

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DEL LITORAL.**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y  
Computación**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED  
DE COMUNICACIONES TIPO ESPECTRO  
ENSANCHADO COMO SOLUCIÓN DE ÚLTIMA  
MILLA PARA ANDINANET”**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

Presentado por

**PEDRO CARLÓ UNDA**

**ANGEL FABIAN OCHOA JARAMILLO**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2004

# **AGRADECIMIENTO**

**ING. JOSE ESCALANTE**

**Director de Tópico, por su**

**ayuda y colaboración para**

**la realización de este**

**trabajo.**

# **DEDICATORIA**

**MIS PADRES**

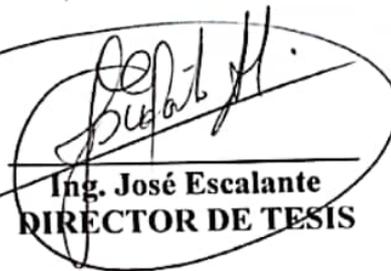
**A MIS HERMANOS**

**TRIBUNAL DE GRADO**



---

**Ing. Miguel Yapur**  
**SUB-DECANO DE LA FIEC**



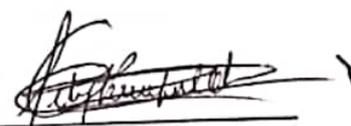
---

**Ing. José Escalante**  
**DIRECTOR DE TESIS**



---

**Ing. Sara Rios O.**  
**VOCAL PRINCIPAL**



---

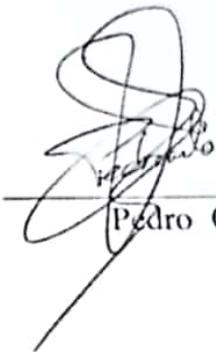
**Ing. Ketty Peñafiel.**  
**VOCAL PRINCIPAL**

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

*Fabian Ochoa*  
\_\_\_\_\_  
Fabian Ochoa

  
\_\_\_\_\_  
Pedro Carló

## **RESUMEN**

Capítulo 1.- Describe los medios utilizados por Andinanet para distribuir el acceso a internet a sus usuarios.

Capítulo 2.- Expone la tecnología y los equipos a utilizarse para el diseño y la implementación de la red inalámbrica para Andinanet.

Capítulo 3.- Se define el diseño de las tres fases de las que consta el proyecto. Aquí se podrá observar diagramas de la red, áreas de cobertura y más detalles del proyecto.

Capítulo 4.- Se dan todos los detalles de la implementación de la red inalámbrica, desde el cronograma de actividades hasta las pruebas y problemas ocurridos.

Capítulo 5.- El análisis económico se encuentra en el capítulo, aquí se verán todos los aspectos del proyecto, desde costos hasta recuperación de la inversión y la ganancia.

Capítulo 6.- Se muestra el marco legal del proyecto, el reglamento y los requisitos para poner en marcha el proyecto.

Anexos.- En los anexos se incluye información relevante para el proyecto y que no pudo ser incluida en los capítulos anteriores.

## INDICE GENERAL

|                        |            |
|------------------------|------------|
| INDICE GENERAL-----    | Pág<br>VII |
| INDICE DE TABLAS-----  | XI         |
| INDICE DE FIGURAS----- | XII        |
| INTRODUCCIÓN-----      | 17         |

### CAPÍTULO 1

#### ANTECEDENTES DE ANDINANET.

|   |    |
|---|----|
| 1.1.- Situación inicial de Andinanet-----                               | 19 |
| 1.1.1.- Diagrama de la red inicial de Andinanet-----                    | 21 |
| 1.1.2.- Análisis de la red inicial de Andinanet-----                    | 22 |
| 1.1.3.- Requerimientos de soluciones aplicadas a la red de Andinanet--- | 23 |
| 1.1.4.- Acceso típico a internet. dial up networking-----               | 24 |
| 1.1.5.- Servicios especializados-----                                   | 25 |
| 1.2.- Accesos actuales de Andinanet-----                                | 31 |
| 1.3.- Clientes actuales de Andinanet-----                               | 32 |

### CAPÍTULO 2

#### TECNOLOGÍA Y EQUIPOS.

|  |    |
|--|----|
| 2.1.- Tecnología espectro ensanchado-----              | 33 |
| 2.2.- Tipos de tecnologías de espectro ensanchado----- | 34 |
| 2.3.- Modulación-----                                  | 35 |
| 2.4.- Bandas de operación-----                         | 35 |

|  |    |
|--|----|
| 2.5.- Ventajas y desventajas-----                            | 35 |
| 2.6.- Encriptación wep-----                                  | 36 |
| 2.7.- Equipos-----   | 37 |
| 2.7.1.- Equipos que trabajan en la banda 2.4 Ghz-----        | 37 |
| 2.7.1.1.- Tarjeta Orinoco PCMCIA-----                        | 38 |
| 2.7.1.2.- Equipos multipunto 2.4 GHz-----                    | 39 |
| 2.7.1.3.- Equipos terminales o punto a punto.(2.4 Ghz.)----- | 44 |
| 2.7.2.- Equipos que trabajan en la banda 5.8 Ghz-----        | 47 |
| 2.7.2.1.- Equipos multipunto-----                            | 47 |
| 2.7.2.2.- Equipos punto a punto. ( 5.8 Ghz.)-----            | 54 |
| 2.7.3.- Antenas-----   | 61 |
| 2.7.3.1.- Antena direccional grid parabólica-----            | 62 |
| 2.7.3.2.- Antena sectorial.-----                             | 62 |

### **CAPÍTULO 3**

#### **DISEÑO DE LA RED.**

|  |    |
|--|----|
| 3.1.- Red inicial-----                                       | 64 |
| 3.1.1.- Enlaces punto a punto con equipos en 5.8 Ghz-----    | 65 |
| 3.1.2.- Nodos con equipos en 2.4 Ghz-----                    | 66 |
| 3.1.3.- Esquema inicial de la red-----                       | 68 |
| 3.1.4.- Interconexión con la red existente de Andinanet----- | 69 |
| 3.2.- Crecimiento de la red-----                             | 70 |
| 3.2.1.- Repetidoras-----                                     | 70 |
| 3.2.2.- Enlaces punto a punto en 2.4 Ghz-----                | 71 |

|  |    |
|--|----|
| 3.3.- Red secundaria en 5.8 GHz-----               | 72 |
| 3.3.1.- Infraestructura necesaria para la red----- | 73 |
| 3.3.2.- Área de cobertura-----                     | 74 |
| 3.3.3.- Esquema final de la red.-----              | 74 |
| 3.3.4.- Diseño de la red-----                      | 75 |

## **CAPÍTULO 4**

### **IMPLEMENTACIÓN DE LA RED.**

|   |    |
|---|----|
| 4.1.- Cronograma de actividades-----  | 82 |
| 4.2.- Esquema final-----  | 84 |
| 4.3.- Pruebas y diagnósticos-----   | 85 |
| 4.3.1.- Fichas de pruebas-----  | 85 |
| 4.4.- Ventajas y desventajas-----   | 87 |
| 4.4.1.- Beneficios de uso de enlaces punto a multipunto con enlaces<br>punto a punto----- | 89 |
| 4.4.2.- Ruido-----  | 91 |
| 4.4.3.- Nivel de señal sobre ruido-----   | 93 |
| 4.4.4.- Latencia-----   | 93 |
| 4.4.5.- Uso de amplificadores para enlaces de gran distancia-----                         | 94 |

## **CAPÍTULO 5**

### **ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO**

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 5.1.- Análisis del mercado----- | 96 |
|---------------------------------|----|

|   |     |
|---|-----|
| 5.2.- Costos de instalación de cada nodo-----                 | 101 |
| 5.3.- Costo estimado de la instalación para cada cliente----- | 101 |
| 5.4.- Recuperación de la inversión-----                       | 101 |
| 5.5.- Facturación-----  | 105 |

## **CAPÍTULO 6**

### **MARCO LEGAL**

|   |     |
|---|-----|
| 6.1.- Norma para la implementación y operación de sistemas de<br>espectro ensanchado----- | 106 |
| 6.2.- Norma técnica-----  | 108 |
| 6.3.- Homologación de equipos-----  | 116 |

### **ANEXOS**

|        |     |
|--------|-----|
| A----- | 119 |
| B----- | 150 |
| C----- | 152 |
| D----- | 155 |
| E----- | 162 |
| F----- | 164 |

**INDICE DE TABLAS**

|            | <b>Pág.</b>  |
|------------|--|
| Tabla I    | Frecuencias de operación de la técnica espectro ensanchado----- 35 |
| Tabla II   | Especificaciones técnicas de la tarjeta PCMCIA.----- 38            |
| Tabla III  | Cronograma de actividades----- 83                                  |
| Tabla IV   | Fichas de prueba: nivel radial----- 85                             |
| Tabla V    | Fichas de prueba: BER----- 86                                      |
| Tabla VI   | Fichas de prueba: tiempos de respuesta----- 86                     |
| Tabla VII  | Costos de instalación de cada nodo-----101                         |
| Tabla VIII | Costo de instalación de clientes-----101                           |
| Tabla IX   | Precios de instalación y renta de equipos----- 102                 |
| Tabla X    | Intensidad de campo eléctrico para espectro ensanchado-----113     |

## INDICE DE FIGURAS

|           |  | <b>Pág.</b> |
|-----------|--|-------------|
| Figura 1  | Diagrama de la red inicial de Andinanet -----        | 22          |
| Figura 2  | Acceso a internet mediante conexión telefónica ----- | 25          |
| Figura 3  | Servicio ADSL-----                                   | 27          |
| Figura 4  | Servicio ISDN-----                                   | 28          |
| Figura 5  | Servicio de canales dedicados -----                  | 29          |
| Figura 6  | Servicio de redes privadas virtuales -----           | 30          |
| Figura 7  | Tarjeta Orinoco PCMCIA-----                          | 38          |
| Figura 8  | Equipo central COR 1100 -----                        | 39          |
| Figura 9  | Esquema de una red ID. (NWID)-----                   | 41          |
| Figura 10 | Función de la capa Turbo Cell-----                   | 42          |
| Figura 11 | Diagrama de bloque del AP-100 en modo routing-----   | 43          |
| Figura 12 | Comunicación usando la pila OSI-----                 | 45          |
| Figura 13 | Tramas y paquetes-----                               | 46          |
| Figura 14 | Tsunami unidad base multipunto-----                  | 48          |
| Figura 15 | Tsunami suscribers-----                              | 51          |
| Figura 16 | Configuración RF de la unidad remota-----            | 52          |
| Figura 17 | Configuración del plan de frecuencia-----            | 53          |
| Figura 18 | Indicador de calidad de enlace-----                  | 54          |
| Figura 19 | Software para revisar el status del enlace-----      | 57          |
| Figura 20 | Modificación de la configuración -----               | 59          |

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Figura 21 | Plan de frecuencias en equipos de 5.8 Ghz-----     | 60  |
| Figura 22 | Versión del software-----                          | 61  |
| Figura 23 | Antena direccional-----                            | 62  |
| Figura 24 | Antena sectorial-----                              | 63  |
| Figura 25 | Esquema inicial de la red-----                     | 69  |
| Figura 26 | Esquema final de la red-----                       | 74  |
| Figura 27 | Diseño del nodo Epsilum-----                       | 75  |
| Figura 28 | Diseño del nodo Expoplaza-----                     | 76  |
| Figura 29 | Diseño del nodo Cyber Enredados-----               | 77  |
| Figura 30 | Diseño del nodo 25 y García Goyena 1era fase-----  | 78  |
| Figura 31 | Diseño del nodo 25 y García Goyena 2da fase-----   | 79  |
| Figura 32 | Diseño del nodo 25 y García Goyena 3era fase-----  | 80  |
| Figura 33 | Diseño del nodo Cerro Azul-----                    | 81  |
| Figura 34 | Esquema final de la red-----                       | 84  |
| Figura 35 | Onda de espectro ensanchado-----                   | 89  |
| Figura 36 | Enlace con alto nivel de ruido-----                | 92  |
| Figura 37 | Cobertura de Andinanet sin la red inalámbrica----- | 99  |
| Figura 38 | Porcentaje del mercado sin la red inalámbrica----- | 99  |
| Figura 39 | Cobertura de Andinanet con la red inalámbrica----- | 100 |
| Figura 40 | Porcentaje del mercado con la red inalámbrica----- | 100 |
| Figura 41 | Recuperación de la inversión 1ra y 2da fase-----   | 103 |
| Figura 42 | Recuperación de la inversión de la 3ra fase-----   | 104 |

**INDICE DE TABLAS**

|            | <b>Pág.</b>  |
|------------|--|
| Tabla I    | Frecuencias de operación de la técnica espectro ensanchado----- 35 |
| Tabla II   | Especificaciones técnicas de la tarjeta PCMCIA.----- 38            |
| Tabla III  | Cronograma de actividades----- 83                                  |
| Tabla IV   | Fichas de prueba: nivel radial----- 85                             |
| Tabla V    | Fichas de prueba: BER----- 86                                      |
| Tabla VI   | Fichas de prueba: tiempos de respuesta----- 86                     |
| Tabla VII  | Costos de instalación de cada nodo-----101                         |
| Tabla VIII | Costo de instalación de clientes-----101                           |
| Tabla IX   | Precios de instalación y renta de equipos----- 102                 |
| Tabla X    | Intensidad de campo eléctrico para espectro ensanchado-----113     |

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es el diseño e implementación de una red inalámbrica para proveer el servicio de internet para la ciudad de Guayaquil.

El producto que se ofrece es básicamente acceso permanente por medio de una red inalámbrica que trabaja en una banda no licenciada, lo que es una ventaja con respecto a otros medios.

El presente bosquejo establece una alternativa para la conexión de usuarios de banda ancha. A través del mismo, Andinet proveerá el servicio de internet y podrá entrar en un mercado competitivo.

Para la elaboración del plan, primero se estudia las condiciones iniciales de Andinet, los diferentes tipos de conexión y cobertura en el momento del estudio.

Para el desarrollo del diseño se estudia las características de equipos y antenas que cumplan ciertos requisitos, que provean de una señal confiable en cuanto a calidad y seguridad.

Se analizarán los costos del esquema y el tiempo de recuperación de la inversión, además de las empresas con las que se compite.

Para poder hablar de la recuperación de la inversión tenemos que revisar los clientes potenciales, el tiempo que se demora cada instalación y el precio a cobrar.

Se analizan también las leyes y reglamentos que rigen la operación de redes privadas

y sistemas espectro ensanchado, para determinar los requisitos y las obligaciones que se deben cumplir previo a la implementación de la propuesta.

Para empezar, se necesitaba cubrir un área que justifique la inversión inicial, razón por la que se eligió la parte sur y sur-oeste de Guayaquil donde se encuentra la gran mayoría de cybers.

En el diseño de la red se utilizan equipos en las bandas 2.4 Ghz y 5.8 Ghz, la decisión se debe a la optimización de los planes de frecuencia y a la reducción del ruido.

Para la conexión a los usuarios se usa la banda de 2.4 Ghz. debido a que los equipos son económicos y la distancia que habrá es poca en relación con el nodo.

También se debía tomar en cuenta la fiabilidad de los equipos que no debe ser inferior al 95%, para lo que se requería unas pruebas al enlace para determinar su eficiencia bajo condiciones adversas.

# **CAPÍTULO 1**

## **ANTECEDENTES DE ANDINANET.**

### **1.1.- Situación inicial de Andinanet.**

Andinanet es una división de Andinatel S.A. que satisface las necesidades de conexión al internet de individuos, empresas, proveedores de servicios de internet y compañías de telecomunicaciones, facilitando el desenvolvimiento de las actividades de clientes, accionistas, empleados proveedores y los de la comunidad.

Andinanet prepara a Andinatel S.A. hacia el cambio tecnológico que están experimentando las redes y servicio de comunicaciones, liderando la implementación de nuevas tecnologías en comunicaciones e internet. Andinatel opera desde Quito-Ecuador.

Andinanet es una empresa ecuatoriana que está en el negocio del transporte, almacenamiento y procesamiento de la información. Satisface las necesidades de transmisión de voz, datos, video y conexión a internet tanto a nivel doméstico como institucional. La visión de Andinanet es ser reconocida como líder indiscutible en las telecomunicaciones del Ecuador, gratificando competitivamente las obligaciones y expectativas de sus clientes, con productos y servicios con calidad medidos con

estándares mundiales.

Con alcance nacional e internacional, facilita el desenvolvimiento de las actividades y el desarrollo del Ecuador. Hoy, opera en la región centro-norte del Ecuador, prestando servicios a 12 provincias. Los objetivos de Andinanet son:

1. Compromiso de servicio, primero el cliente: Andinanet tiene el compromiso y la voluntad de servicio para satisfacer al cliente con una actitud proactiva.
2. Calidad en el servicio: Andinanet orienta su gestión hacia el cliente, con el propósito de lograr altos estándares de calidad que redunden en su beneficio.
3. Honestidad y transparencia: Andinanet, cree y promueve la integridad de su recurso humano, que actúa ética y honestamente, existe total transparencia en todos sus actos.
4. Creación de valor: Andinanet incentiva el talento y la tenacidad de su recurso humano potenciándolos para generar valor a la empresa, sembrando esfuerzo e ideales, para cosechar prosperidad en el futuro.
5. Competitividad para andinanet: Este es un principio básico para lograr alcanzar nuestros objetivos, actuando con eficacia, productividad, ordenamiento, oportunidad y responsabilidad en nuestras acciones.
6. Trabajo en equipo: Andinanet trabaja con firmeza y persistencia en la permanente búsqueda de la calidad de sus productos y servicios, a través de la

suma de esfuerzos individuales para alcanzar las metas institucionales.

7. Innovación: Andinanet no tiene fronteras, se empeña en estimular y fortalecer su capacidad creativa, vigorizando permanentemente sus habilidades y destrezas
8. Austeridad: Andinanet busca permanentemente la optimización de los recursos, haciendo un uso adecuado, responsable y moderado de los mismos, trabajando con empeño y constancia.

