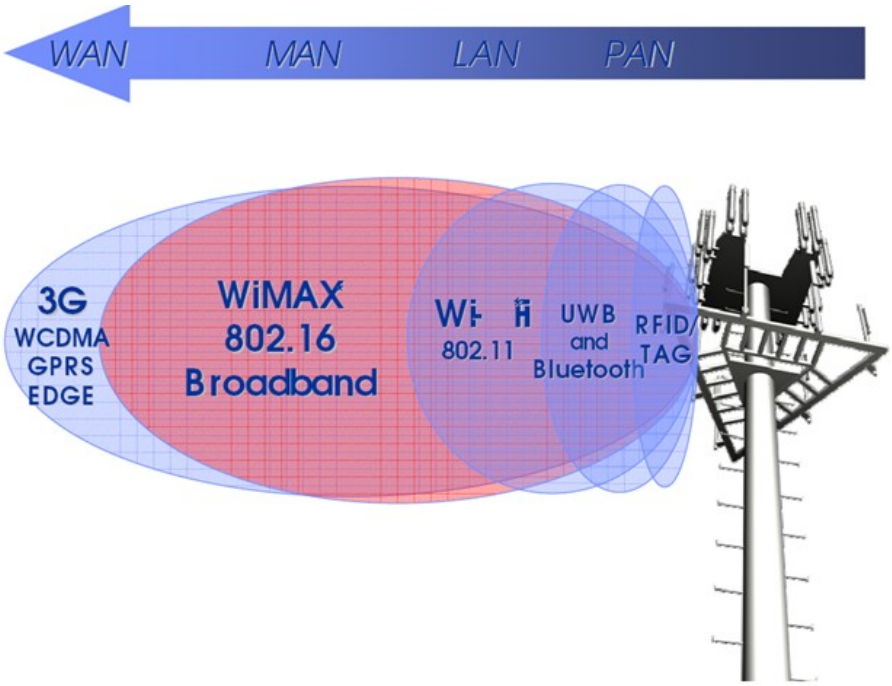


Figura 3.2 Coexistencia Redes Inalámbricas

3.5.1 Spread Spectrum

Un sistema spread spectrum es aquel en el cual la señal transmitida es propagada en una banda de frecuencia amplia, mucho más de hecho, que el mínimo ancho de banda requerido para transmitir la información que será enviada. Las comunicaciones spread spectrum no puede decirse que sean una manera eficiente de utilizar el ancho de banda. Sin embargo, son de utilidad cuando se combinan con los sistemas existentes que ocupan la frecuencia. La señal spread spectrum que es propagada en un ancho de banda grande puede coexistir con señales de banda estrecha añadiendo únicamente un ligero incremento en el ruido de fondo que los receptores de banda estrecha pueden ver. El receptor spread spectrum no ve las señales de banda estrecha pues está escuchando en un ancho de banda mucho más amplio con una secuencia de código ordenada.

Ventajas

- Resiste interferencias intencionadas y no intencionadas.
- Tiene la habilidad de eliminar o aliviar el efecto de interferencias de múltiples formas.
- Puede compartir la misma banda de frecuencia (overlay) con otros usuarios.
- Privacidad debido a la secuencia de código pseudoaleatoria (multiplexión por división de código)

Inconvenientes

- Ancho de banda ineficiente.
- La implementación es, de alguna forma, más compleja

3.5.2 FHSS ("Frequency Hopping Spread Spectrum")

Fue la primera implementación de Espectro Amplio y al igual que Ethernet los datos son divididos en paquetes de información, solo que estos paquetes son enviados a través de varias frecuencias, esto es conocido como "Hopping Pattern", la intención de enviar la información por varias frecuencias es cuestión de seguridad, ya que si la información fuera enviada por una sola frecuencia sería muy fácil interceptarla.

Además, para llevar a cabo la transmisión de datos es necesario que tanto el aparato que envía como el que recibe información coordinen este denominado "Hopping Pattern". El estándar IEEE 802.11 utiliza FHSS, aunque hoy en día la tecnología que sobresale utilizando FHSS es Bluetooth.

3.5.3 DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

En el DSSS el mensaje original es modulado por un código que permite su expansión o difusión. Este código es una secuencia de bits (conocida como Chips) donde el primer paso de la modulación es una operación EXOR ejecutada entre el código y el mensaje (Shipping). El resultado de este primer paso de modulación es que un bit “0” del mensaje original se convierte en una secuencia representativa (dada por el código) en un bit “1” del mensaje original se convierte en otra secuencia representativa. Finalmente, las secuencias representativas del mensaje original modulan la portadora final.

La coexistencia en los sistemas DSSS se basa en el uso de diferentes códigos o secuencias de difusión para cada sistema (ejemplo CDMA). La condición es que las secuencias usadas sean altamente distinguibles unas de otras (concepto de ortogonalidad) de modo que el receptor pueda reconocer solo la información dedicada a él (Transmisor y receptor usan el mismo código de difusión). Si bien CDMA es la solución, el número de secuencias pseudo aleatorias ortogonales está limitado y es función de la longitud (número de chips) de la secuencia. La redundancia de estos sistemas se encuentra dada por la presencia del código de difusión ya que si alguno de los chips del código es afectado por ruido el receptor puede reconocer la secuencia y tomar decisiones adecuadas para recuperar el mensaje original.

FHSS
- 79 saltos para la frecuencia de la portadora - 78 secuencias de saltos (cada uno de 79 saltos) - Se agrupan en 3 conjuntos de 26 secuencias - Las secuencias de cada conjunto tienen mínima interferencia entre sí (concepto de ortogonalidad) - Teóricamente pueden compartir 26 sistemas dentro de una celda Prácticamente se usa máximo 15 (dado que no se permite la sincronización entre sistemas que podrían evitar la interferencia) **FHSS**
DSSS
- Cada bit de información se reemplaza por un conjunto de bits dado por el código pseudo-aleatorio. - La coexistencia se basa en el uso de distintos código pseudo-aleatorios distinguibles entre sí (ortogonales). - En forma práctica se define un código de 11 bits de longitud. - Para 11 Mbps 802.11 define una separación mínima de 30 MHz. - Banda asignada va de 2.4 GHz a 2.4835 GHz. - Total ancho de banda disponible 83.5 MHz. - Sólo pueden coexistir 3 sistemas con separación mínima entre frecuencias portadoras de 30 MHz cada uno.

Tabla3.1 Diferencia entre FHSS y DSSS

3.6 Wifi en la actualidad

La expresión Wi-Fi (abreviatura de *Wireless Fidelity*) se utiliza como denominación genérica para los productos que incorporan cualquier variante de la tecnología inalámbrica 802.11, que permite la creación de redes de trabajo sin cables (conocidas como WLAN, Wireless Local Área Networks).

En un principio, la expresión Wi-Fi era utilizada únicamente para los aparatos con tecnología 802.11b, el estándar dominante en el desarrollo de las redes inalámbricas, de aceptación prácticamente universal, que funciona en una banda de frecuencias de 2,4 GHz y permite la transmisión de datos a una velocidad de hasta 11Mbps (aunque la velocidad real de transmisión depende en última instancia del número de usuarios conectados a un punto de acceso). Con el fin de evitar confusiones en la compatibilidad de los aparatos y la interoperabilidad de las redes, el término Wi-Fi se extendió a todos los aparatos provistos con tecnología 802.11 (ya sea 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11i, 802.11h, 802.11e, etc, con diferentes frecuencias y velocidades de transmisión).

Existe una marca registrada, *Wi-Fi Certified*, que concede la Wi-Fi Alliance, una asociación de más de 130 fabricantes y proveedores de aplicaciones, y que garantiza que un producto que incorpore este logo es interoperable con aparatos de otros fabricantes para trabajar en una red sin cables. Actualmente existen alrededor de 450 aparatos que cuentan con este certificado.

Entre las predicciones tecnológicas para 2005, todas las grandes consultoras coinciden en señalar el desarrollo de las tecnologías Wi-Fi como una de las principales tendencias del año entrante. Las ventas de aparatos con conexión inalámbrica se incrementarán gracias a factores como la extensión de los estándares, el aumento de la interoperabilidad, la creciente demanda de aparatos portátiles o la aparición de nuevas aplicaciones.

Por el lado de la oferta, la intensa competencia en un mercado en el que todavía no existen claros dominadores conduce a un progresivo abaratamiento de los precios. Según las estimaciones de Aberdeen, durante 2002 se vendieron 20 millones de chips Wi-Fi, con un crecimiento del 290% sobre 2001. El precio medio del chip se redujo de 43 dólares en 2001 a 20 dólares en 2002. Por su parte, la instalación de una red inalámbrica en el hogar podría abaratarse en un año desde los 220 a 250 dólares que cuesta en la actualidad, hasta los 100 dólares.

Por lo que se refiere a la distribución de las aplicaciones Wi-Fi, Aberdeen estima que los ordenadores personales (portátiles y de sobremesa) serán el principal destino de las mismas, pero no desestima el impacto que tendrán en teléfonos móviles y PDAs.

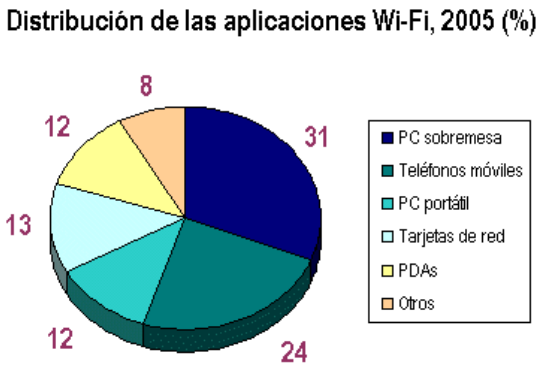


Figura 3.3 Distribución de las Aplicaciones WI-FI, 2005

CAPITULO IV. INFRAESTRUCTURA TECNOLOGICA ACTUAL DE UNAPEC.

4.1 Descripción Red Inalámbrica Unapec

La red inalámbrica de la Universidad Apec está concebida como método alternativo de conexión a la red de comunicaciones de la universidad. Frente a la forma tradicional de conexión por cable, este método aporta movilidad, permitiendo al usuario acceder a la red desde cualquier lugar dentro de su ámbito de cobertura.

La red inalámbrica instalada interconecta los equipos a una velocidad máxima de 54 Mbps siguiendo el estándar de redes inalámbricas 802.11g (compatible con la norma 802.11b de 11Mbps). Esta tecnología permite la movilidad del universitario y el acceso a la red desde espacios generales (bibliotecas, laboratorios, entre otras dependencias...).

Actualmente cualquier universitario puede utilizar la red inalámbrica en la área de la biblioteca que es donde se presta este servicio; por la ubicación de una antena tanto en el edificio II como en la biblioteca.

4.2 Funcionamiento

El funcionamiento de una red inalámbrica es muy similar al funcionamiento de los teléfonos móviles. Por un lado, se dispone de equipos de usuario: cualquier ordenador con una tarjeta de red inalámbrica instalada (en sus diferentes versiones: USB, PCMCIA, PCI). Por el otro, se encuentran los equipos de acceso (denominados también puntos de acceso), que son los encargados de proporcionar la "cobertura" a los equipos de usuario y permitir a los usuarios acceder a los distintos recursos de la red (páginas web, servidores de ficheros).

