

**DISEÑO Y SOLUCIÓN DE LA RED DE AREA METROPOLITANA DE LA  
CIUDAD DE VALLEDUPAR UTILIZANDO TECNOLOGIA DE REDES  
ENMALLADAS Y WIMAX**

**OSVALDO RUEDA CARREÑO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERÍA, ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
ESPECIALIZACION EN TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA**

**2010**

**DISEÑO Y SOLUCIÓN DE LA RED DE AREA METROPOLITANA DE LA  
CIUDAD DE VALLEDUPAR UTILIZANDO TECNOLOGIA DE REDES  
ENMALLADAS Y WIMAX**

**OSVALDO RUEDA CARREÑO**

**Monografía para optar al título de  
Especialista en telecomunicaciones**

**Director:**

**AUGUSTO ALBERTO DAVID MEZA  
Especialista en redes de computadores**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERÍA, ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
ESPECIALIZACION EN TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA**

**2010**

Al culminar la especialización, quiero dedicar este nuevo logro a mi esposa Maria Fernanda y a mi hija Mariana.

**OSVALDO**

## AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a:

La **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER** y a la **ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**, por contribuir a mi formación y crecimiento profesional.

Al director de la monografía **Augusto David** por su colaboración, apoyo y sugerencias en el desarrollo del trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1 TITULO	16
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3 OBJETIVOS	19
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4 JUSTIFICACIÓN	20
1.5 DELIMITACION	22
1.5.1 Delimitación Espacio –Temporal	22
1.5.2 Delimitación Conceptual	22
2. MARCO DE REFERENCIA	25
2.1 ANTECEDENTES CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS	25
2.2 RESEÑA HISTÓRICA	30
2.3 BASES TEÓRICAS	31
2.4 BASES LEGALES	35
2.5 MARCO CONCEPTUAL	38
3. ASPECTOS METODOLOGICOS	51
3.1 TIPO DE INVESTIGACION	51
3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	51
3.3 POBLACIÓN	51
3.4 MUESTRA	52
3.5 FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN	52
3.5.1 Fuentes Primarias	52
3.5.2 Fuentes secundarias	53
3.6 SISTEMA DE HIPOTESIS	53

4. ANALISIS DEL SISTEMA ACTUAL	55
4.1 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES	55
4.2 ESTUDIO DE VIABILIDAD	57
4.2.1 Viabilidad económica	58
4.2.2 Viabilidad Técnica	58
4.2.3 Viabilidad Legal	58
4.3 REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA DE LOS DIFERENTES SECTORES	59
5. DISEÑO DE INTERCONEXIÓN PROPUESTO	66
5.1 ARQUITECTURA DE RED	66
5.1.1 Arquitectura WiMax	66
5.1.2 Arquitectura WiFi	71
5.2 Dispositivos de Interconexión	74
5.2.1 Dispositivos WiMax	74
5.2.2 Dispositivos WiFi	80
5.3 Protocolos	85
5.3.1 Protocolos WiFi	85
5.3.2 Los Protocolos De Ruteo De Redes Enmalladas	87
5.3.3 Protocolos WiMax	88
5.4 Direccionamiento IP	89
5.5 Administración de la red y seguridad	91
5.6 Diseño Físico y lógico de la Red	98
5.6.1 Diseño Físico de la red	98
5.6.2 Diseño Lógico de la Red	100
5.6.3 Distribución Geográfica De Los Sectores	101
5.6.4 Distribución Del Servicio De Internet	103
5.7 Costos de la Solución	104
6. RECOMENDACIONES	105
7. CONCLUSIONES	106
BIBLIOGRAFIA	108
ANEXOS	110

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción del AP Backhaul para enlaces punto a punto.	75
Tabla 2. Descripción del Subscriber Module Advantage 5450SM	78
Tabla 3. Direccionamiento IP de cada sud red	89
Tabla 4. Intervalos de direcciones IP que se le da a cada Sector	90
Tabla 5. Costo de la Solución de Red de Valledupar	104

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Transmisión y Recepción en FHSS	41
Figura 2. Técnica Multiportadora convencional	42
Figura 3. Espectro de OFDM traslapado	42
Figura 4. Red de malla 802.11	47
Figura 5. Wimax como una opción intra-malla backhaul	50
Figura 6. Arquitectura WiMax	68
Figura 7. Ubicación de las antenas Wimax	70
Figura 8. Arquitectura WiFi.	74
Figura 9. Wireless LAN Mesh Networks	73
Figura 10. Integración WiFi con WiMax.	74
Figura 11. AP Backhaul 5400BH	75
Figura 12. Dispositivo MOT. CMM Micro	77
Figura 13. Subscriber Module Advantage 5450SM Canopy.	77
Figura 14. 3Com® Wireless 11n PCI Adapter	80
Figura 15. Punto de acceso de LAN inalámbrica 802.11.	81

## LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Encuestados que poseen computador.	60
Gráfica 2. Velocidad de las redes utilizadas	60
Gráfica 3. Que medio de Transmisión Utiliza.	61
Gráfica 4. Utilización del correo Electrónico	61
Gráfica 5. Utilización del Servicio de Páginas Web	62
Gráfica 6. Utilización de Sistemas de Información	62
Gráfica 7. Utilización de Sistemas de Información por sectores	63
Gráfica 8. Número de computadores	63
Gráfica 9. Información enviada por internet diariamente.	64
Gráfica 10. Información recibida de la internet diariamente.	64
Gráfica 11. Implementación de una MAN inalámbrica.	65

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Presupuesto	116
ANEXO B. Formato de Encuesta	117
ANEXO C. Cronograma de Actividades	119
ANEXO D. Datos tabulados de la encuesta	120

## RESUMEN

**TITULO:** DISEÑO Y SOLUCIÓN DE LA RED DE AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE VALLEDUPAR UTILIZANDO TECNOLOGIA DE REDES ENMALLADAS Y WIMAX\*

**AUTOR:** OSVALDO RUEDA CARREÑO\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Redes enmalladas, WiMax, puntos de red, municipio de Valledupar

### DESCRIPCION:

La presente monografía es el resultado de la investigación realizada por su autor, quien hace un estudio detallado del diseño y solución de la red de área metropolitana de la ciudad de Valledupar utilizando tecnología de redes enmalladas y WiMax, esto implica determinar las diferentes necesidades de la población en lo referente a requerimientos de puntos de red y ancho de banda de cada uno de los sectores del área urbana del municipio.

Para el desarrollo de esta práctica se realizaron encuestas a usuarios de internet en diferentes sectores, tanto económicos (PYMES) como universitarios, cotizaciones diferentes empresas de telecomunicaciones, consultorías con la oficina de planeación municipal y diferentes expertos en cableado, radio enlaces e ingenieros de sistemas.

Para el diseño de un red enmallada en un Municipio, se deben tener en cuenta los elementos básicos, como la responsabilidad y compromiso total de la administración pública del municipio, en la implementación y puesta en marcha de un plan de acción orientado a la digitalización de los procesos del municipio en todos sus áreas y con todos los actores sociales de su territorio; igualmente se debe garantizar la conectividad a Internet, caracterizar la brecha digital, definir la infraestructura tecnológica básica como medio, implementar mecanismos y estrategias de seguridad informática, definir los servicios informáticos que se van a implantar en su territorio

Con la implementación de este proyecto se lograra que los diferentes sectores y la población en general del municipio de Valledupar, cuenten con canales directos de comunicación, lo que lograra el intercambio de conocimiento entre docentes, investigadores, estudiantes, directivos académicos, comerciantes entre otros, conllevando a que se generen proyectos de carácter científico que ayuden al desarrollo de la Región, lo que se convierte en una herramienta bastante importante para los entes impulsoadores del conocimiento y el progreso del país.

---

\* Monografía

\*\* Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en telecomunicaciones.  
Director: Augusto Alberto David Meza  
Especialista en Redes de computadores

## SUMARY

**TITLE:** DESIGN AND SETTLEMENT OF THE METROPOLITAN AREA NETWORK OF THE CITY OF USING TECHNOLOGY VALLEDUPAR WIMAX NETWORKS.<sup>1</sup>

**AUTHOR:** OSVALDO RUEDA CARREÑO<sup>2</sup>

**KEY WORDS:** meshed networks, WiMax, network points, Valledupar

### DESCRIPTION:

This monograph is the result of research by its author, who makes a detailed study of solution design and metropolitan area network in the city of Valledupar using meshed network technology and WiMax, this involves determining the different needs of population in terms of points of network requirements and bandwidth of each of the sectors of the urban area of the municipality.

For the development of this practice were surveyed Internet users in different sectors, both economic (PYME) and universities, different contributions telecommunications companies, consulting with the municipal planning office and various experts in cabling, radio links and systems engineers .

For the design of a network entangled in a municipality must take into account the basic elements, such as responsibility and total commitment of public administration of the municipality, in the implementation and implementation of an action plan aimed at digitizing processes of the municipality in all areas and all social actors in their territory, also we must ensure connectivity to the Internet, to characterize the digital divide, define technology infrastructure as a means, mechanisms and implement security strategies, define computer services that will be implemented in its territory

With the implementation of this project we could make them different sectors and the general population of the municipality of Valledupar, have direct communication channels, which achieve the exchange of knowledge among teachers, researchers, students, managers, academics, businessmen and others, leading to the generation of scientific projects that support the development of the region, which becomes a very important tool for promotion of knowledge entities and the country's progress.

---

<sup>1</sup> Monograph

<sup>2</sup> Physics-Mechanical Engineering. Department, Specialization in telecommunications.  
Director: David Meza Alberto Augusto  
Computer Network Specialist

## INTRODUCCION

Inicialmente el proyecto indica los procedimientos para determinar las diferentes necesidades de la población en lo referente a requerimientos de puntos de red y ancho de banda de cada uno de los sectores ubicados en el área urbana del municipio de Valledupar.

La siguiente parte del proyecto indica como determinar los requerimientos de ancho de banda en las diferentes zonas de la ciudad, teniendo en cuenta los tipos de usuarios a los que se les brindaría el servicio en ese punto específico.

Posteriormente se realiza el diseño de la Red, especificando la distribución de antenas y dispositivos activos, definiendo arquitecturas de red, velocidad de transferencia, configuración lógica de la red, políticas de seguridad y distribución de la información.

Por último se determina la solución de red inalámbrica que se ajuste a las necesidades de la ciudad del municipio de Valledupar, teniendo en cuenta la tecnología WIMAX y de redes Enmalladas de punta del mercado y los respectivos costos.

## **1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 TITULO**

Diseño y Solución de la Red de Área Metropolitana de la ciudad de Valledupar Utilizando Tecnología de Redes Enmalladas y WiMax.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad la ciudad de Valledupar, como capital del departamento del Cesar, cuenta con una infraestructura tecnológica bastante pobre, lo que conlleva a que la comunidad en general presente bajos niveles de desarrollo en comparación con el resto del país. Lo anterior se debe en gran parte a varios factores:

El sector académico compuesto por las diferentes instituciones de educación básica, media y superior en la ciudad de Valledupar, no cuentan con canales directos de comunicación, lo que ha dificultado el intercambio de conocimiento entre docentes, investigadores, estudiantes, directivos académicos, entre otros, conllevando a que no se generen proyectos de carácter científico que ayuden al desarrollo de la Región, lo que se convierte en algo bastante preocupante debido a que estos entes son los impulsores del conocimiento y el progreso de un país.

El sector empresarial, compuesto por las diferentes empresas comerciales de la ciudad no ha sido ajeno al problema de conectividad, ya que de una u otra forma la falta de una buena infraestructura de red limita la existencia de extranet y el acceso al internet en cada empresa lo que refleja una baja productividad en las mismas.

La precaria infraestructura Tecnológica en telecomunicaciones y la falta de empresas que provean el servicio de Internet<sup>3</sup> con óptimo ancho de banda hace que no exista una utilización masiva de este recurso por parte de la comunidad Valduparense en general, siendo esta Red, actualmente en el mundo el principal medio de investigación, consulta, intercambio de información, comercialización de productos, negocios, entre otros. En nuestro medio ni siquiera existe un diseño o solución que permita pensar en este tipo de implementaciones.

En estos momentos es muy difícil que la ciudad de Valledupar se adapte a los Proyectos de desarrollo educativo con calidad que actualmente adelanta el Gobierno Nacional, como es la “*Plataforma Siglo XXI*”<sup>4</sup>, que pretende globalizar y unificar criterios en la educación superior, por cuanto este sistema requiere una alta infraestructura de red, la cual ni siquiera posee un estudio para su montaje.

La “*Plataforma Siglo XXI*” desarrollada por la Universidad de Pamplona consiste en una aplicación que permite integrar todo el sistema de información de cualquier institución académica en un ambiente de Intranet corporativa e interconectando mediante la Internet, las instituciones que conforman el sector académico en el país logrando así un mejor servicio a los usuarios de la información.

A la fecha solo existe un proyecto denominado **Valledupar Cesar- Digital**<sup>56</sup>, que surge como iniciativa de la Gobernación del Departamento del Cesar

---

<sup>3</sup> Formación de capacidades

- Meta 20 estudiantes por Pc al final del año 2011
- Masificación emails en toda la población
- Soporte y gestión educativa
- Desarrollo Contenidos
- Acceso comunidad a salas de informática
- TICs en Bibliotecas

<sup>4</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Universidad\\_de\\_Pamplona](http://es.wikipedia.org/wiki/Universidad_de_Pamplona), rectoría.

<sup>5</sup> <http://www.cesardigital.net/articulo.aspx?idc=174> vinculo Valledupar

<sup>6</sup> <http://www.elpilon.com.co/inicio/penoso-contraste-digital/> contradictores

que pretende brindar servicios de conectividad a los diferentes sectores gubernamentales, educativos y productivos de la región, sin embargo este proyecto está en unas condiciones muy precarias.

La utilización de sistemas de comunicación basados en tecnologías como las videoconferencias, audioconferencias, entre otras, permiten ahorrar distancias, tiempo y dinero, ya que para adquirir un conocimiento a través de un experto, no es necesario estar inmerso en un grupo o un salón de clases, tampoco es necesario invertir altos costos en traslados, etc.

Lo anterior no se logra en este municipio debido a la falta de una infraestructura que soporte estos tipos de tecnologías.

### **1.2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Dado lo anterior se hace una gran pregunta ¿cuál es la solución de redes enmalladas y wimax de área metropolitana que se debe implementarse para que los diferentes sectores de la comunidad Valduparense establezcan comunicación en forma permanente y mejoren los niveles de desarrollo de la ciudad?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar el Diseño y Solución de la red de área metropolitana de la Ciudad de Valledupar Utilizando Tecnología de Redes Enmalladas y WiMax.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar los requerimientos de puntos de red y ancho de banda de cada uno de los sectores ubicados en la ciudad, que forman parte de la red de área metropolitana (MAN)<sup>7</sup>.
- Realizar el Diseño de la MAN, explicando la distribución de antenas y dispositivos activos, definiendo arquitecturas de red, velocidad de transferencia, configuración lógica de la red, políticas de seguridad y distribución de la información.
- Realizar el direccionamiento lógico y distribución de subredes en todas las sucursales que se integraran a la red MAN.
- Construir un mapa de la ciudad de Valledupar donde se ubiquen de manera integrada los componentes de la red Enmallada WiFi con La tecnología WiMax.
- Obtener la solución de red inalámbrica que se ajuste a las necesidades de la ciudad de Valledupar, teniendo en cuenta la tecnología de punta del mercado y los respectivos costos.

---

<sup>7</sup> Se usará la sigla “MAN” para hacer referencia a la red metropolitana de área local.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

Al proponer una óptima solución para la interconexión de una Red de Área Metropolitana (MAN), permitiría que la investigación en la ciudad de Valledupar adquiriera una gran fortaleza debido a que mediante la red, los ciudadanos y en especial los investigadores podrían interactuar con colegas de otras instituciones, desarrollar proyectos de interés común, lo que ayudaría a corregir la falta de comunicación que es la principal barrera que obstruye el proceso de investigación; apoyándose en recursos como Internet, logrando así que toda la comunidad académica disponga de servicios como: correo Electrónico, interacción en aulas virtuales, información de cualquier tipo en la Web, grupos de noticias, publicaciones en la Web, intercambio académico y científico en forma masiva; además, acceso a sistemas de video conferencias, foros, Charlas, seminarios que se podrían desarrollar con mayor difusión, hecho que empezaría a cambiar la cultura regional llevándola a un estado de mejoramiento intelectual y/o académico.

Los Entes Gubernamentales <sup>8</sup>harían parte directa del proceso de interconexión interactuando en línea con todas las actividades que propendan mejorar los niveles de desarrollo de los diferentes sectores productivos de la ciudad, logrando que todas busquen una visión en común, actuando de una manera eficiente en el logro de cada objetivo y el desarrollo de la Ciudadanía. Los canales de comunicación serían más cortos evitando la tramitología que actualmente se presenta.

Los avances tecnológicos permanentes y la globalización obligan a las instituciones del país a ofrecer sus servicios con un alto nivel de calidad a la

---

<sup>8</sup> <http://www.cesardigital.net/articulo.aspx?idc=141>,  
<http://www.cesardigital.net/media/Documentos/Quienes%20Somos/Pol%C3%ADticaTerDigital.pdf>

comunidad, la cual está integrada por la ciudadanía en general. Estos servicios solo se pueden brindar si las entidades cuentan con una infraestructura tecnológica de comunicaciones adecuada que este acorde con las necesidades actuales. La consecución del proyecto tiene su base fundamental en dicha necesidad , la cual se puede minimizar a través de la determinación de la mejor solución a nivel de desarrollo de una red MAN basada en tecnologías de redes enmalladas y WiMax, esta herramienta derivaría en oportunidades de desarrollo investigativo a nivel de instituciones de todo tipo; lo cual tendría incidencia directa en el incremento del nivel socio cultural de la región; el cual se encuentra en un aletargamiento debido a los escasos recursos con los que cuenta la gran mayoría de las instituciones a nivel nacional.

El desarrollo de la mejor solución para la constitución de una red MAN estaría auspiciado por entidades Gubernamentales, las cuales a su vez serian beneficiadas en cuanto a la gestión del desarrollo social de las regiones implicadas en el proceso dado que las redes implementadas en otros países ya han logrado los resultados esperados y colocan a la par a nivel internacional los recursos académicos y tecnológicos necesarios para el desarrollo de un país, donde el desarrollo de un pueblo depende del nivel de investigación que éste genere y para ello se deben propender por la gestión de recursos que permitan acceder al conocimiento.

## 1.5. DELIMITACION

**1.5.1 Delimitación Espacio temporal:** El entorno donde se desarrolla el trabajo de Investigación corresponde a la Ciudad de Valledupar capital del departamento del Cesar.

Este proyecto se desarrollará en el tiempo comprendido entre Marzo de 2009 a septiembre de 2009 y será regulado y avalado por la única universidad con experiencia en proyectos de dicha envergadura ( Universidad popular del Cesar, sede Valledupar).

**1.5.2 Delimitación conceptual:** Con la creación del diseño y solución de la Red de Área metropolitana utilizando tecnología WiMax y de redes Enmalladas, se desea agilizar el proceso de envío de información. Debido a que la infraestructura de red que tiene la ciudad actualmente genera a los pobladores bastantes dificultades en el envío de la información.

Para obtener una visión del contenido del proyecto se definen varios conceptos que facilitaran la comprensión de los temas a tratar.

**Análisis de Red.** Es un conjunto de procesos en la que se examina la situación real de una entidad con el objeto de mejorar las condiciones de la misma a través de algunos métodos y procedimientos. El análisis es la plataforma del diseño en cualquier aplicación.

**Diseño de sistemas:** Proceso de planificar, reemplazar o complementar un sistema organizacional existente; para que ello se lleve a cabo es necesario comprender, en su totalidad el viejo sistema y determinar la mejor forma en que se pueden, si es posible utilizar las computadoras para hacer la operación más eficiente.

**Diseño de Red.** Es plasmar en forma técnica y documentada un sistema de interconexión en un medio determinado, teniendo en cuenta ciertos elementos y condiciones específicos de acuerdo al requerimiento existente, contemplando la viabilidad técnica y económica que tenga la entidad.

**Solución de la Red.** Es la presentación de sistema de interconexión que se propone a una entidad determinada en la que se deben satisfacer las expectativas y exigencias de dicha empresa, tanto en la parte operativa como en la parte económica.

**Redes de Área Metropolitana MAN.** Es una red de alta velocidad (banda ancha) que dando cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y video, sobre medios de transmisión tales como fibra óptica y par trenzado de cobre a velocidades que van desde los 2 Mbits/s hasta 155 Mbits/s o superiores.