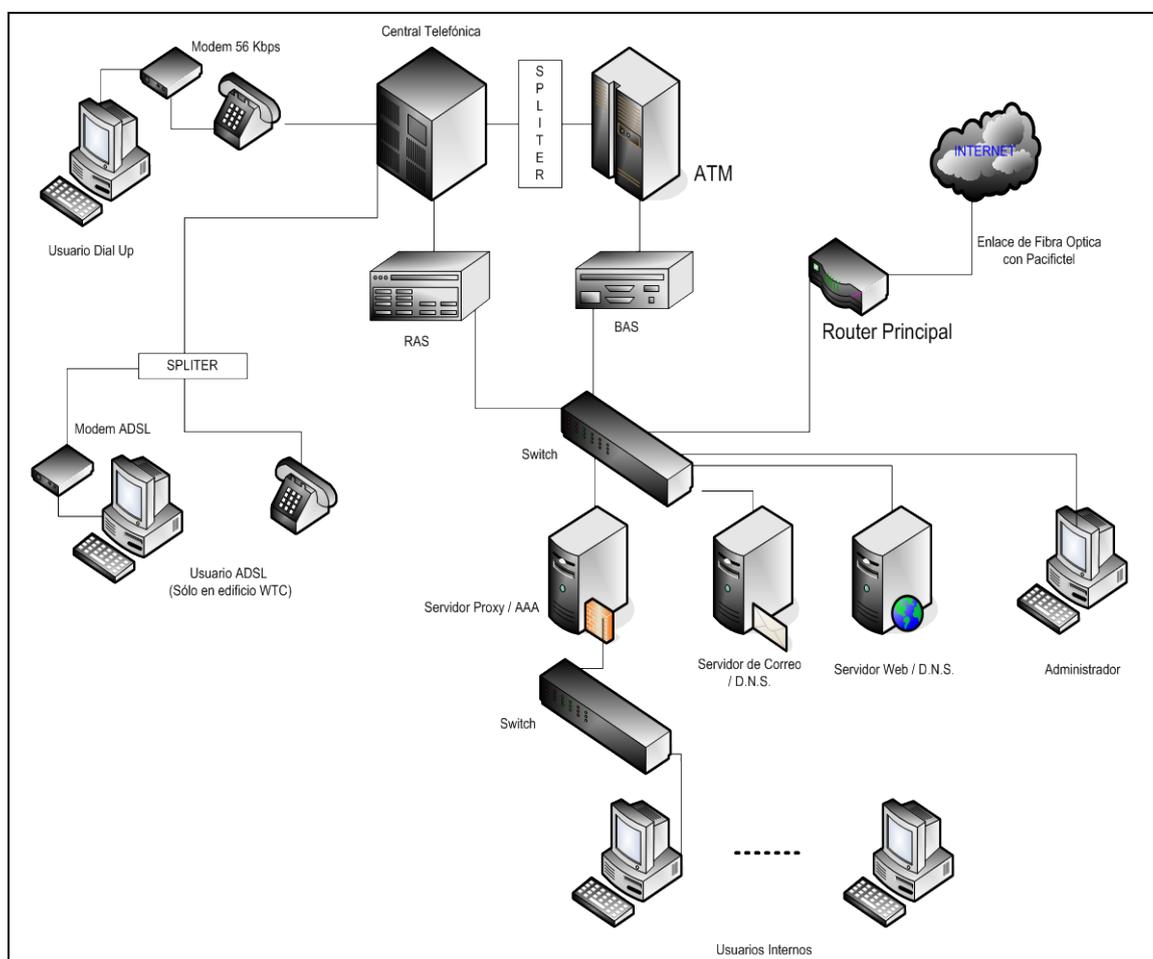
#### **1.1.1.- Diagrama de la Red Inicial de Andinanet**

Andinanet, es un proveedor de servicios de internet que con una administración eficiente de su negocio, la participación de sus miembros y a través de un mejoramiento continuo de sus procesos se compromete con la satisfacción de sus clientes.

Andinanet especializada en proveer soluciones integrales de red, conecta su oficina o empresa al mundo del internet con la más avanzada tecnología de comunicación y una asesoría personalizada de acuerdo a sus necesidades.

Andinanet es una empresa integradora de servicios de telecomunicaciones que utiliza tecnología de convergencia de voz, video y datos. Cubre el mercado nacional con el mejor servicio al cliente, precios competitivos, variedad de productos, con un personal comprometido con los valores corporativos. Andinanet brinda el servicio de

internet al inicio con la tecnología ADSL en el World Trade Center, cobre y dial up.



**Figura 1:** Diagrama de la Red Inicial de Andinet.

### 1.1.2.- Análisis de la red inicial de Andinet.

Existían tres alternativas para conectarse a andinet:

ADSL: La presente opción sólo se puede obtener si el cliente está dentro del World Trade Center, por lo tanto limita bastante el campo de acción. También da la opción

al usuario de tener el servicio telefónico e internet por el cable telefónico.

Dial up: La conexión por dial up es muy lenta, sin nombrar también el costo que se da por el uso del teléfono y las molestias que acarrea el uso del mismo.

Cobre: La deficiencia en la comunicación a través de la línea dedicada, se debe a la falta de renovación de tecnología en las centrales telefónicas, la calidad pobre del cobre y el manejo inadecuado en los armarios telefónicos.

Por todas las razones arriba mencionadas, se buscó una alternativa de mejor calidad y menor costo operativo. La red wan inalámbrica es una solución de bajo costo y buena calidad que supera con creces a la competencia.

### **1.1.3.- Requerimientos de soluciones aplicadas a la red de Andinanet.**

Para diseñar una red estable, para optimizar los planes de frecuencia que se utilizarán y para minimizar el ruido que podría producirse por los enlaces en la misma banda; se requería la combinación de equipos en las bandas 2.4 Ghz y 5.8 Ghz.

Por ser la banda menos congestionada, se escogieron inicialmente los equipos en 5.8 Ghz para trabajar en el backbone de la red, mientras que para la conexión a los clientes se usa la banda de 2.4 Ghz debido a que los equipos son más baratos y la distancia que habrá es poca en relación con el nodo. Para los clientes de otras zonas de Guayaquil se implementó enlaces en 5.8 Ghz. Todos los equipos utilizados pueden trabajar como router, el router principal que distribuye la información se

encuentra en el nodo principal (World Trade Center). Los equipos de la banda 2.4 Ghz son marcas Orinoco, los de 5.8 Ghz son de Proxim.

#### **1.1.4.- Acceso típico a internet. Dial up Networking**

Andinanet ofrece a sus usuarios la posibilidad de conectarse al internet desde su casa u oficina mediante un módem. Andinanet dispone de módems con una velocidad de 28,800 bps (V.34).

Una vez conectado, usted tendrá acceso al internet y podrá navegar por el web, leer y escribir correo electrónico, participar en grupos de discusión, etc.

Los programas necesarios podrán obtenerlos a través del servidor de FTP. Todos los servicios son gratuitos para usuarios de Andinanet. La velocidad máxima soportada actualmente es de 57,600 bps, aunque es muy probable que la velocidad real de conexión sea algo inferior. Para tener acceso al internet se necesita:

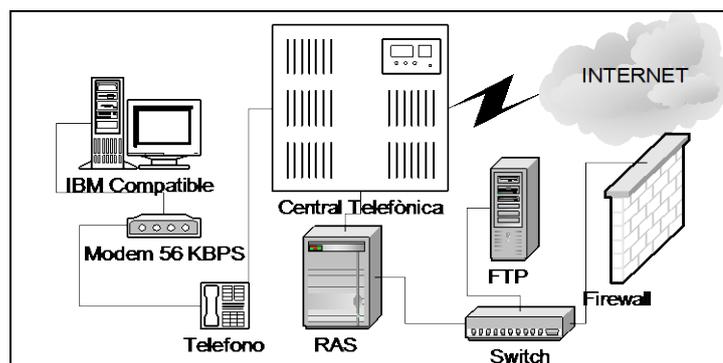
1. Una cuenta en el servidor de Andinanet. Le permitirá hacer uso de los recursos que ofrece Andinanet: conexión al internet vía modem, navegación por el web, correo electrónico, grupos de discusión, etc.

2. Una PC con Windows 95 ó 98, con las siguientes especificaciones:

Recomendado: 16 MB de memoria RAM ó más.

Un módem (mínimo de 14,400 bps)

Su CD de Windows 95 ó 98.



**Figura 2:** Acceso a Internet mediante conexión telefónica.

### 1.1.5.- Servicios Especializados.

Provee soluciones integrales de red. Enlaza su oficina o empresa al mundo del internet con la más avanzada tecnología de comunicación y una asesoría personalizada de acuerdo a sus necesidades. Los productos que ofrece Andinanet son:

1. ADSL (Línea Digital Asimétrica) es una tecnología de líneas digitales que sobre las redes telefónicas convencionales, permite alcanzar velocidades de conexión a internet mayores que las actuales hasta 50 veces más que los módems convencionales de 33.6 Kbps.

El ADSL de **Andinanet** permite un reparto asimétrico del ancho de banda disponible, dando más caudal al flujo de datos desde el proveedor de servicios internet hacia el usuario. La característica arriba mencionada representa una gran ventaja, debido a que en la mayoría de las aplicaciones el flujo de

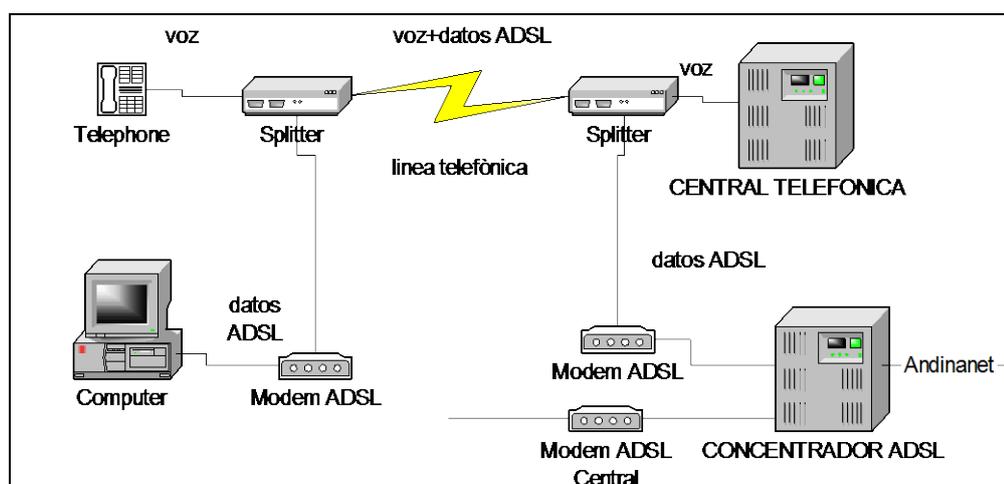
información que el servidor envía al cliente, es mayor que el cliente envía al servidor.

En concreto ADSL utiliza el ancho de banda disponible para comunicaciones de voz (las tradicionales), para enviar datos desde el proveedor de servicios (ISP) al usuario con un ancho de banda disponible desde 64 kbps hasta 2Mbps, mientras que en el sentido contrario tienen un ancho de banda comprendido entre 16 kbps hasta 512 Kbps.

En el servicio **ADSL** de **Andinanet**, el envío y recepción de datos se establece desde el ordenador del usuario a través de un módem ADSL. Los datos pasan por un filtro (splitter), que permite la utilización simultánea del servicio telefónico básico (RTC) y del servicio ADSL. Es decir, el usuario puede hablar por teléfono a la vez que está navegando por Internet.

Los canales de datos son asimétricos, es decir, no tienen la misma velocidad de transmisión de datos. El canal de recepción de datos tiene mayor velocidad que el canal de envío de datos.

La característica asimétrica de ADSL, permite alcanzar mayores velocidades en el sentido red - usuario, lo que se adapta perfectamente a los servicios de acceso a información (Ejemplo: internet) en los que normalmente, el volumen de información recibido es mucho mayor que el enviado. La velocidad en el sentido usuario – red debe ser optimizada, debido a su menor valor.

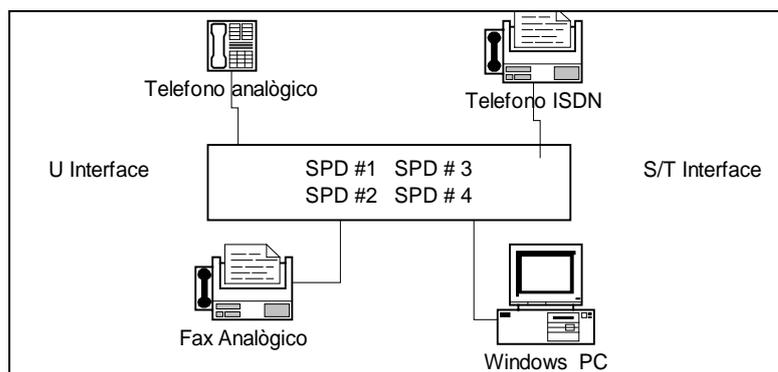


**Figura 3.** Servicio ADSL.

2. ISDN (Red Digital de Servicios Integrales) es un conjunto de estándares para la transmisión digital sobre líneas telefónicas ordinarias de cobre así como en otros medios.

Los hogares y negocios que instalen adaptadores ISDN (en lugar de los módems regulares) pueden apreciar gráficamente como las páginas WEB se abren rápidamente hasta a 128 kbps.

El nivel de servicio es BRI (Basic Rate Interface), enfocado a hogares y negocios, incluye un número de canales denominados B que transportan datos, voz y otros servicios, y canales D que transportan información de control y señalización. El BRI consta de 2 canales B de 64 K y un canal D de 16 K. En síntesis el concepto de ISDN es la integración de datos analógicos (voz, teléfono) y digitales (datos) sobre la misma red diseñada para transmisión analógica.



**Figura 4.** Servicio ISDN.

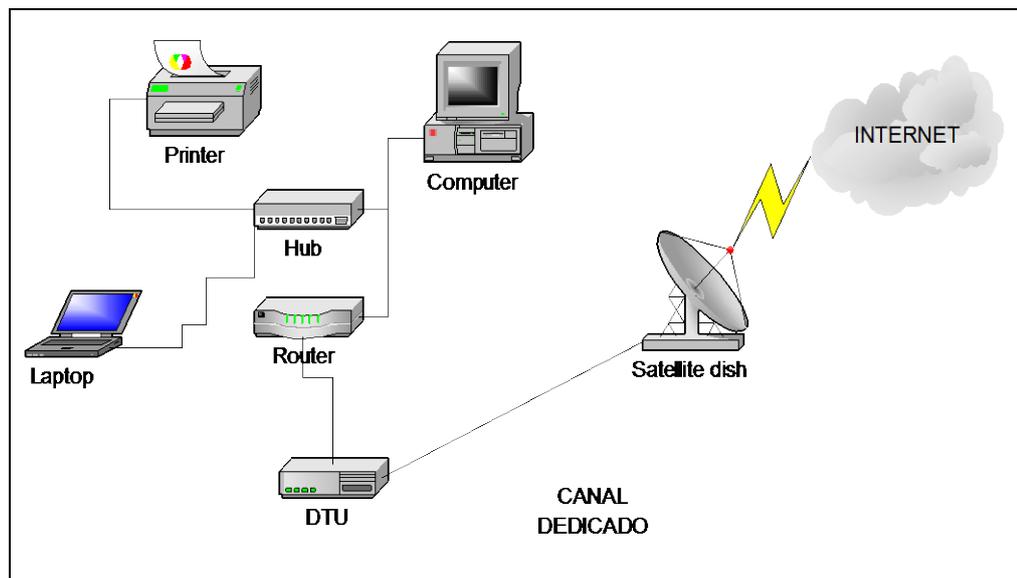
3. Canales dedicados. Un canal dedicado actúa como una conexión permanente al internet sin la necesidad de establecerla vía telefónica, dicha conexión se da desde su negocio a un proveedor de servicios de internet o a una sucursal de su empresa.

Los canales dedicados se miden por el tamaño de su capacidad y están disponibles en los siguientes anchos de banda: 64Kbps, 128Kbps, 256Kbps, 512Kbps, 1536Kbps (T1), 2048Kbps (E1), a mayor ancho de banda mayor capacidad de transmisión.

Los beneficios de un canal dedicado son:

No existe cargo alguno por llamada telefónica solo una cuota de consumo mensual.

La velocidad de acceso es mayor al de los módems tradicionales, varios usuarios pueden hacer uso del canal simultáneamente, y es ideal si desea que su red tenga acceso al internet los 365 días del año las 24 horas del día.

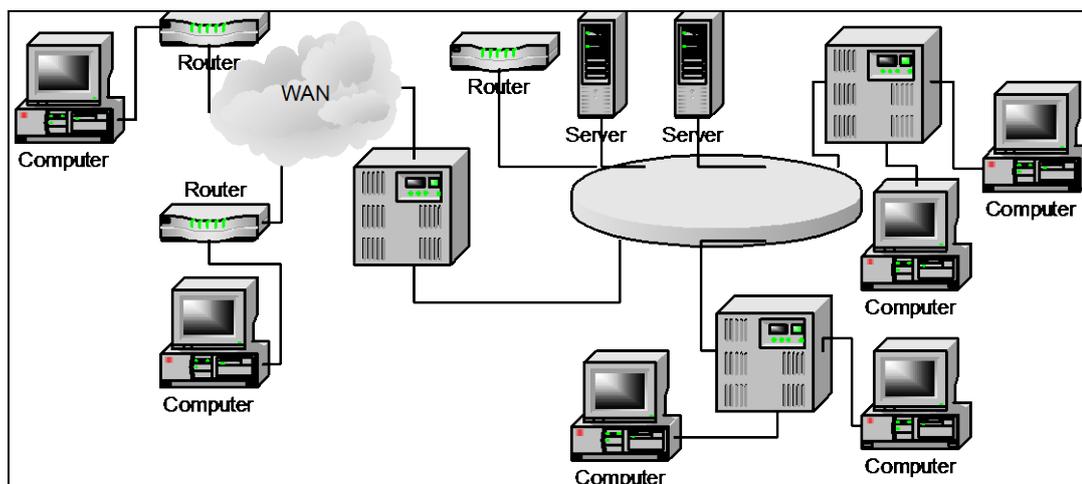


**Figura 5.** Servicio de canales dedicados.

4. VPN's (Redes Privadas Virtuales). Una red privada virtual es una red de datos que hace uso de la infraestructura pública de telecomunicaciones, manteniendo la privacidad a través del uso de protocolos de túnel y procedimientos de seguridad.

Una VPN puede ser comparada con un sistema de líneas dedicadas usadas por una sola compañía. La idea de una VPN es dar a la empresa las mismas capacidades del sistema anterior a un costo mucho menor utilizando la infraestructura pública compartida en lugar de una privada.

Las compañías telefónicas han provisto recursos compartidos seguros para mensajes de voz. Una VPN hace posible tener la misma seguridad para los datos al compartir recursos públicos.



**Figura 6.** Servicio de Redes Privadas Virtuales.

Las compañías están buscando usar las VPN tanto para sus extranets como para sus intranets.

El uso de una VPN involucra la encriptación de los datos antes de enviarlos a través de la red pública y la desencriptación en el punto de recepción de los mismos.

Un nivel de seguridad adicional involucra la encriptación no solo de la información sino de las direcciones de origen y destino de la misma. Microsoft, 3 Com, etc.

La propuesta es usar protocolos estándares como el Point-To-Point Tunneling Protocol (PPTP) incluido en los servidores de Windows NT. El software de VPN, el soporte del protocolo PPTP de Microsoft así como software de seguridad deben ser instalados en el servidor Firewall.

**Ventajas del Servicio:**

- Tecnología de última generación
- Tráfico de Internet vía Cable Panamericano de Fibra Óptica
- Redundancia Satelital hasta UUNET
- Acceso ilimitado para el servicio de Internet
- Cobertura Nacional
- Infraestructura de telecomunicaciones propia
- Personal altamente capacitado
- Ancho de banda Ilimitado
- Servicio Técnico las 24 horas
- Planes tarifarios a la medida de su negocio.

**1.2.- Accesos actuales de Andinanet.**

Una vez instalada la red inalámbrica los clientes tienen dos alternativas de acceso, los enlaces en la banda 2.4 Ghz y en la 5.8 Ghz. Los clientes de la zona sur y sur-oeste tienen el sistema de comunicación funcionando en la banda 2.4 Ghz, además de la zona de Kennedy norte y los comunitarios, mientras que en la zona centro y norte de la ciudad tienen la opción de un enlace en 5.8 Ghz.