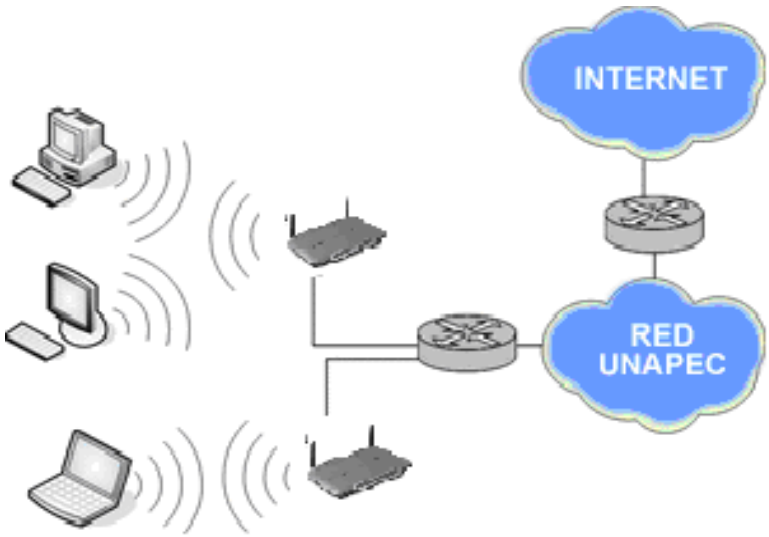


Figura 4.1 Ejemplo Red Inalámbrica UNAPEC

4.3 Redes y Servicios Disponibles

Se han instalado 2 redes inalámbricas en el campus principal de Unapec, identificadas por su nombre: *UNAPEC* y *BAPECsec* y en el campus CAFAM una red inalámbrica llamada Tsunami.

Campus UNAPEC.

- **Red-UNAPEC:** Outdoors, en el edificio 2 y a los alrededores de este. Actualmente se encuentran bajo construcción, operando limitadamente.

- **Red-BAPECsec:** Indoors, en el 4ta planta del edificio 4; Biblioteca.

Campus CAFAM

- **Red-TSUNAMI:** Indoors, solamente para Laboratorio de Monográfico, PostGrado de la 3ra planta.

4.4 Cómo conectarse?

Requisitos

Computador con tarjeta de red inalámbrica compatible:

- Estándar 802.11b y/o 802.11g
- Protocolo WPA (Wireless Protected Access)

Conexión

Cuando el computador se encuentre en una zona de cobertura de Internet Inalámbrica la misma será mostrada como opción de conexión inalámbrica en nuestro caso; se mostrara la red Inalámbrica de nombre BIBLIOap**.**

En cuanto a seguridad como se puede mostrar en el próximo grafico la red inalámbrica de nombre BIBLIOap**,** está totalmente a abierta para todos los usuarios que tengan una PC o algún dispositivo inalámbrico, pero la segunda conexión de nombre BAPECsec**,** está bloqueada para todos los usuarios y se dirige solamente un público en especifico.

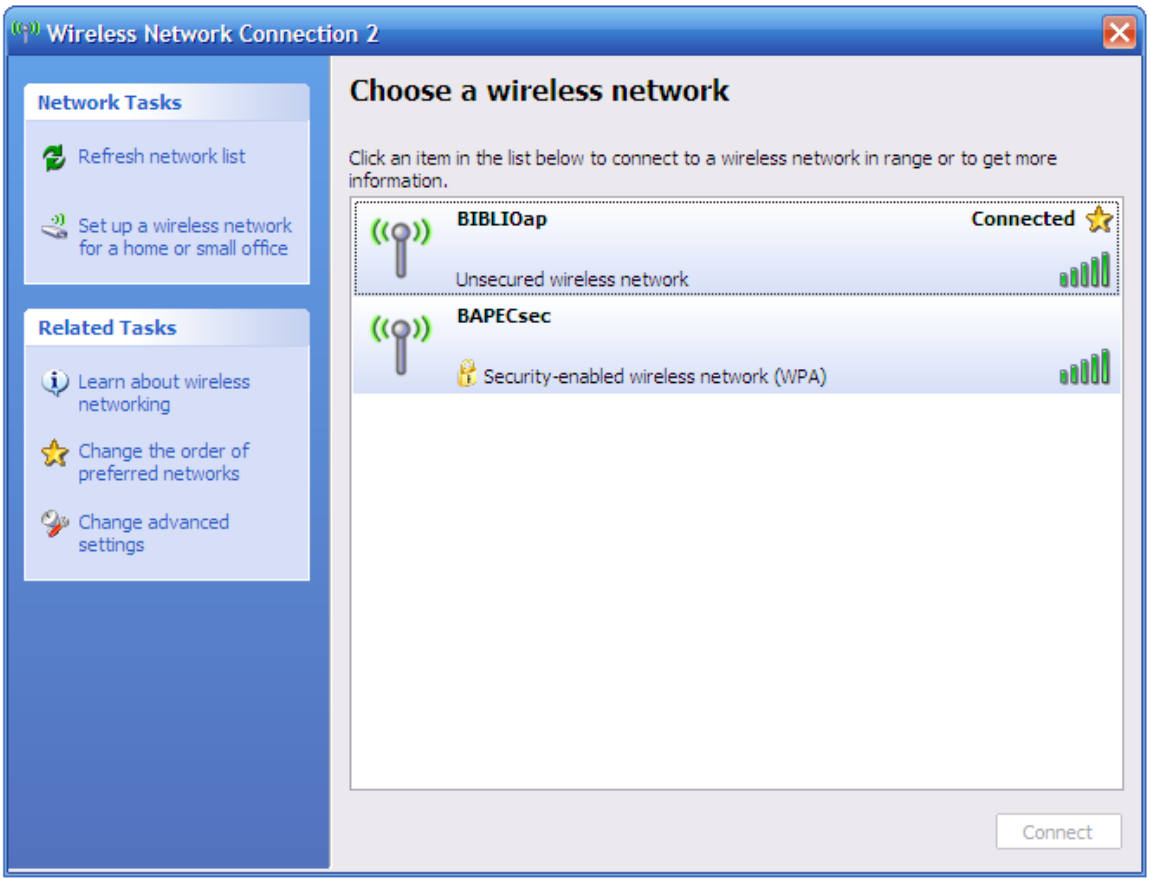


Figura 4.2 Detección Redes Inalámbricas (UNAPEC)

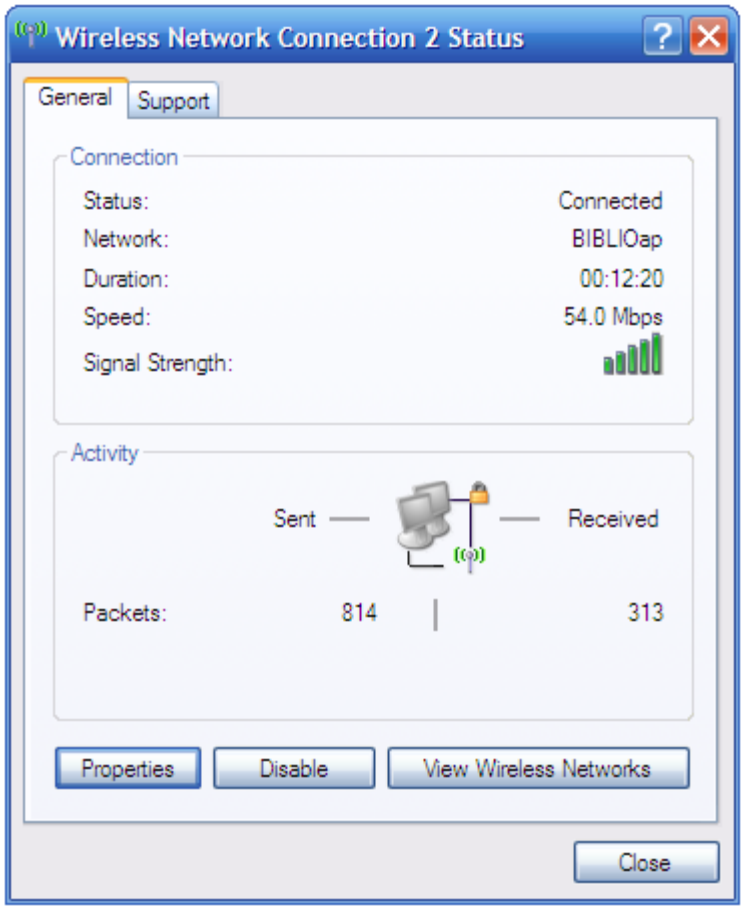


Figura 4.3 Status de la Conexión a la Red Inalámbrica

4.5 Cobertura Actual

COBERTURA/SITUACION ACTUAL DEL DESPLIEGUE	
Situación Actual **Cuatrimestre Enero-Abril 2007.**	
Campus I	
Edificio I. Decanato de Artes, Comunicaciones…..	**SIN COBERTURA**
Edificio II. Decanato de Mercadotecnia, Decanato de Informática…	**INTERMITENTE**
Edificio III. Sala de Experimentaciones Gastronómicas	**SIN COBERTURA**
Edificio IV. Biblioteca "Lic. Fidel Méndez Núñez".	**COBERTURA**
Edificio V. Salón Multiuso "Américo Lugo"	**SIN COBERTURA**
Edificio Administrativo	**SIN COBERTURA**
Departamento de Servicios Generales, compras, mantenimiento y seguridad.	**SIN COBERTURA**
Salón Apec de la Cultura "José María Bonetti Burgos"	**SIN COBERTURA**
Cafetería Unapec	**SIN COBERTURA**
Edificio "Cristóbal Tejada" Store University, Centro de Fotocopiado.	**SIN COBERTURA**
Cancha Acústica "Francisco Suriel.	**SIN COBERTURA**
Campus CAFAM	
Laboratorio de Monográfico, PostGrado de la 3ra planta	**COBERTURA**

Tabla 4.1 Cobertura Red Inalámbrica UNAPEC (Periodo Enero-Abril 2007)

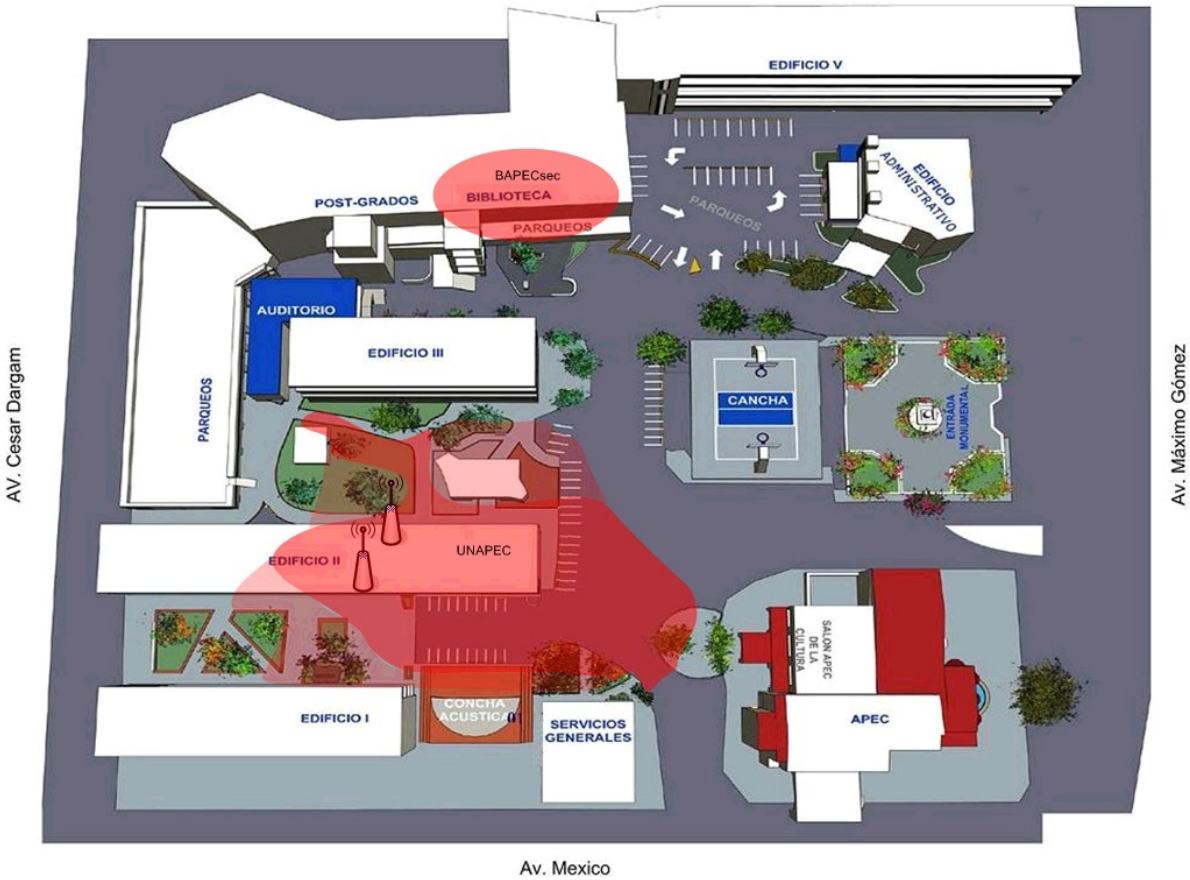


Figura 4.4 Cobertura Actual Campus Principal

Figura 4.5 Cobertura Actual Campus Cafam.