Las redes de área metropolitana tienen numerosas aplicaciones, las principales son:

- Interconexión de redes de área local (RAL)
- Interconexión de Centralitas telefónicas digitales (PBX y PABX)
- Interconexión ordenador a ordenador
- Transmisión de video e imágenes
- Transmisión CAD/CAM
- Pasarelas para redes de área extensa (WANs)

**Ciudad de Valledupar:** ciudad y capital del departamento colombiano de Cesar, situada en la orilla occidental del río Guatapurí, en las estribaciones de la sierra Nevada de Santa Marta. Se encuentra a una altitud de 169 m,

con una temperatura cuyo promedio es de 27 °C y dista 924 km de Bogotá y 51 km de Santa Marta. La ciudad fue fundada el 6 de enero de 1550 por Hernando de Santana y Juan de Castellanos, con el nombre de Valle de Upar, tomando el nombre del cacique Upar del grupo indígena eupari que habitaba la región. En 1967 fue nombrada capital de departamento. La actividad económica se centra en el cultivo del algodón, en una ganadería extensiva y en un comercio que abastece a la mayor parte del departamento. Población (2005), 348.990 habitantes.

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 ANTECEDENTES CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS**

Son diversos los trabajos que se han realizado exitosamente en lo relacionado con tecnologías de redes, principalmente de redes tipo LAN (local área network) y MAN (Metropolitan área Network) los cuales serán la referencia del grupo para la realización de este proyecto, A continuación se analizaran los proyectos relacionados con tecnología WiMax y WiFi Principalmente tanto en ámbitos nacionales como internacionales.

En el ámbito nacional se pueden citar casos exitosos de implementaciones de redes utilizando tecnologías WiMax:

En la ciudad de Bogotá Orbitel ofrece el servicio de WiMax, convirtiéndose este en un punto de apoyo tecnológico para los usuarios que se decidan por esta alternativa de conexión banda ancha. La ciudad ahora cuenta con grandes posibilidades que abre esta nueva tecnología inalámbrica: posibilidad de conexión desde cualquier punto con cubrimiento de la señal, sin necesidad de cableados de fibra optica/coaxial, sin tener que adquirir líneas telefónicas adicionales que nunca se van a utilizar, sin tener que realizar acometidas de cable ni rogarle a los operadores por un cableado que siempre está en "planeación pero aun no se ha decidido cuándo...". Orbitel con su WiMax llego para sacudir el mundo de las conexiones por ADSL y Fibra óptica.

En la ciudad de Bucaramanga Telebucaramanga se encuentra a la fecha implantando una red inalámbrica de acceso a Internet en Banda Ancha,

basada en tecnologías Wi-Fi & Pre- WiMAX. Esta red tiene la característica

De ser una red de Acceso Inalámbrico Fijo de Banda Ancha (BWA) Punto - Multipunto. (Nombre comercial de la solución MicroMax). Basado en WiMAX e IP PMP de bajo costo y Alto desempeño. Proporciona conexión de Loop (Circuito) Local Inalámbrico a usuarios residenciales, SOHO y SME (PyME). Datos de Hvel, VoIP y Servicios Multimedia.

La Red Wi-Fi tiene una frecuencia de operación de **2.4 GHz\*** (IEEE 802.11 b y g), con una cobertura de 1 Km. La Red Pre-WiMAX tiene una frecuencia de operación De **5.8 GHz\*** (802.16e), con una cobertura de 7 Km aprox. \*Bandas No Licenciadas.

En la ciudad de Cali se destaca una propuesta Metodológica Para El Diseño Y Despliegue De Redes Inalámbricas Municipales En Colombia Utilizando Redes Enmalladas Híbridas Wifi / Wimax (Colombia Muniwireless), esta propuesta fue desarrollada por Grupo de Informática y Telecomunicaciones (I2T).

En la misma ciudad de Cali el 12 de Mayo de 2006 Orbitel realizo el lanzamiento de su servicio de WiMAX (Banda Ancha Inalámbrica). La aceptación del público y la cantidad de suscriptores aumenta con cada minuto que pasa, sin embargo, han empezado a aparecer quejas de algunos usuarios los cuales afirman que en el momento de venta de el servicio se les aseguro que su residencia estaba cubierta por la red instalada, pero que sin embargo, no han podido acceder a el servicio de WiMAX hasta el momento.

En el ámbito internacional Argentina Motorola y Telmex realizaron la primera prueba de Wimax Móvil en la Argentina. La presentación estuvo a cargo de Shamik Mukherjee, director de Marketing de Wimax para la unidad de

negocios Home & Networks Mobility de Motorola, y por Alfonso Zamarripa, director Técnico de Telmex Internacional.

“Wimax pasó de ser una promesa a una realidad concreta. Está disponible aquí y ahora”, afirmó el directivo de Motorola, quien remarcó todas las posibilidades que ofrece esta tecnología tanto para operadores de Redes inalámbricas como para proveedores de otros servicios y soluciones de comunicación y entretenimiento. Asimismo, Mukherjee agregó que la tecnología Wimax “cuenta con un amplio apoyo de la industria e implica ventajas en los costos de instalación y aplicación de Redes”.

Por su parte, Telmex afirmó que la tecnología Wimax “facilita el alcance a nuevos mercados” y que se “aplicará en forma estratégica con soluciones satelitales y de cable para ampliar la participación de Telmex en la región”.

“La versatilidad de Wimax permite que mercados como gobiernos, empresas, proveedores de Internet inalámbrica o por cable, entre otros, accedan a esta tecnología”, concluyó el directivo de Telmex.

Por su parte, Motorola remarcó la importancia de contar con tecnología Wimax citando como ejemplo a los operadores que actualmente proveen servicios de 2G: “Gracias a esta nueva tecnología, el salto cualitativo que realizarán ahora es mucho mayor”.

En Chile Entel lanzó la primera red de Wimax en ese país que, además, se presenta como la más extensa de América latina hasta el momento, uniendo 14 ciudades desde Arica hasta Puerto Montt. La arquitectura de la red instalada fue pensada para proveer servicios a alrededor de 30.000 usuarios, que contarán con velocidades de hasta 2Mbps. La iniciativa de Entel fue posible mediante la utilización de su licencia WLL<sup>9</sup> -obtenida ante

---

<sup>9</sup> **Wireless local loop** (WLL)

la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel)- y el desembolso de unos cinco millones de dólares<sup>10</sup>.

En la primera etapa, Entel instalaría 22 antenas, con una cobertura de 15 kilómetros alrededor de cada base. Si bien en principio el servicio estaría orientado a las empresas, las características de la red también permitirían ofrecer el servicio en zonas rurales alejadas de los centros urbanos, debido a que con la tecnología Wimax no se necesita visibilidad de la antena.

Este nuevo emprendimiento de Entel, pionero en Wimax en Chile, sigue los pasos de Ertach en Argentina, primer operador de la tecnología inalámbrica en la región. A través de Wimax, y aprovechando algunas de sus ventajas, como ser la mayor economía para el despliegue de la red, Entel pretende hacer frente en el segmento de banda ancha a VTR y la incumbente Telefónica CTC, que poseen actualmente las redes más extensas y concentran la mayor parte de la participación de mercado. Y la competencia también se hará extensible a los servicios de telefonía, a través de protocolo IP.

En Ecuador Intel ha firmado un acuerdo con la Estación Científica Charles Darwin en Galapagos, Ecuador, para implementar un proyecto piloto de interconexión WiMAX entre las diferentes islas que conforman el archipiélago. CONATEL es el ente regulador de las telecomunicaciones en Ecuador. Operadores como SETEL y ECUADORTELECOM (recientemente adquirida por el grupo TELMEX) tienen previsto desarrollar redes metropolitanas con tecnología WiMAX en las ciudades de Quito y Guayaquil.

En Europa es importante destacar el caso de España, el País Vasco ya se ha implementado, tanto experimental como comercialmente WiMAX en la

---

<sup>10</sup> <http://www.cesardigital.net/media/Documentos/Quienes%20Somos/Pol%C3%ADticaTerDigital.pdf>

mayor parte de los municipios con el operador global de telecomunicaciones en el país Vasco "Euskaltel", tanto para voz como para datos. A fecha de febrero del 2007 el gobierno vasco ofrece subvenciones del 100% de la instalación, de modo que donde no llega la línea de cobre tradicional el Wimax sí llega. En Cádiz también se comercializa el WiMAX tanto para voz, datos y televisión. También se ha implantado conexiones WiMAX de forma comercial en la ciudad de Sevilla por el operador Instanet (Clearwire). Se pretende cubrir toda Andalucía. En la costa alicantina lo ofrecen 2 empresas privadas: MegaVista, que ofrece únicamente conexión a internet de 1 Mbps hasta 10 Mbps para zonas rurales. El operador de telecomunicaciones Marin Telecom ofrece a través de su red WiMAX aeromax con una superficie de cobertura actual de 1.700 km<sup>2</sup> varias modalidades de banda estrecha hasta banda ancha de hasta 34 Mbps y también línea de voz/fax a través del mismo sistema en el Vinalopó Mitjà, Baix Vinalopó y Vega Baja. Actualmente en Murcia, concretamente en Bullas también se ha instalado un operador de WiMAX que ofrece datos en banda ancha.

La empresa Neomedia ha realizado los proyectos con infraestructura WiMax sobre banda de uso común que más tráfico están soportando; el Ayuntamiento de Alcorcón dispone de una red WiMax formada por más de 70 Radioenlaces con soporte a más de 100 cámaras, agregando un total aproximado de 1,5 Gbps en la banda de 5 GHz.

## 2.2 RESEÑA HISTÓRICA

La historia de la población de Valledupar tiene su origen en la época precolombina, con tribus amerindias que se asentaron y desarrollaron en sociedades, y que a la llegada de los españoles estaba habitado por los Chimilas, de familia lingüística Chibcha. Luego ocurrió la conquista y colonización por españoles y otros europeos, que además de su cultura introdujeron esclavos de raza negra extraídos del África en los inicios del siglo XVI. Valledupar fue fundada por soldados españoles en inmediaciones de Eupari, uno de los poblados de la nación de los indígenas Chimilas en el año 1550. Los indígenas fueron exterminados, diezmados o desplazados a las montañas, bajo la obligación de la evangelización. El valle se tornó en tierras para ganadería y agricultura.

Valledupar fue una de las primeras comarcas en América, en la que sus habitantes de mayoría criolla se alzaron contra el régimen monárquico español el 4 de febrero de 1813. Luego de la independencia la región entra en un letargo debido a la dependencia política de Santa Marta, la posición geográfica y las diferentes guerras que sufrió Colombia a lo largo de mediados del siglo XIX hasta mediados del siglo XX, cuando se produjo un crecimiento económico sin precedentes a causa de la producción de algodón, que impulsó el crecimiento de la población y el auge cultural del género musical vallenato actual. Al mismo tiempo el conflicto armado colombiano afectó a muchos ciudadanos de Valledupar con la modalidad del secuestro extorsivo por parte de grupos guerrilleros, de los más altos en Colombia y posteriormente el accionar de grupos paramilitares que como consecuencia dejó miles de muertos, heridos y desplazados.

La Independencia de Valledupar de la monarquía española, en el marco de la independencia de Colombia y las Guerras de independencia

hispanoamericana, comenzó el 21 de mayo de 1810, como parte de la llamada "Revolución de 1810" que se dio en el Virreinato de Nueva Granada. Los movimientos de insurrección en contra de la corona española en América se iniciaron en 1809 en Charcas, La Paz y Quito. En el Virreinato de la Nueva Granada se inician después del alzamiento en Caracas el 19 de abril de 1810, teniendo a Valledupar como la primera población en levantarse. El levantamiento fue propiciado principalmente por María Concepción Loperena quien dio el grito de independencia en Valledupar el 4 de Febrero de 1813 y patrocinó la causa libertadora de Simón Bolívar, donándole 300 caballos para su ejército. Los independentistas buscaban formar una nueva nación llamada inicialmente Provincias Unidas de Nueva Granada dentro del periodo que se denominó en la historia de Colombia como la Patria Boba.

El Acuerdo 002 del 14 de febrero del 2004, fue aprobado por el Concejo de Valledupar, por el cual se institucionalizó el 4 de febrero como fecha histórica en el municipio de Valledupar y se ordena izar la bandera del municipio en los establecimientos públicos, especialmente en los colegios.

### **2.3 BASES TEÓRICAS**

Una red enmallada es compuesta por una colección de nodos que se comunican entre sí, de manera directa. Si no hay necesidad de una entidad centralizada que los controle el modo de operación se conoce como distribuido, pero puede existir una entidad central que administre las condiciones de operación de la red, en cuyo caso se conoce como centralizado. En cualquier caso, la comunicación se realiza entre los nodos directamente y cada nodo puede ser al mismo tiempo fuente o destino de los datos o un enrutador de la información de otro nodo.

Si los nodos de la red se conectan de manera autónoma, sin configuración previa, se dice que la red opera en modo *ad hoc*. Si los nodos tienen movilidad, entonces se conocen como redes móviles *ad hoc* o MANET (Mobile ad-hoc Network). Su característica principal es que existe un continuo cambio en la topología de la red, con enlaces que aparecen y desaparecen de modo permanente.

Las características más relevantes de las redes enmalladas inalámbricas son las siguientes:

- **Robustez:** La presencia de enlaces redundantes entre los usuarios permite que la red se reconfigure automáticamente ante fallas.
- **Topología dinámica:** Se supone que las redes enmalladas tienen la capacidad de reaccionar ante cambios de la topología de la red. Por lo tanto la topología cambiante es una condición de diseño necesaria.
- **Ancho de banda limitado:** Como el proceso de comunicación exige transportar datos de otros usuarios y la cercanía de unos con otros precisa una coordinación en los tiempos de transmisión, las redes enmalladas cuentan con enlaces que usualmente permanecen en condiciones de congestión.

Existen esfuerzos importantes en el estándar 802.16-2004 para mejorar el acceso al medio y lograr mejores desempeños en la red. Las primeras versiones de redes enmalladas basadas en el estándar 802.11 son bastante ineficientes en el aprovechamiento del espectro.

- **Seguridad:** La información transmitida se encuentra expuesta a la amenaza de viajar a través de un medio compartido. El estándar define una

subcapa de seguridad para proteger la información de los usuarios y evitar el acceso de usuarios no autorizados.

- **Canales de comunicación aleatorios:** A diferencia de las redes fijas, las redes inalámbricas cuentan con la incertidumbre propia de los canales de comunicación de radio. La característica cambiante de los mismos hace bastante inciertas las condiciones de comunicación. El estándar define aspectos como la modulación y codificación adaptativas para hacer frente a este problema.

- **Carencia de modelos de dimensionamiento apropiados:** El modelo de capacidad de redes de datos está orientado a determinar la capacidad del enlace ante procesos de multiplexación de la información de los usuarios. El modelo de capacidad de las redes enmalladas de múltiples saltos es un problema abierto, Las redes enmalladas proveen, sin embargo, condiciones que permiten el acceso a usuarios en regiones apartadas.

802.16 es el nombre que el IEEE asigna a redes con radios de acción de hasta 50 kilómetros. Esta tecnología funciona de forma muy parecida a WiFi, pero con tres ventajas básicas: mayor distancia, más usuarios y más ancho de banda, facilitando la creación de redes de área metropolitana (MAN).

La tecnología 802.16, o WorldwideInteroperabilityforMicrowave Access (de ahí el nombre corto WiMAX) funciona de manera muy similar a la telefonía celular.

El principal componente es una antena colocada en una torre con una cobertura de hasta 7500 kilómetros cuadrados. El segundo elemento es el receptor WiMAX, que puede ir desde una caja colocada en el techo de la casa, hasta algo tan pequeño como una tarjeta PCMCIA en una computadora portátil.

Una antena WiMAX estará conectada al proveedor de Internet (ISP) por medio de fibra óptica o cable con un alto ancho de banda (30 Mbps o más) y esa misma antena, en el modelo de la telefonía celular, podrá ser el punto de acceso a la red tanto de usuarios móviles como de otras antenas funcionando como repetidoras, sin conexión por cable alguno. De esta forma, la tecnología WiMAX permite enlazar zonas rurales o de difícil acceso, donde las compañías de telecomunicaciones no han colocado cables por el costo de instalación o mantenimiento.

Parte fundamental de la cobertura, estabilidad e impacto de las redes MAN apoyadas en WiMAX radicarán en la frecuencia de transmisión. Existen dos alternativas:

1. Cuando el equipo del usuario se encuentre en una zona con varios obstáculos (edificios, árboles, cerros, etcétera) se podrá usar una baja frecuencia, en el orden de los dos a 11 GHz. Estas frecuencias son menos susceptibles a la pérdida del enlace por algún objeto que se interponga entre la antena WiMAX y el dispositivo del usuario. El precio por pagar para mantener la conectividad, es que el ancho de banda también será inferior a los 54 Mbps.

2. Si existe línea de vista, es decir, cero obstáculos entre la antena WiMAX y el equipo del usuario, se podrá optar por una mayor frecuencia, hasta 66 GHz, con el considerable incremento en el ancho de banda. La norma 802.16 establece un tope de 70 Mbps.

A partir de las variaciones en el uso de frecuencias, es claro determinar que equipos de mayor capacidad, como es el caso de los ruteadores, preferentemente estarán asociados a una conexión de alta frecuencia con las antenas WiMAX; y los equipos de mayor movilidad, como las

computadoras portátiles, seguirán asociándose a redes WiFi o WiMAX en menores frecuencias y anchos de banda.

WiMAX se perfila como una estupenda oportunidad para ampliar los servicios de telecomunicaciones a nivel gubernamental, empresarial e institucional. Una universidad podrá proporcionar acceso a la red en todo su campus con una sola antena, a la suficiente altura y ubicación. Los gobiernos pueden respaldar los actuales esquemas de comunicación de datos por medios alámbricos, usando celdas WiMAX ubicadas de manera estratégica en zonas de acceso controlado. En el ámbito social, la combinación de WiFi, WiMAX y la telefonía por IP (VoIP) permitirá el despliegue de más líneas de telecomunicaciones hacia zonas apartadas, con ancho de banda suficiente para la integración de servicios multimedia: voz, imagen y datos.

Toda esta evolución encamina la sociedad hacia un cuarto nivel de las comunicaciones móviles. Más allá de las PAN, LAN y MAN inalámbricas, se encuentra el nuevo desarrollo de la IEEE: las redes de área global o GAN, cuyo nombre técnico es Mobile BroadbandWireless Access (MBWA). Esta norma, 802.20, definirá la forma como los usuarios permanezcan conectados a Internet desplazándose de un lado a otro de su país.

## **2.4 BASES LEGALES**

Las normatividades referentes a las redes básicamente están fundamentadas en los estándares internacionales, a pesar de que la normatividad legal en Colombia es limitada y apenas se encuentra en desarrollo. A continuación se pueden citar una serie de artículos relacionados:

**Artículo 107 de la ley de derechos de autor, dice así:**

*“Las bases de datos o de otros materiales legibles por medio de maquinas o en otra forma, que por razones de selección y disposición de su contenido constituyan creaciones intelectuales, quedarán protegidas como compilaciones. “*

Dicha protección se extenderá a los datos y materiales en si mismo (Ley Federal de los Derechos de Autor).

La transmisión de obras protegidas por esta ley mediante cable, ondas radioeléctricas, satélite u otras similares, deberán adecuarse, en lo conducente, a la legislación y respetar en todo caso y en todo tiempo las disposiciones sobre la materia.

*“Las compilaciones de datos u otros materiales, en cualquier forma, que poder razones de la selección o disposición de sus contenidos constituyan creaciones de carácter intelectual, están protegidas como tales. Esa protección no abarca los datos o materiales en si mismo y se entiende sin perjuicio de cualquier derecho de autor que subsista respecto de los datos o materiales contenidos en la compilación” (congreso de Berna. Tratado Internacional OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual). 1993).*

**El Artículo 193 de la ley de derechos de autor, dice así:**

*“Ofrecimiento, venta o compra de un instrumento apto para interceptar la comunicación privada entre personas.*

*El que sin permiso de autoridad competente, ofrezca, venda o compre instrumentos aptos para interceptar la comunicación privada entre personas*

*incurrirá en multas siempre que la conducta no constituya delito sancionado con pena mayor“.*

En este artículo se incluye el ofreciendo a través de una página Web de software que pueda servir como instrumento para interceptar una comunicación privada, como los sniffers de redes, software para ataques de fuerza bruta o contraseñas de acceso.