**1.3.- Clientes actuales de Andinanet.**

Los clientes de Andinanet son:

- Asociación de cybers del Sur, y otros en varios puntos de la ciudad
- Colegio Cruz del sur – Balandra, Colegio Torremar
- Testigos de Jehová
- Nokia
- UPS

## **CAPÍTULO 2**

### **TECNOLOGÍA Y EQUIPOS.**

#### **2.1.- Tecnología espectro ensanchado.**

Los sistemas de espectro ensanchado se caracterizan por la distribución de la energía media de la señal transmitida, dentro de un ancho de banda mucho mayor que el de la información.

El sistema tiene mayor ancho de banda de transmisión, con una densidad espectral de potencia más baja y un rechazo de las señales interferentes de sistemas que operan en la misma banda de frecuencias.

La tecnología comparte el espectro de frecuencias con sistemas de banda angosta convencionales, debido a que es posible transmitir una potencia baja en la banda de paso de los receptores de banda angosta. Rechaza altos niveles de interferencias.

La señal transmitida resultante con secuencia directa, es una señal de baja densidad de potencia y de banda ancha que se asemeja al ruido, mientras que la señal con salto de frecuencia permanece un corto período de tiempo en cada frecuencia y no se repite el uso del canal hasta después de un período de tiempo.

La codificación de la señal proporciona una capacidad de direccionamiento selectiva, lo que permite que usuarios que utilizan códigos diferentes puedan transmitir simultáneamente en la misma banda de frecuencias con una interferencia admisible. También permite alta privacidad de la información transmitida.

La utilización eficaz del espectro, se debe a la mayor confiabilidad en la transmisión, en presencia de desvanecimientos selectivos, que los sistemas de banda angosta.

## **2.2.- Tipos de tecnologías de espectro ensanchado.**

Los tipos de tecnología de espectro ensanchado son:

a.- Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia (Frequency Hopping).

Técnica de ensanchamiento donde la frecuencia portadora convencional es desplazada dentro de la banda varias veces por segundo de acuerdo a una lista de canales pseudo aleatoria. El tiempo de permanencia en un canal es generalmente menor a 10 milisegundos.

b.- Espectro Ensanchado Híbrido. Combinación de las técnicas de estructuración de la señal de espectro ensanchado por secuencia directa y por salto de frecuencia.

c.- Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (Direct Sequence). Técnica de modulación que mezcla la información de datos digitales con una secuencia pseudo aleatoria de alta velocidad que expande el espectro. La señal es

mezclada en un modulador con una frecuencia portadora entregando una señal modulada BPSK o QPSK, para obtener una emisión con baja densidad espectral, semejante al ruido.

### 2.3.- Modulación.

En secuencia directa se utiliza la técnica de modulación, donde la señal es mezclada en un modulador con una frecuencia portadora entregando una señal modulada BPSK QPSK.

### 2.4.- Bandas de operación.

Los de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen la técnica de espectro ensanchado, operan en las bandas de frecuencias indicadas a continuación:

|                 |     |         |
|-----------------|-----|---------|
| 902 – 928       | Mhz | 915 Mhz |
| 2.400 – 2.483,5 | Mhz | 2,4 Ghz |
| 5.725 – 5.850   | Mhz | 5,8 Ghz |

**Tabla I.** Frecuencias de operación de la técnica espectro ensanchado

### 2.5.- Ventajas y desventajas.

La tecnología de espectro ensanchado presenta varias características que se las clasifican respectivamente como ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Fácil Instalación.
- Bajo costo.
- Baja latencia, es decir buenos tiempos de respuesta
- Administración remota, lo que hace que cualquier problema se pueda revisar inmediatamente sin la necesidad de transportarse hasta el cliente.

Desventajas:

- Debido a que es un sistema barato cada vez existen más personas que adopten el medio para comunicar sus oficinas o para realizar enlaces de última milla, por lo tanto el ruido producido aumenta, lo que a su vez daña la calidad del enlace.
- Otra desventaja es la geografía de nuestra ciudad, existen lugares a los que no se puede llegar sin hacer un gasto extra, es decir la instalación se encarece por la necesidad de poner estructuras que nos permitan sobrepasar los obstáculos existentes entre los dos puntos.

## **2.6.- Encriptación wep.**

La encriptación wep es un método de seguridad que permite codificar los datos enviados a través de toda la red inalámbrica. Si el equipo no está configurado con la clave de encriptación adecuada, todos los paquetes serán descartados, así mismo el equipo no podrá ver ningún equipo de la red.

Los equipos tienen encriptación wep de 64 bits, de tipo ASCII o numérica (decimal o hexadecimal).

## **2.7.- Equipos.**

El objetivo es proveer conexión inalámbrica punto a multipunto y también punto a punto basado en la plataforma del AP-1000, usando la tecnología ORINOCO.

ORINOCO Central Outdoor Router (COR-1100): El router central en una red inalámbrica punto a multipunto.

ORINOCO Remote Outdoor Router (ROR-100) usando para conexión a un COR o a otro ROR (conexión punto a punto).

ORINOCO Outdoor Router Client (ORC) Software: permite a una estación conectarse al COR-1100.

### **2.7.1.- Equipos que trabajan en la banda 2.4 Ghz.**

Los equipos spread spectrum de la banda 2.4 Ghz son utilizados para conectar redes LAN en ubicaciones diferentes.

Ejemplo:

Edificios no necesariamente en un campus (podría extenderse encima de una ciudad).

Distancia para cubrir típicamente más grande que en un campus (2.5 - 20 Km.).La distancia puede aumentar usando repetidoras.

Los equipos permiten una conectividad entre la oficina central y la remota para la conexión de usuarios al servicio de internet.

### 2.7.1.1.- Tarjeta Orinoco PCMCIA.

La tarjeta PCMCIA alcanza velocidades de hasta 11 Mbps. El protocolo de acceso es turbo cell, el mismo que controla las tramas de datos. También tiene 11 subcanales en 2.4 Ghz, con un ancho de banda de 83.5 Mhz



**Figura 7.** Tarjeta Orinoco PCMCIA.

|                              |  |          |        |        |
|------------------------------|--|----------|--------|--------|
| Dimensiones                  | PCMCIA tipo 2  |          |        |        |
| Velocidad de transmisión     | 11Mbps, 5.5Mbps, 2Mbps, 1Mbps                        |          |        |        |
| Técnica de modulación        | Spread Spectrum secuencia directa CCK, DQPSK, DBPSK) |          |        |        |
| Técnica de ensanchamiento    | CCK-11 secuencia Chip Barker                         |          |        |        |
| Protocolo de acceso al medio | Turbo Cell   |          |        |        |
| Potencia de salida           | 32mW (15dBm)   |          |        |        |
| No. De subcanales            | 11   |          |        |        |
| Sensibilidad                 | -82dBm   | -87dBm   | -91dBm | -94dBm |
| Velocidad de transmisión.    | 11 Mbps  | 5.5 Mbps | 2 Mbps | 1 Mbps |
| Retardo                      | 65ns   | 225ns    | 400ns  | 500ns  |

**Tabla II.** Especificaciones técnicas de la tarjeta PCMCIA.

Los equipos de comunicación de 2.4 Ghz, trabajan con la tarjeta PCMCIA, la misma que funciona como interfase inalámbrica.

### **2.7.1.2.- Equipos Multipunto 2.4 Ghz.**

El COR 1100 es un ruteador inalámbrico utilizado como punto central en configuraciones punto-multipunto, provee una interfase ethernet y 2 slots PCMCIA para albergar las tarjetas inalámbricas. Puede soportar hasta 16 equipos remotos por interfase (ROR o mini ROR).



**Figura 8.** Equipo Central COR 1100

El COR almacena en una memoria todo el tráfico de cada usuario de internet. El COR debe saber que usuarios están conectados a cada ROR para enviar datos, basado en la dirección MAC de los usuarios.

### **Tecnología Turbo CELL**

Usando la memoria del ruteador, el ROR debe almacenar en la memoria todo el tráfico que viene de cada PC hasta que el circuito lógico esté habilitado.

Filtro de Tabla Compartida. El COR se basa en la dirección MAC del usuario para saber que usuarios están conectados a cada ROR, lo que es posible teniendo las copias que el ROR envía hacia el COR periódicamente de su filtro y la tabla de direcciones próximas.

Acceso al ruteo. El mecanismo de habilitación es usada en topología punto a multipunto para ubicar los nodos ocultos.

Poll packet. El equipo central envía una trama de datos vacía para la estación remota y espera respuesta. Si hay que enviar datos, la remota responderá con una trama de datos llena, caso contrario con una vacía.

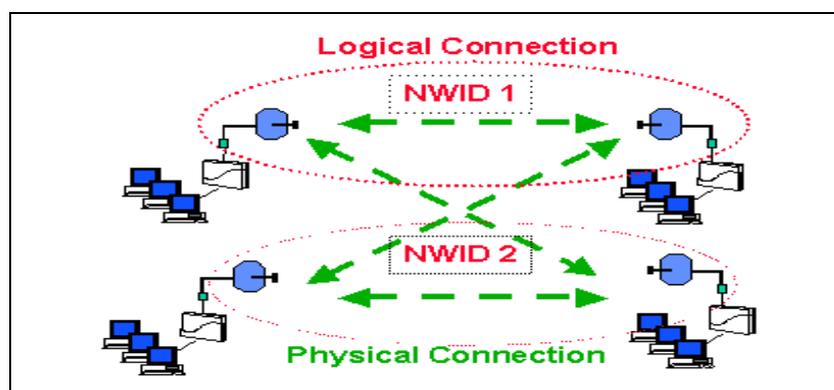
Existen tres tipos de habilitación:

1. Habilitación bajo demanda. El COR emite un broadcast a las remotas y espera respuesta, la estación remota solicita la habilitación. El COR realiza la conexión después de recibir la petición.
2. Habilitación compuesta. El proceso de detección de transferencia de datos tiene un orden preestablecido. El mecanismo opera cuando otro tipo de habilitación está inactivo
3. Habilitación Variable. COR habilitará a la estación remota tan rápido como sea posible, cuando el COR detecta la necesidad de transferencia de datos con la estación remota. El intervalo de detección de transferencia aumenta

gradualmente cuando la estación remota no responda o cuando la remota no va a transmitir más datos.

Los equipos utilizan el tipo de comunicación red adhoc. Todas las radios que usan el modo Adhoc pueden oírnos (la misma frecuencia) pero debe separarse lógicamente usando Red ID NWID.

El parámetro de frecuencia debe ser ingresado en ambos extremos del enlace. También existe la posibilidad de múltiples redes en la misma área. Cada red de trabajo usa su propio ID. La tecnología Turbo Cell que se encuentra en la misma red, tiene la misma NWID.



**Figura 9.** Esquema de una Red ID (NWID).

Todos los datos son transmitidos dentro de tramas multi-cast, las mismas que no requieren un ACK IEEE. Cada sistema OR (o cliente de internet) tiene su propia dirección multi-cast (Igual a la dirección MAC de la tarjeta PC).

La tarjeta PC filtrará el tráfico de entrada, comparando las direcciones multi-cast.

### Protocolo de Acceso Turbo Cell.

Para mejorar la calidad del sistema de comunicaciones IEEE / 802.11 es necesario un protocolo de comunicación. Tramas especiales: Trama de datos y trama de control.

Turbo Cell trama de control:

- 1.- Paquetes poll (trama de datos vacía, desde COR hacia ROR.)
- 2.- Paquete ACK (trama de datos vacía, con secuencia de números.)

Turbo Cell trama de datos:

- 1.- Súper trama (pequeños paquetes de datos añadidos a una trama de datos.)
- 2.- Contiene una secuencia de números que permite reconocer.
- 3.- El reconocimiento puede ser deshabilitado.

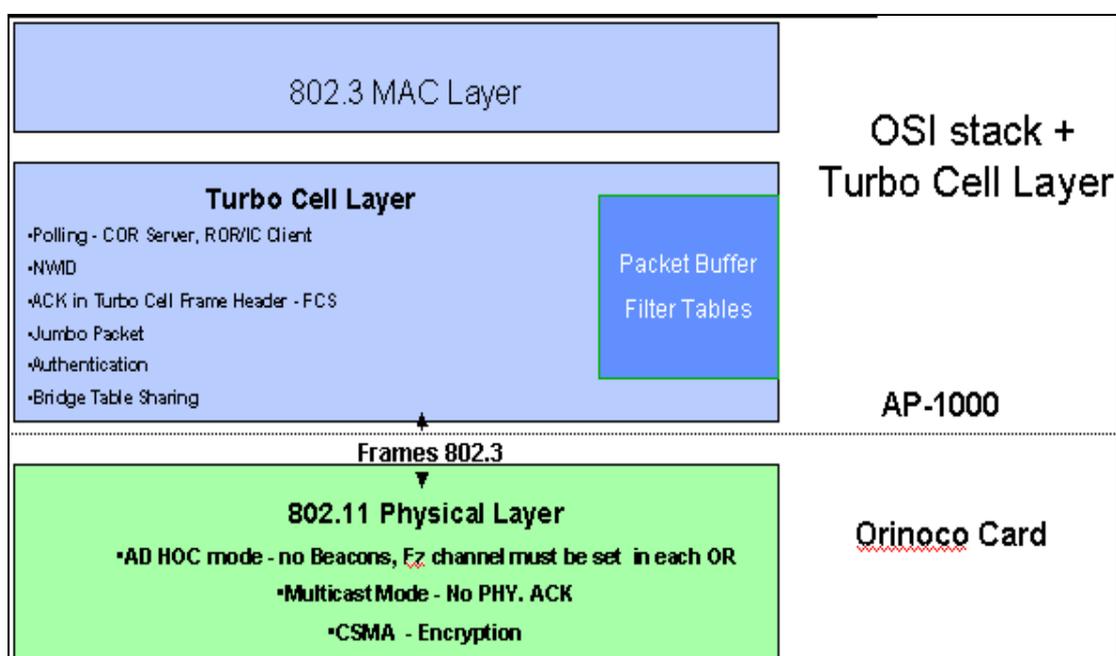
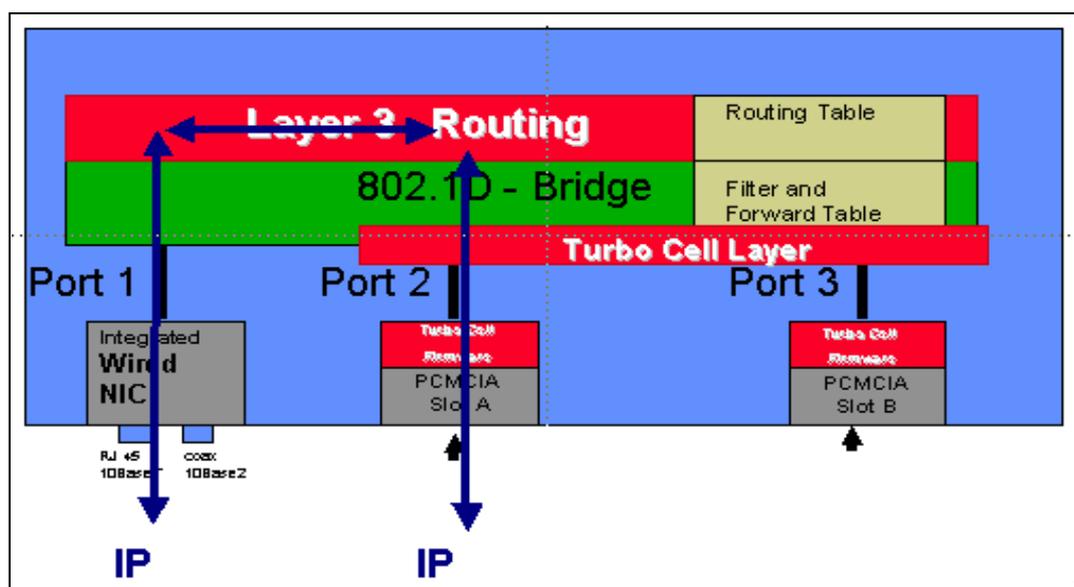


Figura 10. Función de la capa Turbo Cell.

El protocolo turbo cell mejora la comunicación realizando un control en la trama de datos, en el proceso de administración, registro y autenticación. Los modos de operación son: Modo punto a punto, multipunto a multipunto, punto a multipunto.

### AP 1000 Access Point.

El AP1000 es un punto de acceso remoto para usuarios comunitarios, su función es similar a la de un hub, posee una interfase ethernet y dos slots PCMCIA para albergar las tarjetas inalámbricas. Su apariencia es similar a la de un COR1100 y permite manejar varios clientes simultáneos.



**Figura 11.** Diagrama de bloque del AP-1000 en modo routing.

El equipo tiene las siguientes características:

Hardware:

- Procesador 486 – DX 266MHz

- Memoria 4 MB
- 256 KB Flash ROM.
- Ethernet LAN: 10 Base-T (UTP), 10 Base2 (Ethernet)
- Dos slots PCMCIA para albergar las tarjetas inalámbricas.

Software: Asignar una MAC transparente al Bridge. Protocolo de red independiente.

### **2.7.1.3.- Equipos Terminales o Punto a Punto. (2.4 Ghz.)**

El OR500 es un router inalámbrico usado en el extremo del cliente para conectarse a un COR1100 en una configuración punto a multipunto. También se lo puede usar junto a otro OR500 para hacer enlaces punto a punto. Posee una interfase ethernet y un slot PCMCIA para albergar una tarjeta inalámbrica.

Para los clientes comunitarios se utiliza un adaptador PCI en el que se inserta la tarjeta inalámbrica. Cada OR espera la recepción de los datos enviados por el COR. Los datos de los usuarios están guardados en la memoria esperando la señal.

### **Comunicación usando la pila OSI.**

Programa de aplicación de operación de sistema. Correo Electrónico.

**Capa física:** Conexión de hardware.- Niveles de voltaje, frecuencia, codificación y modulación de datos. DSSS, QPSK, CCK.

**Capa MAC:** Enlace LAN.- Dirección del hardware para filtrar los datos fuera de la red compartida MAC address, Ethernet.

**Capa LLC:** Administración de red.- interfase entre la operación del sistema y el NIC.

Wvlan47.sys.

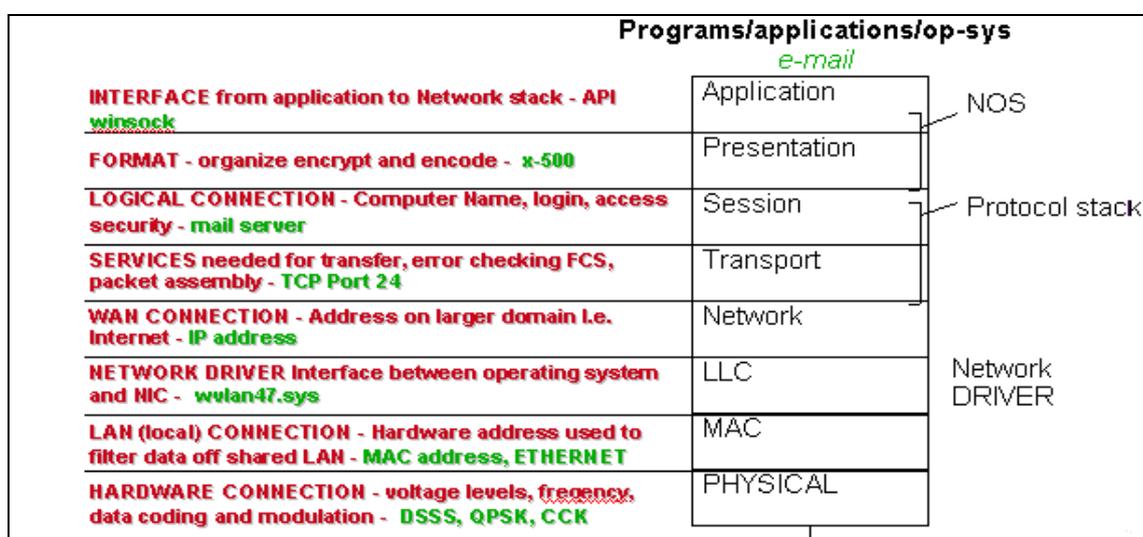
**Capa Red:** Conexión wan.- Diríjase en dominio más grande. Internet IP address.