CAPITULO V. TECNOLOGIA INALAMBRICA 802.16e (WIMAX).

5.1 WIMAX

¿Qué es Wimax?

Wimax es la nueva tecnología inalámbrica basada en estándares que está ganando una rápida aceptación en el mundo. Es capaz de ofrecer Internet de banda ancha y extender servicios como la telefonía por Internet.

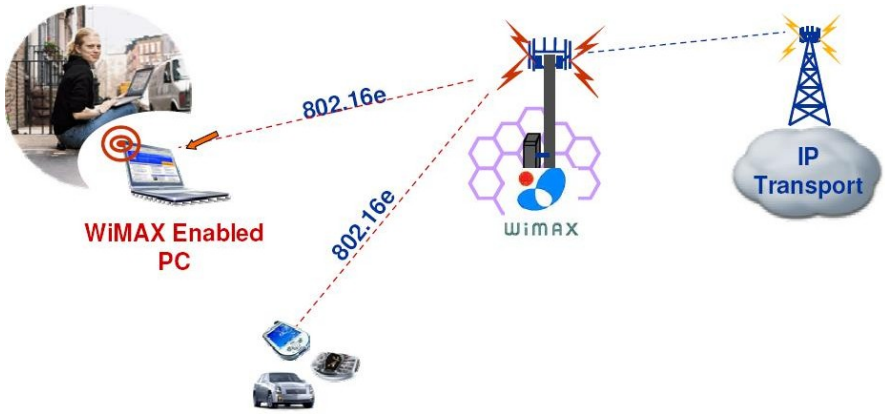


Figura 5.1 Topología Red Inalámbrica Wimax

En más detalle, Wimax (del inglés Worldwide Interoperability for Microwave Access, Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas) bajo el estándar 802.16. Este es un estándar de transmisión inalámbrica de datos (802.MAN) proporcionando accesos en áreas de hasta 48 kilómetros de radio y ofrece una gran capacidad (hasta 75 Mbps por cada canal de 20 MHz), e incorpora mecanismos para la gestión de la calidad de servicio (QoS). Si bien Wimax sólo tiene algunos años, ha existido desde fines de la década de 1990, primero con la adopción del estándar 802.16 (10-66GHz) y luego con el 802.16a (2-11GHz) en enero de 2003. Con Wimax se permitirá amplias coberturas tanto con línea de visión entre los puntos a conectar (LOS) como sin línea de visión (NLOS) en bandas de frecuencias de uso común o licenciadas.

Wimax ha sido diseñado para ofrecer NLOS (Non line of sight), esto es comunicación sin línea directa de visión-El NLOS tiene como grandes ventajas una mejor cobertura, mejor predicción sobre su potencial de cobertura y menores costes, lo que lleva a que se precise un menor número de estaciones base, planificación de radio más sencilla, torres más cortas y terminales de usuarios que se instalan más rápido. Es conveniente comentar que además existen técnicas para mejorar la cobertura del NLOS, como diversidad, codificación espacio tiempo y ARQ (Automatic Retransmission Request). También cabe señalar la modulación en la que está trabajando el estándar, el ancho de banda de los canales y la frecuencia del espectro dentro de los diferentes sabores que ofrece la Tecnología, tal y como observamos en la figura.

IEEE 802.16 Standard			Source: WiMAX Forum
	802.16	802.16a/REVd	802.16e
Completed	Dec. 2001	802.16a: Jan 2003 802.16 REVd: Q3 2004	Estimate: 2nd half of 2005
Spectrum	10 to 66 GHz	< 11 GHz	< 6 GHz
Channel Conditions	Line-of-sight only	Non line-of-sight	Non line-of-sight
Bit Rate	32 to 134 Mb/s at 28 MHz channelization	Up to 75 Mb/s at 20 MHz channelization	Up to 15 Mb/s at 5 MHz channelization
Modulation	QPSK, 16 QAM and 64 QAM	OFDM 256, OFDMA 64 QAM, 16 QAM, QPSK, BPSK	Same as REVd
Mobility	Fixed	Fixed and Portable	Mobility, Regional Roaming
Channel Bandwidths	20, 25 and 28 MHz	Selectable channel bandwidths between 1.25 and 20 MHz, with up to 16 logical sub-channels	Same as REVd
Typical Cell Radius	1 to 3 miles	3 to 5 miles; Maximum range 30 miles based on tower height, antenna gain and transmit power (among other parameters)	1 to 3 miles

Tabla 5.1 Características Principales IEEE 802.16 (estándares)

Mediante Wimax se asegura la interoperabilidad con el estándar para redes de área metropolitana inalámbrica o WMAN desarrollado por la ETSI (European Telecommunications Standards Institute) y conocido como HiperMAN (High Performance Radio Metropolitan Área Network), de objetivos muy similares a Wimax.

En junio de 2001 se constituyó el llamado Wimax Forum promovido por fabricantes de equipos de la industria inalámbrica y de comunicaciones con el objetivo de definir y promover el estándar IEEE 802.16. Esta organización sin ánimo de lucro busca dar soporte a los grupos de trabajo del IEEE 802.16, certificar y asegurar la interoperabilidad entre los equipos de distintos fabricantes.

	Celular			WiMAX	
Medida	**Edge**	**HSPDA**	**1xEVDO**	**802.16-2004**	**802.16e†**
Familia tecnológica y modulación	TDMA GMSK y 8-PSK	WCDMA (5 MHz) QPSK y 16 QAM	CDMA2K QPSK y 16 QAM	OFDM/OFDMA QPSK, 16 QAM y 64 QAM	OFDMA QPSK escalable, 16 QAM y 64 QAM
Velocidad pico de los datos	473 Kbps	10,8 Mbps	2,4 Mbps	75 Mbps (canal de 20 MHz) 18 Mbps (canal de 5 MHz)	75 Mbps (máx.)
Velocidad promedio para el usuario	Velocidad < 130 Kbps	< 750 Kbps inicialmente	< 140 Kbps	1–3 Mbps	80% de rendimiento del modelo de uso fijo
Alcance en exteriores (célula promedio)	2–10 km	2–10 km	2–10 km	2–10 km	2–7 km
Ancho de banda del canal	200 KHz	5 MHz	1,25 MHz	1,5–20 MHz, escalable	1,5–20 MHz, escalable

Tabla 5.2 Diferencia estándares Celulares y Wimax

Una faceta clave del proceso de Los estándares IEEE, es que está limitado a las capas Físicas y MAC (Medium Access Control –Control de Acceso Medio), pero no hace nada para garantizar la interoperabilidad, las restricciones de RF o los niveles mínimos de rendimiento. En ese aspecto, el Foro Wimax cumple con un requisito muy necesario.

Con la implementación de Wimax se ofrece varias ventajas a diferencia de las soluciones con cables, no será necesario obstruir el tránsito para cavar zanjas para tender cables de telecomunicaciones, ni colgar cables que se pueden romper en cualquier momento.

Con este se ofrece una solución rápida de precio razonable y conveniente para las necesidades de acceso a nivel general a la Internet, al mismo tiempo, ofrecer conectividad inalámbrica de alta velocidad de una manera más simple y viable que las tecnologías celulares actuales, ofreciendo con esto escalabilidad para dar acceso de banda ancha al alcance del bolsillo, debido a que la infraestructura inalámbrica se puede extender para proporcionar compatibilidad con los dispositivos móviles y portátiles.

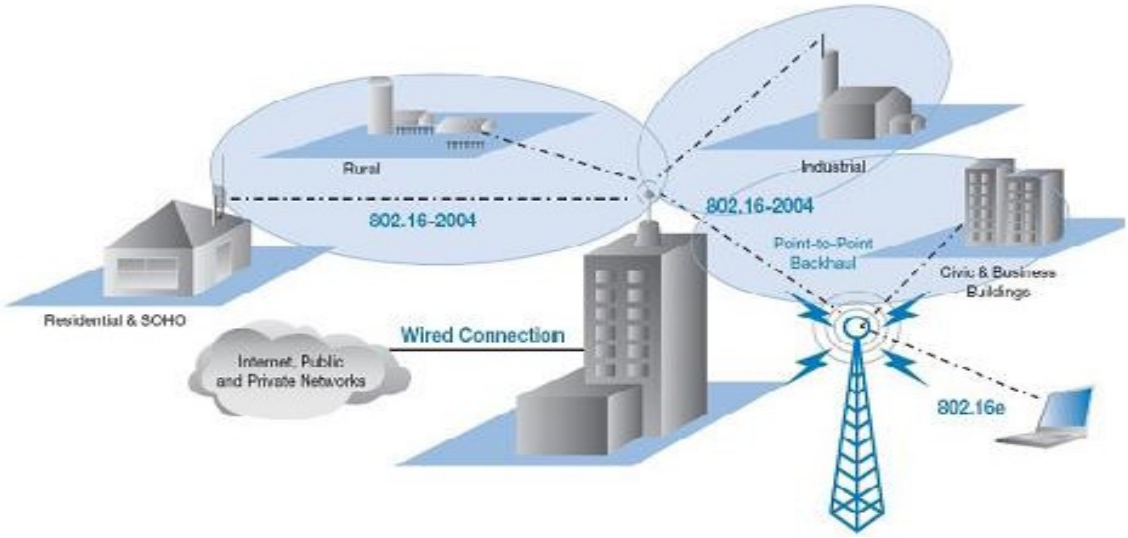


Figura 5.2 Cobertura de Redes Wimax

Al migrar hacia esta tecnología reciente, se obtiene no solo la mejor conectividad de banda ancha que se tiene en un entorno fijo, sino que también el potencial de agregar fácilmente conectividad portátil total para datos de alta velocidad en la actualidad.

Se piensa que Wimax es una tecnología homogénea cuando, de hecho, es el nombre comercial de un grupo de estándares inalámbricos IEEE. En ese aspecto, Wimax y Wi-Fi son análogos.

El proyecto general de Wimax actualmente incluye al 802.16-2004 y al 802.16e. El 802.16-2004 utiliza Multiplexado por División de Frecuencia de Vector Ortogonal (OFDM), para servir a múltiples usuarios en una forma de división temporal en una especie de técnica circular, pero llevada a cabo extremadamente rápido de modo que los usuarios tienen la sensación de que siempre están transmitiendo o recibiendo. El 802.16e utiliza Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Vector Ortogonal (OFDMA) y puede servir a múltiples usuarios en forma simultánea asignando grupos de "tonos" a cada usuario.