### **El Artículo 195 dice así:**

**Acceso abusivo a un sistema informático.** El que abusivamente se introduzca en un sistema informático protegido con medida de seguridad o se mantenga contra la voluntad de quien tiene derecho a excluirlo incurrirá en la multa.

La norma solo se requiere a sistemas informáticos protegidos con medida de seguridad por ejemplo las contraseñas, para que de esta manera no sea ilícito el acceso a un sistema informático de carácter público. Los simples anuncios de “no ingreso” no encajarían dentro del concepto de medida de seguridad.

Los efectos informáticos parten de la hipótesis de que estos son los más dañinos posibles para poder así, sin entrar a analizar casos concretos plantear categorías que nos demuestren que es posible con nuestra precaria legislación penalizar las conductas de los delincuentes informáticos.

## **2.5 MARCO CONCEPTUAL**

El importante desarrollo y avance de las telecomunicaciones ha tenido varios factores para ayudar de su progreso y antes de desarrollar el tema de la investigación es necesario tener en cuenta algunos conceptos claves y además básicos para continuar con el proyecto.

### **Características de FM**

La frecuencia modulada posee varias ventajas sobre el sistema de modulación de amplitud (AM) utilizado alternativamente en radiodifusión. La más importante es que al sistema FM apenas le afectan las interferencias y descargas estáticas. Las características principales de la frecuencia modulada son: su modulación y su propagación por ondas directas como consecuencia de su ubicación en la banda de frecuencia de VHF.

La modulación en frecuencia consiste en variar la frecuencia de la portadora proporcionalmente a la frecuencia de la onda moduladora (información), permaneciendo constante su amplitud. A diferencia de la AM, la modulación en frecuencia crea un conjunto de complejas bandas laterales cuya profundidad (extensión) dependerá de la amplitud de la onda moduladora. Como consecuencia del incremento de las bandas laterales, la anchura del canal de la FM será más grande que el tradicional de la onda media, siendo también mayor la anchura de banda de sintonización de los aparatos receptores. La principal consecuencia de la modulación en frecuencia es una mayor calidad de reproducción como resultado de su casi inmunidad hacia las interferencias eléctricas. En consecuencia, es un sistema adecuado para la emisión de programas (música) de alta fidelidad.

## **Espectro disperso**

El espectro disperso es una técnica de comunicación que por los altos costos que acarrea, se aplicó casi exclusivamente para objetivos militares, hasta comienzos de los años noventa. Sin embargo, comienza a surgir lentamente un mercado comercial.

Las LAN (Local Area Networks: Area de redes locales) son redes que comunican ordenadores entre sí a través de cables, lo que hace posible que por ordenador se pueda enviar correo dentro de un edificio determinado, por ejemplo. Actualmente se venden también 'Radio LAN' (RLAN), que constituyen una comunicación inalámbrica entre una cantidad determinada de ordenadores.

Para poder captar un programa radial hay que sintonizar con un emisor que está en una determinada frecuencia. Cada emisor ocupa un pequeño trozo de la banda emisora dentro de la cual se concentra la potencia de emisión irradiada. Ese pequeño trozo, también llamado amplitud de banda, tiene que ser lo suficientemente grande como para que los emisores cercanos no sean interferidos. A medida que la amplitud de banda es más angosta, pueden funcionar más emisores en una banda de frecuencia.

La radio-receptora se puede sintonizar siempre en una frecuencia. Esa frecuencia es retransmitida por el emisor con una amplitud de banda lo más pequeña posible, pero lo suficientemente grande como para transmitir la información deseada. Este tipo de receptores se llama receptores de banda angosta (estrecha). Por el contrario, en Spread Spectrum no se elige por una amplitud de banda lo más pequeña posible, sino justamente por una lo más grande posible. La amplitud de banda es mayor de lo que se necesita estrictamente para la transmisión de la información. Esta mayor amplitud de banda puede obtenerse de dos maneras. La primera es codificar la

información con una señal seudofortuita (aleatoria). La información codificada se transmite en la frecuencia en que funciona el emisor para lo cual se utiliza una amplitud de banda mucho mayor que la que se usa sin codificación (secuencia directa). La segunda posibilidad es codificar la frecuencia de trabajo con una señal pseudo-fortuita (aleatoria), por lo que la frecuencia de trabajo cambia permanentemente. En cada frecuencia se envía un pequeño trozo de información (FrecuenciaHopping).

### **Salto en frecuencia (FHSS: FREQUENCY HOPPING SPREAD SPECTRUM)**

FHSS de banda estrecha consiste en que una trama de bits se envía ocupando ranuras específicas de tiempo en diversos canales de radio-frecuencia. FHSS de banda ancha consiste en que durante el intervalo de 1 bit se conmutan diversos canales de radio-frecuencia. 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. Ver figura 1.

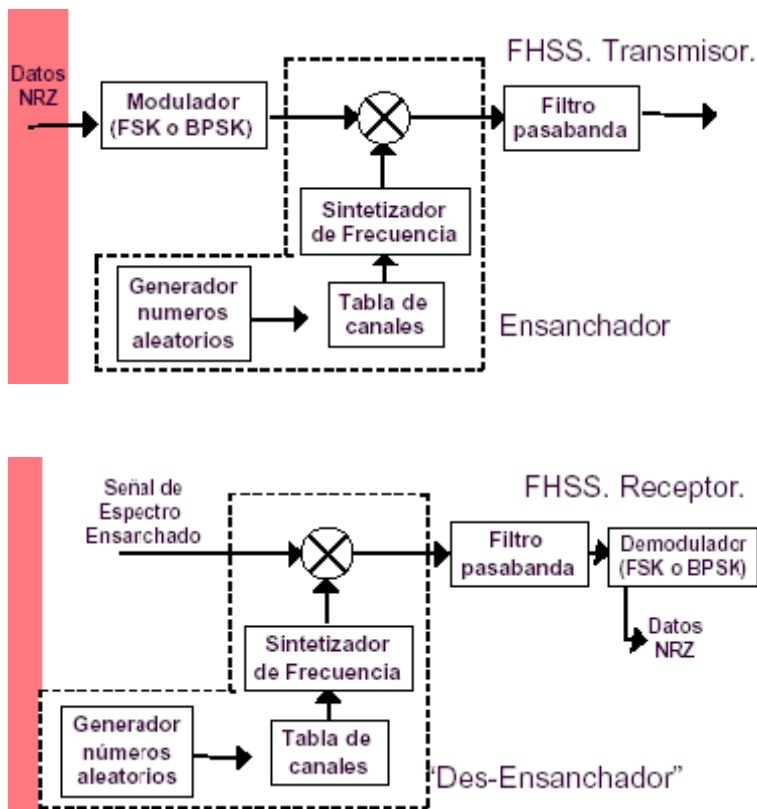


Figura 1. Transmisión y Recepción en FHSS

## (OFDM) ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING

OFDM es una tecnología de modulación digital, una forma especial de modulación multi-carrier considerada la piedra angular de la próxima generación de productos y servicios de radio frecuencia de alta velocidad para uso tanto personal como corporativo. La técnica de espectro disperso de OFDM distribuye los datos en un gran número de carriers que están espaciados entre sí en distintas frecuencias precisas. Ese espaciado evita que los demoduladores vean frecuencias distintas a las suyas propias.

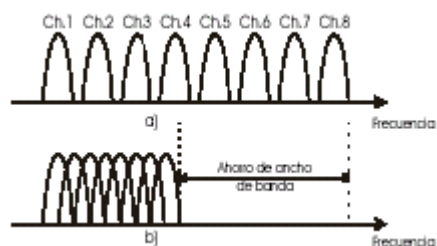


Figura 2. Técnica Multiportadora convencional b) Modulación con portadoras ortogonales.

OFDM1 tiene una alta eficiencia de espectro, resistencia a la interfase RF y menor distorsión multi-ruta. Actualmente OFDM no sólo se usa en las redes inalámbricas LAN 802.11a, sino en las 802.11g, en comunicaciones de alta velocidad por vía telefónica como las ADSL y en difusión de señales de televisión digital terrestre en Europa, Japón y Australia.

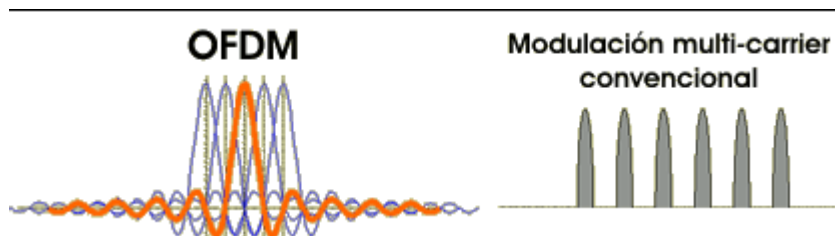


Figura 3. Espectro de OFDM traslapado

### **Acceso inalámbrico**

El acceso inalámbrico es aquél en que los usuarios obtienen su servicio mediante un enlace óptico o de radio-frecuencias.

Para tener acceso, se han creado protocolos que garantizan que el acceso obedezca a algún criterio acordado: acceso justo, dar prioridad a la información sensible a retardos, ofrecer garantías de transporte confiable, etc.

## **TECNOLOGIAS INALAMBRICAS ORIENTADAS A LAS WMNs**

### **Uso de wi-fi para el acceso de áreas metropolitanas**

WI-FI es un estándar de protocolo de comunicaciones del IEEE que define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI. A este estándar se le han hecho modificaciones a través del hardware y software que permiten que los productos Wi-Fi se conviertan en una opción de instalación de

acceso para áreas metropolitanas. Estas dos modificaciones más importantes tratan dos modelos de uso diferentes:

- Uso de acceso fijo o last mile (801.11 con Antenas de Alta Ganancia)
- Uso de acceso portátil o hot zone (redes de malla 802.11)

Los productos Wi-Fi asociados con la opción de instalación de acceso para áreas metropolitanas usan estas frecuencias de radio diferentes:

- El estándar 802.11 usa 5 GHz en un inter-enlace AP a AP.
- Los estándares 802.11b y 802.11g usan 2.4 GHz.
- Los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g usan bandas de frecuencia.

Los dispositivos basados en estos estándares no se interfieren mutuamente. Por otro lado, los dispositivos en bandas diferentes no se comunican; por ejemplo, un radio 802.11a no puede conversar con un radio 802.11b.

A la fecha, las instalaciones más comunes de WISPs para acceso para áreas metropolitanas son los estándares 802.11b y 802.11g debido a la interoperabilidad y al mayor alcance que llega en la banda de 2.4 GHz.

Cada estándar también difiere en el tipo de tecnología de modulación de radio usada, como se muestra a continuación:

- El estándar 802.11b usa espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS) y soporta velocidades de ancho de banda de hasta 11 Mbps.
- Los estándares 802.11a y 802.11g usan multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) y soportan velocidades de hasta 54 Mbps.

Como OFDM es más adaptable a ambientes externos y a la interferencia, se lo usa más frecuentemente en soluciones de acceso para áreas metropolitanas.

La tecnología OFDM usa optimización de sub-portadoras (sub-carriers) para usuarios basados en condiciones de frecuencia de radio.

Ortogonal significa que las frecuencias en las que la portadora (carrier) se dividen y son elegidas para que el pico de una frecuencia coincida con los nulos de la frecuencia adyacente. El flujo de datos es convertido de seriado a paralelo, y cada flujo de datos paralelo es mapeado por un bloque de modulación. Los datos modulados pasan a un bloque de transformación rápida de Fourier rápido (IFFT) para procesamiento. El bloque IFFT convierte las frecuencias moduladas discretas en una señal de dominio de tiempo que se usa para impulsar el amplificador de la frecuencia de radio (RF).

Esta eficiencia espectral mejorada es un gran beneficio para las redes OFDM, lo que las hace ideales para conexiones de datos de alta velocidad en soluciones fijas y móviles.

El estándar 802.11 ofrece 64 sub-portadoras. Estas portadoras son enviados desde la estación base (BS) o AP a la estación del abonado (subscriber station - SS) o cliente y reconstituidos en el lado del cliente. En situaciones "non-line-of-sight" - NLOS (sin línea de vista), estas portadoras chocarán contra paredes, edificios, árboles y otros objetos, que reflejarán la señal y crearán una interferencia multi-path.

Cuando las señales de la portadora llegan al cliente para su reconstitución, las señales de la portadora individual ya están demoradas. Por ejemplo, una portadora puede haberse reflejado una vez y llegado  $1 \mu$  más tarde que otro, y el segundo puede haberse reflejado dos veces y llegar  $2 \mu$  más tarde.

Cuanto más sub-portadoras sobre la misma banda resulta en sub-portadoras menores, que equivale a mayores períodos de símbolo de OFDM. En consecuencia, el mismo porcentaje de tiempo de guarda o prefijo cíclico (CP) dará valores cíclicos mayores en tiempo para mayores demoras y aumentarán la resistencia a interferencia multi-path. Como los estándares 802.11a y 802.11g usan OFDM, son más elásticos que el estándar 802.11b en ambientes propensos a multi-paths. Estos factores se tomaron en cuenta para elaborar el estándar 802.16-2004.

La topología de red de malla amplía el alcance de LANs y WLANs tradicionales. En una topología de red de malla, se conecta cada nodo y se comparten los protocolos de comunicación en todos los nodos. Una infraestructura Wi-Fi se forma cuando enlaces 802.11 interconectan un grupo de nodos basados en 802.11a, b o g. El estándar 802.11 es el más usado en enlaces AP a AP debido a su desempeño y la superposición con transmisiones 802.11b o 802.11g.

Las redes de malla aprenden automáticamente y mantienen configuraciones dinámicas de path. Los dispositivos inalámbricos en una topología de red de malla crean un path para datos entre sí sobre un espectro de exención de licencia a 2.4 o 5 GHz con velocidades de hasta 108 Mbps.

### **Estándares de la especificación de redes WLAN IEEE 802.11**

802.11a Red WLAN de 54 Mbps,5Ghz

802.11b 11Mbps, 2.4Ghz

802.11e Calidad de servicio (QoS)

802.11g Red WLAN de 54Mbps, 2.4Ghz

802.11h Administración del espectro (802.11a)

802.11i Seguridad

802.11k Medición de recursos

## 802.11s Redes en malla

Implementaciones dorsales de infraestructuras de malla Wi-Fi se basan en soluciones propias. Estas soluciones propias pueden soportar VoIP y QoS.

También pueden aumentar el alcance de cobertura del límite de 100 metros de Wi-Fi a más de 10 km. Además, el desempeño puede aumentarse del límite de 54 Mbps de Wi-Fi a más de 100 Mbps. Sin embargo, estas implementaciones no son interoperables, tienen escalabilidad limitada y en ciertas instalaciones se encuentran limitadas por backhaul por cable (wired backhaul). La ratificación de 802.11s estandarizará la topología de red de las topologías de red de malla Wi-Fi pueden ser utilizadas como solución last mile pero son mejores para áreas extensas con acceso 802.11.

A veces a la red de malla también se la denomina red multi-hop (de saltos múltiples). Las topologías de malla ofrecen una arquitectura que puede mover datos entre nodos de forma eficiente.

Dentro de una red de malla, los pequeños nodos actúan como enrutadores. Los nodos se instalan en una extensa área (como, por ejemplo, un barrio o una escuela). Cada nodo transmite una señal baja capaz de alcanzar los nodos vecinos, cada uno de los cuales transmite la señal al próximo nodo, con el proceso que se repite hasta que los datos llegan a su destino. Una ventaja de esta topología es la capacidad que tiene la instalación para circundar un gran obstáculo, como ser una montaña que impediría que el abonado llegase a una estación base. En una red de malla, los abonados bloqueados pueden llegar a la estación base indirectamente por medio de otros nodos. Aun una pequeña cantidad de malla puede mejorar mucho la cobertura de la estación base si se colocan pequeños nodos.

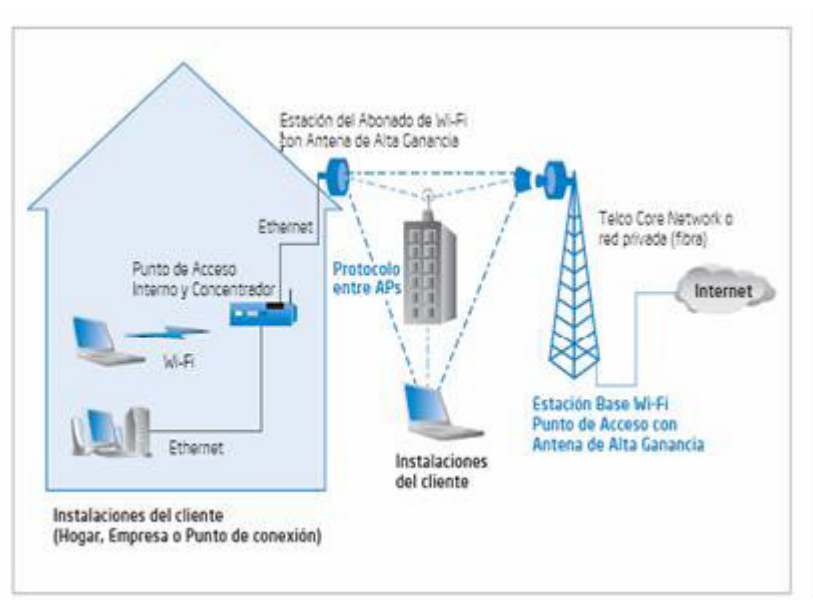


Figura 4. Red de malla 802.11

## USO DE WIMAX PARA EL ACCESO DE AREAS METROPOLITANAS

WiMAX es la certificación mundial que trata la interoperabilidad en los productos basados en los estándares IEEE 802.16. El estándar IEEE 802.16 con revisiones específicas trata dos modelos de uso:

- Fijos
- Portátiles

El estándar IEEE 802.16-2004 (que revisa y reemplaza a las versiones IEEE 802.16a y 802.16REVd) está elaborado para los modelos de uso del acceso fijo.

También se conoce a este estándar como “inalámbrico de fijos” porque usa una antena instalada donde se encuentra el abonado. La antena se instala en un techo o mástil, similar al plato de la televisión satelital. La IEEE 802.16-2004 también trata de instalaciones internas, en cuyo caso pueden no ser tan robustas como las instalaciones externas.

El estándar 802.16-2004 es una solución inalámbrica para acceso a Internet de banda ancha que ofrece una solución interoperable de clase de portadora para last mile. La solución WiMAX de Intel para acceso fijo funciona en las bandas con licencia de 2.5 GHz, 3.5 GHz y en la exenta de licencia de 5.8 GHz. Esta tecnología ofrece una alternativa inalámbrica al módem por cable, a la línea de abonado digital de cualquier tipo (xDSL), a circuitos de transmisión/intercambio (Tx/Ex) y a circuitos de nivel de portadora óptica (OC-x).

El estándar 802.16e usa un acceso multiplexado por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), que se parece a un OFDM pues divide a las portadoras en múltiples sub-portadoras. Sin embargo, el OFMDA va un paso más allá al agrupar a las sub-portadoras en sub-canales. Un cliente o estación de abonado puede transmitir utilizando todos los sub-canales dentro del espacio de la portadora, o clientes múltiples pueden transmitir cada uno usando una parte del número total de sub-canales simultáneamente.

El estándar IEEE 802.16-2004 mejora la entrega last mile en varios aspectos claves:

- Interferencia multi-path
- Diferencia de demora
- Robustez

Una interferencia multi-path y una diferencia de demora mejoran el desempeño en situaciones en las que no hay path directo line-of-sight (sin línea de vista) entre la estación base y la estación del abonado.

El control de acceso a medios (MAC) es optimizado para enlaces de larga distancia porque está proyectado para tolerar demoras y variaciones de

demora más largas. La especificación 802.16 alberga mensajes para permitir que la estación base consulte a la estación del abonado, aunque exista un cierto tiempo de demora.

Los equipos WiMAX que operan en las bandas de frecuencia exentas de licencia usarán dúplex por división de tiempo (TDD); los equipos que operan en bandas de frecuencia con licencia usarán TDD o dúplex de división de frecuencia (FDD). El estándar IEEE 802.16-2004 usa un OFDM para optimización de servicios inalámbricos de datos. El sistema se basa en los estándares 802.16-2004 emergentes que son las únicas plataformas de redes inalámbricas de áreas metropolitanas (WMAN) basadas en un OFDM.

En el caso de 802.16-2004, la señal se divide en 256 portadoras en vez de 64 como en el estándar 802.11. Cuanto más sub-portadoras sobre la misma banda resulta en sub-portadoras más estrechas, que equivalen a períodos de símbolo. El mismo porcentaje de tiempo de guardia o prefijo cíclico (CP) provee mayores valores absolutos en tiempo para una diferencia de demora e inmunidad multi-path mayores.