**Capa de transporte:** Servicios.- Necesidad de ser transferidos, chequeo de errores FCS, ensamblador de paquetes. TCP Port 24.

**Capa de Sesión:** Enlace lógico.- Nombre de la computadora, login, seguridad de acceso. Servidor de correo.

**Capa de presentación:** Formato.- Organización encriptación y en codificación. X-500.

**Capa de aplicación:** Interfase de aplicación hacia la red. Pila API winsock



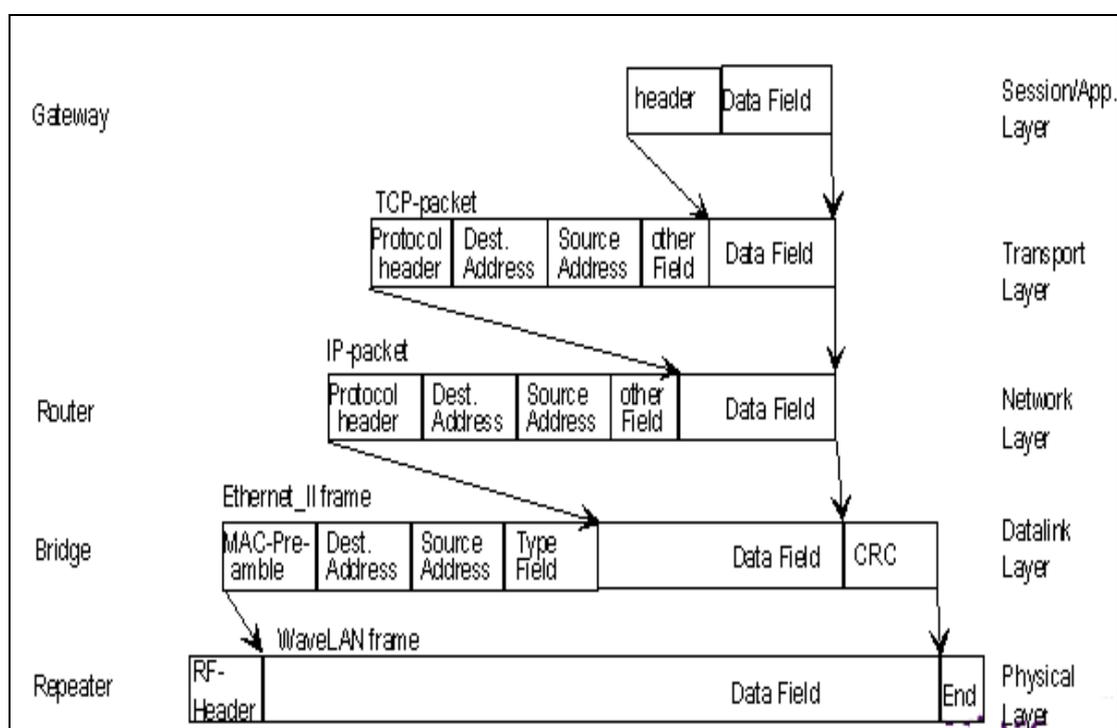
**Figura 12.** Comunicación usando la pila OSI.

En la capa de Sesión está compuesta por el campo de cabecera y datos, la información se maneja a nivel Gateway.

En la capa de transporte se encuentra el paquete TCP, el que está conformado por: el protocolo de cabecera, dirección de destino, dirección fuente y un campo adicional. Igualmente está conformada la capa de red donde se encuentra el paquete IP, el mismo que se maneja a nivel router.

En la capa de enlace se encuentra la trama Ethernet, donde tiene como preámbulo la dirección MAC, útil para la comunicación entre equipos bridge. También se adiciona el campo CRC, que se encarga de la corrección de errores.

En la capa física se encuentra la trama wave LAN, la que cuenta con una cabecera RF y el campo de datos. La información se maneja a nivel de repetidoras.



**Figura 13.** Tramas y Paquetes.

### **2.7.2.- Equipos que trabajan en la banda 5.8 Ghz.**

Los equipos tienen velocidades desde 20 hasta 60 Mbps. Cada estación base utiliza Time División Dúplex (TDD) para optimizar la red. El ancho de banda es configurable para tener un throughput deseado.

El ancho de banda utilizada en la frecuencia 5.8 Ghz es (5.725-5.825 Ghz). La conexión de alta capacidad elimina el congestionamiento en el tráfico. La interfase 100 BaseT Ethernet proporciona conexión directa a computadoras, switches, routers.

#### **2.7.2.1.- Equipos multipunto.**

Un sistema se compone de una a seis Unidades de Estación Base (BSU), lo que se transforma en una célula cuando hay comunicación entre cada Estación Base con su Estación Subscriptora asociadas (SUs).

Los equipos tienen la capacidad de enviar tráfico IP entre la estación base y las múltiples subscriptoras.

Utilizando la red TCP/IP pueden establecer comunicación entre edificios, campus VPN (Red Privada Virtual), estableciendo una conexión de alta velocidad entre ISP (Proveedores del Servicio de Internet) y los Clientes.

Cuando se habla de una red punto-multipunto debe tomarse en cuenta que la estación base y la subscriptora forman una transmisión integrada y un medio de switcheo con puertos físicos que son las interfases a los dispositivos del usuario terminal.

### **Tsunami Multipoint Base Station Unit (BSU)**



**Figura 14.** Tsunami Unidad Base Multipunto.

El Tsunami es un router inalámbrico que trabaja en la banda 5.8 Ghz, posee una interfaz ethernet.

Soporta hasta 2048 clientes con un throughput de 20 Mbits/s. El equipo se configura en modo Bridging o Routing, es de fácil instalación siendo una solución ideal para:

- 1.- Establecer una conexión de alta velocidad entre el proveedor de internet y el usuario.
- 2.- Organizaciones que requieren una conexión WAN de alta capacidad entre múltiples lugares.
- 3.- Proveedores de servicio que buscan una red redundante para situaciones críticas.
- 4.- Utiliza Time División Duplex (TDD) para mejorar la eficiencia de la red.
- 5.- Se puede configurar el ancho de banda de subida y bajada para optimizar la velocidad de transmisión deseada.

6.- Cuatro estaciones base tienen una cobertura de 360 grados.

### **Configuración de la estación base.**

El sistema Tsunami MP está diseñado para operar en exteriores sobre considerables distancias. El equipo es susceptible a los efectos de múltiples caminos, cuando es usado internamente con distancias cortas. Para minimizar el fenómeno multi-camino, la estación base debería ser configurada con bajo nivel de potencia en transmisión (6 dBm) y la más fiable técnica de modulación (20Mbps).

Para verificar que el equipo no tiene problemas, hay que ejecutar los siguientes pasos para configurar la estación base previo a la instalación.

- 1.- En la computadora que tiene el software de la estación base, cambiar la dirección IP a 192.168.20.10 con máscara 255.255.255.0. Con la transición se logra que la computadora y la estación base pertenezcan a la misma red, y se puedan comunicar. La dirección IP por default del BSU es 192.168.20.253.
- 2.- Ejecute el software del BSU. En la ventana de inicio seleccione <Programas>Software de Configuración de la estación base.
- 3.- Para observar la configuración, se ingresa el comando **dspsconf**.
- 4.- Con el parámetro <IP address> se ingresa la nueva dirección. Para designar una máscara se ingresa el parámetro <subnet mask>. El parámetro <gateway address> determina la puerta de enlace de red.

- 5.- El parámetro <Terminal ID> es un número entre 1 y 2048. Cada unidad base y unidad subscriptora deben tener el mismo Terminal ID.
- 6.- Para sincronizar el reloj con la otra estación base se asigna framesync 1.
- 7.- Una vez instalada la unidad subscriptora se la asegura con el parámetro range security 1.
- 8.- Para obtener una velocidad de datos de 20 Mbps se ingresa el parámetro modulación 3.
- 9.- Ingresar txPowerLevel 6, para que el equipo transmita con 6 dBm. La máxima potencia es de 17 dBm.
- 10.- Para configurar en modo Bridge se ingresa routing mode 1.
- 11.-Ingresando <MAC address><Terminal ID>, se agrega la primera unidad subscriptora a la base de datos de la estación base.
- 12.- Configure los siguientes parámetros de la estación subscriptora:
  - Para asignar una dirección IP se ingresa <Terminal ID><IP address>.
  - Ingresar <Terminal ID><subnet mask>, parámetro que asigna una máscara de subred. Proxim recomienda no utilizar una máscara del tamaño 255.255.248.0.
  - Para determinar la puerta de enlace se ingresa <Terminal ID><gateway address>.

13.- Repetir los pasos 11 y 12 para cada estación subscriptora que se adiciona al sistema multipunto.

14.- Ingresar dspSU, lo que permite visualizar la lista de estaciones subscriptoras que se encuentran en la estación base.



**Figura 15.** Tsunami Suscriber.

Los suscribers son los equipos terminales usados para conectarse al Tsunami Multipoint Base Station Unit, los que deben tener su MAC address registrado en el SU para poder ingresar a la red, posee un puerto ethernet y trabajan con la misma tasa de transferencia que el BSU, es decir 20 Mbits/s.

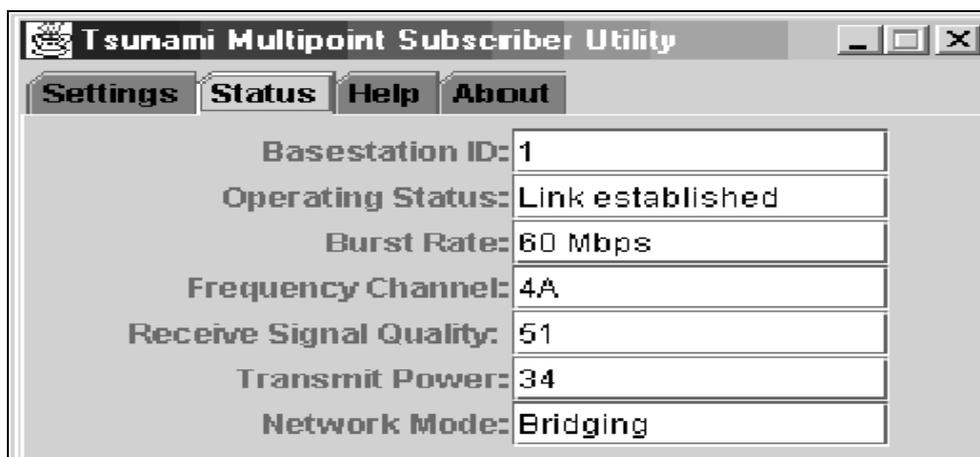
#### **Información del estado del enlace.**

La pantalla de Status muestra información sobre la comunicación entre BSU y SU.

**Base station ID:** muestra el ID asignado al BSU con la que se comunica con el SU.

**Link Status:** cuando el enlace entre BSU y SU cambia, el siguiente mensaje de status aparece en el campo asignado.

**Burst Rate:** expone la modulación actual.



**Figura 16.** Configuración RF de la unidad remota.

**Searching for Outbound:** SU busca una señal de salida.

**Inbound fine sync:** detecta una señal de salida y la SU intenta sincronizarla.

**Link established:** indica el enlace establecido entre la estación base (BSU) y la estación local (SU).

**Frequency Channel:** representa el plan de frecuencia.

**Receive Signal Quality (dBm):** indica la calidad de señal recibida (dBm). Una señal de  $-80$  dBm es de calidad aceptable.

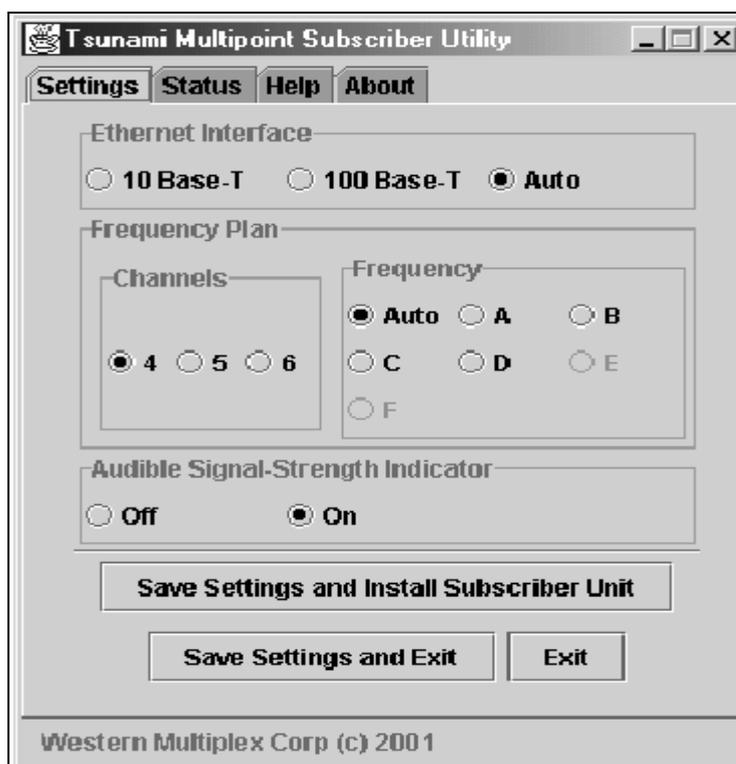
**Transmitter Power:** potencia de transmisión ( $-30$  +36).

**Network Mode:** exhibe la función actual: bridging, VPN, IP Routing.

#### **Apuntando la estación subscriptora.**

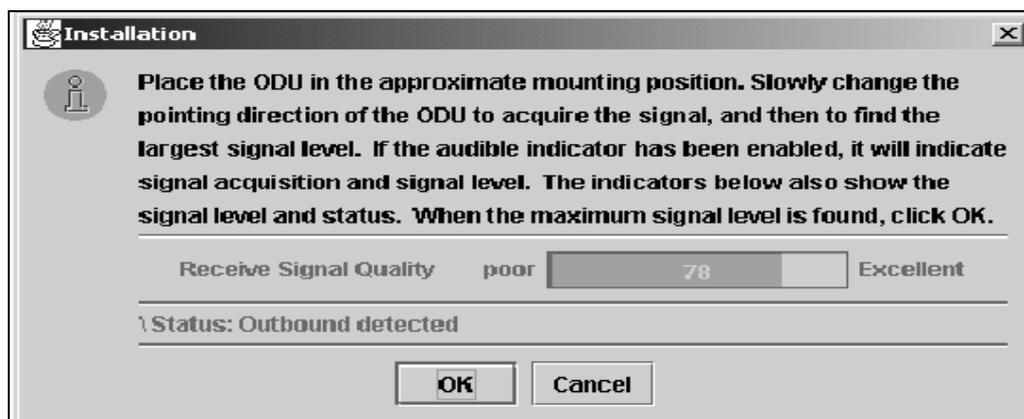
- 1.- Ejecute la utilidad del subscriptor.
- 2.- Habilitar el indicador audible de señal fuerte.
- 3.- Grabar los parámetros ingresados en la utilidad del subscriptor e instalar la herramienta de apuntamiento.

- 4.- Lentamente ajuste la posición de la unidad subscriptora hasta tener la máxima señal de recepción.



**Figura 17.** Configuración del plan de frecuencia

- La unidad emitirá un sonido cuando detecte la señal de la estación base. El sonido incrementará de frecuencia a medida que aumente la señal de recepción.
  - Con la ayuda del programa se visualiza en pantalla un reporte de la señal.
- 5.- Luego de encontrar el máximo de la señal se da un clic en ok.
- 6.- Una vez que salimos del programa, aparecerá una notificación una vez que la unidad subscriptora se une a la red con éxito.



**Figura 18.** Indicador de calidad de enlace.

### **Monitoreo de la estación base.**

Para monitorear la estación base ingreso el siguiente comando.

BSUlog (Terminal ID)<time> donde <Terminal ID>es de la unidad subscriptora a ser monitoreada y <time> especifica el polling (segundos).

### **2.7.2.2.- Equipos Punto a Punto. (5.8 Ghz.)**

El Quick Bridge es como su nombre lo indica un bridge que se lo utiliza en una configuración punto a punto. La tasa de transferencia del equipo es de 18 Mbits/s (throughput), posee una interfase ethernet.

La antena del equipo viene integrada, por lo que la instalación del mismo es mucho más sencilla.

El Tsunami Quick Bridge es un equipo inalámbrico punto a punto que ofrece alta capacidad para la transmisión de paquetes IP, tiene una interfase ethernet.

Los componentes del producto consisten en una radio y un adaptador de poder. El equipo puede ser conectado a un switch, hub de la red, o directamente a una computadora.

### **Interferencia.**

Parte del diseño es evitar las interferencias, las que pueden ser causadas por efectos externos del sistema. Una buena planificación de frecuencias puede superar la mayoría de las interferencias.

### **Interferencia del co-canal y canal adyacente.**

Interferencia co-canal resulta cuando otro enlace RF está usando el mismo canal de frecuencia. Interferencia de canal Adyacente resulta cuando otro enlace RF usa un canal de frecuencia próximo. En la elección del sitio, el uso del analizador de espectro determina la causa del problema.

### **Instalación de software.**

El Tsunami QuickBridge incluye software de configuración (el Tsunami QuickBridge Administrador) que proporciona arreglo básico y las capacidades de operación.

### **Requerimientos del sistema.**

Los mínimos de requerimientos para la instalación y ejecución del administrador del Tsunami Quickbridge son:

- 50 MB de espacio libre en el disco duro.
- 64 MB RAM.

- Procesador de 400 MHz
- Interfase de red 10/100 Base-T.

### **Establecimiento de conexión.**

En la ventana de Conexión, en la opción Discover Radio(s) programa de administración descubrirá las radios locales y mostrará sus respectivas IP.

Otras radios localizadas en otra parte de su red son alcanzadas, pero sólo aquéllos conectados directamente se descubren automáticamente por el Administrador.

Si la unidad está configurada como master, la dirección IP asignada por default es 192.168.20.56, mientras que para un slave es 192.168.20.51.