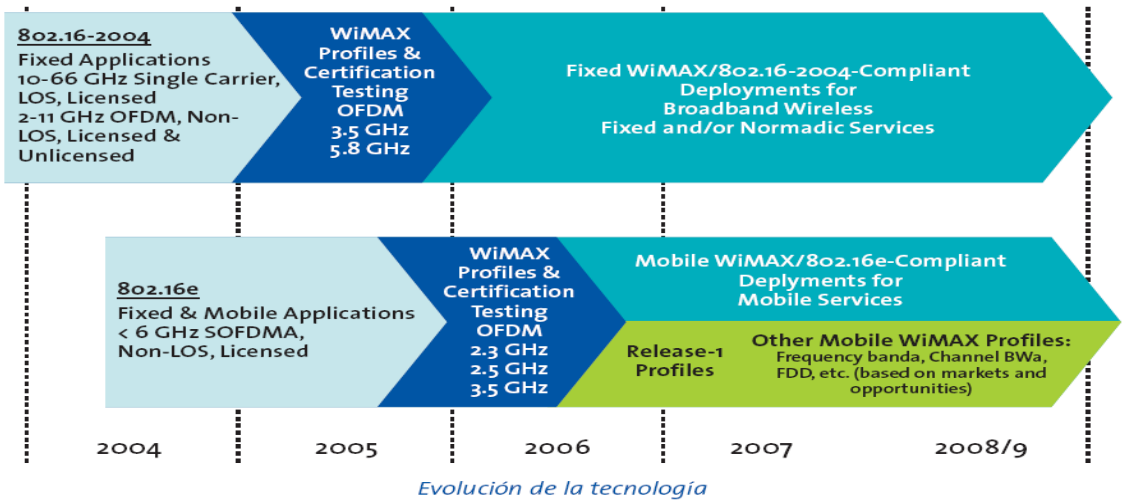


Figura 5.3 Evolución Wimax (Estimado)

5.1.1. IEEE 802.16e

IEEE 802.16e es la versión portátil o móvil de Wimax, que promete soportar sesiones de voz y datos a velocidades vehiculares de hasta 120 kilómetros por hora. Con una tasa de transferencia de hasta 63 Mb\s Downstream, 28Mb\s Upstream por sector en un canal de 10 MHZ. Está basado esencialmente para mantener el QoS. También posee seguridad empleando EAP, autenticación y encriptación. Luego de estas detalladas descripciones que posee este estándar se reconoce ampliamente que el 802.16e no es compatible con el 802.16-2004.

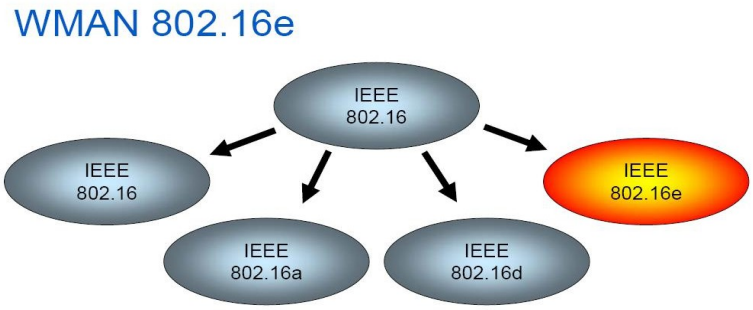


Figura5.4Clasificación del estándar 802.16 (Wimax)

La razón principal de esta incompatibilidad es que el 802.16e usa S-OFDMA (scalable-OFDMA) tanto en el enlace ascendente como en el descendente. S-OFDMA significa que el número de tonos OFDM aumenta, o escala (de 128 tonos hasta 2.048 tonos), basándose en la calidad de la señal de RF para un usuario en particular, los requerimientos del usuario y el ancho de canal de radio que se usa. S-OFDMA permite a múltiples usuarios transmitir al mismo tiempo dando como resultado una eficiencia mejorada de red y una mejor experiencia del usuario.

Sin embargo, no existe una opción fuera de 256 tonos; el 802.16-2004 está estrictamente fijado en 256 tonos.

La capa del 802.16e MAC introduce nueva información de cabecera que es esencial para soportar la movilidad (handoffs de celda, etc.). Aunque hubiera una opción de 256 tonos con el 802.16e, las diferencias entre las dos capas MAC impedirían que las versiones fija y móvil trabajaran juntas.

En la siguiente imagen se muestra la interconexión de las diferentes regiones en las cuales tiene alcance Wimax con una sola torre te transmisión bajo la implementación del estándar 802.16e.

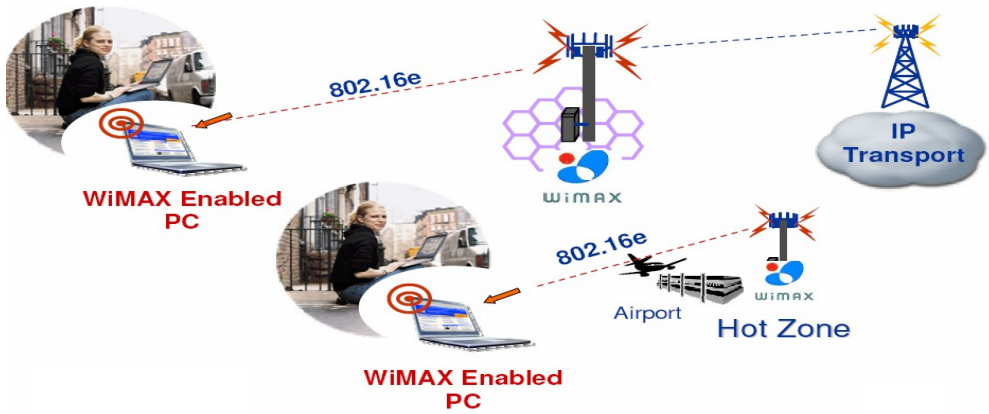


Figura 5.5 Topología Red Wimax Móvil

5.1.1.1 Diferencia entre 802.16-2004 y 802.16e

IEEE 802.16e aún es un estándar que está diseñado para ofrecer una característica clave de la que carece el 802.16-2004: portabilidad y movilidad a toda escala. Este estándar requiere una nueva solución de hardware/software ya que no es compatible con el anterior 802.16-2004.

Otra importante diferencia entre los estándares .16-2004 y .16e es que el estándar .16-2004 está basado, en parte, en una serie de soluciones inalámbricas fijas comprobadas, aunque patentadas; por lo tanto, existen grandes probabilidades de que la tecnología alcance sus metas de rendimiento establecidas.

El estándar .16e, por otro lado, trata de incorporar una amplia variedad de tecnologías propuestas, algunas más comprobadas que las otras. En virtud de que sólo ha habido una sola justificación modesta de características propuestas, sobre la base de datos de rendimiento, y la composición final de estas tecnologías no ha sido determinada por completo, es difícil saber si una característica en particular mejorará el rendimiento.

Las aplicaciones típicas de la tecnología Wimax son el backhaul inalámbrico de otras redes (como puede ser el caso de las estaciones base de telefonía móvil o los hot spots), la “última milla” de la red de acceso a Internet de alta velocidad tanto en el segmento doméstico como en el profesional (especialmente indicado en aquellas zonas sin cobertura de banda ancha) y soluciones nómadas, que en conexión con otras redes permiten lo que se ha venido a llamar como “Always Best Connected”, esto es, la conexión a un WISP (Wireless Internet Service Provider) a través de la red óptima en cada momento.

Wimax ofrece como anteriormente se menciono una amalgama completa de opciones de interconexión y coexistencia entre otras tecnologías, como por ejemplo cabe resaltar una compañía como Intel miembro activo del foro de Wimax, previo la instalación y aplicación de dicha tecnología en tres fases importantes, las cuales cabe destacar:

1. En la primera fase está basada en el estándar IEEE 802.16-2004, el cual proporciona conexiones inalámbricas de manera fija por medio de antenas exteriores.
2. En una segunda fase, especifica que la tecnología está disponible para la instalación de interiores, con pequeñas antenas parecidas a las de punto de acceso Wi-Fi actual. En este modelo fijo de interiores, Wimax está disponible para uso en amplias instalaciones de banda ancha residenciales,

claro está, conforme a que los dispositivos están diseñados para la "instalación por parte del usuario", lo que provoca esto una disminución de los costos de instalación.

3. Por último en la tercera fase, la tecnología se integra en equipos de computo portátiles para ser compatibles todos en áreas de servicio de Wimax, tal como se muestra en la figura.

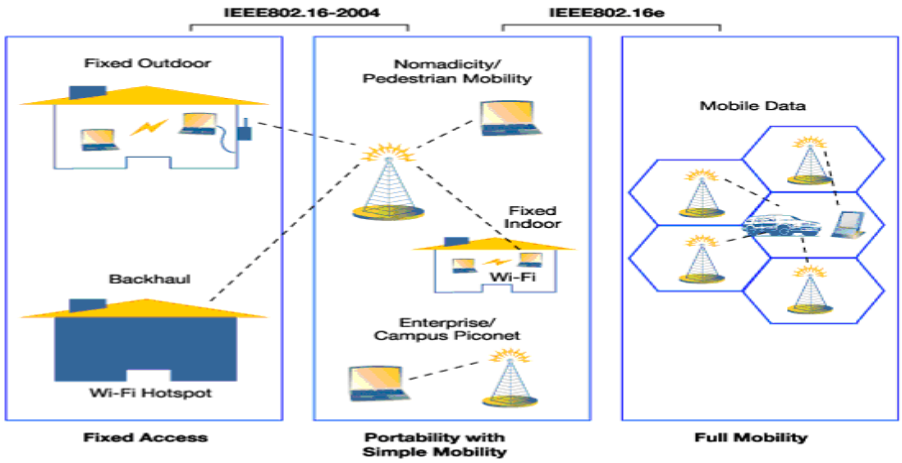


Figura 5.6 Migración estimada del estándar fijo al estándar móvil

Un punto relevante y de suma importancia sobre los que es Wimax es el costo que conlleva la implementación del estándar, esto se debe que debido a factores económicos de la tecnología, tales como la adquisición de sitios y los costos de preparación, por no mencionar los requisitos de energía, tanto de RF como eléctrico, el costo de desplegar una red Wimax es aproximadamente el mismo que el de una red 3G (excluyendo los costos del espectro ya incurridos) y mucho más caro que el de una típica red Wi-Fi.

Por supuesto, la cobertura Wi-Fi sería mucho más limitada mientras que Wimax podrá aprovechar los beneficios con relación a los costos asociados con una red núcleo "All-IP" (todo-IP) ubicada "detrás" de las estaciones base. Más aun, las tarjetas de datos Wi-Fi o las soluciones Wi-Fi incorporadas ya están alcanzando precios en extremo atractivos mientras que las soluciones 3G están bajando rápidamente los precios y es probable que ellos sean más atractivos en los próximos años.

Un aspecto importante, son los equipos terminales que serán utilizados por los usuarios finales, en primera instancia esta la utilización de un MODEM convencional de ADSL que puede suministrar la conexión del servicio.

Ahora bien, aquellos usuarios que se encuentren a varios kilómetros del BS (Bases Station o Radio Base) podrían requerir la instalación de una antena exterior para mejorar la calidad de transmisión.

También para poder servir a aquellos usuarios aislados, se requeriría una antena directiva apuntando al BS (Bases Station o Radio Base), ofreciendo con esto el servicio de Internet, con todos sus beneficios a los distintos grupos de usuarios.

5.2 Características de Wimax (802.16)

El estándar 802.16 puede alcanzar una velocidad de comunicación de más de 100 Mbit/s en un canal con un ancho de banda de 28 MHz (en la banda de 10 a 66 GHz), mientras que el 802.16a puede llegar a los 70 Mbit/s, operando en un rango de frecuencias más bajo (<11 GHz). Es un claro competidor de LMDS.

	802.16	802.16ª	802.16e
Espectro	10 - 66 GHz	< 11 GHz	< 6 GHz
Funcionamiento	Solo con visión directa	Sin visión directa (NLOS)	Sin visión directa (NLOS)
Tasa de bit	32 - 134 Mbit/s con canales de 28 MHz	Hasta 75 Mbit/s con canales de 20 MHz	Hasta 15 Mbit/s con canales de 5 MHz
Modulación	QPSK, 16QAM y 64 QAM	OFDM con 256 subportadoras QPSK, 16QAM, 64QAM	Igual que 802.16a
Movilidad	Sistema fijo	Sistema fijo	Movilidad pedestre
Anchos de banda	20, 25 y 28 MHz	Seleccionables entre 1,25 y 20 MHz	Igual que 802.16a con los canales de subida para ahorrar potencia
Radio de celda típico	2 - 5 km aprox.	5 - 10 km aprox. (alcance máximo de unos 50 km)	2 - 5 km aprox.

Tabla 5.3 Comparación entre las diferentes Ramas de Wimax

Wimax se promete ser una de las tecnologías más demandadas en este nuevo periodo, en el área de la tecnología inalámbrica, por eso cabe destacar las principales características que esta ofrece. Con Wimax tenemos la más alta productividad a rangos más distantes de hasta 48 kilómetros, como anteriormente mencionamos, dígase que su calidad de transferencia se podría considerar hasta el momento la mejor en cuanto a bits/segundo/Hz en distancias largas se refiere.