El estándar 802.16e es una enmienda a la especificación base 802.16-2004 y su objetivo es el mercado móvil al agregar portabilidad y el recurso para clientes móviles con adaptadores IEEE 802.16a para conectar directamente la red WiMAX al estándar.

Con la atención enfocada en WiMAX, es fácil olvidarse que Wi-Fi también está evolucionando rápidamente. Las radios Wi-Fi están apareciendo no sólo en laptops y asistentes personales digitales (PDAs) sino también en equipos tan diversos como teléfonos móviles, parquímetros, cámaras de seguridad y equipos de entretenimiento del hogar. Como resultado de su creciente adopción, Wi-Fi seguirá haciéndose más rápida, segura, fiable y con más recursos. Estos avances, a su vez impulsarán la adopción continuada.

Actualmente para la conectividad intra-malla, Wi-Fi ofrece ventajas. Los chipsets y radios Wi-Fi aprobados por la industria están disponibles fácilmente y son económicos. Funcionan en regiones del espectro sin licencia. El resultado es una tecnología intra-malla que ofrece gran desempeño al menor costo.

Esencialmente, las conexiones intra-malla backhaul pueden reducir los costos relacionados con el cableado de cada nodo. Cuando estén disponibles, los APs Wi-Fi y WiMAX ofrecerán mejor desempeño y una solución mucho más robusta.

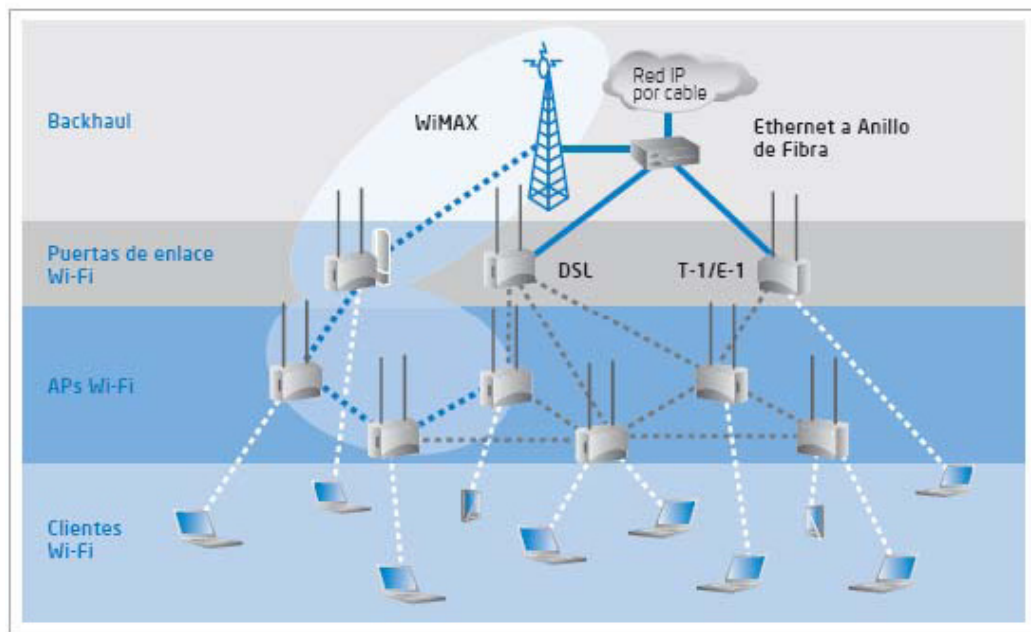


Figura 5. Wimax como una opción intra-malla backhaul

### **3. ASPECTOS METODOLOGICOS**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

Se clasifica como tipo de investigación adaptativa o de ajuste de tecnología puesto que se pretende el mejoramiento de los procesos a través de la creación de una solución de red que permita la interconexión de los pobladores del municipio de Valledupar departamento del Cesar.

#### **3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El método que se utilizó para el presente trabajo de proyecto parte del proceso de observación, Entrevista y recolección de datos sobre las actividades que desarrollan los diferentes sectores de la ciudad de Valledupar y como resultado de ésta se determinaran las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades que derivan de ellas y afectan positiva o negativamente a la ciudadanía.

#### **3.3. POBLACIÓN.**

La población objeto para estudio se constituye por el total de los pobladores del municipio de Valledupar Cesar. El tamaño de la población estimada es de 350.000 habitantes los cuales se beneficiaran con el desarrollo del proyecto.

### 3.4 MUESTRA

El tipo de muestreo fue el de aleatorio simple y se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(N \cdot z^2)(p \cdot q)}{(N \cdot e^2) + (z^2 p \cdot q)}$$

$$N = 30.000$$

$$P = 95\% = 0,95$$

$$q = 1-p = 5\% = 0,05$$

$$z = 1,96$$

$$e = 5\% = 0,05$$

$$n = \frac{[(30000)(1,96)^2][(0,95)(0,05)]}{[(30000)(0,05)^2] + [(1,96)^2(0,95)(0,05)]}$$

$$= \frac{5474.28}{75.182476}$$

$$= 72.813 \simeq 73 \text{ pobladores}$$

**Nota:** Se aplicaran 73 encuestas.

### 3.5 FUENTES DE DATOS

#### 3.5.1 Fuentes Primarias

Suministran la información que se utiliza para servir a los objetivos de la investigación en curso.

Las fuentes primarias utilizadas son:

- Los pobladores del municipio de Valledupar Cesar.
- Dirigentes y trabajadores de los diferentes sectores del municipio.

### **3.5.2 Fuentes Secundarias**

Como su nombre indica, suministran la información que ha sido recogida con algún otro propósito. Es decir, se utiliza con un propósito que es secundario con respecto a su función original.

Las fuentes secundarias utilizadas son:

Revistas

Textos

Páginas Web de comunicaciones

Google

## **3.6 SISTEMA DE HIPÓTESIS**

**3.6.1 Nula (H0):** Mediante el Diseño y Solución de la Red de Área Metropolitana de la ciudad de Valledupar Utilizando Tecnología de Redes Enmalladas y WiMax es posible interconectar los diferentes sectores se la zona urbana del municipio optimizando la administración de la información.

**3.6.2 Alterna (H1):** Mediante el Diseño y Solución de la Red de Área Metropolitana de la ciudad de Valledupar Utilizando Tecnología de Redes Enmalladas y WiMax no es posible interconectar los diferentes sectores se la zona urbana del municipio optimizando la administración de la información.

## 4. ANALISIS DEL SISTEMA ACTUAL

### 4.1 IDENTIFICACION DE NECESIDADES (MATRIZ DOFA)

#### DEBILIDADES:

- La Ciudad de Valledupar capital del departamento del Cesar, no cuenta con una infraestructura de red que garantice niveles de conectividad óptimos para los ciudadanos; por el contrario presenta una infraestructura tecnológica deficiente, lo que conlleva a que la comunidad en general presente bajos niveles de accesibilidad en comparación con otras capitales del resto del país.
- La mayoría de las empresas del municipio no cuenta con los servicios de Correo electrónico, mensajería instantánea o sitios web que le permitan comercializar sus productos o darse a conocer en el mercado.
- Siendo Valledupar la capital del departamento del Cesar su sector académico compuesto por las diferentes instituciones de educación básica, media y superior, no cuentan con canales directos de comunicación, lo que ha dificultado el intercambio de conocimiento entre docentes, investigadores, estudiantes, directivos académicos, entre otros, conllevando a que no se generen proyectos de carácter científico que ayuden al desarrollo de la región
- Actualmente Valledupar es un municipio que cuenta con varias empresas de amplia trayectoria comercial, cuya productividad se ve afectada por la falta de comunicación entre ellas, es imperativo que estas empresas estén interconectadas entre sí para optimizar sus procesos.

## **OPORTUNIDADES**

- El municipio de Valledupar tiene la oportunidad de competir con los principales municipios del país, debido a que con la implementación de una red de área metropolitana, se facilitaría el desarrollo y soporte de los diferentes sistemas de información que necesita el municipio.
- Transmitir información en línea, entre usuarios distantes (dispersos geográficamente) sin tener que esperar para obtenerla.
- El desarrollo del presente proyecto permitirá que además de mejorar, simplificar y abaratar el acceso a la internet, la tecnología WiFi integrada con Wimax pudiera crear una red de comunicación inalámbrica alternativa a la telefonía celular en muchos puntos del municipio.
- Con la implementación de este tipo de proyectos no sólo se evita la terrible cantidad de cables que cubren los cielos de las ciudades, sino que se puede pensar en llevar estos beneficios a lugares remotos donde los tendidos de cables no llegan.

## **FORTALEZAS**

- Los diferentes sectores del mercado tienen sus negocios consolidados desde hace muchos años, lo que genera un nivel de compromiso del sector empresarial con respecto a la inversión de tecnología en el municipio.

- Los Wi-Fi de tecnología enmallada ya han sido probados en diferentes partes del mundo, siendo diseñados para funcionar en entornos abiertos y dando muy buenos resultados. En el municipio de Valledupar la iniciativa sería muy popular gracias a que no requiere de mantenimiento alguno, y sería la solución para las escuelas o institutos, que debido a su ubicación se encuentran incomunicadas.
- Una vez configuradas, las redes Wi-Fi permiten el acceso de múltiples ordenadores sin ningún problema ni gasto en infraestructura, no así en la tecnología por cable.

## **AMENAZAS**

- A través de la red puede entrar virus a computadores que ocasionarían daños a los equipos y pérdida de información importante en el desempeño de las diferentes actividades de las empresas y usuarios de la red.
- La falta de interés de algunos gobernantes que todavía no entienden la importancia de desarrollar los municipios por medio de este tipo de proyectos tecnológicos.

## **4.2 ESTUDIO DE VIABILIDAD**

El estudio de viabilidad, analiza minuciosamente la alternativa recomendada por un estudio de prefactibilidad que evalúa las alternativas no descartadas del sistema. El objetivo de este estudio es disminuir al máximo las dudas, incertidumbres o riesgos antes de emprender la realización del proyecto. La información específica que se requiere para llevar a cabo un estudio de factibilidad del presente proyecto.

#### **4.2.1 Viabilidad Económica<sup>11</sup>**

Analizando este proyecto desde el punto de vista costo-beneficio es absolutamente viable, ya que no ocasiona pérdidas económicas y en cambio su ejecución proporciona una herramienta eficaz en el panorama administrativo, laboral y comercial a nivel del municipio de Valledupar, donde compartir recursos optimiza enormemente el factor tiempo y reduce en forma sustancial la inversión en periféricos. Esta tecnología viable económicamente ya que ha sido construida para redes de banda ancha, municipales, de seguridad pública y a gran escala en las llamadas zonas calientes. La arquitectura de las redes Mesh surgió de las redes móviles MANETs usadas para redes militares. El grupo de trabajo IEFT MANET ha estado desarrollando varios protocolos por casi una década. Debido a la popularidad de las redes Mesh y a la cantidad de vendedores que comenzaron a construir dispositivos para redes Mesh se vio la necesidad de crear un estándar que se evidencio en el 2003.

#### **4.2.2 Viabilidad Técnica**

Si es viable conociendo todas las bondades que ofrece una red MAN, además de la gran cantidad de tecnologías para soluciones de red WiMax y WiFi que se encuentran disponibles en el mercado, por lo tanto es fácil entender que técnicamente este proyecto es viable, a lo anterior se le suma el interés por parte de la población y las autoridades del municipio

#### **4.2.3 Viabilidad Legal**

---

<sup>11</sup> La alcaldía de Valledupar presentó proyecto con formato MGA ( Metodología General Ajustada) para el estudio económico. Y se tomaron valores promedio basados cotizaciones del las empresas locales.

Dicho proyecto se enmarca siguiendo la normatividad el artículo 115 del reglamento general estudiantil, referente a modalidades de grado. Donde dice que el Trabajo de Grado puede desarrollarse en diferentes modalidades, las cuales permitirán al estudiante fortalecer o desarrollar habilidades o competencias específicas, de acuerdo a sus intereses, sus potencialidades, su proyección profesional y el proyecto educativo de la respectiva Unidad Académica.

Además el hardware, software y dispositivos de red, están totalmente legalizados y se pueden comercializar en cualquier parte de Colombia.

#### **4.3 REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA DE LOS DIFERENTES SECTORES**

Para determinar los requerimientos de puntos de red y ancho de banda de los diferentes sectores distribuidos a lo largo y ancho de la zona urbana del municipio de Valledupar se realizó una encuesta técnica (Ver anexo B), orientada a determinar cómo se relacionan los diferentes sectores del municipio, se realizaron 73 encuestas, de las cuales 43 pertenecen a hogares, 20 al sector comercial, 3 al sector educativo y 10 al sector público<sup>12</sup>.

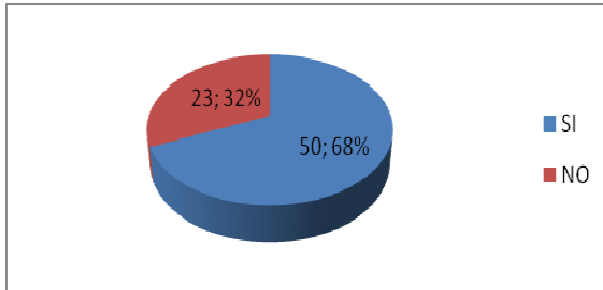
A continuación se detallan los resultados de dicha encuesta y los respectivos requerimientos encontrados:

La primera pregunta ¿Posee Computador?, está orientado a determinar que tanto usa la población el computador como herramienta para sus labores,

---

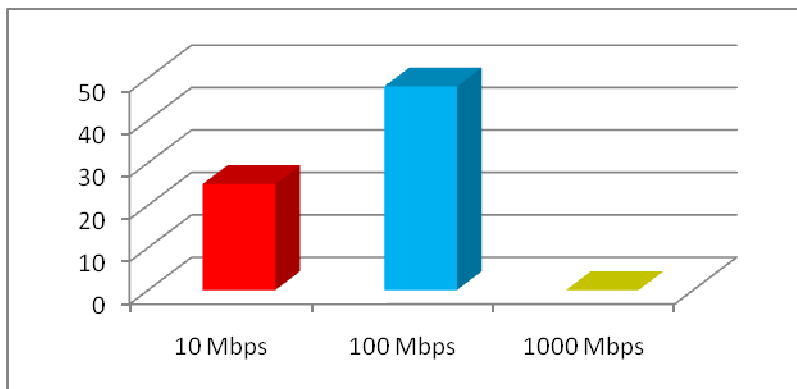
<sup>12</sup> Esta muestra se tomó por recomendación de la oficina de planeación municipal de la alcaldía de Valledupar. Donde se tiene en cuenta las necesidades de comunicación.

50 de los encuestados poseen computador lo que equivale al 68%. Los otros 23 encuestados no poseen esta herramienta lo que equivale al 32% (Ver gráfico 1).



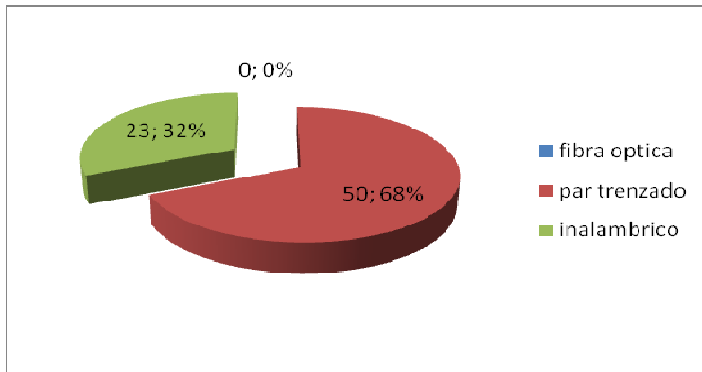
**Gráfica 1.** Encuestados que poseen computador.

La segunda pregunta ¿Qué tipo de red Utiliza? Pretende determinar el ancho de banda requerido por los usuarios actuales. 25 de los usuarios equivalentes al 34 % trabajan con redes a 10 Mbps, los 48 restantes equivalentes al 66% poseen redes a 100 Mbps. Ninguno de los encuestados trabaja con redes a 1000 Mbps. (Ver Gráfico 2)



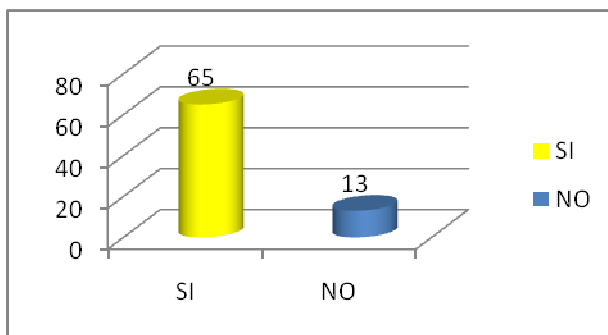
**Gráfica 2.** Velocidad de las redes utilizadas

A la tercera pregunta ¿Qué medio de transmisión utiliza? Que pretende determinar la infraestructura de red con que cuenta cada usuario. 50 de los usuarios equivalentes al 68 % respondieron que utilizan Cable UTP, el otro 32% equivalente a 23 encuestados respondieron que utilizan entorno inalámbrico y ninguno de los encuestados utiliza fibra óptica (Ver Gráfico 3)



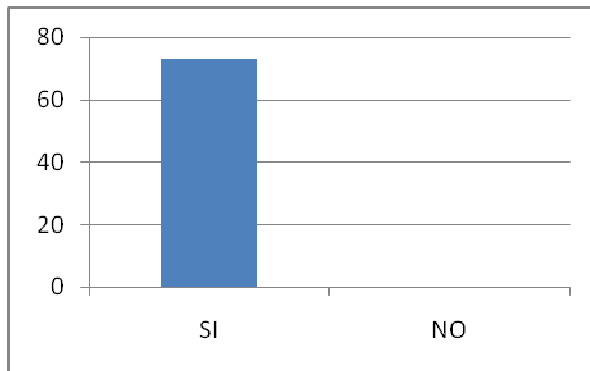
**Gráfico 3.** Que medio de Transmisión Utiliza.