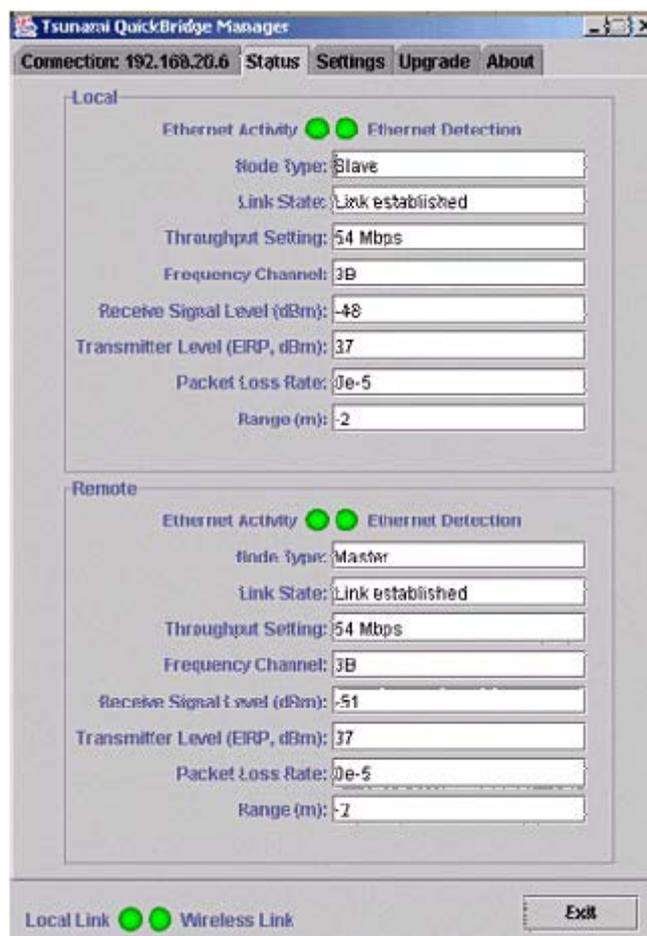
### **Revisando el status de la unidad Master**

El estado del enlace se revisa en la ventana de status, donde la unidad local detecta a la remota y establece el enlace.

Un led local de color verde indica que existe comunicación entre la PC y la radio local, otro led señala la comunicación inalámbrica ha sido establecida.

Configurando la remota como esclavo, la radio master indica el throughput, timing y todos los parámetros de sincronización para establecer el enlace.

**Local box:** cuando el enlace no ha sido establecido a la unidad remota, se visualiza señales incorrectas como bajo nivel de señal recibida, paquetes perdidos. Después de que el enlace ha sido reestablecido, el estado correcto es reportado.



**Figura 19.** Software para revisar el status del enlace.

**Remote box:** cuando no hay enlace, el estatus remoto es de color gris. El color verde de wireless indica que el enlace entre dos radios ha sido establecido.

### **Cambios en la configuración.**

Pasos para realizar cambios en la configuración de la radio:

- 1.- Iniciar el programa administrador del Quickbridge en la computadora que está conectada a la radio.
- 2.-.Ingresar el Login desde la lista de radios habilitadas.

- 3.- En la opción settings permite cambiar los parámetros de frecuencia, seguridad y el tipo de nodo.
- 4.- Seleccionar los parámetros que desea definir en la radio una reasignación de: la dirección IP, la frecuencia, la seguridad ID, la tasa de transferencia y el alineamiento de las antenas usando parámetros del administrador.
- 5.- Grabar los cambios efectuados. Luego de grabar las radios se reinician.

### **Reasignación de la dirección IP.**

La actual dirección IP se muestra en la carpeta etiquetada Radio IP Address. Una vez establecido el enlace de comunicación se puede reasignar la dirección IP de la radio remota. Clase A, B o C de direcciones IP son válidas. Configure la dirección IP de la radio de tal manera que coincida con la subred, donde está conectada la PC.

### **Reasignación de frecuencias.**

La asignación de frecuencias por default son 4A ò 4B, las mismas que pueden ser cambiadas a conveniencia del operador.

Las frecuencias disponibles son:: 3A, 3B, 3C, 4A, 4B, 4C, 4D.

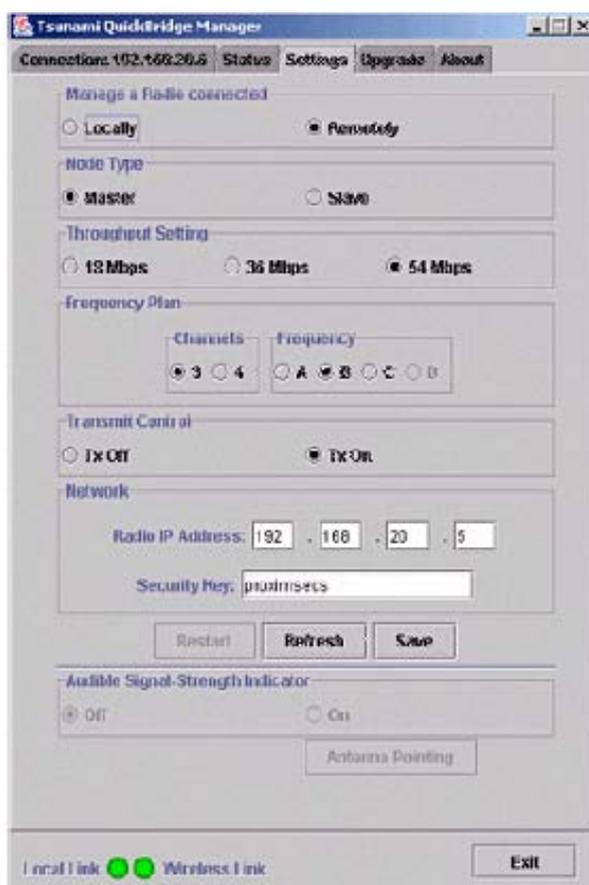
### **Asignación de seguridad ID.**

Hay que ingresar la misma seguridad ID en ambas radios. Primero se debe asignar la seguridad a la radio remota, luego a la local.

La seguridad ID consiste en 16 caracteres alfanuméricos (a-z, A-Z, 0-9). Ejemplo: ABC654321jklm, o Sunnyvale94085, o BaldMountain888. La clave es usada para

autenticar ambas radios lo que les autoriza una comunicación punto a punto.

Las radios que no tengan la misma seguridad ID no podrán comunicarse y consecuentemente no tendrán enlace.



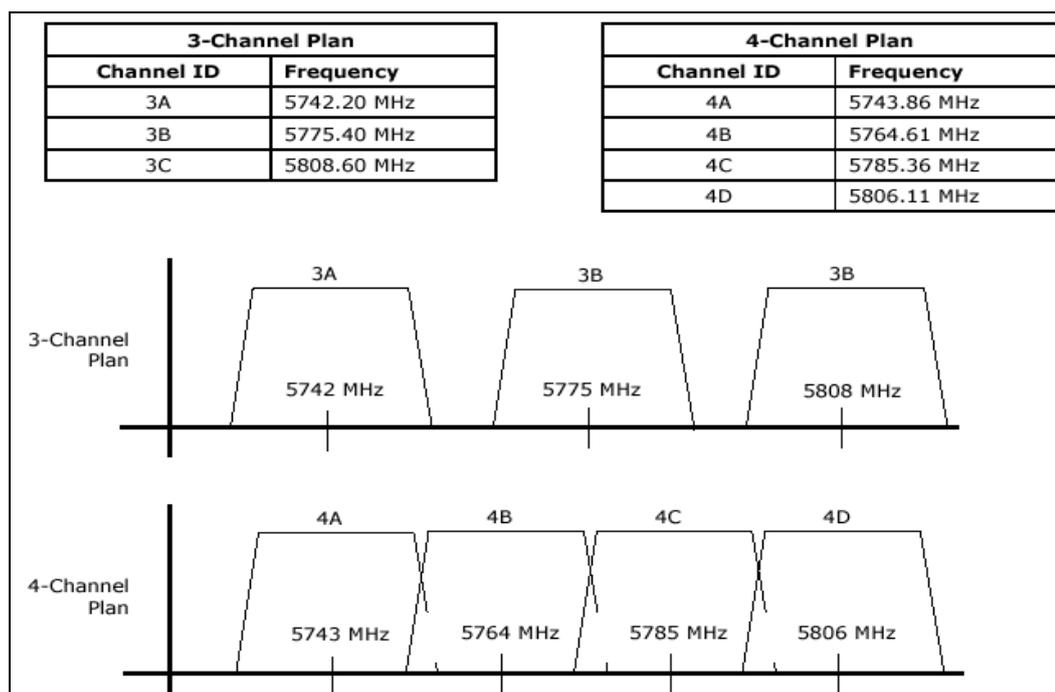
**Figura 20.** Modificación de la configuración.

### **Reasignación de throughput.**

Para la asignación del throughput se tienen las siguientes opciones: 18 Mbps, 36Mbps, o 54 Mbps. Cuando se realiza el cambio para la radio master, la radio slave adopta automáticamente esa configuración.

### Planes de frecuencia disponibles.

El Tsunami Quickbridge ofrece plan 3 y 4 de frecuencias. Cada canal tiene un ancho de 20.75MHz.



**Figura 21.** Plan de frecuencias en equipos de 5.8 Ghz.

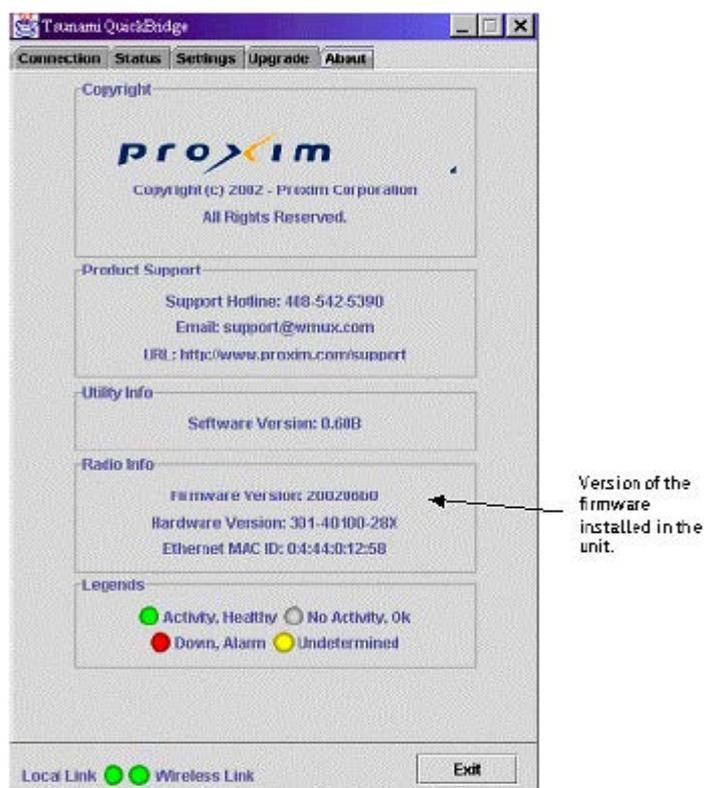
### Alineación de antenas usando el administrador

El administrador del quickbridge posee una herramienta que realiza el proceso de ajuste a través del nivel de recepción. Se realiza una antena a la vez.

### Determinación del hardware y firmware.

Para determinar las incógnitas se da clic en la etiqueta about.

La ventana da información de soporte.



**Figura 22.** Versión del Software

### 2.7.3.- Antenas.

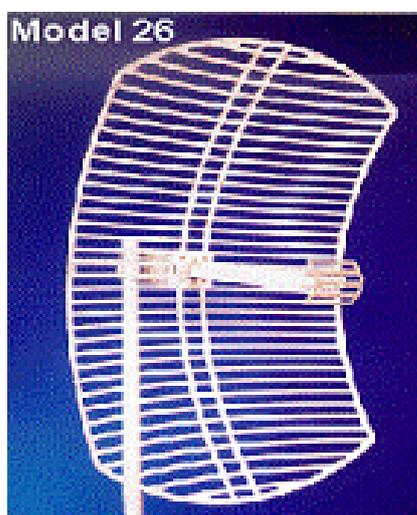
Las nuevas antenas permiten ampliar la potencia, fiabilidad y alcance en la banda de 2.4Ghz.

Dentro de la serie de antenas se incluyen las de tipo direccional y omni-direccional, con el fin de cubrir las más diversas necesidades y entornos de instalación.

Las antenas omni-direccionales son ideales para instalar en una estación base central o punto de acceso para aplicaciones wireless punto-a-multipunto, por ejemplo en interiores o plantas de domicilios particulares u oficinas.

### 2.7.3.1.- Antena direccional grid parabólica.

Las antenas direccionales están diseñadas para cubrir largas distancias, su alcance máximo estimado es de 40 Km. Por ejemplo puede proveer comunicación entre edificios o naves industriales. La ganancia es de 24 dBi con un ángulo de cobertura de 8°. La potencia máxima de entrada es de 100 watts, con dos opciones de polaridad: horizontal o vertical.



**Figura 23.** Antena direccional.

### 2.7.3.2.- Antena Sectorial.

Las antenas sectoriales están diseñadas para cubrir pequeñas distancias, tiene un alcance máximo estimado de 10 Km.

El ángulo de cobertura es de 18°, con una ganancia de 12 dBi. La potencia máxima de entrada es de 100 Watts, con polaridad horizontal.



**Figura 24.** Antena Sectorial.

## **CAPÍTULO 3**

### **DISEÑO DE LA RED.**

#### **3.1.- Red Inicial.**

Para empezar el proyecto se necesitaba cubrir un área que justifique la inversión inicial, por lo que se eligió la parte sur y sur-oeste de nuestra ciudad, donde se encuentra la gran mayoría de cybers en funcionamiento de la ciudad.

Se hicieron las inspecciones necesarias y se determinó los puntos más factibles para la instalación de los multipuntos.

Nodo  $\alpha$ : World Trade Center (W.T.C.).

(Coordenadas S 2° 10.459' W 79° 55.143' y altura 172m).

Dirección: Avenida Francisco de Orellana.

Nodo  $\beta$ : Cyber Falconet.

(Coordenadas S 2° 12.157' W 79° 55.589' y altura 36m).

Dirección: 25 y Garcia Goyena.

Distancia entre nodo  $\alpha$  y nodo  $\beta$  5.37 Km.

Nodo  $\gamma$ : Cyber Enredados.

(Coordenadas S 2° 14.570' W 79° 53.527' y altura 33m).

Dirección: Floresta I.

Distancia 8.84 Km entre nodo W.T.C. y nodo cyber Enredados:

Los estudios de propagación de los dos enlaces se pueden ver en los anexos.

### **3.1.1.- Enlaces punto a punto con equipos en 5.8 Ghz.**

Los enlaces de los nodos: W.T.C., cyber Falconet y cyber Enredados son implementados con equipos que trabajan en la banda 5.8 Ghz con topología punto a punto. La banda seleccionada es más confiable y posee menos ruido debido a que es relativamente menos explotada que la banda 2.4 Ghz. El ancho de banda ofrecido por los equipos (20 Mbps) es ideal para transmitir la cantidad de datos que se necesita, motivo por el que forman parte del backbone.

Para la instalación de los enlaces se necesita:

- Instalación de torre lineal de 21 metros. Es parte de la infraestructura necesaria para la conformación de los clientesos nodos.
- Quick Bridge, equipo de comunicaciones que se usará como parte del backbone. Como su nombre lo indica es un bridge, lo que podría traer problemas en un futuro por congestión sino fuera por que los equipos que están en cada extremo de ellos son routers.
- Cableado eléctrico. Se usará cable concéntrico # 14, los toma corriente deberán ser debidamente polarizados, la barra de cobre instalada para proveer de tierra al sistema y la instalación de un para-rayos en la torre para

complementar la seguridad de los equipos.

- Cableado de datos. El medio de conexión es cable UTP categoría 5. Para la instalación de más equipos, se necesita un switch para la comunicación entre equipos en la misma torre.

### **3.1.2.- Nodos con equipos en 2.4 Ghz.**

Ahora describiremos los equipos y materiales que se necesitarán para conformar los nodos en forma de celda (configuración parecida a la de un sistema celular).

#### **Nodos con equipos COR.**

Para formar las celdas se usaron los equipos COR1100 junto con las antenas sectoriales de 125°.

Para el nodo cyber Falconet se necesita:

- 1 COR 1100.
- 2 Tarjetas Orinoco PCMCIA.
- 2 Pigtails.
- 2 Cables coaxial RG-8 rígido.
- 2 Lighting Protector.
- 1 Switch.
- 2 Antenas sectoriales de 125°.
- 1 Caja para la intemperie.

Para el nodo cyber Enredados se necesita:

- 1 COR1100.
- 1 Tarjeta Orinoco PCMCIA.
- 1 Pigtail.
- 1 Cable coaxial RG-8 rígido.
- 1 Lighting Protector.
- 1 Switch.
- Instalación eléctrica.
- Cables de datos ethernet.
- 1 Antena sectorial de 125°.
- 1 Caja para la intemperie.

En el nodo cyber Enredados sólo se usó una interfase inalámbrica debido a que el área a cubrirse solo requería una antena, sin embargo a medida que se requiera se puede habilitar la interfase. Así mismo en el nodo cyber Falconet no se cubrieron los 360° debido a que no se justificaba el gasto de otro equipo para la cantidad de posibles clientes, sin embargo si en el futuro se llegase a justificar se lo pondría.

#### **Nodo con equipos AP1000.**

Es un plan piloto para las personas que viven en la ciudadela Kennedy Norte.

Para la creación de las celdas se necesita lo siguiente:

- 1 AP1000.
- 1 Tarjeta Orinoco PCMCIA.

- 1 Pigtail.
- 1 Lighting Protector.
- 1 Cable coaxial RG-8 rígido.
- Instalación eléctrica.
- Cable de datos ethernet.
- 1 Antena Sectorial de 125°.
- 1 Switch.
- 1 Caja para la intemperie.

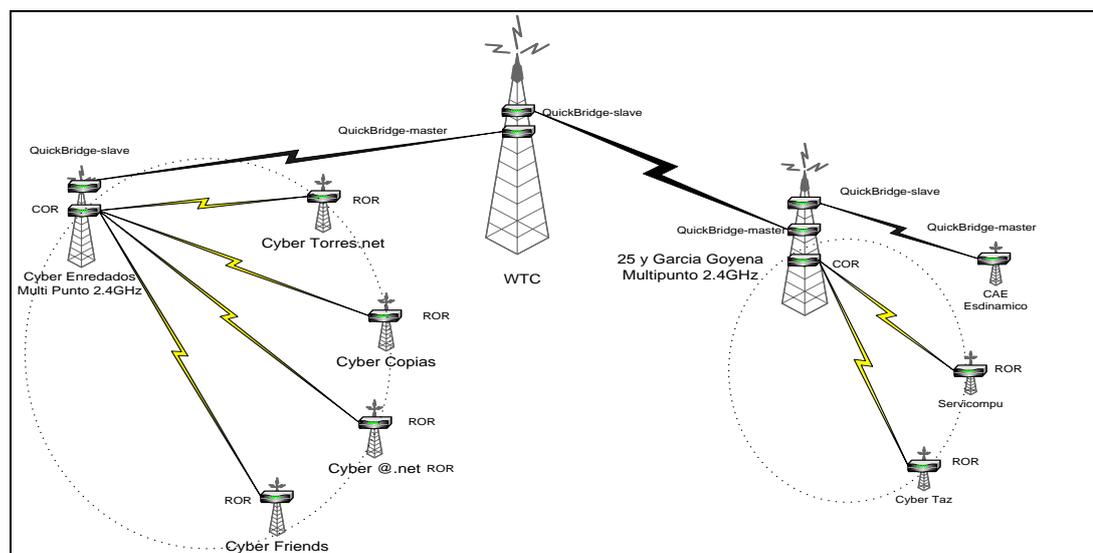
Para el cliente se necesitan los siguientes materiales:

- 1 Adaptador PCI.
- 1 Tarjeta Orinoco PCMCIA.
- 1 Pigtail.
- 1 Adaptador N hembra a N hembra.
- 1 Cable coaxial RG-8 rígido.
- 1 Antena 15 dBi.