También es un sistema escalable, esto se refiere a la fácil adición de canales para maximizar las capacidades de las celdas. Con esto se logra anchos de bandas flexibles que permiten usar espectros licenciados y exentos de licencia.

Soporta varios cientos de usuarios por canal, con un gran ancho de banda y es adecuada tanto para tráfico continuo como a ráfagas, siendo independiente de protocolo; así, transporta IP, Ethernet, ATM etc. y soporta múltiples servicios simultáneamente ofreciendo calidad de servicio (QoS) en 802.16e, por lo cual resulta adecuado para voz sobre IP (VoIP), datos y vídeo. Por ejemplo, la voz y el vídeo requieren baja latencia pero soportan bien la pérdida de algún bit, mientras que las aplicaciones de datos deben estar libres de errores, pero toleran bien el retardo.

Una parte muy importante es la cobertura que ofrece, este se basa en la frecuencia de transmisión, en la cual se tienen dos alternativas:

1. Cuando los equipos se encuentren en una zona con obstáculos (árboles, edificios, cerros, etc.) se usará una frecuencia baja, es decir, de 2 a 11 GHz para conexiones con y sin línea de visión, ya que estas frecuencias son menos susceptibles a pérdida de enlace, sin embargo, el ancho de banda es menor a los 54 Mbps.

2. Si no existen obstáculos entre la antena y los equipos, se podrá utilizar una frecuencia mayor, de hasta 66GHz para conexiones con línea de visión con un ancho de banda de hasta 70Mbps.

Debido a esto se puede deducir que equipos de mayor capacidad como ruteadores estarán asociados a conexiones de alta frecuencia, mientras que equipos de mayor movilidad como las computadoras portátiles se asociarán a redes Wimax con frecuencias menores.

Cabe también resaltar que Wimax incorpora un soporte para tecnologías “smart antena (antenas inteligentes)” propias de las redes celulares de 3G, que mejoran la eficiencia espectral y la cobertura, llegando a conseguir 5 bps/Hz, el doble que 802.11a.

Estas Smart Antena (antenas inteligentes) emiten un haz muy estrecho que se puede ir moviendo, electrónicamente, para enfocar siempre al receptor, con lo que se evitan las interferencias entre canales adyacentes y se consume menos potencia al ser un haz más concentrado.

También, se contempla la posibilidad de formar redes malladas (mesh networks) para que los distintos usuarios se puedan comunicar entre sí, sin necesidad de tener visión directa entre ellos. Ello permite, por ejemplo, la comunicación entre una comunidad de usuarios dispersos a un coste muy bajo y con una gran seguridad al disponerse de rutas alternativas entre ellos. Incluye mecanismos de modulación adaptativa, mediante los cuales la estación base y el equipo de usuario se conectan utilizando la mejor de las modulaciones posibles, en función de las características del enlace radio.

Wimax como tecnología inalámbrica brinda QoS, para mejorar con esto la calidad del producto, y además, realiza un Grant/Request MAC que permite video y Voz.

Este estándar en cuanto al coste y riesgo de investigación, conlleva el equipamiento interoperable que permite a los operadores comprar equipos de más de un vendedor.

Una de las principales limitaciones en los enlaces a larga distancia vía radio es la limitación de potencia, para prever interferencias con otros sistemas, y el alto consumo de batería que se requiere.

Sin embargo, los más recientes avances en los procesadores digitales de señal hacen que señales muy débiles (llegan con poca potencia al receptor) puedan ser interpretadas sin errores, un hecho del que se aprovecha Wimax. Con los avances que se logren en el diseño de baterías podrá haber terminales móviles Wimax, compitiendo con los tradicionales de GSM, GPRS y de UMTS.

	Wimax 802.16	***Wi-Fi 802.11***	***Mobile-Fi 802.20***	***UMTS y cdma2000***
Velocidad	124 Mbit/s	11-54 Mbit/s	16 Mbit/s	2 Mbit/s
Cobertura	40-70 km	300 m	20 km	10 km
Licencia	Si/No	No	Si	Si
Ventajas	Velocidad y Alcance	Velocidad y Precio	Velocidad y Movilidad	Rango y Movilidad
Desventajas	Interferencias	Bajo alcance	Precio alto	Lento y caro

Tabla 5.4 Comparación entre diferentes tecnologías inalámbricas

5.3 Ventajas y Servicios de Wimax

Ventajas de Wimax.

1. Proporciona capacidad de conexión de red de área metropolitana (MAN) a velocidades de hasta 75 megabits por segundo (Mbps) por estación base, con tamaños de celdas normales de 2 a 10 kilómetros.

2. Una sola estación de base puede admitir de manera simultánea más de 60 empresas con conectividad tipo T1/E1 o cientos de hogares con conexión tipo DSL (línea digital de suscriptor).

3. Wimax tiene una posición única para sustentar aplicaciones que requieren de QoS avanzado, como son la telefonía por Internet y la transmisión de vídeo en tiempo real.

4. Un servicio de Internet confiable para las masas puede impulsar el crecimiento del comercio electrónico y aumentar el número de inversionistas que participen en actividades económicas como la compraventa de acciones en línea.

5. Aumento de la efectividad de las iniciativas en las instituciones gubernamentales a nivel electrónico por medio del acceso de banda ancha.

6. El control electrónico puede reducir los tiempos de espera del servicio y aumentar la productividad en las oficinas gubernamentales.

7. Las herramientas de videoconferencias pueden ayudar a las instituciones académicas a que sus alumnos estudien diversas materias con los educadores que tal vez no puedan trasladarse a las áreas remotas.

8. Tiene el potencial de dar acceso generalizado a la Internet que puede contribuir al crecimiento económico, mejor educación, servicios médicos y mejores servicios de esparcimiento.

Servicios que ofrece Wimax

Acceso a Internet con Tecnología Wimax.

(Servicios brindados por la compañía Solunet)

Wimax es la última tecnología en acceso a Internet.

Las líneas de productos disponibles con tecnología Wimax son los siguientes:

- Línea Business: define el nivel de velocidad garantizado del servicio ancho mínimo garantizado (CIR) y el máximo posible (MIR)
- Línea Enterprise: define el nivel de velocidad garantizado del servicio igual al máximo posible (CIR=MIR)

El servicio de enlaces Wimax permite contar con una conexión a Internet tanto Nacional como Internacional.

Descripción del Servicio de Internet con tecnología Wimax

El Servicio de Internet se brinda utilizando la red utilizada en su Backbone tecnología ATM y brinda a los clientes, los servicios de banda ancha más rápidos, confiables, simples, escalables y con la mejor relación precio / rendimiento del mercado. El Backbone brindado por Solunet se compone de Switches Carrier Class en donde se conmutan en forma privada el tráfico de los clientes. Los mismos se interconectan entre sí a través de vínculos redundantes de fibra óptica y microondas con capacidad de hasta 1 STM-1 (155 Mbps).

El NOC es el que permite que se monitoreen los enlaces de los clientes y se les provee de conectividad a Internet tanto Nacional como Internacional.

Wimax potencialmente puede usarse para proveer backhaul a redes celulares o puede usarse para mejorar en forma significativa el rendimiento de los puntos de acceso con redes inalámbricas Wi-Fi (Wireless Fidelity), aumentando el rendimiento de la red de backhaul y haciendo más fácil y económico desplegar Wi-Fi.

5.3.3 Backhaul inalámbrico en una red celular

Los radios de microondas han sido usados prácticamente desde el comienzo de la industria celular para proveer backhaul, o transporte de tráfico de voz y datos de sitios de celdas distantes a la red núcleo del operador. En general, los ISP utilizan cobre, enlaces de fibra o radios de microondas que operan a frecuencias mucho más altas que las de Wimax, pero eso no significa que los ISP en el futuro no vayan a estar abiertos a la idea de usar Wimax.

En gran parte, la decisión del ISP estará basada en la disponibilidad de espectro suficiente para cumplir con los requisitos de su backhaul, en particular dado los mayores requerimientos como resultado de los servicios de datos 3G.

Algunos ISP incluso hasta podrían considerar usar Wimax en un espectro que no requiere licencia para las necesidades de su backhaul, pero este escenario es improbable en la mayoría de los casos ya que la posibilidad de interferencia existiría y esta interferencia podría impactar en forma negativa sobre la calidad de la red total.

Probablemente, el mayor desafío que Wimax tendría con respecto a convertirse en una solución de backhaul inalámbrico en una red celular sería tener acceso a suficiente espectro, en particular si un operador quiere hacer una interconexión, o combinar el tráfico de varios sitios de celdas en un radio enlace Wimax.

5.3.4 Backhaul inalámbrico en una red Wi-Fi

Un escenario más probable es que Wimax sea usado para proveer backhaul a una red Wi-Fi. Una de las mayores limitaciones con el servicio Wi-Fi público es la restricción del backhaul en que una interfaz aérea de 11Mbps o 54Mbps es alimentada en una línea T-1 de 500kbps o 1.5Mbps. En este caso, la frase “una cadena es tan fuerte como su eslabón más débil” se aplica aquí, ya que una conexión de banda ancha de otra manera impresionante en la interfaz de aire se reduce drásticamente una vez que alcanza el punto estrecho del backhaul.

Vale la pena destacar que las velocidades de datos de Wi-Fi antes mencionadas son velocidades de datos máximas teóricas y que una vez que desaparece el overhead, las velocidades de datos reales se reducen aproximadamente a la mitad. Además, la interfaz aérea y el backhaul podrían ser compartidos por múltiples usuarios, disminuyendo así la velocidad de datos de los usuarios.

Otra limitación con el acceso Wi-Fi público es el costo y la inconveniencia asociada con el backhaul de wireline. Actualmente, un punto de acceso Wi-FI sólo puede ser localizado donde ya hay acceso wireline, o donde se puede instalar el acceso wireline. Además, a pesar de que el servicio DSL o banda ancha por cable es relativamente económico, no lo es alquilar una línea T-1. Dependiendo del modelo de negocio del operador, el uso de Wimax puede ser apropiado.

Aunque más no fuera, el rendimiento de la red podría aumentar drásticamente con un costo mucho menor de lo que sería posible con cobre o fibra.

5.4 Wimax en un mundo Wi-Fi

Con frecuencia, se compara Wimax con Wi-Fi con la consecuencia de que Wimax seguirá el camino de Wi-Fi y se convertirá en un tremendo éxito de un día al otro. Wi-Fi tardó años en lograr su reciente popularidad, aunque la misma banda de frecuencia estaba disponible en casi todos los países (2.4GHz). Además, su éxito no ha dependido de un modelo impulsado por un ISP, puesto que la mayoría de los usuarios Wi-Fi rara vez, si es que lo hacen, se suscriben a un servicio Wi-Fi público. Aquellos que pagan para usar AP (Access Points – Puntos de Acceso) públicos adquirieron Wi-Fi y lo emplearon en sus hogares y luego en la oficina antes de migrar al servicio en el que se paga de acuerdo con el uso que se le da.

Más recientemente, 802.11a (5.8GHz) ha estado captando cierta atención, pero no es un Fenómeno universal y su éxito ni se asemeja al éxito de 802.11b/g. Tampoco se puede hacer caso omiso de que cuando se introdujo 54Mbps 802.11g como una mejora de la solución 11Mbps 802.11B también incluía un modo que lo hacía compatible con el anterior 802.11b.

Wimax asegurara que en el largo plazo, los usuarios migraran su tecnología inalámbrica de Wi-Fi a Wimax. Respecto de los proveedores de servicios, podría haber una migración de Wi-Fi a Wimax, pero llevará más tiempo de lo que sugieren la mayoría de las predicciones, puesto que la migración ni siquiera va a comenzar hasta después de que la tecnología haya funcionado correctamente en las pruebas de campo. El cuadro se ve aún más complicado por el hecho de que Wi-Fi continuará evolucionando para tornarse más eficaz, y cuando se complete 802.11n, Wi-Fi brindará velocidad de datos incluso más altas y, también, mayores rangos.