A la cuarta pregunta ¿utiliza correo electrónico? que pretende determinar la usabilidad de la red y que tanto son utilizados los aplicativos y servicios de internet, 65 de los encuestados equivalentes al 89 % respondieron que si. El otro 11% equivalente a 8 encuestados respondieron que no utilizan correo electrónico (Ver Gráfico 4)



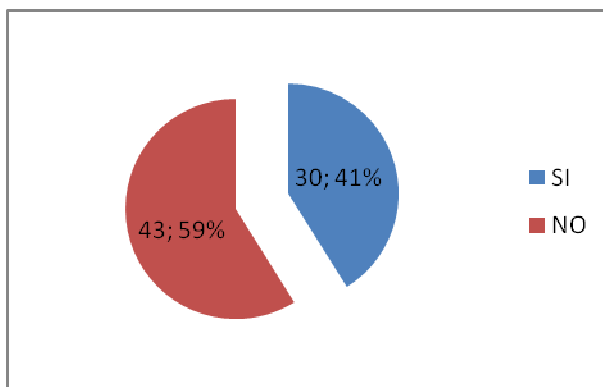
**Gráfica 4.** Utilización del correo Electrónico

La quinta pregunta ¿utiliza el servicio de paginas Web? Tiene la misma intención de la anterior pretende determinar la usabilidad de la red y que tanto son utilizados los aplicativos y servicios de internet, 73 de los encuestados equivalentes al 100% respondieron que si. Ningún encuestado respondió que no.(Ver Gráfico 5)

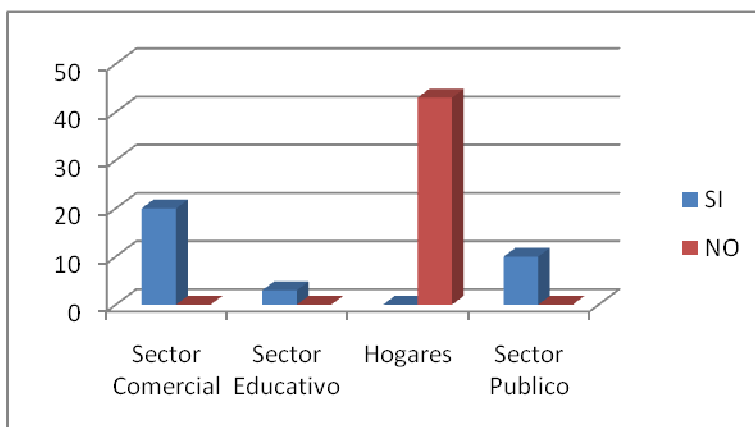


**Gráfica 5.** Utilización del Servicio de Páginas Web

La sexta pregunta ¿Posee Algún tipo de sistema de Información? Pretende determinar las necesidades de comunicación en lo referente al uso de aplicativos a nivel de empresas, 30 de los encuestados equivalentes al 41% respondieron que si, hay que aclarar que este porcentaje corresponde a la totalidad de las empresas, el otro 59%, que corresponden a hogares respondieron que no poseen sistemas de Información.(Ver Gráficos 6 y 7)

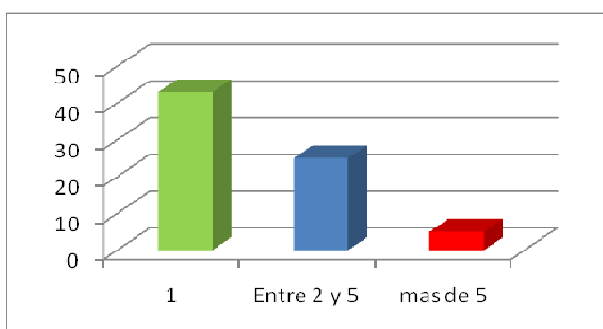


**Grafica 6.** Utilización de Sistemas de Información



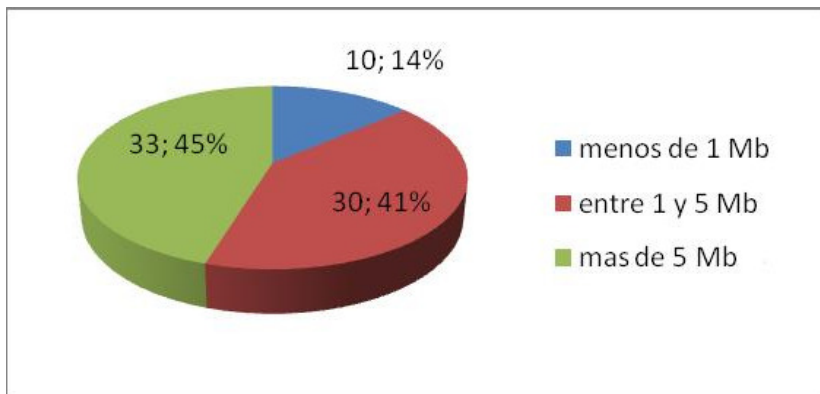
**Grafica 7.** Utilización de Sistemas de Información por sectores

En lo referente a la pregunta 7 ¿Cuántos Computadores posee?, es importante mencionar que está orientada a determinar junto con los factores anteriores el ancho de banda aproximado que necesita cada usuario. A esta pregunta 43 encuestados equivalentes al 59% respondieron que 1 computador; 25 encuestados correspondientes al 34% respondieron que entre 2 y 5; y solo 5 encuestados correspondientes al 7% respondieron que más de 5. (ver Gráfico 8)



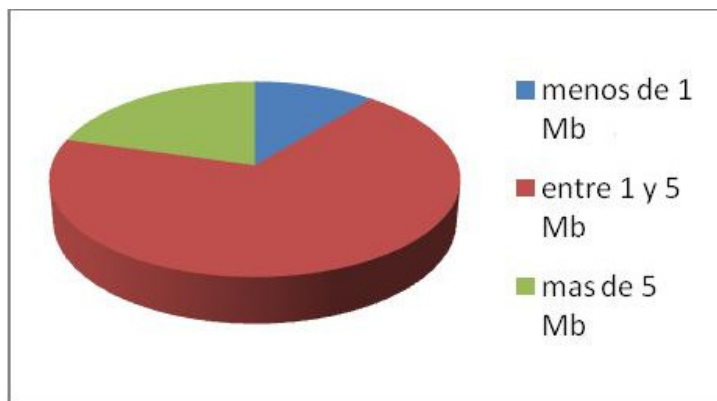
**Gráfica 8.** Número de computadores

A la pregunta 8 ¿Qué cantidad de información diaria envía a la Internet?, 10 encuestados correspondientes al 14%, respondieron que menos de 1 Mb; 30 encuestados correspondientes al 41% entre 1 y 5 Mb y 33 que corresponden al 45 % respondieron más de 5 Mb. (Ver gráfica 9)



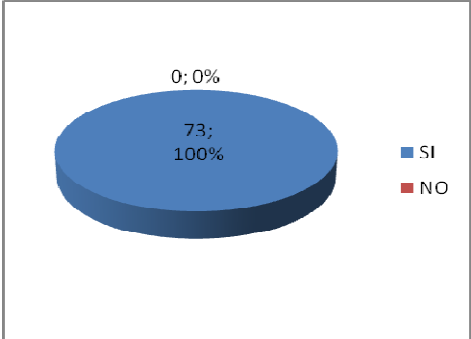
**Gráfica 9.** Información enviada por internet diariamente.

A la pregunta 9 ¿Qué cantidad de información diaria recibe de la Internet?, 8 encuestados correspondientes al 11%, respondieron que menos de 1 Mb; 50 encuestados correspondientes al 68% entre 1 y 5 Mb y 15 que corresponden al 21 % respondieron más de 5 Mb (Ver gráfica 10).



**Gráfica 10.** Información recibida de la internet diariamente.

La última pregunta ¿Esta de acuerdo con la implementación de una MAN inalámbrica? tiene la intención de comprobar la aceptación de la población a la implementación de la solución propuesta en este proyecto. 73 de los encuestados equivalentes al 100% respondieron que si. Ningún encuestado respondió que no.(Ver Gráfica 11)



**Gráfica 11.** Implementación de una MAN inalámbrica.

## 5. DISEÑO DE INTERCONEXION PROPUESTO

La red será diseñada basándose en tecnología inalámbrica de punta basada en los estándares 802.16 y 802.11 con funcionamiento en malla; para una mejor interpretación sobre lo que significa el diseño de la red de área metropolitana en el municipio de Valledupar se tendrán en cuenta los siguientes aspectos de la red:

- Arquitectura de la Red
- Dispositivos de Interconexión
- Protocolos
- Direccionamiento IP
- Diseño de la Red: Físico y Lógico
- Políticas de seguridad
- Administración de la Red como son: Políticas de cuentas, permisos y dominios
- Internet la parte de acceso a red mundial de comunicaciones.

### 5.1 ARQUITECTURA DE RED

#### 5.1.1 Arquitectura Wimax

La arquitectura que servirá de Backbone para la interconexión de todos los dispositivos y equipos de la red MAN de la ciudad de Valledupar es el estándar WiMax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*-interoperabilidad mundial para acceso por microondas)

Para esta arquitectura la IEEE define sólo la física (PHY) y Media Access Control (MAC) en las capas 802,16. Este enfoque ha funcionado bien para

las tecnologías como Ethernet y WiFi, que se basan en otros órganos, como el IETF (Internet Engineering Task Force) para establecer las normas para la capa superior de protocolos como TCP / IP, SIP, VoIP y IPSec.)

Para la capa Física se tomaron las consideraciones necesarias del entorno objetivo. Entre más altas sean las frecuencias, la línea de vista es obligatoria. Este requisito facilita el efecto del multipath (multidireccional), permitiendo el uso de canales más anchos, típicamente mayores que MHz en ancho de banda. Esto le da la habilidad al IEEE 802.16 de proveer enlaces de alta capacidad en el uplink y downlink.

Para la capa MAC fue realizado para acomodar diferentes PHYs y servicios. El estándar fue diseñado para acomodar cualquier despliegue de TDD (Time Division Duplexing ) o FDD ( Frequency Division Duplexing), permitiendo así terminales full y half-duplex en el caso de FDD.

Fue diseñado específicamente para el entorno de acceso inalámbrico PMP. Soporta capa alta o protocolos de transporte como ATM, Ethernet o Protocolo de Internet (IP), y está diseñado para fácilmente acomodar protocolos futuros que aun no hayan sido desarrollados. Está diseñado para altas velocidades (hasta 268 Mbps en ambas vías) de la verdadera capa física de la banda ancha, mientras que provee Calidad de Servicio (QoS) compatible con ATM; UGS, rtPS, nrtPS, y Best Effort entre otras.

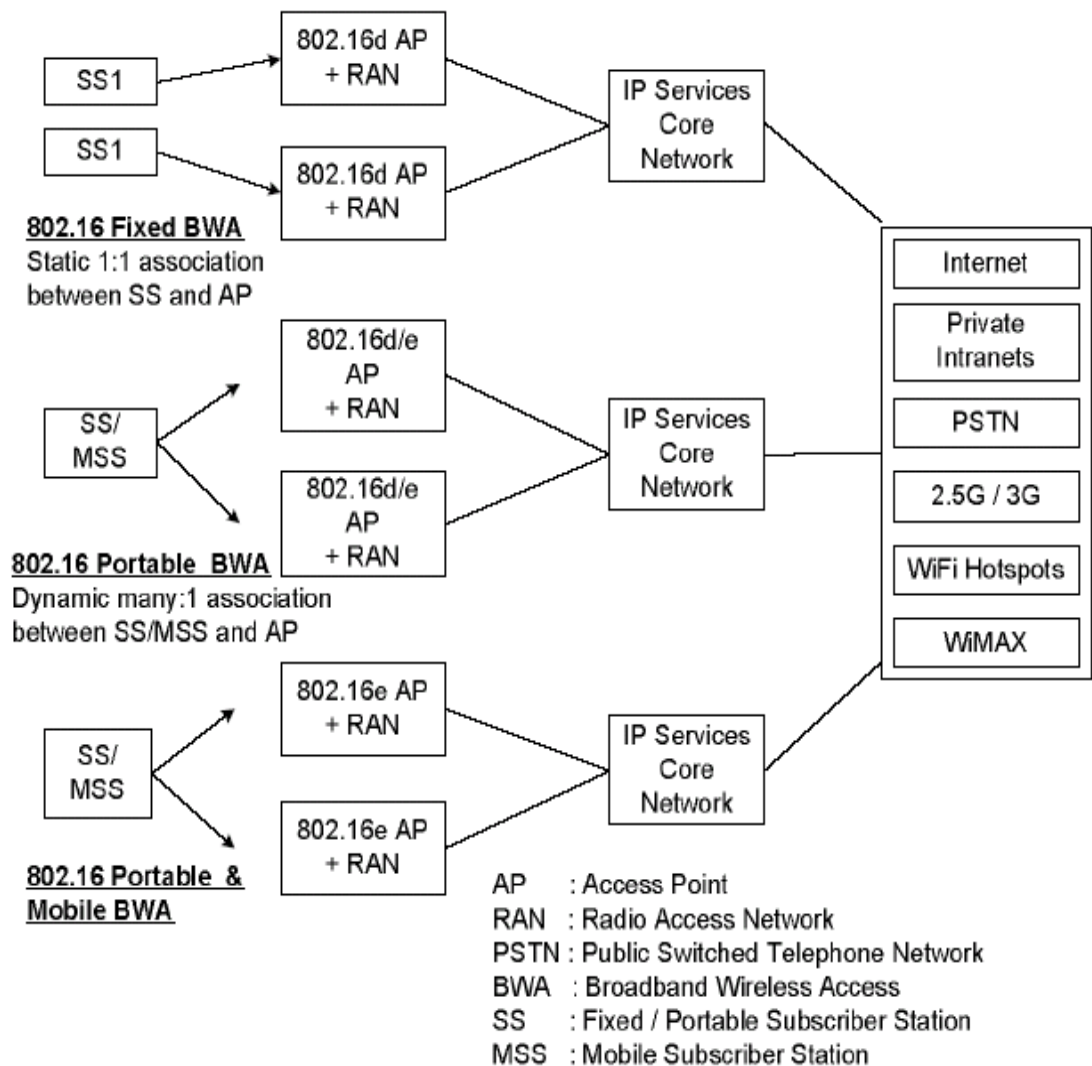


Figura 6. Arquitectura WiMax

1. La arquitectura se basa en un marco de conmutación de paquetes, incluidos los nativos procedimientos basados en el estándar IEEE 802,16 y sus modificaciones, proceda IETF RFC y normas Ethernet.
2. La arquitectura permite la disociación de la arquitectura de acceso (y apoyado en topologías) de los servicios de conectividad IP. Elementos de la red de la conectividad del sistema se agnóstico a la radio IEEE 802,16 específicos.

3. La arquitectura permite la modularidad y la flexibilidad para dar cabida a una amplia gama de opciones de despliegue, tales como:

- En pequeña escala a gran escala (escasa densidad de la cobertura de radio y de la capacidad) las redes WiMAX
- Urbano, suburbano y rural de radio propagación entornos
- Licenciados y / o licencia exenta de las bandas de frecuencia
- Jerárquica, plana, la malla o topologías, y sus variantes
- La coexistencia de las fijas, nómadas, portátiles y móviles, modelos de uso

**Apoyo a los Servicios y Aplicaciones:** El de extremo a extremo la arquitectura incluye soporte para: a) de voz, multimedia y otros servicios por mandato reglamentario servicios tales como los servicios de emergencia y la interceptación legal, b) El acceso a una variedad de independiente Application Service Provider (ASP ) En las redes de un agnóstico forma, c) el uso de comunicaciones móviles, la telefonía VoIP, d) Apoyo a la comunicación con los diversos medios de comunicación y el interfuncionamiento pasarelas que permitan la entrega de titular / legado traducido servicios sobre IP (por ejemplo, sobre IP SMS, MMS, WAP), el acceso a WiMAX Redes y e) Apoyo a la entrega de Broadcast IP Multicast y servicios a través de redes de acceso WiMAX.

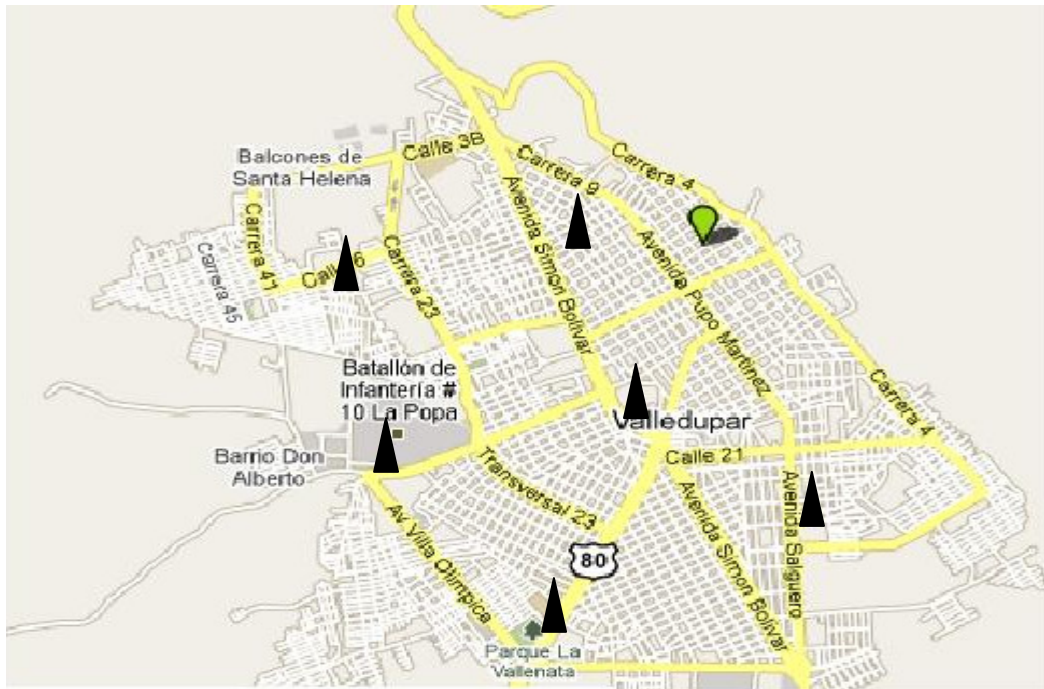
Interconexión y Roaming es otra clave de la fuerza de extremo a extremo la arquitectura de la red con el apoyo de una serie de escenarios de despliegue. En particular, habrá apoyo de una) Loosely-junto con el interfuncionamiento de redes inalámbricas existentes tales como el 3GPP y 3GPP2 o existentes redes alámbricas, como DSL y MSO, con el interfuncionamiento de interfaz (s) sobre la base de un estándar de IETF suite de protocolos, b ) A través de la itinerancia mundial de operador de redes WiMAX, incluido el apoyo a la credencial reutilización, el uso

coherente de la AAA para la contabilidad y la facturación, y consolidada común de facturación y liquidación, c) Una variedad de formatos de credenciales de autenticación de usuario, como nombre de usuario / contraseña, certificados digitales, el suscriptor Identificar Module (SIM), SIM Universal (USIM), y el Módulo de Identificación del usuario extraíble (RUIM).

Para la ubicación de las antenas se tuvieron en cuenta varios factores como la distancia entre antenas, topografía del relieve y requerimientos del sector.

Se instalarán un total de 6 antenas, cuyo alcance cubre la totalidad del perímetro urbano y parte del perímetro rural.

A continuación se especifica la ubicación de las antenas WiMax en el municipio.



▲ Antena WiMax

Figura 7. Ubicación de las antenas Wimax

### 5.1.2 Arquitectura WiFi

Para brindar conectividad inalámbrica a hogares, establecimientos públicos, empresas, usuarios móviles en las calles, se determinó el uso de la arquitectura Wi-Fi. La especificación IEEE 802.11 (ISO/IEC 8802-11) es un estándar internacional que define las características de una red de área local inalámbrica (WLAN). Wi-Fi (que significa "Fidelidad inalámbrica", a veces incorrectamente abreviado WiFi).

Con Wi-Fi se pueden crear redes de área local inalámbricas de alta velocidad siempre y cuando el equipo que se vaya a conectar no esté muy alejado del punto de acceso. En la práctica, Wi-Fi admite ordenadores portátiles, equipos de escritorio, asistentes digitales personales (PDA) o cualquier otro tipo de dispositivo de alta velocidad con propiedades de conexión también de alta velocidad (54 Mbps o superior) dentro de un radio de varias docenas de metros en ambientes cerrados (de 20 a 50 metros en general) o dentro de un radio de cientos de metros al aire libre.

Los proveedores de Wi-Fi están comenzando a cubrir áreas con una gran concentración de usuarios (como estaciones de trenes, aeropuertos y hoteles) con redes inalámbricas. Estas áreas se denominan "zonas locales de cobertura".

El estándar 802.11 establece los niveles inferiores del modelo OSI para las conexiones inalámbricas que utilizan ondas electromagnéticas, por ejemplo:

- La capa física (a veces abreviada capa "PHY") ofrece tres tipos de codificación de información.
- La capa de enlace de datos compuesta por dos subcapas: control de enlace lógico (LLC) y control de acceso al medio (MAC).

La capa física define la modulación de las ondas de radio y las características de señalización para la transmisión de datos mientras que la capa de enlace de datos define la interfaz entre el bus del equipo y la capa física, en particular un método de acceso parecido al utilizado en el estándar Ethernet, y las reglas para la comunicación entre las estaciones de la red. En realidad, el estándar 802.11 tiene tres capas físicas que establecen modos de transmisión alternativos:

Capa de enlace de datos	802.2		
(MAC)	802.11		
CAPA FISICA PHY	DSSS	FHSS	INFRARROJO

Figura 8. Arquitectura WiFi.

### **Características de una red Mesh**

Una red enmallada está compuesta por una colección de nodos que se comunican entre sí, de manera directa, transmitiendo la información de otros nodos hasta su destino final por medio de múltiples saltos no hay necesidad de una unidad centralizada que los controle el modo de operación de conoce como distribuido. En caso de existir una unidad que administre las condiciones de operación de la red se conoce como centralizado.

Una red enmallada es compuesta por una colección de nodos que se comunican entre sí, de manera directa. Si no hay necesidad de una entidad centralizada que los controle el modo de operación se conoce como distribuido, pero puede existir una entidad central que administre las condiciones de operación de la red, en cuyo caso se conoce como centralizado. En cualquier caso, la comunicación se realiza entre los nodos

directamente y cada nodo puede ser al mismo tiempo fuente o destino de los datos o un enrutador de la información de otro nodo. En la Figura 2.5 se muestra un diagrama de una red de múltiples saltos, donde la información es llevada desde un extremo a otro por diferentes nodos.