En ciertos casos la antena de 15 dBi tendrá que ser reemplazada por una de 24 dBi, debido al ruido de la zona.

### **3.1.3.- Esquema Inicial de la red.**

Para tener una visión general de la red, se presenta un esquema inicial de los nodos instalados.



**Figura 25.** Esquema inicial de la red.

### 3.1.4.- Interconexión con la red existente de Andinanet.

Para la interconexión de nuestra red con la red inicial de Andinanet se usó un router Linux, que también es un servidor de caché.

Los equipos de la red inalámbrica pueden ser configurados como bridge o como routers, se deben usar en forma de router para poder evitar el paso de protocolos no deseados y para hacer más eficiente el uso del canal de interconexión.

Se tiene dos interfases en cada equipo, una debe ser configurada con una dirección pública (ethernet), la otra será configurada con una dirección de la red WAN. Todos los equipos que se conecten a la red deben tener como puerta de enlace predeterminada la dirección WAN de el router Linux, el que se encarga de redirigir todos los paquetes al router principal dentro de Andinanet.

Para hacer más eficiente el uso del canal compartido, en los COR1100 se activo una opción que evita el tráfico entre clientes. Uno de los requisitos que se les exige a los clientes es que tengan una computadora con linux instalado, para que el router linux maneje el tráfico local y también para que las máquinas de la red local no saturen el canal con broadcasts. El único equipo conectado físicamente a la red inalámbrica es el Linux.

Para los usuarios comunitarios también se instaló un router linux con la opción NAT (network address translation), motivo por el que no se les asigna una dirección pública a los usuarios, por lo que deben llegar con una dirección privada al servidor y dependiendo de cuantos usuarios tenga el nodo se le asigna un mayor ancho de banda.

### **3.2.- Crecimiento de la Red.**

Una vez instaladas las celdas comenzamos a crecer y lastimosamente no todos los clientes se podían conectar a los equipos instalados, se requería más cobertura.

Por lo tanto se tuvieron que instalar repetidoras con enlaces punto a punto, normalmente en la banda 2.4 Ghz.

#### **3.2.1.- Repetidoras.**

Se instalaron repetidoras en varios puntos, en el nodo 25 y García Goyena, en Cerro Azul el que se convertiría en el cuarto nodo, en expoplaza y en epsilum.

### **3.2.2.- Enlaces punto a punto en 2.4 Ghz.**

Debido principalmente a la falta de equipos en la banda 5.8 Ghz se procedió a realizar los enlaces de repetición con equipos que operan en la banda 2.4 Ghz.

Se instalaron los siguientes enlaces:

1. Nodo cyber Falconet al nodo Cerro Azul.
2. Nodo W.T.C. a Expoplaza.
3. Expoplaza a Epsilum.

1. Para el enlace nodo cyber Falconet a Cerro Azul los materiales a usarse son:

- 1 ROR 1100.
- 1 Tarjeta Orinoco PCMCIA.
- 1 Pigtail.
- 1 OR5000 (ROR con una interfase, incluye tarjeta y pigtail).
- 2 Antenas semi-parabólicas grilladas de 24 dBi.
- 1 Switch.
- Instalación eléctrica.
- Cable de datos ethernet.
- 1 Brazo metálico.
- 1 Caja para intemperie.

2. Enlace Nodo W.T.C. a Expoplaza.

- 1 ROR 1100.
- 1 Tarjeta Orinoco PCMCIA.

- 1 Pigtail.
  - 1 OR5000 (ROR con una interfase, incluye tarjeta y pigtail).
  - 2 Antenas semi-parabólicas grilladas de 24 dBi.
  - 1 Switch.
  - Instalación eléctrica.
  - Cable de datos ethernet.
  - 1 Caja para intemperie.
3. Enlace Expoplaza a Epsilum.
- 1 Tarjeta orinoco PCMCIA (será colocada en el ROR 1100 antes instalado en Expoplaza).
  - 1 Pigtail.
  - 1 OR5000 (ROR con una interfase, incluye tarjeta y pigtail).
  - 2 Antenas semi-parabólicas grilladas de 24 dBi.
  - 1 Switch.
  - Instalación eléctrica.
  - Cable de datos ethernet.
  - 1 Caja para intemperie.

### **3.3.- Red Secundaria en 5.8 GHz.**

Hasta ahora casi todos los enlaces han sido hechos en la banda de 2.4 GHz. Sin embargo, por el ruido debe cambiar. La popularidad de los equipos tipo espectro

ensanchado ha aumentado debido a su bajo costo, su facilidad de instalación y las características que los equipos presentan.

El espectro en la banda 2.4 GHz está cada vez más saturado, la cantidad de enlaces en un mismo nodo hace que el ruido aumente para todos los equipos. En la actualidad realizar enlaces de buena calidad en esa banda se hace cada vez más difícil.

La dificultad de encontrar frecuencias libres en la banda 2.4 Ghz, impone la decisión de crecer en la banda 5.8 Ghz y nuevamente realizar estudios para la colocación de los nodos.

### **3.3.1.- Infraestructura necesaria para la red.**

Los equipos que usamos para la nueva red tienen una particularidad, no permite el tráfico entre clientes de un mismo multipunto, están diseñados para ser instalados en un nodo principal.

La idea de instalar una red secundaria que trabaje en una banda distinta a la 2.4 Ghz es también aumentar la cobertura, por lo tanto si se instala en los nodos existentes sería un desperdicio de equipos.

Se buscó otro sitio para su colocación, debido a que la conexión entre el nuevo nodo y el nodo cyber Falconet sería por medio de un cliente, se necesitó de un router para la transmisión de los paquetes hacia los clientes. El sitio elegido para la instalación fue el Cerro de Bellavista, con su ubicación tiene línea de vista clara para la mayor

parte de la ciudad, se instalaron tres equipos multipunto. Adicionalmente se instaló en Cerro Azul un equipo multipunto.

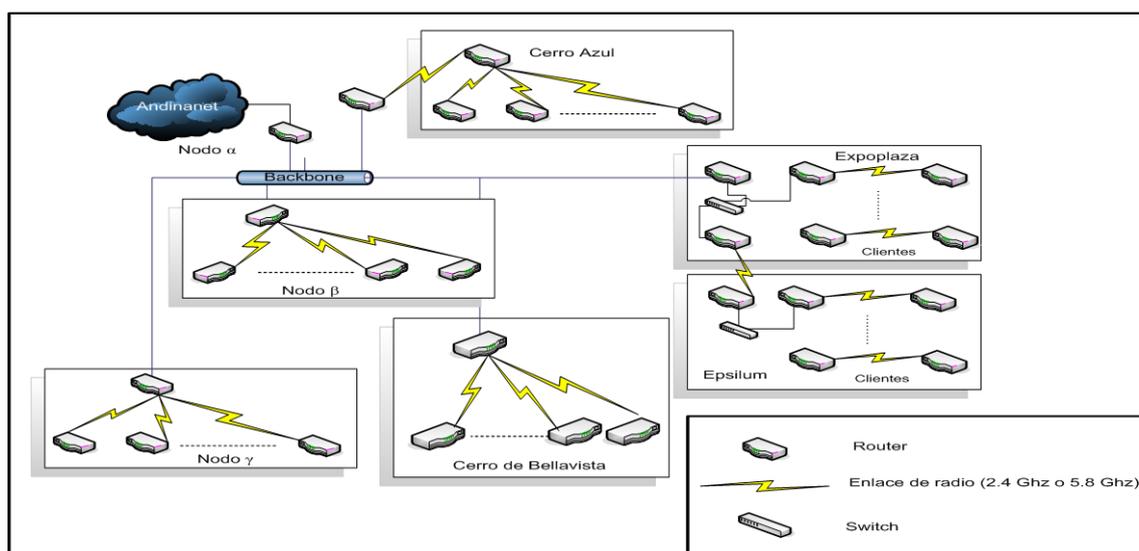
El Mapa digital con la ubicación y el área de cobertura se incluye en el anexo c.

### 3.3.2.- Área de cobertura.

Con el nodo del Cerro de Bellavista se cubrieron las siguientes áreas: ciudadelas Alborada (todas las etapas), centro de la ciudad, FAE, parte del sur de la ciudad, entre otras. Con el nodo Cerro Azul se cubrió parte de la vía a Daule y Mapasingue.

### 3.3.3.- Esquema final de la red.

La red final tiene mayor cobertura, con la ubicación estratégica de los nodos.

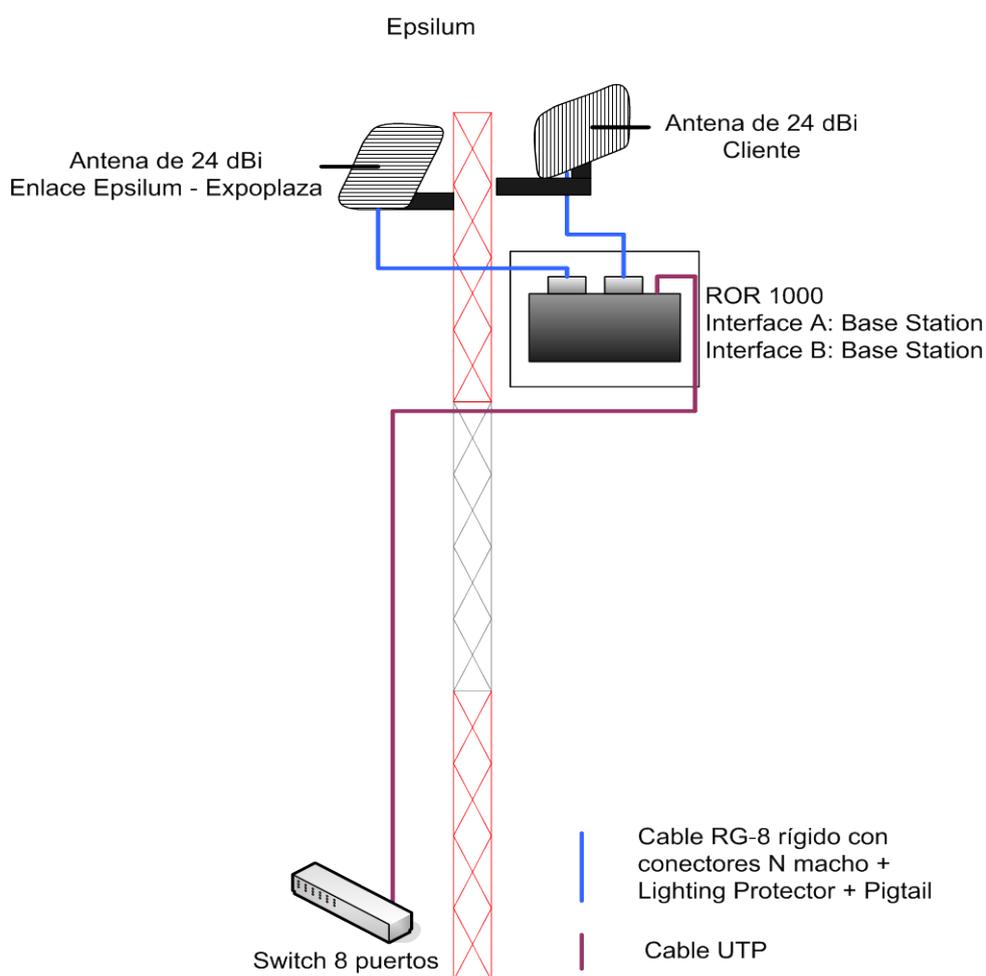


**Figura 26.** Esquema final de la red.

### 3.3.4 Diseño de la red.

Una vez presentado el esquema de red se tiene una visión general del proyecto. Para entender el diseño más a fondo se hace una presentación individual de cada nodo, donde se utiliza la herramienta visio 2003.

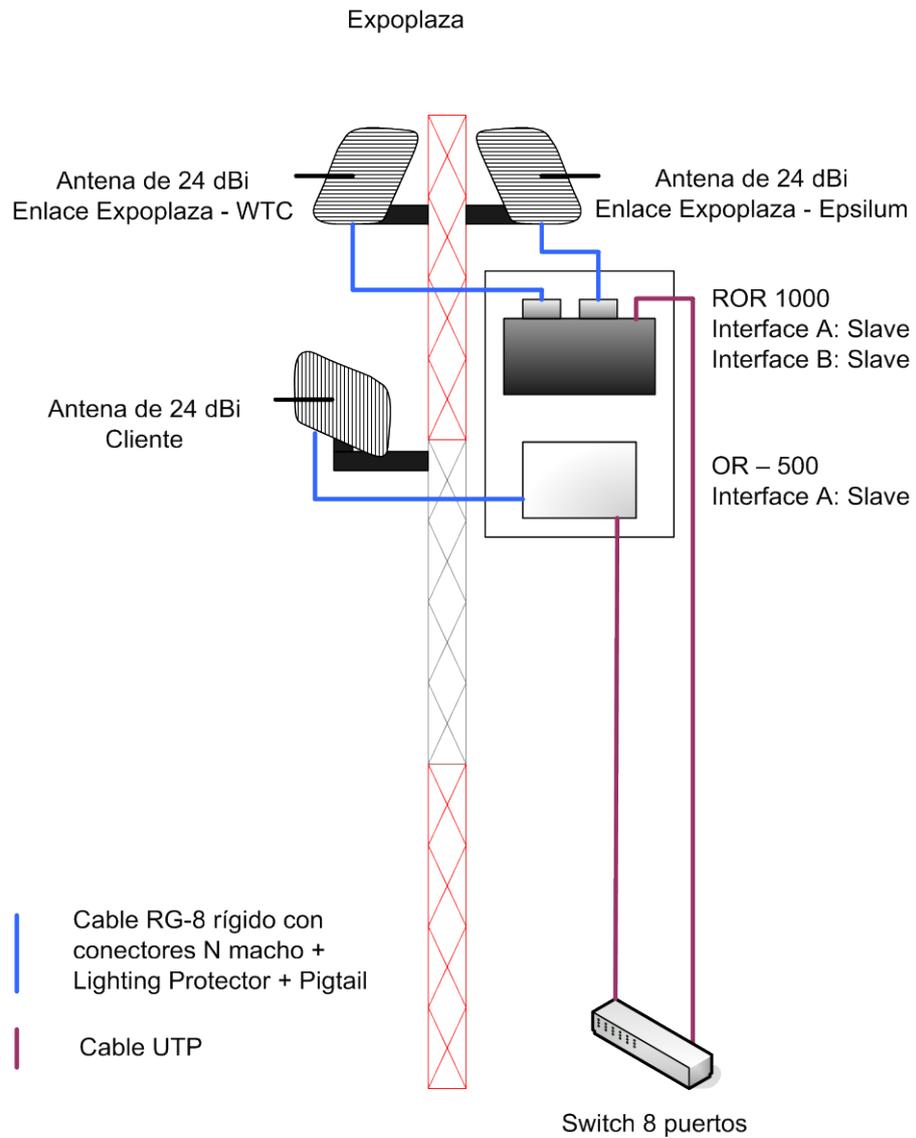
#### Nodo Epsilon



Todos los equipos instalados se encuentran debidamente protegidos por cajas para intemperie. Cada caja tiene su alimentación de 110 V. El sistema está protegido por un UPS tipo on-line de 1kVA. El switch está instalado en un cuarto de equipos debidamente ambientado. Los cables están protegidos por tuberías tipo MT de ¾". La torre tiene instalado un para-rayos y una balistra, además está debidamente conectada a tierra.

**Figura 27.** Diseño del Nodo Epsilon

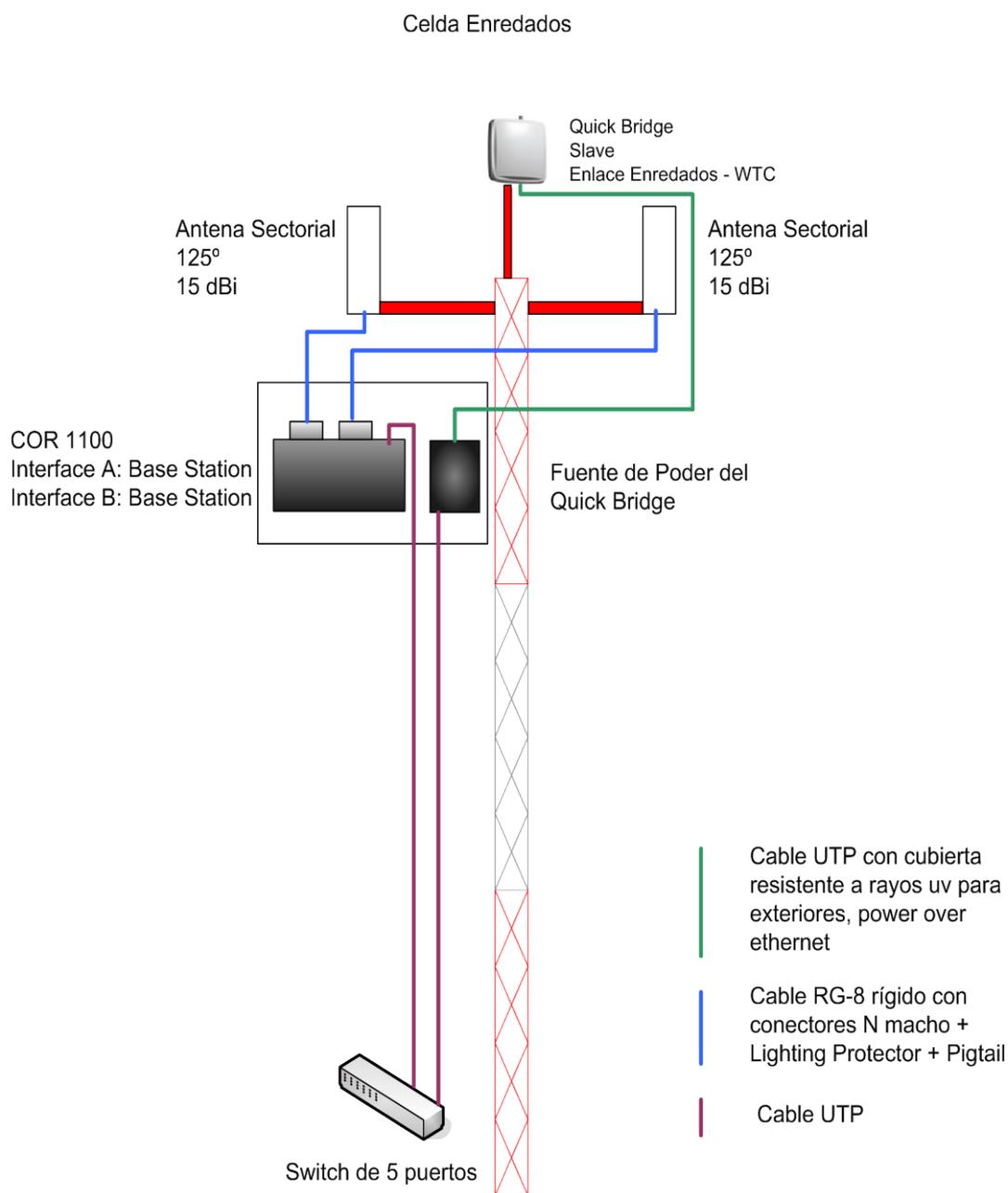
## Nodo expoplaza.