5.5 Wimax en un mundo 3G

En la actualidad, una cantidad de ISP está considerando Wimax, pero la mayoría indicó que si bien no descartan el potencial portátil/móvil de Wimax, su principal interés en este momento es el potencial que Wimax ofrece respecto del backhaul (Wi-Fi y celular) y el servicio inalámbrico fijo.

En una presentación realizada a principios de 2005, Vodafone comparó el rendimiento previsto de Wimax con el de la solución TD-CDMA existente. Encontró que hay "poca diferencia entre la tecnología del modo TDD [TDCDMA] y Wimax desde la perspectiva del rendimiento". Es probable que haya más avances de TD-CDMA en los próximos años, entre los que se incluye la detección avanzada multiusuario y MIMO, que mejorarán aún más las capacidades de la tecnología y extenderán, de esta manera, la brecha de rendimiento con Wimax.

Los ISP móviles no tradicionales, como las emisoras de cable y los proveedores DSL, y los operadores de líneas fijas, como British Telecom, representan a las organizaciones que más probablemente desplieguen la versión portátil/móvil de Wimax.

Con esta suposición como telón de fondo, fácilmente se podría sostener que Wimax competirá y/o complementará a los proveedores de servicios wireline de banda ancha existentes y no a los operadores tradicionales de 3G.

En su calidad de importante proveedor de Wi-Fi, ISP también reconoce que se podrían presentar los argumentos para sólo desplegar más puntos de acceso Wi-Fi y renunciar a la necesidad de una nueva red Wimax portátil/móvil. Dicho esto, también se cree que Wi-Fi no es adecuado para brindar una cobertura completa en caso de que esto se torne un requisito y, para ofrecer un servicio diferenciado, el operador quiere que los usuarios experimenten una velocidad de datos de 500Kbps en un ámbito portátil/móvil.

5.6 Seguridad Básica.

Por lo que respecta a la seguridad, el estándar 802.16 realiza una autenticación con certificados x.509 usando DES en modo CBC, además de que permite 2 estándares de cifrado de los datos de alta calidad mediante los algoritmos Triple DES o DES3 (128 bits) y RSA (1024 bits), este último considerado el mejor para esto.

El estándar x.509, se refiere a los formatos para certificados de llaves públicas y algoritmos de validación de la ruta de los certificados. Este tipo de documentos es una parte esencial de la estructura de PKI y su función es obtener los datos de identificación del titular de la llave pública.

El uso de certificados de llaves públicas permite a los usuarios tener la confianza de que las llaves públicas que reciben para el cifrado de toda la información, por medio del algoritmo RSA, son de un titular legítimo y que por lo tanto al comenzar a enviar información cifrada, efectivamente la comunicación únicamente será entre usuarios auténticos de la red.

En una red inalámbrica es sumamente importante que la información que viaja a través de ésta se encuentre cifrada con un algoritmo suficientemente fuerte, debido a las condiciones del medio, ya que un usuario con la capacidad de conectarse a la red podría interceptar el tráfico de ésta y por lo tanto vulnerarla fácilmente, si es que no se tiene un algoritmo de cifrado lo suficientemente robusto.

Es por este motivo que el algoritmo utilizado en este tipo de tecnologías debe ser lo más fuerte posible, por lo que tomando en cuenta el delicado punto que la seguridad representa en la adopción de un servicio inalámbrico de banda ancha, la IEEE determinó la definición de un sistema robusto de seguridad para este ambiente.

El estándar define un proceso de seguridad enfocado directamente a la estación central. También se manejan algunas exigencias mínimas de cifrado para el tráfico y para la autenticación punto a punto, estándares que son adaptados de la especificación de interfaz del servicio de datos sobre cable y el protocolo de seguridad.

Básicamente, todo el tráfico sobre una red de Wimax debe ser cifrado usando el Counter Mode with Cipher Block Chaining Message Authentication Code Protocol (CCMP), el cual es un protocolo que emplea el estándar de cifrado avanzado (AES) para la seguridad de transmisión y la autenticación de integridad de datos.

La metodología que es usada para la autenticación punto a punto y el PKM-EAP (Protocolo Extensible de Autenticación por sus siglas en Ingles) está basada en el estándar TLS de cifrado de llave pública.

5.7 Convergencia entre Wimax y Wi-Fi.

WIMAX 802.16 no ha sido diseñado para competir con Wifi 802.11 sino más bien para complementar a Wi-fi en aquellas carencias que éste presenta. Aquellos que estén pensando que ya pueden desechar sus tarjetas o placas Wi-Fi e ir a comprar unas nuevas, es importante no ignorar y observar lo que Wimax puede ofrecernos.

Wimax está pensado principalmente como tecnología de "última milla" y se puede usar para enlaces de acceso, MAN o incluso WAN. Destaca Wimax por su capacidad como tecnología portadora, sobre la que se puede transportar IP, TDM, T1/E1, ATM, Frame Relay y voz, lo que la hace perfectamente adecuada para entornos de grandes redes corporativas de voz y datos así como para operadores de telecomunicaciones que se vean obligadas a usar enlaces inalámbricos como parte de su backbone. Para cumplir este último requisito era imprescindible contar con diferentes niveles de calidad de servicio así como el uso de diferentes canales de comunicación en un mismo radio enlace físico. Asimismo permite cubrir distancias bastante respetables sin línea de visión directa (N-LOS).

Veamos un ejemplo práctico de cómo Wimax y Wi-Fi pueden complementarse. Supongamos un edificio de oficinas situado en un inmueble histórico. En este inmueble no existe un cableado estructurado suficiente para llegar a los puestos de trabajo y tampoco nos es posible instalarlo por estar protegido el edificio.

Asimismo nos encontramos con que debido a una mala planificación de las operadoras locales de telecomunicaciones, este edificio no cuenta con la posibilidad de establecer una conexión por fibra con otro edificio cercano donde se encuentra ubicado otro departamento de la compañía. La conexión con este último inmueble debe ser de alta velocidad, ya que se transmite gran cantidad de datos.

Se podría pensar en un diseño de red donde Wi-Fi sería utilizado en el área de trabajo de una empresa, dígase, en el interior de ella, donde posiblemente se pondrían uno o varios puntos de acceso por planta, para cubrir todos los puestos de trabajo. Estos puntos de acceso podrían unirse mediante el cableado estructurado o un canal inalámbrico dedicado. Una vez solucionada la conectividad dentro del edificio hay que solventar el problema de la falta.

Entorno	Tamaño celda	Rendimiento
Urbanos en interiores (NLOS)	1 km	21 Mbps con canales 10 MHz
Suburbanos en interiores (NLOS)	2.5 km	22 Mbps con canales 10 MHz
Suburbanos en exteriores (NLOS)	7 km	22 Mbps con canales 10 MHz
Rurales en interiores (NLOS)	5 km	4.5 Mbps con canales 3.5 MHz
Rurales en exteriores (LOS)	15 km	4.5 Mbps con canales 3.5 MHz

Tabla 5.5 Diferentes entornos en los que trabaja Wimax

Wimax podrá operar en bandas reguladas y no reguladas. El tamaño de canal mínimo es de 1.75 MHz aunque el óptimo se fija en 10 MHz. Las bandas reguladas de 2.5 a 3.5 GHz serán las más comunes para las aplicaciones Wimax.

Como conclusión, el estándar parece lo suficientemente robusto y flexible para acomodar las exigencias requeridas para la transmisión de banda ancha inalámbrica de forma óptima. Los precios tan competitivos que presentará permitirán su implantación en mercados donde la banda ancha no ha llegado aún por distintos factores. Asimismo, Wimax contribuirá a hacer posible el ansiado "Internet Móvil".

Wimax es esperado por la gran diversidad de actores en el mundo de las telecomunicaciones, desde las grandes operadoras de móviles y fijo, los ISP's, y también por el usuario final y muchas pequeñas operadoras locales.

5.8 Comparación entre Wimax y Wi-Fi.

Relaciones entre 802.16 y 802.11			
Parámetros	**802.11**	**802.16**	**Diferencias Técnicas**
Rango	Optimizado para varios cientos de metros(añadir más AP's para mayor cobertura)	Optimizado para más 50km. Tamaño típico de celda de 7 a 10Km	**El nivel físico de 802.16 tolera multitrayecto y dispersión de retardo(reflexiones) gracias a los 256 FFT (frente a los 64 FFT del 802.11)**
Cobertura	Optimizado para interiores, corto rango.	Optimizado para exteriores con NLOS: el estándar da soporte a técnicas avanzadas de antenas.	**Los sistemas 802.16 tienen un sistema de ganancia mayor en general, consiguiendo mayor penetración a través de obstáculos y distancias mayores.**
Escabilidad	Pensado para aplicaciones LAN de una a decenas de usuarios con una suscripción por Terminal.	Diseñado para soporte eficiente de uno o cientos de terminales, con ilimitadas suscripciones por cada Terminal.	**El protocolo MAC usado en 802.11 hace uso de CSMA/CA mientras que el 802.16 emplea TDMA dinámico. 802.11 solo puede solo usarse en frecuencias sin licencia y con un número limitado número de canales. 802.16 puede usarse en todas las frecuencias disponibles, soportando múltiples canales disponibles.**
Tasa Bruta	Pico de 2,7 bit/s/Hz Más de 54 Mbit en canal de 20 MHZ	Pico de 5 bit/s/Hz Más de 75 Mbit en canal de 20 MHZ	**Modulaciones mayores a mayor corrección de errores en un uso más eficiente del espectro.**
QoS	No soporta calidad de servicio en el estándar actual 802.16e incluirá las mejoras EDCF/HCF	Soporte de calidad de servicio en MAC, para voz, video y servicios de niveles diferenciados.	**802.11 utiliza MAC basado en contienda de Ethernet. 802.16 es un MAC con TDMA dinámico y con ancho de banda abajo demanda.**

Como hemos presentado en la tabla anterior; estas dos tecnologías inalámbricas se diferencian por su alcance y el ancho de banda. Mientras que Wifi está pensado para oficinas o dar cobertura a zonas relativamente pequeñas, Wimax ofrece tasas de transferencia de 70mbps a distancias de hasta 48 kilómetros de una estación base.

Esta mayor cobertura permitirá que los proveedores de servicios sean capaces de brindar acceso a Internet de banda ancha directamente a las casas. Sin tener que tender un cable físico hasta el final, lo que conecta a cada uno de los hogares con la red principal de cada proveedor.

Wifi solo puede usarse con un número limitados de canales; siendo sensible a la detección de colisiones de envió de la información CSMA/CA mientras Wimax puede usarse en todas las frecuencias disponibles, soportando múltiples canales disponibles por el empleo del TDMA dinámico.

Un proveedor de servicios puede usar Wimax en la arquitectura PMP para llegar a un edificio y luego usar Wifi para distribución interna. En esta etapa Wimax y Wifi serán complementarias.

CAPITULO VI. IMPLEMENTACION DEL ESTANDAR 802.16e PARA EL CAMPUS PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD APEC.

6.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad la Universidad Apec, ha sido reconocida como una de las casas de estudio que se ha caracterizado por el uso de las tecnologías más avanzadas, prueba de esto es la tecnología de Internet Inalámbrico (Wifi), que está actualmente instalado en el campus principal de la Institución APEC.

La tecnología utilizada para lograr este fin, es la tecnología Wifi o 802.11g/b, la cual brinda alcances de hasta 300 metros, y una velocidad de 54Mbps, pero debido a la irregularidad de la zona geográfica sobre la que se encuentra establecida la Infraestructura de UNAPEC, es poco probable de que todo el campus de la Universidad, pueda ser beneficiado con el Internet Inalámbrico con un costo menor de instalación de antenas en el campus.

6.2 Objetivos Generales y Específicos

Objetivo General

- Analizar e Implementar la Tecnología Wimax, aplicando el estándar 802.16e, para los usuarios del Campus Principal de UNAPEC, logrando proveerles servicio de Internet inalámbrico lo más eficientemente posible.