Si los nodos de la red se conectan de manera autónoma, sin configuración previa, se dice que la red opera en modo *ad hoc*. Si los nodos tienen movilidad, entonces se conocen como redes móviles *ad hoc* o MANET (Mobile ad-hocNetwork). Su característica principal es que existe un continuo cambio en la topología de la red, con enlaces que aparecen y desaparecen de modo permanente.

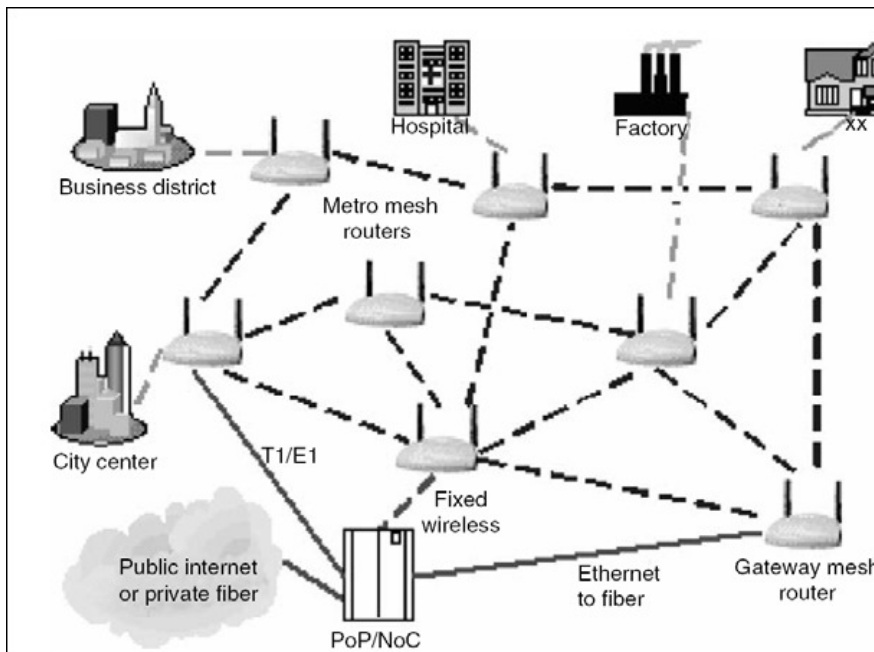


Figura 9. Wireless LAN Mesh Networks.

La implementación de Wi-Fi se acoplaría a la red Man como lo muestra la siguiente figura:

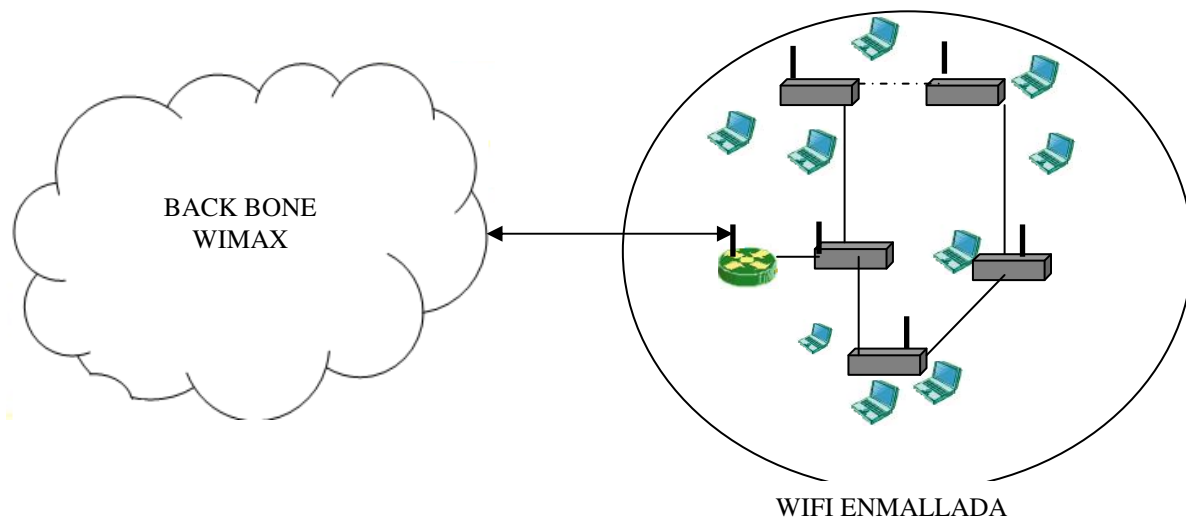


Figura 10. Integración WiFi con WiMax.

## 5.2 Dispositivos de Interconexión

Para la integración de todos los componentes de la red se utilizarán los dispositivos de interconexión WiMax y WiFi.

A continuación se detallan las especificaciones de cada uno de los dispositivos utilizados en la red MAN de Valledupar:

### 5.2.1 Dispositivos WiMax:

**AP Backhaul 5400BH de 10Mbps con alcance de 3'2Km de Canopy.<sup>13</sup>**

**Referencia:** MOT.5400BH

**Marca:** Canopy

---

<sup>13</sup> es un sistema de red inalámbrico diseñado para [WISP](#) (inalámbrico proveedores de servicios de Internet)



Figura 11. AP Backhaul 5400BH

### **Características destacadas:**

- AP Backhaul de Canopy para enlaces punto a punto.
- Ofrece cobertura a 3'2km.
- No requiere licencia FCC, trabaja a 5'4GHz.
- Ofrece un throughput máximo de 10Mbps reales.

### **Información del producto:**

Canopy es la nueva apuesta de Motorola, un sistema que utiliza tecnología WiMAX que ofrece grandes velocidades y zonas de cobertura mucho más grandes que la actual WIFI. En concreto alcanza los 3'2km, utilizando una modulación que filtra las interferencias dotando de mejor calidad a la señal. Su instalación es muy sencilla, al igual que su configuración. Envía la información en paquetes muy pequeños, de manera que las probabilidades de que se pierdan los paquetes son inferiores. Montar una propia infraestructura es muy sencillo con Canopy ya que esta diseñado para estableces conexiones punto a punto a gran velocidad.

A continuación se detallan las especificaciones del dispositivo:

Tabla 1. Descripción del AP Backhaul para enlaces punto a punto.

<b>Technical Specifications</b>	<b>AP backhaul 5400BH 10Mbps Canopy</b>

Tasa de la señal	Máximo 10 Mbps
Rango típico de LOS	3.2 km
Throughput agregado	Máximo 7 Mbps
Banda de Frecuencia	U-NII 5470-5725 MHz (No necesita licencia)
Ancho de banda de canal	20 MHz
Tipo de Modulación	FSK de alto índice de 2 niveles, optimizada para evitar interferencias
Encriptación	soporta DES, además de un sistema de autenticación de 128bits.
Latencia	2,5msg
Relación portadora/ruido (C/I)	3dB
Ancho del Beam de Antena	3dB con 60º de Azimud y Elevación
Ganancia de la antena	7 dB
EIRP (Potencia Radiada Isotrópica Equivalente)	Ajustable a 30dB (1W)
Alimentación/Consumo	0.34A @ 24 VDC / 8.2W
Sensibilidad nominal (dB)	-86
Temperatura	-40°C a +55°C (-40°F a 131°F)
Resistencia al viento	190 km/h
Dimensiones	29.9 cm Altura x 8.6 cm ancho x 8.6 cm fondo
Peso	450gr
Método de acceso	TDD (Time Division Duplex)
Interficie	10/100 BaseT half/full duplex. Tasa negociable (802.3)
Protocolos utilizados	IPv4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP version 2C
Gestión de la red	HTTP, TELNET, FTP, SNMP versión 2c

Otro Dispositivo es el Cluster micro módulo de gestión de Canopy, que se detalla a continuación.

**Cluster micro módulo de gestión de Canopy.**

**Referencia:** MOT. CMM Micro

**Información del producto:**

Micro cluster de gestión de dispositivos Canopy, con 8 puertos de acceso para conectar hasta 8 dispositivos Canopy. La funcionalidad de este clúster es la de sincronizar todos los AP's que se conecten vía GPS. Facilita la gestión de varios dispositivos y evita el cableado de cada uno de los ap's a un nodo central.



Figura 12. Dispositivo MOT. CMM Micro

**Suscriber Module Advantage 5450SM Canopy.**

**Referencia:** MOT. 5450SM

**Marca:** Canopy



Figura 13. Suscriber Module Advantage 5450SM Canopy.

### Características destacadas:

- Modelo Advantage
- Ofrece cobertura a 3km.
- No requiere licencia FCC, trabaja a 5'4GHz.
- Ofrece un throughput máximo de 20Mbps reales (el doble que el modelo Standard).

### Información del producto:

Es un sistema que utiliza tecnología WiMAX que ofrece grandes velocidades y zonas de cobertura mucho más grandes que la actual WIFI. En concreto alcanza los 3km, utilizando una modulación que filtra las interferencias dotando de mejor calidad a la señal. Su instalación es muy sencilla, al igual que su configuración. Envía la información en paquetes muy pequeños, de manera que las probabilidades de que se pierdan los paquetes son inferiores. Montar una infraestructura con Canopy es muy sencillo .

La única diferencia que presenta el modelo Advantage respecto al modelo Standard es la velocidad, este modelo ofrece una tasa el doble que el standar, en concreto 20Mbps.

Cada SM (Subscriber Module) tiene un conector ethernet 10/100 Base T, que puede ir conectado a un AP Wireless para ofrecer cobertura a una oficina o particulares.

Tabla 2. Descripción del Subscriber Module Advantage 5450SM

<b>Technical Specifications</b>	Suscriber Module Advantage 5450SM Canopy
Tasa de la señal	Máximo 20 Mbps

Rango típico de LOS	3.2 km
Throughput agregado	Máximo 14 Mbps
Banda de Frecuencia	U-NII 5470-5725 MHz (No necesita licencia)
Ancho de banda de canal	20 MHz
Tipo de Modulación	FSK optimizada para evitar interferencias
Encriptación	soporta DES, además de un sistema de autenticación de 128bits.
Latencia	5-7 msg
Relación portadora/ruido3dB @ 10Mbps, 10dB @ 20Mbps a - (C/I)	65dBm
Sensibilidad del receptor	-86 dBm
Ganancia de la antena	7 dB
EIRP (Potencia Radiada Isotrópica Equivalente)	Ajustable a 30dB (1W)
Alimentación/Consumo	0.3A @ 24 VDC / 7.2W
Tiempo medio antes de fallar (MTBF)	40 años
Temperatura	-40°C a +55°C (-40°F a 131°F)
Resistencia al viento	190 km/h
Dimensiones	29.9 cm Altura x 8.6 cm ancho x 8.6 cm fondo
Peso	450gr
Método de acceso	TDD (Time Division Duplex) / TDMA (Time Division Multiple Acces)
Interficie	10/100 BaseT half/full duplex.Tasa negociable (802.3)
Protocolos utilizados	IPv4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP
Gestión de la red	HTTP, TELNET, FTP, SNMP versión 2c

## 5.2.2 Dispositivos WiFi

### Dispositivos Cliente de LAN Inalámbrica

Los dispositivos cliente 3Com® 802.11 y Bluetooth" ofrecen soporte de LAN inalámbrica a usuarios de computadoras de escritorio y portátiles, proporcionando acceso sin dificultades a la red y a Internet en contextos de pequeñas y grandes oficinas.

#### 3Com® Wireless 11n PCI Adapter

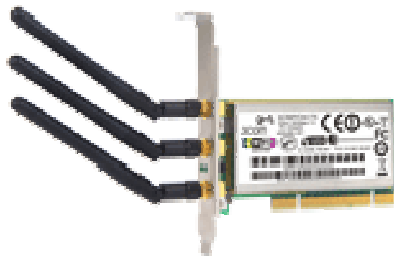


Figura 14. 3Com® Wireless 11n PCI Adapter

Proporciona conectividad inalámbrica IEEE 802.11n de alta velocidad con frecuencia de 2,4 GHz para equipos de sobremesa con una ranura PCI.

#### Características y ventajas

- Cobertura inalámbrica 802.11n.
- Económicamente eficiente para usuarios de equipos de sobremesa.
- El 3Com® Wireless 11n PCI Adapter, proporciona un acceso completo a redes inalámbricas IEEE 802.11b, 802.11g y 802.11n (borrador 2.0)

a 2,4 GHz.

- Ofreciéndole la flexibilidad necesaria para situar los PC de sobremesa en una ubicación conveniente y seguir accediendo a las redes inalámbricas más comunes, vídeo, voz, datos, aplicaciones.

### **Puntos de Acceso para LAN Inalámbrica**

Los puntos de acceso de LAN inalámbrica 802.11 de 3Com® para grandes y pequeñas oficinas permiten crear LANs inalámbricas de alto rendimiento, seguras y fiables para proporcionar un acceso a la red y a Internet sin ataduras cuándo y dónde sea necesario; los kits de actualización aportan flexibilidad y protección de la inversión



Figura 15. Punto de acceso de LAN inalámbrica 802.11

### **Características y ventajas**

- Conectividad inalámbrica 11n con radio dual, segura, fiable y de alta velocidad.
- Las LANs inalámbricas (WLANs) constituyen una solución atractiva para extender de forma económicamente eficiente y segura el acceso móvil para que los usuarios puedan colaborar, incluso en proyectos con elevados requisitos de ancho de banda que impliquen el uso de vídeo o voluminosos gráficos.

- Otro de los beneficios de esta libertad con este Access point es que soporta incluso la telefonía IP, garantizando altos niveles de calidad de servicios, solidez y soporte servicio comercial.
- Permite extender el acceso de los usuarios a la red de forma económicamente eficiente y segura, independientemente de la ubicación.
- La transmisión simultánea de radios 11n de 2,4 GHz y 5 GHz permite el mejor caudal para aplicaciones con elevados requisitos de ancho de banda tales como de voz, vídeo y juegos.
- Las funcionalidades avanzadas garantizan la calidad de servicio (QoS) que requieren las aplicaciones multimedia sensibles al retraso tales como de voz y vídeo Puerto 10/100/1000 para conectar el punto de acceso a la red cableada a velocidades Gigabit.

### **Cisco Aironet 1500 Series**



Figura 15. Cisco Aironet 1500 Series

Cisco Aironet 1500 Series ligero punto de acceso al exterior de malla proporciona la seguridad, manejabilidad, fiabilidad y facilidad de implementación para crear WLANs de alto rendimiento para redes inalámbricas de exterior.

El Cisco Aironet 1500 Series de Cisco funciona con los controladores de LAN inalámbrica y Cisco Wireless Control System (WCS) de software, centralización de las funciones clave de las redes LAN inalámbricas para ofrecer una administración escalable, seguridad y movilidad que es perfecta entre las implementaciones de interiores y exteriores. Diseñado para soportar implementaciones de cero configuración, el Cisco Aironet 1500 Series fácilmente y con seguridad se une a la red en malla, y está disponible para gestionar y supervisar la red a través del tratamiento y, WCS interfaces gráficas o de línea de comandos (CLI). Compatible con Wi-Fi Protected Access 2 (WPA2) y el empleo basada en hardware Advanced Encryption Standard (AES) entre los nodos inalámbricos, el Cisco Aironet 1500 Series proporciona seguridad de extremo a extremo.

### **Switches y controladores de LAN inalámbrica**

El Sistema de Movilidad para LAN Inalámbrica de 3Com® proporciona a los responsables informáticos todos los componentes necesarios para desplegar sin discontinuidades una red inalámbrica segura administrable y escalable que equivale a una red cableada.

#### **3Com® Wireless LAN Controller WX2200**



Figura 16. 3Com® Wireless LAN Controller WX2200

Controlador escalable y seguro para uso con un conmutador de Nivel 2 para grandes despliegues; se entrega configurado para soportar 24 MAPs (Puntos de Acceso Administrados) y es expansible por incrementos de 24 MAPs para

poder soportar un total de hasta 120 MAPs para una flexibilidad de tipo "invierta según crezca".

### **Características y ventajas**

- Permite a los usuarios conectarse con seguridad a la LAN Inalámbrica y desplazarse, como parte integrante del sistema de movilidad para LAN Inalámbrica.
- Junto con el software 3Com Wireless Switch Manager administra y controla de forma centralizada los Puntos de Acceso Administrados (MAPs) de LAN inalámbrica para aquellas redes que requieren despliegues complejos, o con múltiples oficinas o requisitos de LAN de alta seguridad.
- Controla la configuración de MAPs y optimiza la cobertura y el rendimiento de radiofrecuencia (RF) desde el 3Com Wireless Switch Manager y accesible desde cualquier lugar en la red.
- Con unas pocas pulsaciones de tecla, se cambian los parámetros de múltiples MAPs, evitando las lentas y tediosas tareas de tener que configurar individualmente cada dispositivo, y proporcionando un ajuste sencillo.
- Dado que los clientes inalámbricos son móviles, 3Com usa el innovador Identity-Based Networking (conexión a la red basada en la identidad) para ofrecer servicios de red basados en la identidad del usuario, y no en la de los puertos o dispositivos.
- Múltiples controladores y conmutadores, agrupados en un Dominio de Movilidad, comparten bases de datos de usuario para soportar la movilidad y seguridad en toda la infraestructura de red, incluyendo las oficinas remotas.

- El Sistema de Movilidad para LAN Inalámbrica de 3Com mejora significativamente la base existente de 3Com de seguridad inalámbrica con administración centralizada de seguridad.
- El intercambio de información basada en el usuario dentro del Dominio de Movilidad añade un nivel totalmente nuevo de control para el acceso de usuarios y grupos a los recursos de red.
- Permite compartir políticas de seguridad específicas de usuario entre controladores y conmutadores de WLAN lo que tiene como resultado una aplicación coherente de atributos de usuarios y de grupos en toda la WLAN.
- Mientras el usuario se desplaza Los controladores inalámbricos WX4400 y WX2200, los conmutadores WX1200, y los conmutadores para LAN inalámbrica de oficina remota WXR100 pueden mezclarse y combinarse juntos dentro de un Dominio de Movilidad para administrar y controlar miles de MAPs para una escalabilidad inigualable.
- El WX2200 Wireless LAN Controller se entrega configurado para soportar 24 MAPs y es expansible por incrementos de 24 MAPs para poder soportar un total de hasta 120 MAPs.

## 5.3 Protocolos

### 5.3.1 Protocolos WiFi

El estándar **IEEE 802.11** o **Wi-Fi** de IEEE que define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. Los protocolos

de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local y redes de área metropolitana.

Wifi n ó 802.11n, en la actualidad la mayoría de productos son de la especificación b y de la g, sin embargo ya se ha ratificado el primer borrador del estándar 802.11n que sube el límite teórico hasta los 600 Mbps. Actualmente ya existen varios productos que cumplen un primer borrador del estándar N con un máximo de 300 Mbps (80-100 estables).

El estándar 802.11n hace uso simultáneo de ambas bandas, 2,4 Ghz y 5,4 Ghz. Las redes que trabajan bajo los estándares 802.11b y 802.11g, tras la reciente ratificación del estándar, se empieza a fabricar de forma masiva y es objeto de promociones de los operadores ADSL, de forma que la masificación de la citada tecnología, parece estar de camino. Todas las versiones de 802.11xx, aportan la ventaja de ser compatibles entre sí, de forma que el usuario no necesitara nada más que su adaptador WiFi integrado, para poder conectarse a la red.

Sin duda esta es la principal ventaja que diferencia wifi de otras tecnologías propietarias, como LTE, UMTS y Wimax, las tres tecnologías mencionadas, únicamente están accesibles a los usuarios mediante la suscripción a los servicios de un operador que autorizado para uso de espectro radioeléctrico, mediante concesión de ámbito nacional.

La mayor parte de los fabricantes ya incorpora a sus líneas de producción equipos Wifi 802.11n, por este motivo la oferta ADSL, de, ya suele venir acompañada de Wifi 802.11n, como novedad en el mercado de usuario domestico.

### 5.3.2 Los Protocolos De Ruteo De Redes Enmalladas

La tarea principal de los protocolos de ruteo es la selección de el camino entre el nodo fuente y el nodo destino. Esto tiene que ser hecha de una manera confiable, rápida, y con gastos indirectos mínimos. En general, los protocolos de ruteo pueden ser clasificados en los basados en topología y en los basados en posición. Los protocolos de ruteo basados en topología seleccionan trayectorias basadas en información topológica, como por ejemplo los enlaces de nodos. Los protocolos de ruteo basados en posición seleccionan trayectorias basadas en la información geográficas con algoritmos geométricos.

También hay protocolos que combinan esos dos conceptos. Los protocolos de ruteo híbridos tratan de combinar las ventajas de las 2 filosofías anteriores proactivo es usado para nodos cercanos o para caminos cercanos mientras que el ruteo reactivo es usado para nodos lejanos y por lo general caminos o rutas menos usadas.