Todos los equipos instalados se encuentran debidamente protegidos por cajas para intemperie. Cada caja tiene su alimentación de 110 V. El sistema está protegido por un UPS tipo on-line de 1kVA. El switch está instalado en un cuarto de equipos debidamente ambientado. Los cables están protegidos por tuberías tipo MT de 3/4". La torre tiene instalado un para-rayos y una balistra, además está debidamente conectada a tierra.

**Figura 28.** Diseño del nodo Expoplaza

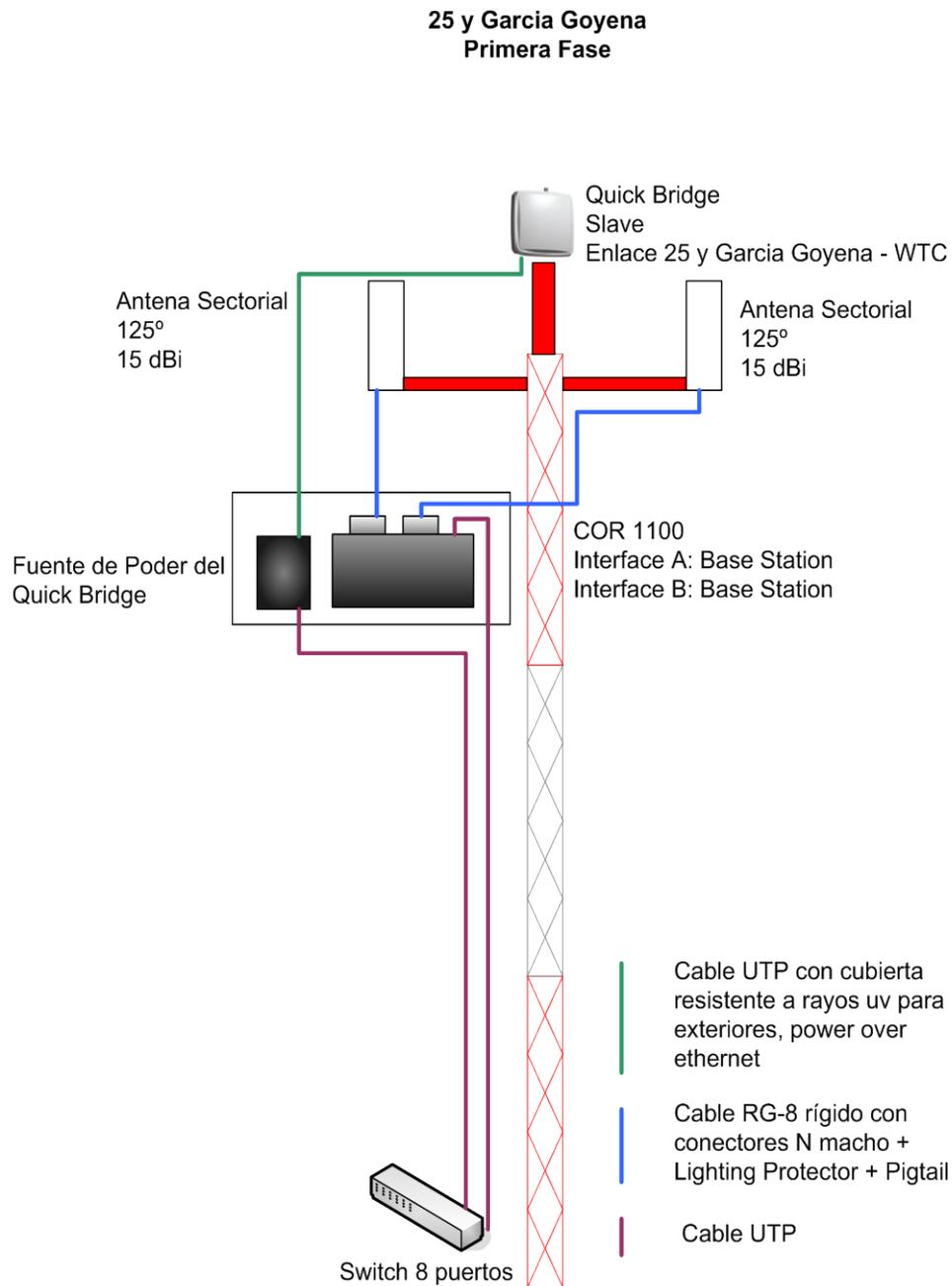
## Nodo Cyber Enredados.



Todos los equipos instalados se encuentran debidamente protegidos por cajas para intemperie. Cada caja tiene su alimentación de 110 V. El sistema está protegido por un UPS tipo on-line de 1kVA. El switch está instalado en un cuarto de equipos debidamente ambientado. Los cables están protegidos por tuberías tipo MT de  $\frac{3}{4}$ ". La torre tiene instalado un para-rayos y una balistra, además está debidamente conectada a tierra.

**Figura 29.** Diseño del nodo Cyber Enredados

Nodo 25 y G.G. 1ra.

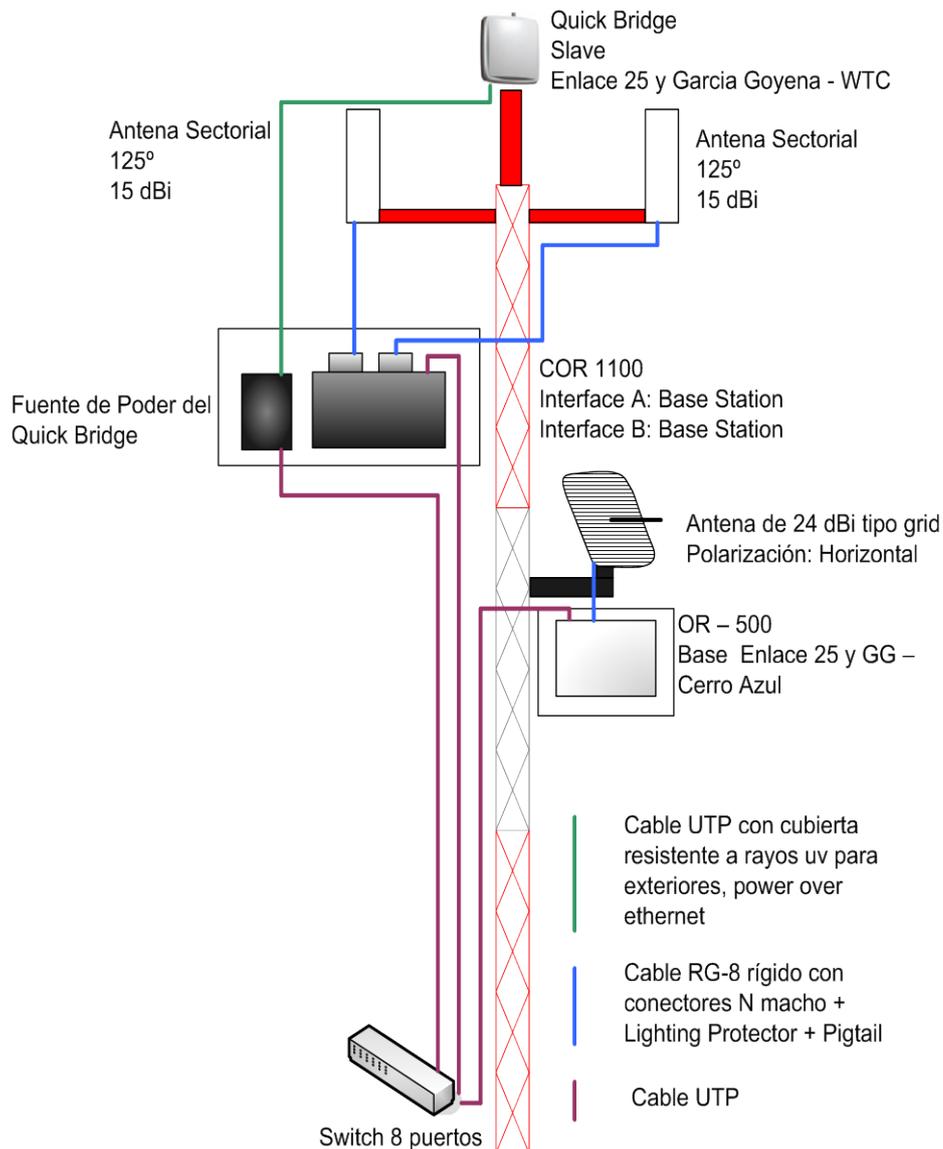


Todos los equipos instalados se encuentran debidamente protegidos por cajas para intemperie. Cada caja tiene su alimentación de 110 V. El sistema está protegido por un UPS tipo on-line de 1kVA. El switch está instalado en un cuarto de equipos debidamente ambientado. Los cables están protegidos por tuberías tipo MT de 3/4". La torre tiene instalado un para-rayos y una balistra, además está debidamente conectada a tierra.

**Figura 30.** Diseño del nodo 25 y Garcia Goyena 1ra Fase

Nodo 25 y G.G. 2da.

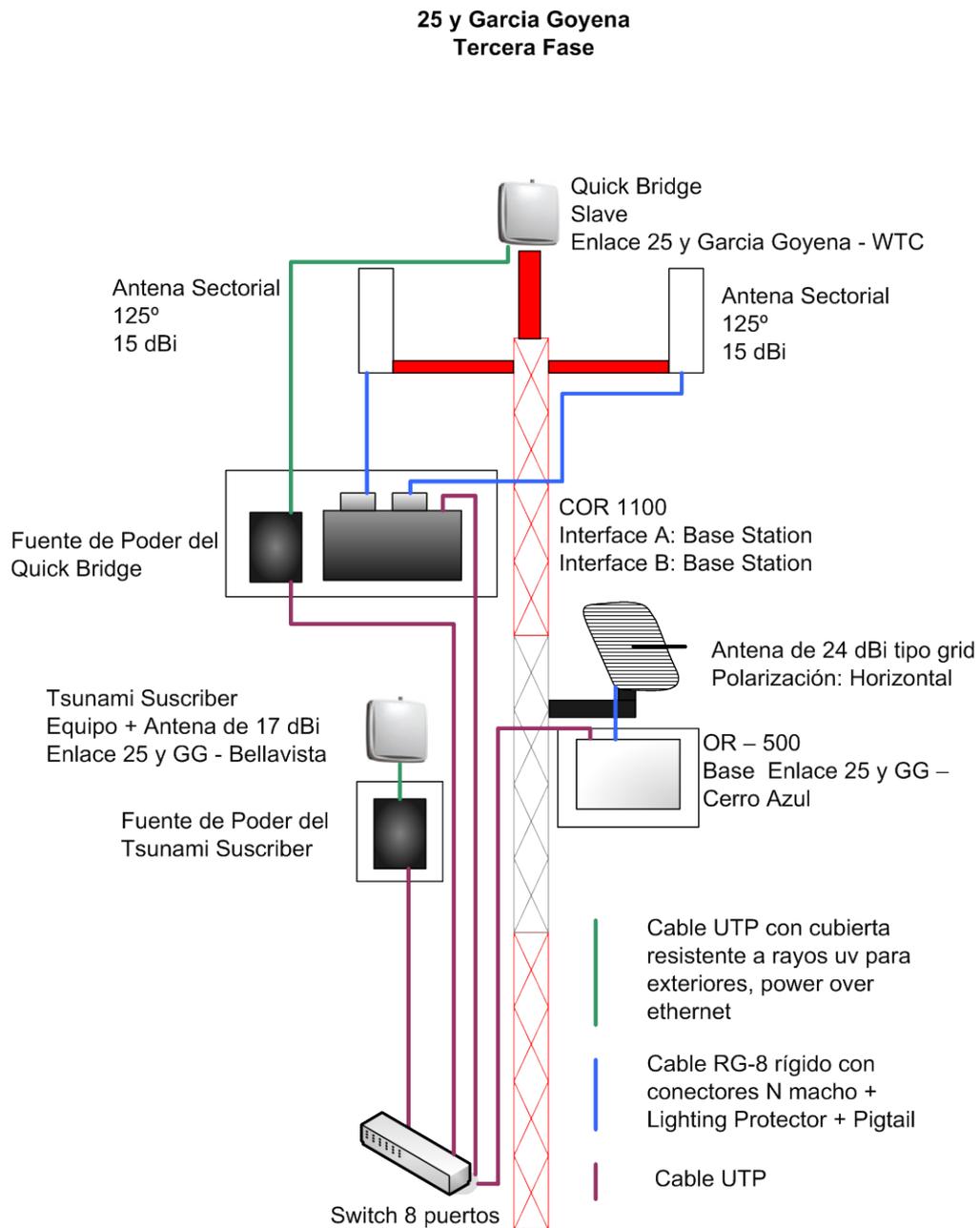
**25 y Garcia Goyena  
Segunda Fase**



Todos los equipos instalados se encuentran debidamente protegidos por cajas para intemperie. Cada caja tiene su alimentación de 110 V. El sistema está protegido por un UPS tipo on-line de 1kVA. El switch está instalado en un cuarto de equipos debidamente ambientado. Los cables están protegidos por tuberías tipo MT de  $\frac{3}{4}$ ". La torre tiene instalado un para-rayos y una balistra, además está debidamente conectada a tierra.

**Figura 31.** Diseño del nodo 25 y Garcia Goyena 2da fase.

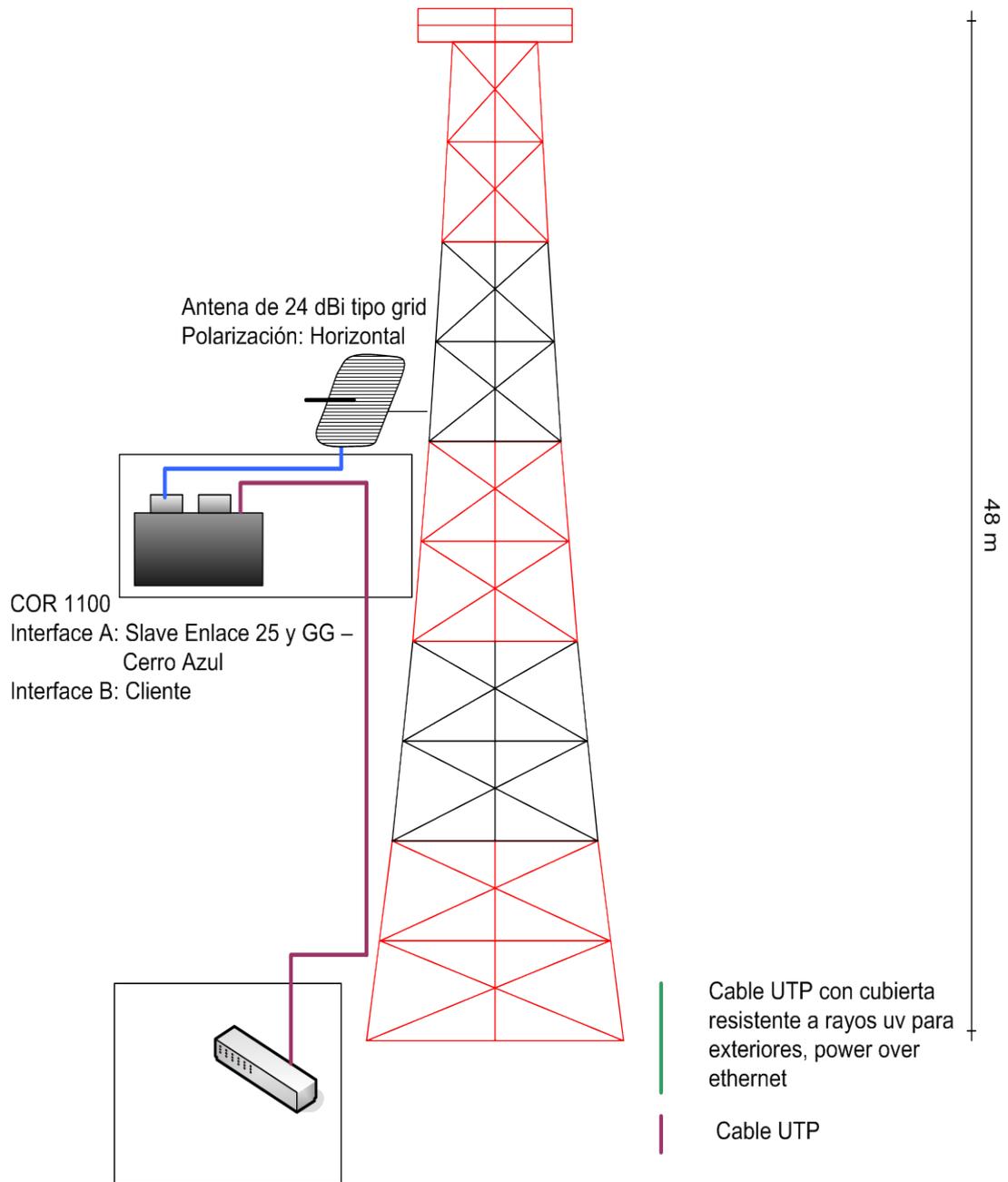
Nodo 25 y G.G. 3ra.



Todos los equipos instalados se encuentran debidamente protegidos por cajas para intemperie. Cada caja tiene su alimentación de 110 V. El sistema está protegido por un UPS tipo on-line de 1kVA. El switch está instalado en un cuarto de equipos debidamente ambientado. Los cables están protegidos por tuberías tipo MT de 3/4". La torre tiene instalado un para-rayos y una balistra, además está debidamente conectada a tierra.

**Figura 32.** Diseño del nodo 25 y Garcia Goyena 3ra fase.

## Nodo Cerro Azul.



Todos los equipos instalados se encuentran debidamente protegidos por cajas para intemperie. Cada caja tiene su alimentación de 110 V. El sistema está protegido por un UPS tipo on-line de 1kVA. El switch está instalado en un cuarto de equipos debidamente ambientado. Los cables están protegidos por tuberías tipo MT de 3/4". La torre tiene instalado un para-rayos y una balistra, además está debidamente conectada a tierra.

**Figura 33.** Diseño del nodo Cerro Azul.



## **CAPÍTULO 4**

### **IMPLEMENTACIÓN DE LA RED.**

La organización de la puesta en funcionamiento, la instalación de los nodos, los problemas que se presentan durante la instalación y las soluciones a los mismos, las fichas de pruebas para asegurar la calidad de los enlaces, están entre los temas que se cubren con detalles en este capítulo.

#### **4.1.- Cronograma de actividades.**

El detalle del cronograma de actividades de todo el proyecto, incluido los estudios de factibilidad, la presentación del proyecto, entre otros, se detalla a continuación. Se puede ver el diagrama de Gantt en el anexo F.