Objetivos Específicos

1. Analizar y estudiar la tecnología existente, mediante recopilación de datos y observación de datos.
2. Analizar y estudiar la tecnología inalámbrica a implementar IEEE 802.16e (Wimax móvil).
3. Determinar los requerimientos para la implementación de la nueva tecnología inalámbrica Wimax.
4. Diseñar una arquitectura de red fiable para el Campus UNAPEC.
5. Probar la instalación de los productos y servicios a utilizar.
6. Implementar y evaluar la red Inalámbrica móvil Wimax.

6.3 Sugerencias para la solución del problema

Luego del conocimiento del problema actual de la institución UNAPEC, le brindamos como solución la siguiente opción:

Proponemos la instalación de una de las tecnologías más revolucionarias en el mercado de la tecnología inalámbrica; Wimax (802.16e), que cuenta con un alcance de hasta 48 kilómetros y una velocidad de transferencia de datos de hasta 70Mbps. Con la instalación de una de estas antenas en el campus principal de la Institución UNAPEC, es posible que no solo el campus UNAPEC pueda disfrutar de un Internet inalámbrico continuo a velocidades que superan los 54Mbps, sino, que también puede dar cobertura a otros campus como los son: Colegio Minetta Roque, CAFAM, CENAPEC, entre otros.

6.4 Escalabilidad de la Red

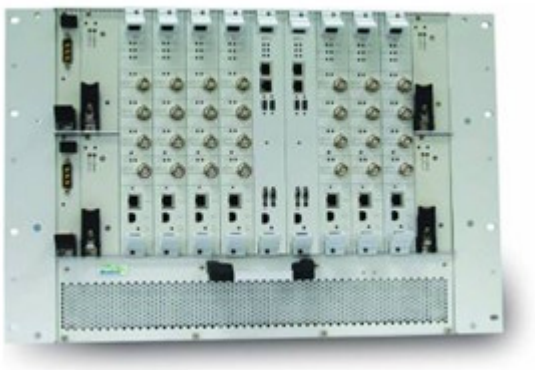
Cada vez que se intenta la implementación de un sistema totalmente nuevo y revolucionario, se busca la manera de que dicha tecnología instalada tenga resultados a largo plazo.

Hoy en día Wimax se perfila como la tecnología de banda ancha la cual cumple con todos los requisitos que para la Universidad. Además de que en un futuro no muy lejano el mundo de la tecnología inalámbrica será manejada a través de la tecnología IEEE 802.16e. En la actualidad Wimax es utilizada en conjunto con la tecnología WiFi, debido a que no todos los equipos portátiles soportan la tecnología Wimax reduciendo esto el beneficio de velocidad, pero en el momento de que ya los equipos puedan compartir directamente sin intermediarios no será necesario la migración de una red completa si no el mejorar el rendimiento de la existente.

6.5 Dispositivos que se usarán en la instalación de la red y sus características.

BREEZECOM AU-D-SA-5.8-120-VL

Radio Base Station



Este dispositivo es el trasmisor/receptor de radio que servirá como nexo (hub) de la red de área local inalámbrica, el cual servirá también entre las redes inalámbricas y fijas. Los rasgos principales que una estación base debería apoyar en el ambiente móvil Wimax, incluye los rasgos siguientes:

- Ayuda del R1-dirección del interfaz 802.16e (PHY, MAC, CS, planificador, ARQ) y procesos como entrega, control de energía y entrada de la red.

- Ayuda del R6-comunicación con ASN-GW.

- EAP Proxy.

- Movilidad del micro HO que acciona para el establecimiento de la movilidad del túnel-R6 (túnel de GRE).

- QoS local PEP para el tráfico vía interfaz del aire (o SFM) y control del admisión.

- Función de control del HO.

- Agente de radio de la gerencia de recurso: divulgando y recogiendo la instrucción regional de RRM del regulador de RRM.

- Generación dominante (TEK, KEK, KCK) y cifrado del tráfico.

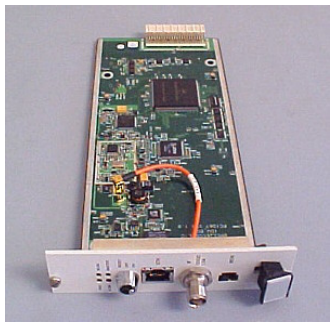
- Maneja grupos del multicast.

Unidad de Radio de Exterior (ODU).

La unidad de Radio Exterior, es una unidad de dos caras completa (Full Duplex) de la radio del multi-portador que se conecta con una antena externa. Se diseña para proporcionar alto aumento del sistema y la robustez de interferencia, transmitiendo a una alta potencia y reduciendo el ruido. Abarca una anchura de banda de hasta 20 Mhz, permitiendo las opciones futuras tales como capacidad creciente con el uso del multiplexor o de canales más grandes.

Sistema Completo de la Unidad de Acceso.(AU)

La tarjeta del AU sostiene el motor del módem del MAC de Wimax y de la antena de WIMAX y es responsable del establecimiento sin hilos de la conexión de red del sector y de la gerencia de la anchura de banda del sector.



Unidad Independiente con Interface de Interior (IDU)

El módulo doble del euro AU-IDU contiene el MAC y el módem sin hilos de IEEE 802.16e y es Responsable del establecimiento sin hilos de la conexión de red y de la gerencia de la anchura de banda. Dentro de las características que incluye esta unidad están las siguientes:

- 802.16e MAC
- Link de acoplamiento (la entrada de la red, negocia capacidades, autentificación y registro, manejo básicos de la conexión)
- Manejo de seguridad y privacidad.
- Mensaje del MAPA del servicio de la difusión del multicast
- Scheduling: Cómputo del contingente de las conexiones, apoyando todos los tipos de SLAs
- Control de ARQ\HARQ
- Ahorro de Energía
- Interfaz del MAC PHY (Módem-Radio de MPI, del AU).
- Manejo de Sectores.

6.6 Diseño de la red

La Instalación de la Antena difusora de la señal de Internet inalámbrica, será instalada en el lateral izquierdo del Edifico V del campus principal de APEC, debido a que desde ese punto la señal podrá ser difundida a toda la universidad con una mayor ganancia de cobertura dentro del campus.

Otras de las razones por la que creemos conveniente la instalación de esta antena en este lugar es que, si fuera necesario el difundir la misma señal hacia el Campus Colegio Fernando Arturo de Meriño (CAFAM), no sería necesario el redireccionamiento de la antena y de acuerdo a las coordenadas en la que se encuentra este recinto en el mapa de la República Dominicana (18°27'1.00"N), es recomendable la instalación en la zona especificada anteriormente.

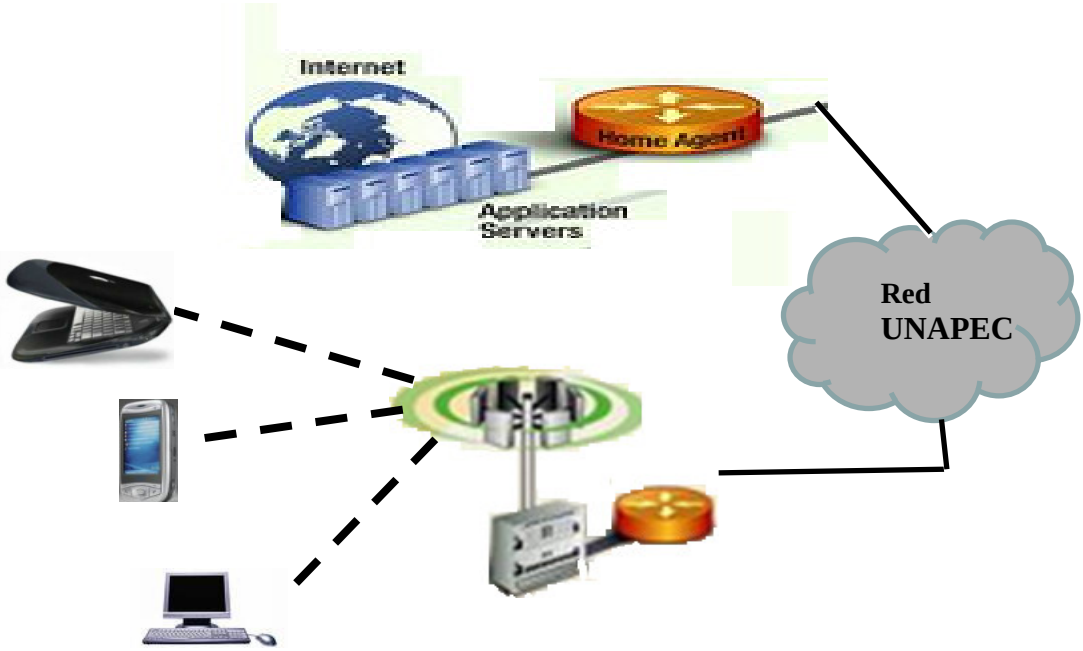


Figura 6.2 Topología de Red Wimax propuesta

6.7 Cobertura de la red

La cobertura total de un dispositivo Wimax, es de 48 Kilómetros a la Redonda, con la instalación de este equipo aseguramos el servicio de Internet inalámbrico a todo el campus de UNAPEC, que tiene un espacio de 360m a la redonda y a la vez dejamos abierta la brecha para que con la misma instalación se pueda brindar el servicio a los campus que son dependientes de la Institución APEC, tales como:

- **Colegio Fernando Arturo de Meriño (CAFAM).**
- **COLAPEC.**
- **CENAPEC.**

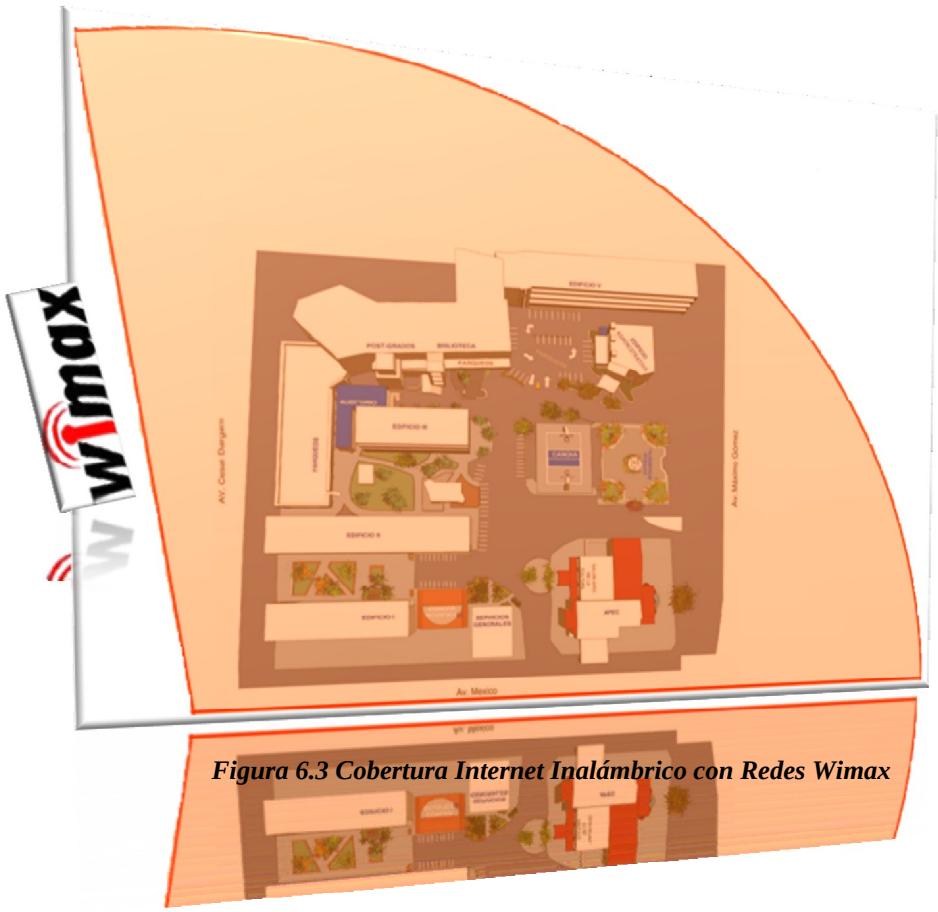


Figura 6.3 Cobertura Internet Inalámbrico con Redes Wimax

6.8 Presupuesto.

ALVARION BREEZECOM AUDSA 5.8120V (Paquete).		
Cantidad		**Total**
1		
Descripción		
Radio Base Station (BS)		
Access Unit – (AU)		
Outdoor Unit – (ODU)		
Indoor Unit – (IDU)		
		RD$153,690.00
TORRE PARA INSTALACION DE LOS EQUIPOS DE LOS ESTACIONES BASES		
Cantidad	**Precio Unidad**	**Total**
1		
Descripción		
Torre para antena		RD$19,740.00
COSTO DE INSTALACION		
Instalación		RD$60,000.00
Total General		**RD$233,430.00**

Nota: estos precios pueden variar según la tasa de cambio del dólar. Tasa de cambio actual RD$ 32.90

Tabla 6.1 Presupuesto

6.9 Estudio de Factibilidad

- **Factibilidad Organizacional**

La Universidad APEC, es una institución de enseñanza la cual se enfatiza en la utilización de tecnologías avanzadas y de alto beneficio para la Educación Dominicana, por tal razón es que le presentamos a UNAPEC, un proyecto de análisis y de implementación con el fin de renovar la actual estructura de red inalámbrica de dicha institución, ya que entendemos que la misma va estar en aumento matricular y que los estudiantes demandaran mejores servicios de Internet Inalámbrico, es por tal razón que en un futuro no muy lejano la tecnología inalámbrica de la universidad debería estar regida en su mayoría por el estándar de comunicación móvil 802.16e, debido a las diferentes características de beneficios que esta ofrece.