Otras posibilidades para la clasificación de protocolos de ruteo son: Flan vs hierarchical, distance vector vs. link state, source routing vs. hopby- hop routing, single-path vs. multipath.

En principio las redes mesh pueden manejar cualquier clase de protocolo de ruteo descrita anteriormente. Sin embargo no cada protocolo trabajará bien. La selección de un protocolo de encaminamiento conveniente depende del panorama, uso, y requisitos de funcionamiento.

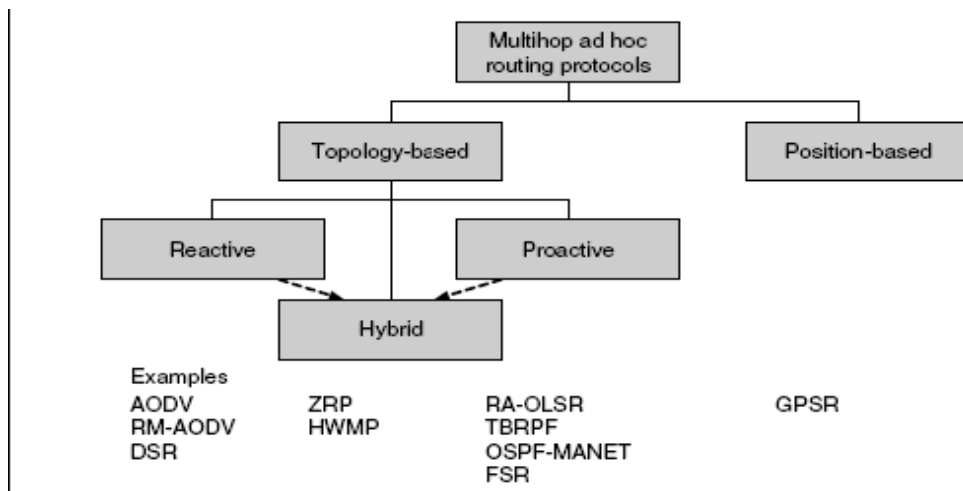


Figura 17. Protocolos De Ruteo De Redes Enmalladas

### 5.3.3 Protocolos WiMax

#### Fijo

El estándar del 802.16-2004 del IEEE (el cuál revisa y reemplaza versiones del IEEE del 802.16a y 802.16d) es diseñado para el acceso fijo que el uso modela. Este estándar puede ser al que se refirió como "fijo inalámbrico" porque usa una antena que se coloca en el lugar estratégico del suscriptor. La antena se ubica generalmente en el techo de una habitación o en un mástil, parecida a una antena de televisión vía satélite. 802.16-2004 del IEEE también se ocupa de instalaciones interiores, en cuyo caso no necesita ser tan robusto como al aire libre.

El estándar 802.16-2004 es una solución inalámbrica para acceso a Internet de banda ancha que provee una solución de clase ínter operable de transportador para la última milla. WiMAX acceso fijo funciona desde 2.5-GHz autorizado, 3.5-GHz y 5.8-GHz exento de licencia. Esta tecnología provee una alternativa inalámbrica al módem cable y las líneas digitales de suscriptor de cualquier tipo (xDSL).

## Móvil

El estándar del 802.16e del IEEE es una revisión para la especificación base 802.16-2004 que apunta al mercado móvil añadiendo portabilidad y capacidad para clientes móviles con IEEE. Los adaptadores del 802.16e para conectarse directamente al WiMAX enlazan en red del estándar.

El estándar del 802.16e usa Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA), lo cual es similar a OFDM en que divide en las subportadoras múltiples. OFDMA, sin embargo, va un paso más allá agrupando subportadoras múltiples en subcanales. Una sola estación cliente del suscriptor podría usar todos los subcanales dentro del periodo de la transmisión, o los múltiples clientes podrían transmitir simultáneamente usando cada uno una porción del número total de subcanales

### 5.4 Direccionamiento IP

La dirección que se utiliza en la red de área metropolitana de Valledupar es una dirección clase B, y por ende se tomo la siguiente IP: **150.10.0.0** a cual se segmento en 32 sub-redes permitiendo conectar en cada sub-red un máximo de 2040 equipos.

Tabla 3. Direccionamiento IP de cada Sudred

Sub-red		Dirección inicial	Dirección final
1	00000	150.10.0.1	150.10.7.255
2	00001	150.10.8.0	150.10.15.255
3	00010	150.10.16.0	150.10.23.255
4	00011	150.10.24.0	150.10.31.255
5	00100	150.10.32.0	150.10.39.255
6	00101	150.10.40.0	150.10.47.255
7	00110	150.10.48.0	150.10.56.255
8	00111	150.10.56.0	150.10.63.255

9	01000	150.10.64.0	150.10.71.255
10	01001	150.10.72.0	150.10.79.255
11	01010	150.10.80.0	150.10.87.255
12	01011	150.10.88.0	150.10.95.255
13	01100	150.10.96.0	150.10.103.255
14	01101	140.15.104.0	150.10.111.255
15	01110	140.15.112.0	150.10.119.255
16	01111	140.15.120.0	150.10.128.255
17	10000	150.10.128.0	150.10.136.255
18	10001	150.10.136.0	150.10.143.255
19	10010	150.10.144.0	150.10.151.255
20	10011	150.10.152.0	150.10.159.255
21	10100	150.10.160.0	150.10.167.255
22	10101	150.10.168.0	150.10.175.255
23	10110	150.10.176.0	150.10.183.255
24	10111	150.10.184.0	150.10.191.255
25	11000	150.10.192.0	150.10.199.255
26	11001	150.10.200.0	150.10.207.255
27	11010	150.10.208.0	150.10.215.255
28	11011	150.10.216.0	150.10.223.255
29	11100	150.10.224.0	150.10.231.255
30	11101	150.10.232.0	150.10.239.255
31	11110	150.10.240.0	150.10.247.255
32	11111	150.10.248.0	150.10.255.255

Estas subredes se distribuirán entre la población común y los diferentes sectores del municipio.

Tabla 4. Intervalos de direcciones IP que se le da a cada Sector

<b>Sector</b>	<b>Subred</b>	<b>Dirección inicial</b>	<b>Dirección final</b>
Sector Comercial	1	150.10.0.1	150.10.7.255
Sector Educativo	2	150.10.8.0	150.10.15.255
Sector Educativo	3	150.10.16.0	150.10.23.255
Hogares	4	150.10.24.0	150.10.31.255
Hogares	5	150.10.32.0	150.10.39.255
Hogares	6	150.10.40.0	150.10.47.255
Sector Publico	7	150.10.48.0	150.10.55.255
Sector Publico	8	150.10.56.0	150.10.63.255
Sector Publico	9	150.10.64.0	150.10.71.255
Sector Publico	10	150.10.72.0	150.10.79.255

Las demás sub-redes quedarán disponibles, es decir se asignarán a medida que la MAN crezca, es importante mencionar que a cada subred se le debe descontar las dos direcciones de broadcast.

## **5.5 Administración de la Red y Seguridad**

Se les recomienda a las Autoridades Gubernamentales de Valledupar que en el momento que se decida implementar la red, se debe nombrar a una persona como administrador de red; esta será el responsable del correcto funcionamiento de la misma. Entre las funciones que tendrá se describen las siguientes:

- Crear las cuentas a los diferentes usuarios.
- Asignar las claves de acceso a los Usuarios que operen dentro de la red.
- Establecer los diversos perfiles a los usuarios de acuerdo a su función y naturaleza.
- Actualizar las bases de datos y diversos sistemas de información que se maneja para administrar la red.

Con la Administración de la red se podrán crear usuarios locales, grupos locales, administrar particiones del disco duro y compartir archivos, también se podrá ver los sucesos del sistema de aplicaciones, seguridad y sistemas de gestión.

### **Políticas de cuentas**

Una vez que se asigne la cuenta al usuario, la persona es responsable de darle un buen manejo a la misma y se definen algunas normas que son de carácter obligatorio y la violación de estas, pueden ocasionarles problemas disciplinarios dentro de la red. Dentro de estas normas de los usuarios

podemos citar algunos factores importantes que estos deben tener en cuenta:

- El uso de la cuenta es personal e intransferible.
- Dentro de los equipos de la red no se debe de permitir el uso del material de dudosa procedencia, como son: Software clandestinos, imágenes pornográficas, materiales de distracción, entre otros.

Además de las políticas anteriores es bueno definir una serie de normas relacionadas con la administración de cuentas. A continuación se mencionan las más importantes:

- Determinar una convención de nombres
- Determinar los requisitos de contraseña
- Determinar horas de inicio de sesión
- Determinar desde qué equipo puede iniciar a sesión el usuario
- Determinar una ubicación de directorio particular
- Determinar las restricciones de estaciones de trabajo.
- Los nombres de las cuentas de usuario deben ser únicos
- Las cuentas de dominio deben ser únicas en el dominio
- Las cuentas locales deben de ser únicas para el equipo
- Las cuentas de usuario pueden tener 20 caracteres
- Asignar una contraseña a la cuenta administrador
- Establecer una caducidad para los empleados temporales
- Educar a los usuarios sobre cómo proteger sus contraseñas

## **Permisos**

Estos son los que le asigna el administrador de la red a cada usuario dependiendo del rol que desempeñe en la Red, lo que permitirá acceder a información según su perfil y sus funciones. Se puede definir configuraciones

de sistema de producción, configuraciones de aplicativos, derechos de usuarios, políticas locales.

### **Políticas de seguridad**

Para garantizar la integridad de la información de los diferentes usuarios que se conectaran a la red pública de Valledupar es necesario implementar una serie de políticas de seguridad que permitan un confiable funcionamiento de la red. Estas políticas administrativas están orientadas a uso de protocolos de seguridad inalámbricos, políticas de cuentas, permisos y dominios.

### **Protocolos de Seguridad**

La utilización de protocolos de cifrado de datos para los estándares Wi-Fi como el WEP y el WPA, que se encargan de codificar la información transmitida para proteger su confidencialidad, son proporcionados por los propios dispositivos inalámbricos.

- WEP, cifra los datos en su red de forma que sólo el destinatario deseado pueda acceder a ellos. Los cifrados de 64 y 128 bits son dos niveles de seguridad WEP. WEP codifica los datos mediante una “clave” de cifrado antes de enviarlo al aire.
- WPA: presenta mejoras como generación dinámica de la clave de acceso. Las claves se insertan como de dígitos alfanuméricos, sin restricción de longitud
- IPSEC (túneles IP) en el caso de las VPN y el conjunto de estándares IEEE 802.1X, que permite la autenticación y autorización de usuarios.

- Filtrado de MAC, de manera que sólo se permite acceso a la red a aquellos dispositivos autorizados.
- Ocultación del punto de acceso: se puede ocultar el punto de acceso (Router) de manera que sea invisible a otros usuarios.
- El protocolo de seguridad llamado *WPA2* (estándar 802.11i), que es una mejora relativa a WPA. En principio es el protocolo de seguridad más seguro para Wi-Fi en este momento. Sin embargo requieren hardware y software compatibles, ya que los antiguos no lo son.

A pesar de todo lo anterior, no existe ninguna alternativa totalmente fiable, ya que todas ellas son susceptibles de ser vulneradas, por tanto se debe complementar el uso de estos protocolos con otras políticas de seguridad importantes.

**Configuración del Equipo:** En esta se define todas las configuraciones relacionada con la configuración de la computadora, se aplica a la computadora independiente que usuario sea, esta se divide en

- Configuración de Software
- Configuración de Windows
- Plantillas Administrativas

**Configuración de Usuario:** En esta parte se definen todos los derechos que se aplicarán a un perfil de usuario y si se entra con otro usuario estas no se aplicarán al nuevo que se dio de alta salvo la configuración del Perfil local, que más adelante se verá. Que al igual que la de Windows se divide en:

- Configuración de Software
  - Configuración de Windows
  - Plantillas Administrativas
- 
- Los administradores de Red, usuarios de estaciones de trabajo y usuarios domésticos deberán actualizar en forma permanente los últimos parches de los sistemas operativos.
  - Es imperativo tener instalado un buen software antivirus, sin importar la marca o procedencia y actualizar su registro de virus diariamente.
  - Usar Claves de Acceso que no estén asociados a datos comunes del usuario, tales como la fecha de nacimiento, apellidos, nombres de familiares, entre otras.
  - Cambiar la clave de acceso por lo menos cada tres meses, aunque lo ideal es hacerlo mensual
  - Las carpetas compartidas, dentro de la misma red, deben de tener una clave de Acceso, la misma que deberá ser cambiada periódicamente.
  - No ejecutar ningún archivo contenido en un mensaje de correo no solicitado o enviado por un remitente desconocido, así ofrezca atractivos premios o temas provocativos. Mucho menos si estos atractivos tienen doble extensión
  - Verificar cualquier software que haya sido instalado, asegurándose de que provenga de fuentes conocidas y seguras.
  - No instalar copias de software piratas. Además de transgredir la Ley, pueden contener virus, spyware o archivos de sistemas incompatibles con el del usuario lo cual provocará su inestabilidad.

- Tomar precauciones con los contenidos de applets de Java, JavaScripts y Controles ActiveX, durante la navegación, así como los certificados de seguridad. Es recomendable configurar el navegador desactivando la ejecución automática de estos contenidos.
- Instalar un Firewall de software o cualquier sistema seguro para controlar los puertos de su sistema.
- No emplear los máximos privilegios en tareas para los que no sean estrictamente necesarios.
- No almacenar información importante en su sistema. Si un intruso la captura, puede borrar estos archivos y eliminar toda prueba, para posteriormente usar los datos obtenidos. Es recomendable mantener esta información en diskette o en un Zip drive.
- No se debe confiar en los archivos gratuitos que se descargan de sitios Web desconocidos, ya que son una potencial vía de propagación de virus.
- Configurar el sistema para que muestre las extensiones de todos los archivos.
- De ninguna manera se debe ejecutar archivos con doble extensión.
- No contestar los mensajes SPAM, ya que al hacerlo se re-confirmará su dirección IP, ni prestar atención a los mensajes con falsos contenidos (tales como ofertas de premios, dinero, solicitud de ayuda caritativa, advertencia de virus de fuentes desconocidas, etc.)

- Si el servidor no reconoce su nombre y clave de acceso o servicio de correo podría ser que ya esté siendo utilizado por un intruso. A menos que haya error en la configuración, la cual deberá ser verificada.
- Tampoco se deben descargar archivos con títulos atractivos pero sospechosos, desde canales de Chat, Newsgroups, redes compartidas como KaZaa, Morpheus, BearShare, etc. O vía FTP.
- La aparición y desaparición de archivos, incluso temporales injustificadamente, lentitud del sistema, bloqueos o reinicio continuos, desconexiones del MODEM, inicialización o finalización de programas o procesos sin justificación, la bandeja del CD/DVD se abre y se cierra sin motivo alguno, el teclado, el Mouse u otro periférico dejan de funcionar, son evidencias de que nuestro equipo está siendo controlado por un hacker que ha ingresado a nuestro sistema con un troyano/backdoor.
- Se debe borrar constantemente los cookies, archivos temporales e historial, en la opción herramientas, opciones de Internet, de su navegador.
- Si se posee un buen router se deben enmascarar las direcciones IP.
- Es preferible navegar a través de un Proxy anónimo que no revele nuestra identidad o adquirir un software de navegación segura como Anonymizer, Freedom WebSecure, etc., que emplean sistemas de túneles con IPs de intercambio aleatorio.

## 5.6 Diseño de la Red: Físico y Lógico

### 5.6.1 Diseño Físico de la Red

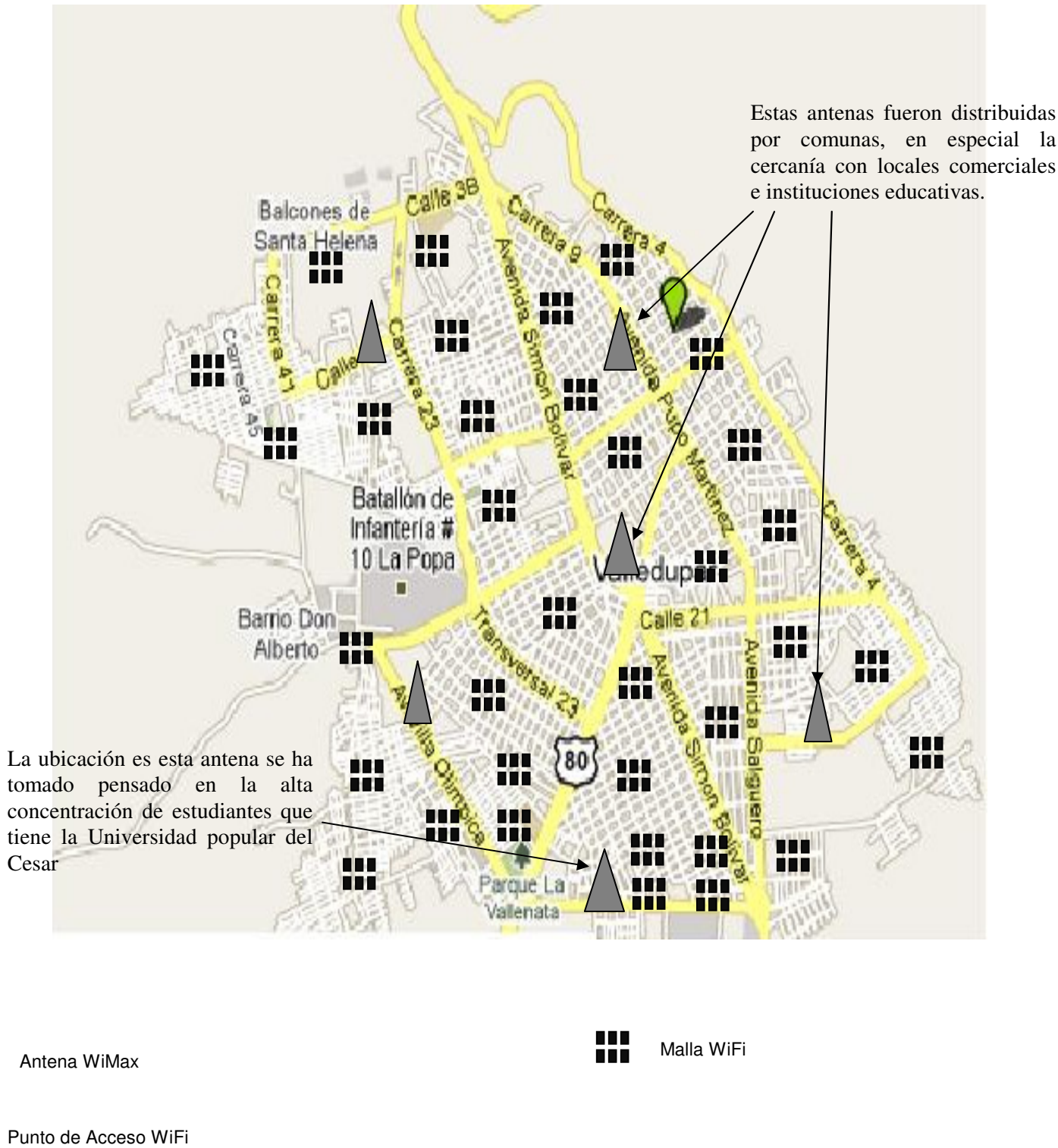


Figura 19. Diseño Físico de la Red

Se estimo que cada punto de acceso WiFi cubre un área aproximada de 500m<sup>2</sup> por lo tanto se necesitan 1200 puntos para cubrir el área urbana del municipio de Valledupar en aproximadamente 600 Km<sup>2</sup>

Cada antena WiMax cubre aproximadamente un área aproximada de 80 Km<sup>2</sup>, por lo tanto, si se ubican estratégicamente con 6 antenas se puede cubrir el área del municipio de Valledupar (ver figura 19).

Es importante resaltar que cada punto WiFi está enlazado a su respectiva malla esto garantiza la estabilidad del sistema y permanente recepción de señal por parte de los usuarios.