- **Factibilidad Económica**

Luego de investigaciones realizadas con empresas suplidoras de los principales equipos a utilizar para la migración de Red Inalámbrica (Wifi) a la Tecnología Wimax, entendemos que como primera parte de este proyecto de renovación, la Institución puede contar con la capacidad de adquirir los equipos, para que sean instalados en el Campus Principal de APEC, sirviendo este como punto principal o Base Station, luego de esto tomaría lugar la segunda parte del proyecto que sería la adquisición de los demás equipos para que las diferentes instituciones que dependen de APEC, puedan disfrutar del internet inalámbrico, sin necesidad de compras de varias antenas o repetidores para llegar hasta ellos.

Invertir en esta tecnología aumentara el perfil tecnológico y general de la institución, ya que la generación venidera de usuarios se manejará bajo una gran gama de tecnología que facilitara una cartera de servicios mayor, por lo cual la inversión realizada captara una mayor cantidad de estudiante.

- **Factibilidad Operacional**

El cambio de esta tecnología va hacer bien acogida por los usuarios que tengan la capacidad de usar esta plataforma, la cual trae consigo un conjunto de características de beneficios tanto como para el estudiantado, profesorado y parte administrativa de la universidad y por qué no creara una imagen imponente en cuanto a casas de estudio se refiere.

El sistema propuesto cubrirá las necesidades del negocio ya que el objetivo de la implementación es para aumentar las ventajas competitivas de la empresa mejorando la cartera de clientes de dicha institución, logrando que los procesos sean más rápidos, eficientes y confiables, así también del mismo modo poder reducir costos de mantenimientos de equipos.

- **Factibilidad Técnica**

La Universidad APEC, cuenta con una infraestructura perfectamente idónea para la instalación de Base Station, las antenas, la unidad de proceso de red y las unidades de acceso outdoor e indoor.

La posibilidad de desarrollar esta tecnología va a depender técnicamente de un personal altamente capacitado en las instalaciones de redes inalámbricas, así como el conocimiento de la implementación de esta.

6.10 Matriz de Escalamiento

Problemas con el envío de ping entre terminales en enlaces inalámbricos	
Posibles Problemas	**Acción sugerida**
No llega potencia suficiente al receptor	1. Subir la potencia de transmisión del transmisor 2. Realizar un alineamiento fino de las antenas monitoreando el nivel de señal recibida 3. Revisar los conectores de los cables RF, de ser necesario, cambiarlos. 4. Realizar un reemplazo de las antenas por otras que funcionen correctamente.
Existe interferencia en el enlace	1. Revisar la SNR, si es muy baja, realizar una alineación fina de las antenas monitoreando la SNR. 2. Utilizar otra frecuencia para Tx/Rx, en el caso de que existan frecuencias disponibles. Revisar el espectro en la banda utilizada 3. Utilizar otra polarización (vertical/horizontal) de ser posible.
El enlace está limitado en distancia	1. Revisar la configuración de ATPC (Automatic Transmitter Power Control) si es necesario. Ver si la distancia del enlace es configurable, de ser así configurarla de forma que sea mayor que la distancia real del enlace.
El enlace está saturado	1. Revisar la SNR y la potencia recibida, de ser muy altos, bajar la potencia de transmisión del emisor. 2. Deshabilitar la opción de ATPC de ser posible.
ID de seguridad diferente	1. Ciertos enlaces requieren de un ID para dar seguridad al enlace, éste debe ser igual en ambos terminales inalámbricos. 2. Volver a los valores de fábrica si no se puede entrar en alguno de los dos equipos.
Mala configuración de los equipos terminales	1. Realizar troubleshooting para TCP/IP.

Tabla 6.2 Matriz de Escalamiento problemas tiempo de respuesta

Transferencia muy baja a pesar de tener una SNR alta	
Posibles Problemas	**Acción sugerida**
El algoritmo de modulación adaptativa no ha convergido	1. Inyectar tráfico en el sentido con problemas 2. Revisar la modulación actual luego de 5 minutos
Problema de instalación	1. Revisar la instalación, revisar la línea visual del enlace 2. Reiniciar el CPE e inyectar tráfico en el sentido con problemas 3. Revisar la modulación actual luego de 5 minutos
Interferencia	1. Revisar el radio planning del sector/clúster 2. Utilizar un analizador de espectro y buscar frecuencias disponibles en la base y en el CPE 3. Si es posible realizar un cambio de frecuencias en el CPE
Problema con la unidad SU-ODU	1. Reemplazar la unidad SU-ODU
Problema con el cable IDU-ODU	1. Reemplazar el cable Ethernet IDU-ODU

Tabla 6.3 Matriz de Escalamiento problemas de Transferencia

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

CONCLUSIONES

Generalmente al final de cada jornada diaria, se analiza cada aspecto relevante en todo el ámbito de labor, no es de menos, que a lo largo de este estudio de investigación nos percatemos sobre la importancia del Internet y sobre los campos que abre la utilización de las redes inalámbricas en todo el mundo. Por lo novedoso de esta revolucionaria tecnología inalámbrica, se destacan las siguientes conclusiones:

La tecnología inalámbrica Wimax, permite obtener menores costos de mantenimiento a largo plazo, con la reducción de equipos utilizados por la tecnología implementada actualmente (WiFi) a la mitad, logrando con esto una disminución del costo.

Wimax ofrece mayor acceso desde cualquier área geográfica dentro del alcance de la Estacion Base (BS), logrando con esto una mayor cantidad de usuarios conectados a la red, alcanzando llegar hasta lugares remotos donde se hace difícil el acceso. Este estándar provee una mayor cobertura de servicio de Internet inalámbrico a nivel de toda la zona geográfica del campus de UNAPEC a los usuarios con tecnología compatible.

La implementación de esta tecnología resulta menos compleja, ya que se caracteriza porque no necesita línea de vista, es decir, no es necesario realizar un levantamiento para verificar dónde la señal tenga problemas, la información que será transportada por la red, los usuarios, las sucursales, disponibilidad eléctricas entre otras informaciones que son clave al momento de instalar una red inalámbrica.

A raíz de todas estas características que esta tecnología posee se podría enlazar de manera más dinámica y sencilla las diferentes entidades que posee la institución Apec, suministrándole a cada usuario el servicio de Internet, sin ningún retraso, ni disminución de la calidad del servicio.

Podemos concluir diciendo que en un futuro las telecomunicaciones serán manejadas por las tecnologías inalámbricas, debido al auge que está teniendo la misma, es por esto que proponemos el uso de Wimax, ya que ofrece ventajas beneficiosas tanto para las tecnologías existentes como para los usuarios que utilicen la misma.

RECOMENDACIONES

Concluida la investigación realizada sobre la Implementación de una red Wimax utilizando la tecnología 802.16e, y luego de compilar la experiencia de este trabajo podemos formular las siguientes recomendaciones:

- Implementar una nueva red inalámbrica basado en el estándar IEEE 802.16e (Wimax Móvil).

- Adquisición de dispositivos Wimax para interconectar la red inalámbrica, proporcionando un mayor alcance de cobertura, velocidad y fiabilidad finales.

- Aconsejamos el uso de publicidad vía televisión, radio, para mostrar esta nueva tecnología como un valor agregado al campus principal de Unapec.

- Advertimos que esta tecnología amerita de un personal con formación en la tecnología para su soporte y mantenimiento, el cual ser probado con anterioridad.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

Bibliografía

- Engst, Adam. (2005). "***Introducción a las Redes Inalámbricas"*** (Títulos Especiales). Costa Rica. Anaya Multimedia.
- Shepard, Steven (2006). ***"WiMAX Crash Course"***. Estados Unidos. McGraw Hill
- Tomas, Jesús García, Cabrera, José Luís ***"Alta velocidad y calidad de servicio en redes IP"***. (2002) México. Alfa Omega Grupo Editor S.A.
- Tonen Baum, Andrew S. (2003). ***"Redes de Computadoras"***. México. Prentice Hall.
- Méndez Álvarez, Carlos Álvarez. ***"Metodología: Guía para elaborar Diseños de Investigación en Ciencias Económicas, Contables y Administrativas".*** Santa fe de Bogotá. McGrawl-Hill.
- Ander-Egg, Ezequiel (1978). "***Introducción a las técnicas de la investigación Social"***. Buenos Aires. Editorial Humanitas.

Internet:

- http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2005/abril/wimax.htm
- http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2006/mayo/wimax.htm
- http://www.cdg.org/resources/white_papers/files/WiMAX%20FINAL%20Spanish.pdf
- http://www.telefonica.es/wifi/#
- http://www.solunet.com.ar/conexiones-internet/wimax/
- http://www.seguridad.unam.mx/plan-becarios/main.dsc?doc=1&op=26
- http://www.glencoe.com/norton/online/
- http://es.wikipedia.org/wiki/WiMAX
- http://209.85.165.104/search?q=cache:4Zf1bunsuNwJ:www.cdg.org/resources/white_papers/files/WiMAX%2520FINAL%2520Spanish.pdf+Equipamiento+Wimax&hl=es&ct=clnk&cd=24&gl=do
- http://www.evdocs.com/index.php?page=index_v2&id=309&c=31
- http://images.google.com.do/imgres?imgurl=http://www.rena.edu.ve/cuartaEtapa/Informatica/Imagenes/T8Dib04.gif&imgrefurl=http://www.rena.edu.ve/cuartaEtapa/Informatica/Tema8.html&h=174&w=236&sz=7&hl=es&start=5&tbnid=59Zzqx1PWEHScM:&tbnh=80&tbnw=109&prev=/images%3Fq%3DRedes%2BMan%26gbv%3D2%26svnum%3D10%26hl%3Des%26sa%3DG
- http://www.albanet.com.mx/articulos/HISTORIA.htm
- http://www.realnetsa.com.mx/cursos/redes/24ago06/curso_info.htm

- http://www.protic.org/proy_qry.php?categ_e=102000&menu=1&pg=37
- http://www.alvarion.com/countryselect/
- http://www.alvarion.com/products/
- http://moodle.unapec.edu.do/mod/resource/view.php?id=4423

Recortes Periódicos y/o revistas

- Díaz Pichardo, Rocio. El Nacional (2007). **“Wimax en Crecimiento”**.Santo Domingo, República Dominicana.
- El Nacional, La Voz de Todos (2007). **“Empresa operara red de banda ancha en RD”.** Miércoles 28 de mayo 2007. Página no.23. Santo Domingo, República Dominicana.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.