## 5.6.2 Diseño Lógico de la Red

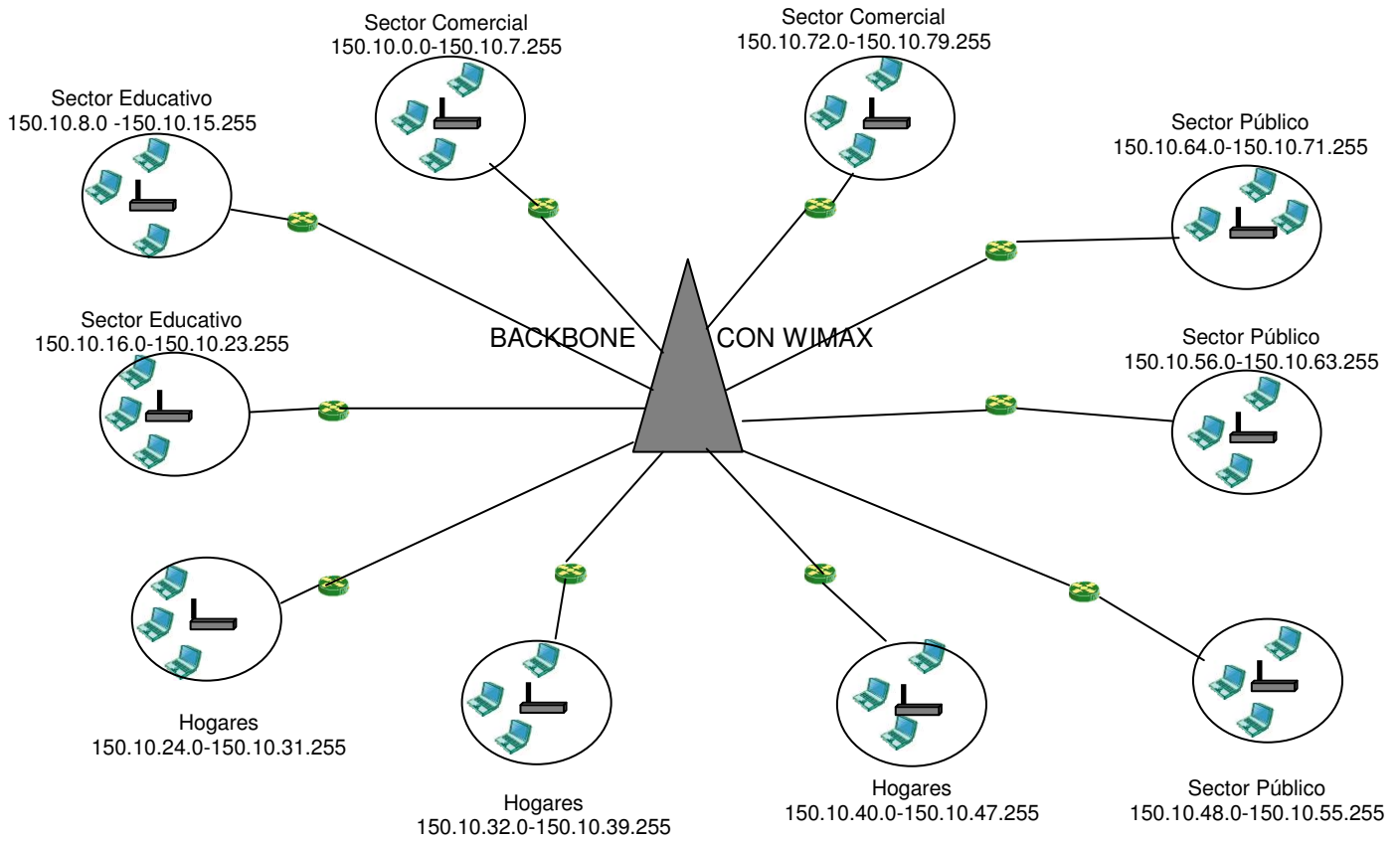
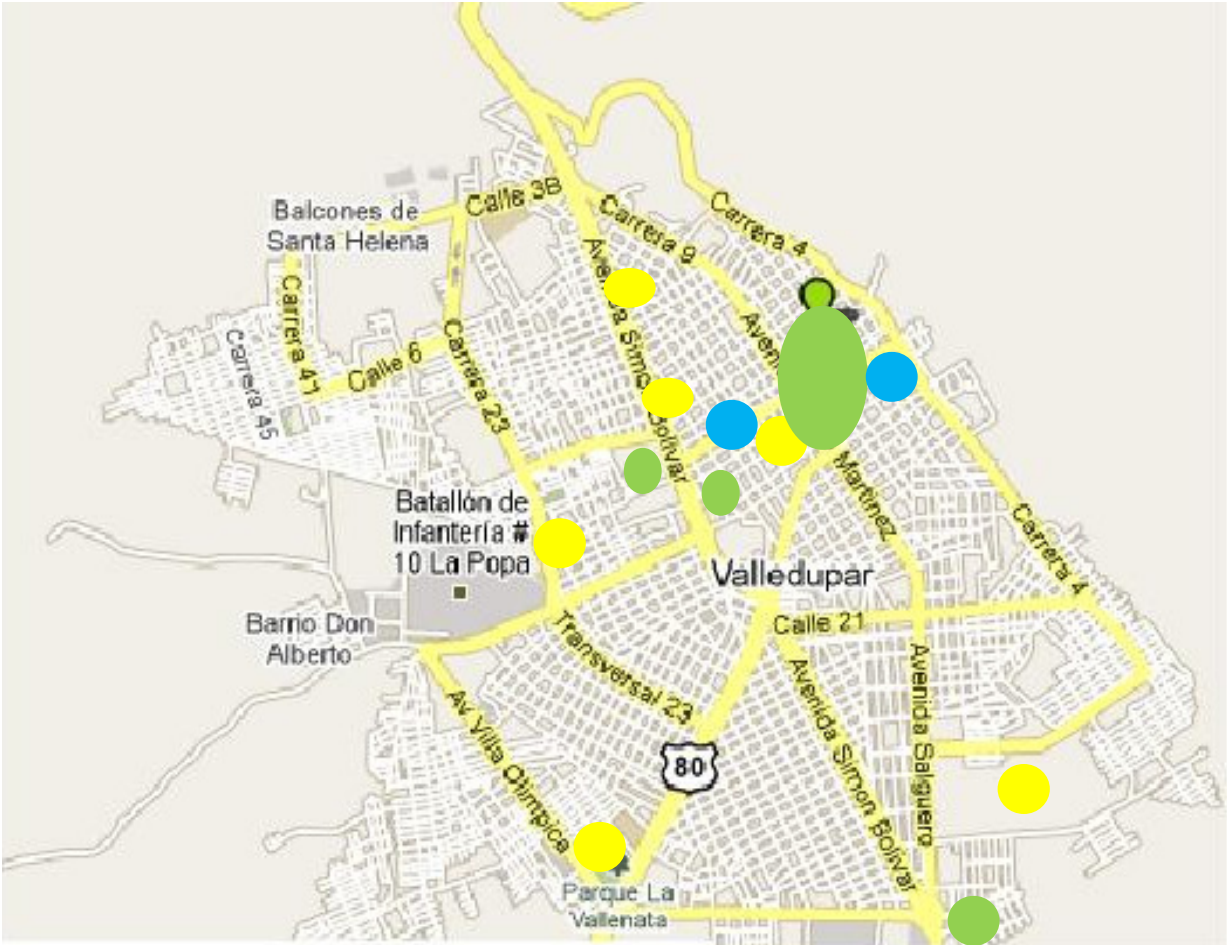


Figura 19. Diseño lógico de la Red

### 5.6.3 Distribución Geográfica De Los Sectores



- Sector Educativo
- Sector Comercial
- Sector Público
- Sector Hogares

Figura 20. Distribución Geográfica de los Sectores

Para la distribución lógica de la red, se consideraron cuatro sectores:

El Sector Educativo

El sector Comercial

El sector Público

El sector constituido por hogares y usuarios de la calle

### **Sector educativo**

Para este sector se consideraron las siguientes instituciones:

1. Universidad Popular del Cesar
2. UNAD
3. SENA
4. Colegio Nacional Loperena
5. INSPECAM
6. Colegio JOSE EUGENIO
7. Colegio técnico la Esperanza

### **Sector publico**

Para este sector se consideraron las siguientes instituciones:

1. Alcaldía
2. Gobernación
3. Hospital Rosario Pumarejo
4. Fiscalía
5. Policía nacional
6. Instituto Colombiano Bienestar Familiar
7. Secretaria de Transito

8. Telecom
9. Terminal de transporte

### **Sector Comercio**

Para este sector se consideraron las siguientes instituciones:

1. Mercado publico
2. Postobon
3. Coca-Cola
4. Bavaria
5. Gases del caribe
6. Electricaribe
7. Galería Popular
8. Almacenes Éxito
9. Almacenes de la calle del cesar
10. Súper tiendas Olímpica

### **Sector Hogares**

Para este sector se consideraron:

Los Hogares

Usuarios que se conectan desde cualquier lugar en la calle

#### **5.6.4 Distribución Del Servicio De Internet**

Cada punto de acceso se le asignara una capacidad de 1024 Kbps banda ancha, manejando un reuso de 1:20 para los hogares y usuario de la calle

Para las empresas se maneja una capacidad inicial de 1024 Kbps con un reuso 1:1; sin embargo, esta capacidad puede aumentar en las empresas que manejen altos volúmenes de información

Inicialmente se trabajara con 30 E1, es decir, 30 x 2048 Kbps, para un total de 61.440 Kbps, lo que permitirá una capacidad inicial de 30 canales de 64 Kbps para cada E1, para un total de 900 canales disponibles al tiempo. Es importante aclarar que en el momento de implementar el sistema pueden perderse más direcciones por el uso de las subredes.

## 5.7 Costos de la Solución

Tabla 5. Costo de la Solución de Red de Valledupar

DISPOSITIVO	CANTIDAD	V. UNIT.	VALOR TOTAL
Antena WiMax (postes, equipos de comunicación)	6	\$ 20.000.000	\$ 120.000.000
Cluster micro módulo de gestión	4	\$ 1.500.000	\$ 6.000.000
Cisco Aironet 1500 series	20	\$ 2.000.000	\$40.000.000
Punto de Acceso WiFi	1200	\$ 300.000	\$360.000.000
Switches y controladores de LAN inalámbrica	4	\$ 3.000.000	\$ 12.000.000
Adaptadores inalámbricos PCI	2000	\$ 100.000	\$ 200.000.000
Instalación			\$ 200.000.000
Configuración			\$ 200.000.000
Servicio Mensual de Internet	30 E1	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000
Administración Mensual	4	\$ 3.000.000	\$ 10.000.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 1.152.000.000</b>

Estos costos (en promedio) fueron tomados de un estudio de mercado realizado a cinco (5) empresas del mercado local.



## 6. RECOMENDACIONES

Para lograr un cubrimiento del 100% del proyecto es necesario llevar a cabo los siguientes ítems:

- ✓ Incluir la totalidad del municipio de Valledupar que abarque tanto la zona urbana como la zona Rural.
- ✓ Lograr convenios interadministrativos de inversión con la Gobernación del Cesar con el fin de cubrir el 100% de la población.
- ✓ Extender la red al resto de municipios del departamento del Cesar
- ✓ Al momento de la implementación actualizar los costos y la tecnología a utilizar ya que estos varían con el pasar del tiempo.
- ✓ Crear un programa de optimización de la red MAN a medida que se vaya implementando la solución.

## CONCLUSIONES

- Este proyecto ha permitido recopilar los antecedentes y elementos de diagnóstico con el fin de planear, definir y recomendar las acciones que se deberán llevar a cabo para materializar esta idea de investigación e inversión que se va configurando progresivamente mediante el desarrollo de etapas secuenciales como lo son el estudio de mercado, técnico y financiero de una red.
- El grupo pudo notar que en la actualidad el municipio de Valledupar, cuenta con una infraestructura académica y tecnológica bastante deficiente, lo que conlleva a que la comunidad en general presente bajos niveles de educación en comparación con el resto del país.
- Con la implementación de este proyecto se lograra que los diferentes sectores y la población en general del municipio de Valledupar, cuenten con canales directos de comunicación, lo que lograra el intercambio de conocimiento entre docentes, investigadores, estudiantes, directivos académicos, comerciantes entre otros, conllevando a que se generen proyectos de carácter científico, académico y social que ayuden al desarrollo de la Región.
- Se lograra cambiar la precaria infraestructura Tecnológica en telecomunicaciones y la falta de competencia de empresas que proveen el servicio de Internet con óptimo ancho de banda ya que se verán obligado a prestar un mejor servicio y a menor precio y así encaminar al fortalecimiento de la educación para que exista una utilización masiva de este recurso por parte de la comunidad, siendo esta Red, actualmente en el mundo el principal medio de investigación, consulta, intercambio de información, comercialización de productos, negocios, entre otros.

- Se lograra avanzar en las nuevas tendencia de la educación debido a que el estudiante podrá realizar mayor profundización del conocimiento a través de medios de comunicación de largo alcance, a través de tecnologías como las videoconferencias, audioconferencias, foros virtuales, Chat, correo electrónico, entre otras, permitiendo ahorrar distancias, tiempo y dinero.
- El proyecto Diseño y Solución de la Red de Área Metropolitana de la Ciudad De Valledupar Utilizando Tecnología De Redes Enmalladas y Wimax es factible, por que se cumplieron los objetivos propuestos, además existen las condiciones y recursos para su ejecución<sup>14</sup>, por lo tanto queda abierta y en manos de los entes gubernamentales (Gobernación y Alcaldía) la solución de red propuesta en este proyecto para su respectiva implementación.

---

<sup>14</sup> CDP 1244, alcaldía por \$1.200.000 y CDP 3341, Gobernación por \$3.300.000( departamento).

## BIBLIOGRAFÍA

- GALLO, Michael A. Comunicaciones entre Computadoras y tecnologías de Redes. México: Thomson, 2005.
- GARCIA TOMAS, Jesús. Alta Velocidad y Calidad de Servicios en Redes IP. México; Ra-Ma, Alfa omega Grupo Editor, 2004.
- HALLBERG, Bruce A. Fundamentos de Redes. México: McGraw Hill, 2005.
- HUIDOBRO, José M. Fundamentos de telecomunicaciones. Madrid: Paraninfo, 2007.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación: Citas y notas de pie de página. 2 ed. Bogotá: ICONTEC, 1995. 7 p. (NTC 1487) [3]
- \_\_\_\_\_. Presentación de tesis, trabajo de grado y otros trabajos de investigación. 5 ed. Bogotá: ICONTEC, 2002.34 p. (NTC 1486).
- \_\_\_\_\_.Referencias bibliográficas para normas.2 ed. Bogotá: ICONTEC, 1996. 6 p. (NTC 1307)
- KUROSE, James F. Redes de Computadores: Un Enfoque Descendente Basado en Internet. Madrid: Pearson, 2006.
- LAZARO, JORGE. Fundamentos de Telemática. México: Universidad Pontificia de Valencia, 2006.
- MICROSOFT CORPORATION. Implementar Servicios de Red. Madrid: McGraw Hill, 2004.

- STALLINGS, William. Comunicaciones y Redes de Computadores. Madrid: Prentice may, 2007.
- STALLINGS, William. Fundamentos de Seguridad en Redes. Madrid: Prentice Hall,, 2007
- Secretos de Internet y las Redes de Datos, Madrid: Ediciones Nowtilus, 2006.
- TANENBAUM, Andrew S. Redes de computadores. México: Prentice Hall, 2005
- WAIT, John. Academia de Networking de Cisco System: CCNA 1 y 2. Madrid: Pearson, 2007.

### **DIRECCIONES ELECTRONICAS**

- WIKIPEDIA ENCICLOPEDIA LIBRE. WiFi.  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi> [Consultado 14 de Agosto]
- WIKIPEDIA ENCICLOPEDIA LIBRE.  
<http://es.wikipedia.org/wiki/WiMAX>. [Consultado 14 de Agosto]
- WEB DE 3COM. Lista de Productos.  
<[http://www.3com.com/prod/es\\_la\\_amer/prodlist.jsp?cat=13&tab=cat&subcat=89](http://www.3com.com/prod/es_la_amer/prodlist.jsp?cat=13&tab=cat&subcat=89). >[Consultado 14 de Agosto]
- WIFISAFE. WiFiSafe. <<http://www.wifisafe.com/productos.php?id=210>>[Consultado 14 de Agosto]

## **ANEXOS**

## ANEXO A. PRESUPUESTO

<b>MATERIALES</b>	<b>UND</b>	<b>V. UND</b>	<b>V. TOTAL</b>
Resma de papel	4	10.000	40.000
Cartuchos de impresora (tinta negra)	3	50.000	150.000
Cartucho de impresora a color	2	55.000	110.000
Discos compactos	10	2.000	20.000
Memoria flash	1	60.000	60.000
<b>Subtotal materiales</b>			<b>\$380.000</b>
<b>GASTOS VARIOS</b>			
Fotocopias	200	100	20.000
Carpeta de informes	5	2.000	10.000
Transporte		400.000	180.000
Servicio de Internet	100	1500	150.000
Asesorías	20	30.000	600.000
Bibliografía	3	100.000	300.000
<b>Subtotal gastos</b>			<b>\$ 1.270.000</b>
<b>Total presupuesto</b>			<b>\$ 1.650.000</b>

## ANEXO B. ENCUESTA

### ENTREVISTA PARA ANALISIS DE REQUERIMIENTOS

DOCUMENTO \_\_\_\_\_ DIRECCION: \_\_\_\_\_

NOMBRE DEL CIUDADANO: \_\_\_\_\_

TELEFONO \_\_\_\_\_

1. Posee computador \_\_\_\_\_ Cuantos puntos de red funcionan \_\_\_\_\_

2. Que tipo de red utilizan

10  100  1000

3. Que medio de transmisión se utiliza

Fibra Óptica  Par trenzado   Inalámbrico Observación \_\_\_\_\_

4. Utilizan correo electrónico Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Observación: \_\_\_\_\_

5. Utilizan el servicio de Páginas Web Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Observación: \_\_\_\_\_

6. Posee Sistemas de información Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Observación: \_\_\_\_\_

Cuales \_\_\_\_\_

7. Cuantos Computadores Tiene?

1  Entre 2 y  5  Más de 5  No tiene

8. ¿Qué cantidad de información diaria envía a la Internet? \_\_\_\_\_

Menos de 1  Mbps  Entre 1 y 5  Mbps Más de 5 Mbps

9. ¿Qué cantidad de información reciben (promedio)? \_\_\_\_\_

Menos de 1  Mbps  Entre 1 y 5  Mbps Más de 5 Mbps

10. ¿Está de acuerdo con la implementación de una MAN Inalámbrica? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL CIUDADANO

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL INVESTIGADOR



### ANEXO C. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración y presentación de la propuesta	■	■																										
Recolección de la información necesaria			■	■	■	■	■	■																				
Presentación del Anteproyecto									■	■	■																	
Correcciones del anteproyecto											■	■	■															
Elaboración del diseño											■	■	■	■	■	■												
Presentación y correcciones													■	■	■	■												
Elaboración de la solución																	■	■										
Presentación y correcciones																	■	■										
Organización del proyecto																		■	■									
Elaboración del Informe final del proyecto.																			■									
Presentación al Comité																			■									
Correcciones Finales del proyecto																					■	■	■	■	■	■	■	■
Sustentación Tesis ante los Jurados																					■	■	■	■	■	■	■	■

## ANEXO D. RESULTADOS ENCUESTA

La primera ¿poseen computador?.

<b>SI</b>	<b>NO</b>
50	23

¿Qué tipo de red Utiliza?

10 Mbps	100 Mbps	1000 Mbps
25	48	0

¿Qué medios de transmisión se utilizan?

<b>fibra óptica</b>	<b>par trenzado</b>	<b>inalámbrico</b>
0	50	23

Utiliza Correo Electrónico

<b>SI</b>	<b>NO</b>
65	13

¿Utiliza Servicios de Pagina Web?

<b>SI</b>	<b>NO</b>
73	0

¿Posee Algún tipo de sistema de Información?

<b>SI</b>	<b>NO</b>
30	43

<b>Sector</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Sector Comercial	20	0
Sector Educativo	3	0
Hogares	0	43
Sector Publico	10	0

¿Cuántos Computadores tiene?

<b>1</b>	<b>Entre 2 y 5</b>	<b>más de 5</b>
43	25	5

¿Qué cantidad de información diaria envía a la Internet?

<b>Menos de 1 Mbps</b>	<b>Entre 1 y 5 Mbps</b>	<b>Más de 5 Mbps</b>
10	30	33

¿Qué cantidad de información diaria recibe a la Internet?

<b>Menos de 1 Mbps</b>	<b>Entre 1 y 5 Mbps</b>	<b>Más de 5 Mbps</b>
8	50	15

¿Esta de acuerdo con la implementación de una MAN inalámbrica?

<b>SI</b>	<b>NO</b>
73	0