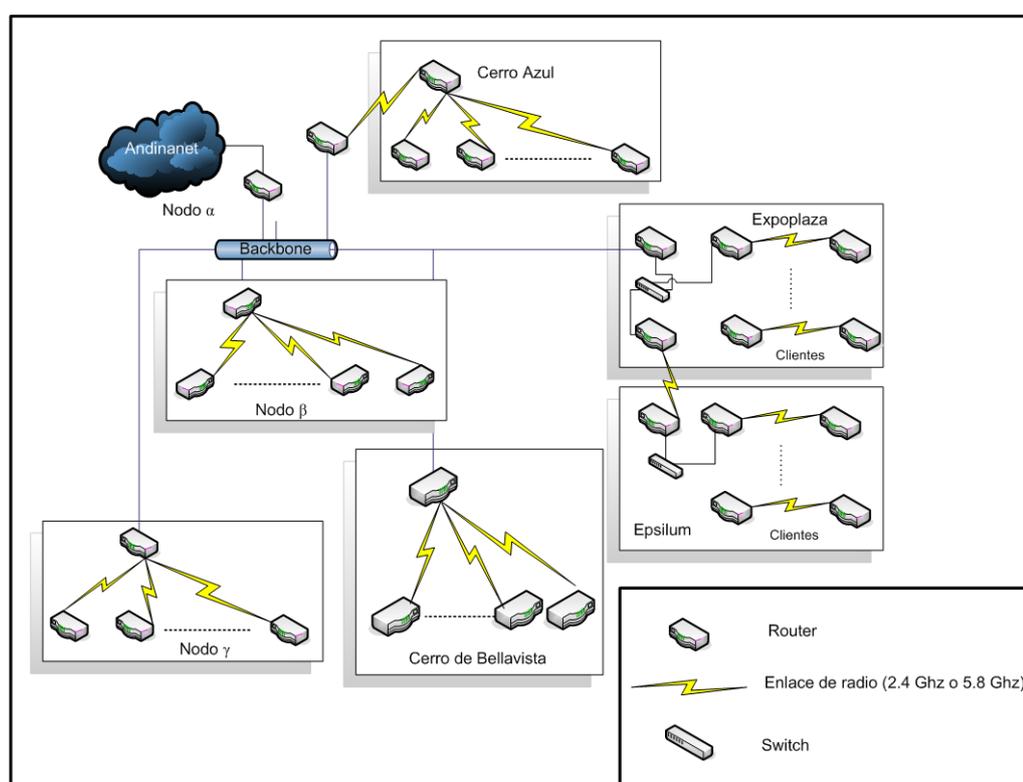
El cronograma original tuvo que ser modificado debido a contratiempos, como por ejemplo: problemas con enlaces de otros clientes, la disponibilidad de equipos y/o materiales, dificultades en la distribución de nuestro mayorista, y hasta factores climáticos. Un poco retrasados con respecto al cronograma original, tuvimos que trabajar horas extras para minimizar el daño de los atrasos, se logró terminar el proyecto con un mínimo retraso. El cronograma final se muestra a continuación.

| <b>Tareas</b>  | <b>Duración</b> | <b>Inicio</b> | <b>Final</b> |
|--|-----------------|---------------|--------------|
| <b>Inicio del Estudio del proyecto</b>                                       | 4 días          | 1/6/2003      | 1/9/2003     |
| Investigación de los posibles equipos a usar                                 | 3 días          | 1/6/2003      | 1/8/2003     |
| Investigación de los posibles sitios a usar y materiales que se necesitarían | 3 días          | 1/6/2003      | 1/8/2003     |
| Análisis Económico del proyecto  | 1 día           | 1/9/2003      | 1/9/2003     |
| <b>Presentación del Proyecto</b>   | 0 días          | 1/9/2003      | 1/9/2003     |
| Aprobación del Proyecto  | 1 día           | 1/10/2003     | 1/10/2003    |
| <b>1ra Fase: Instalación de la Red Inalámbrica en 2.4 Ghz</b>                | 21 días         | 1/13/2003     | 2/10/2003    |
| Compra de los equipos y materiales a usarse                                  | 5 días          | 1/13/2003     | 1/17/2003    |
| Construcción e instalación de estructuras para la 1ra fase                   | 7 días          | 1/20/2003     | 1/28/2003    |
| Instalación y Configuración de los equipos en nodo A                         | 3 días          | 1/29/2003     | 1/31/2003    |
| Instalación de equipos en nodo B   | 2 días          | 2/3/2003      | 2/4/2003     |
| Configuración y pruebas para el enlace principal del nodo B                  | 1 día           | 2/5/2003      | 2/5/2003     |
| Instalación de equipos en nodo C   | 2 días          | 2/6/2003      | 2/7/2003     |
| Configuración y pruebas para el enlace principal del nodo C                  | 1 día           | 2/10/2003     | 2/10/2003    |
| <i>Instalación de Clientes de la 1ra fase</i>                                | 0 días          | 2/10/2003     | 2/10/2003    |
|  |                 |               |              |
| <b>Instalación de las Repetidoras (2da fase)</b>                             | 9 días          | 3/26/2003     | 4/7/2003     |
| Instalación del enlace WTC – Expoplaza                                       | 3 días          | 3/26/2003     | 3/28/2003    |
| Instalación del enlace Expoplaza – Epsilum                                   | 3 días          | 3/31/2003     | 4/2/2003     |
| Instalación del enlace Nodo B - Cerro Azul                                   | 3 días          | 4/3/2003      | 4/7/2003     |
| <i>Instalación de Clientes de la 2da fase</i>                                | 0 días          | 4/7/2003      | 4/7/2003     |
|  |                 |               |              |
| <b>Instalación de la Red Secundaria en 5.8 Ghz (3ra fase)</b>                | 6 días          | 7/25/2003     | 8/1/2003     |
| Instalación de los Equipos en Cerro Bellavista                               | 4 días          | 7/25/2003     | 7/30/2003    |
| Instalación del enlace entre Bellavista y Nodo B                             | 1 día           | 7/31/2003     | 7/31/2003    |
| Instalación del equipo en Cerro Azul   | 1 día           | 8/1/2003      | 8/1/2003     |
| <i>Instalación de Clientes de la 3ra fase</i>                                | 0 días          | 8/1/2003      | 8/1/2003     |

**Tabla III:** Cronograma de actividades

#### 4.2.- Esquema final.

A continuación se muestra un esquema simple de la red con todas sus fases y las conexiones existentes entre los nodos y Andinonet. El Backbone también está formado por enlaces radiales a pesar de no estar representado como tal.



**Figura 34:** Esquema final de la red

Constan los nodos de la primera fase: Nodo  $\alpha$  es el edificio World Trade Center; el Nodo  $\beta$  está en la 25 y García Goyena; y, el Nodo  $\gamma$  es Cyber Enredados, en la Floresta. Los nodos Cerro Azul, Expoplaza y Epsilon que conforman la segunda fase. Y Bellavista que es la fase final.

### 4.3.- Pruebas y diagnósticos.

Una vez hecha la instalación física se requiere comprobar la calidad del enlace. Para este propósito se crearon tres fichas de pruebas, las que recogen los criterios más importantes para poder evaluar la estabilidad del mismo.

Los enlaces son revisados primero a nivel radial. Una vez que se logra un nivel aceptable de SNR se observa los bytes enviados y recibidos, los descartados, y los errores que pueden pasar por el enlace. Superada la fase de prueba radial se revisan los tiempos de respuesta con lo que se puede asegurar que el enlace está listo.

#### 4.3.1.- Fichas de pruebas.

Los modelos de las tres fichas de prueba se muestran a continuación, más adelante se muestran estadísticas de las pruebas realizadas.

| <b>Ficha de prueba: Nivel radial</b>               |  |
|--|--|
| <b>Datos del enlace:</b>                           |  |
| Nombre del cliente:                                |  |
| Tipo de enlace:                                    |  |
| Nivel de señal a ruido (SNR)                       |  |
| Nivel de señal máximo                              |  |
| Nivel de señal mínimo                              |  |
| Nivel de ruido máximo                              |  |
| Nivel de ruido mínimo                              |  |
| Número de paquetes enviados                        |  |
| Número de paquetes perdidos                        |  |
| Nivel de variación en los niveles de señal y ruido |  |
| Duración de la prueba                              |  |

**Tabla IV:** Ficha de prueba: Nivel radial

|  |  |
|--|--|
| <b>Ficha de prueba: BER</b>  |  |
| Bytes enviados:  |  |
| Bytes recibidos:   |  |
| Bytes descartados:   |  |
| Errores entrada:   |  |
| Errores salida:  |  |
| Nota: Los datos de estas pruebas se recogen después de un día de funcionamiento. |  |

**Tabla V:** Ficha de prueba: BER

|  |  |
|--|--|
| <b>Ficha de prueba: Tiempos de respuesta</b>                       |  |
| <i>Resultados de la 1ra serie</i>                                  |  |
| Porcentaje de paquetes perdidos:                                   |  |
| Tiempo máximo:   |  |
| Tiempo promedio:   |  |
| Tiempo mínimo:   |  |
| <i>Resultados de la 2a serie</i>                                   |  |
| Porcentaje de paquetes perdidos:                                   |  |
| Tiempo máximo:   |  |
| Tiempo promedio:   |  |
| Tiempo mínimo:   |  |
| <i>Resultados de la 3a serie</i>                                   |  |
| Porcentaje de paquetes perdidos:                                   |  |
| Tiempo máximo:   |  |
| Tiempo promedio:   |  |
| Tiempo mínimo:   |  |
| Porcentaje de paquetes perdidos:                                   |  |
| Tiempo promedio:   |  |
| Nota: En esta prueba se envían varias series de 100 pings cada una |  |

**Tabla VI:** Ficha de prueba: Tiempos de respuesta

Según las estadísticas que hemos recogido a lo largo de las instalaciones, un buen enlace tiene un nivel de señales de  $-58$  dB promedio, un nivel de ruido de  $-84$  dB en promedio, un SNR de 24 en promedio, los tiempos en 2.4 Ghz son de 6 milisegundos en promedio, en 5.8 Ghz son de 12 milisegundos en promedio y las pérdidas en general son de 0% en cualquier nivel.

#### 4.4.- Ventajas y desventajas.

##### Ventajas:

- ✚ Bajo costo. Los equipos de espectro ensanchado han disminuido su costo, lo suficiente como para hacerlos extremadamente populares. Basta con alzar la mirada mientras se cruza una calle para poder observar por lo menos una torre o mástil con una antena de espectro ensanchado.
  
- ✚ Facilidad de instalación. Desde la sencillez con la que se puede armar una antena hasta la interfaz gráfica con la que se configuran los equipos, la facilidad con la que se puede montar un sistema de este tipo ha ayudado también al incremento en su popularidad.
  
- ✚ Versatilidad. Aquí se habla exclusivamente de los equipos que trabajan en 2.4 Ghz, son los que presentan la versatilidad que se transforma en una ventaja. La posibilidad de cambiar polaridad, incluir un amplificador no programado, entre otras cosas hace que se pueda modificar un sistema que está instalado para resolver problemas pos instalación.
  
- ✚ Seguridad. Todos los equipos multipunto pueden autenticar por medio de la dirección MAC, de esta forma sólo ingresan a la red los equipos registrados. Además la información viaja codificada con la clave wep, y todos los datos que no estén codificados con esta serán descartados. Los equipos también pueden conectarse a un servidor RADIUS, sin embargo no se lo ha implementado por que no se lo considera necesario todavía.

- ✚ Gran capacidad. El ancho de banda variable desde 1 hasta 11 Mbps, en los equipos que trabajan en la banda de 2.4 Ghz. O los 20 Mbps que proporcionan los equipos que trabajan en la banda de 5.8 Ghz. Bastan y sobran para atender las necesidades de los clientes de Andinanet.
- ✚ Diseño de la red. Otra ventaja de los equipos es su capacidad de trabajar como routers, lo que mejora el uso del canal compartido.
- ✚ Monitoreo por medio de SNMP. Los equipos pueden enviar información por medio de SNMP. Es muy útil especialmente cuando los usuarios desean conocer su consumo.
- ✚ Administración remota. Es muy útil para revisar y diagnosticar un problema. Gracias a esta característica a veces se puede resolver el problema sin siquiera salir de la oficina, sin embargo su aplicación es primordialmente para monitoreo.

### **Desventajas:**

Ruido. Espectro ensanchado, como se nombro en las ventajas, es muy popular, tanto que en ciertas zonas el nivel de ruido hace imposible levantar un enlace de buena calidad. Por esta razón muchas personas han optado por migrar de la banda 2.4 a la 5.8. Sin embargo con el tiempo los precios bajarán y la banda 5.8 será congestionada de la misma forma.

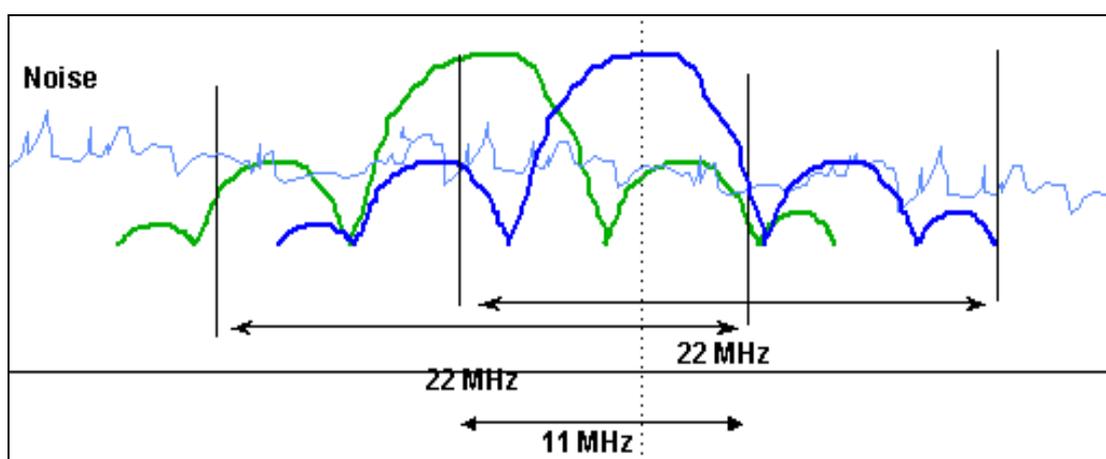
Medio compartido. Los equipos multipunto utilizan un medio compartido para

transmitir información, lo que los hace susceptibles a congestión a medida que aumentan los clientes. El número de clientes que puede manejar cada interfase es de 64, para los equipos que trabajan en la banda de 2.4 Ghz. Para los equipos que trabajan en la banda de 5.8 Ghz., el número máximo es de 1023 clientes.

#### 4.4.1.- Beneficios del uso de enlaces punto a multipunto.

A continuación analizaremos el problema del diseño en tres parámetros importantes que influyen bastante a la hora de la implementación, nos referimos por supuesto al ruido, el costo y el medio compartido.

**El ruido.** Al diseñar el sistema se pensó en que pasaría si tuviéramos que instalar varias antenas en una misma torre, debido al crecimiento del número de clientes. ¿Que tiene que ver el número de antenas con el ruido? Observemos la forma de la onda de espectro ensanchado mostrada en la figura.



**Figura 35:** Onda de espectro ensanchado

Como se puede observar en el dibujo los extremos de la onda traspasan hacia las frecuencias continuas, lo que afectaría a un enlace que use una frecuencia vecina.

Ahora, para el caso de los equipos que trabajan en la banda de 2.4 Ghz. tenemos 11 posibles frecuencias. Para poder asegurar calidad en los enlaces tenemos que separarnos por lo menos 2 frecuencias si es posible 3. Las frecuencias que usaremos en un nodo lo llamaremos entonces Plan de Frecuencias, y deberían ser 1, 4, 7, 11 para que nuestros equipos no se hagan interferencia entre ellos. En el caso de usar amplificadores, como se verá más adelante, se debe separar por lo menos tres frecuencias, con eso se limita el número de equipos a utilizar en un nodo por lo que el uso de amplificadores en un enlace no es algo muy común.

En la práctica se puede ampliar el número de frecuencias a usarse en un nodo, con el cambio de polaridad y la distancia colocada entre equipo y equipo, sin embargo se hace muy difícil manejar con la cantidad de clientes que se quiere tener. Lo que también nos lleva al siguiente tema a discutir.

**El costo.** Si se hubiera elegido el esquema de enlaces punto a punto se tendría que colocar una pareja de equipos por cada cliente a instalar. Con el esquema punto a multipunto se instala un punto central y este sirve para varios clientes. Obviamente el punto central es más caro que los equipos que se colocan para hacer enlaces punto a punto, pero el beneficio se ve cuando se tienen bastantes clientes. Además hay otro factor que todavía no hemos tomado en consideración y que nos llevará al tercer punto, y es el ancho de banda desperdiciado.

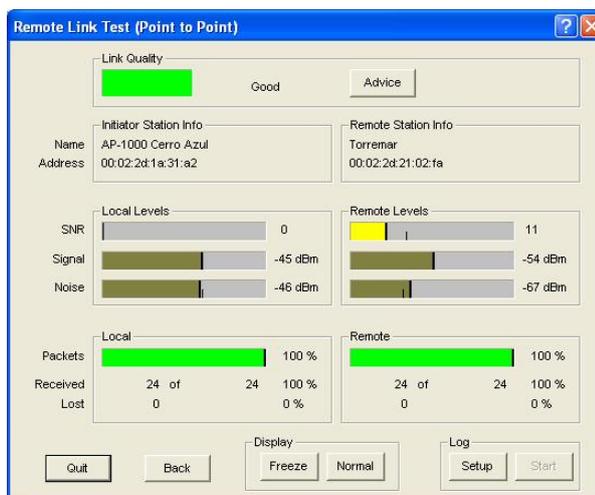
**El medio compartido.** Usar un equipo que tiene la capacidad de transmitir a 11 Mbps para sólo pasar 64 Kbps es sub-utilizarlo. Por este motivo se pensó en el esquema punto a multipunto, además del hecho de que cuando el cliente usa Internet no se está pasando información constantemente por el canal de comunicación, o en su defecto no se lo está usando completamente todo el tiempo.

Tenemos entonces un medio que puede ser compartido por varios usuarios, mejorando el uso del canal y disminuyendo el tiempo “vago”. Además de eso reducimos costos en adquisición de equipos, con un punto central sólo necesitamos adquirir el equipo para el cliente. Y reducimos el ruido que nos podemos estar causando nosotros mismos. Por todas estas razones el esquema punto a multipunto es mejor que el punto a punto.

#### **4.4.2.- Ruido**

El ruido es la principal causa del aumento en la latencia (tiempos de respuesta) y pérdidas de paquetes, por lo tanto del decaimiento en la calidad del enlace. Es causado principalmente por equipos que trabajan en la misma banda y que se encuentran operando en un lugar cercano al enlace afectado.

La mejor forma para eliminar este problema es el cambio de frecuencia, esa es la solución para los enlaces punto a punto, sin embargo en la configuración punto multipunto, hacerlo traería un sin número de inconvenientes, porque tendríamos que cambiar la frecuencia a todos los usuarios conectados a esa celda.



**Figura 36:** Enlace con alto nivel de ruido

Para los clientes de un multipunto se utilizan otros métodos:

- Se puede hacer un cambio de antena, por una de mayor ganancia.
- Re-apuntar a la antena, además se puede variar la altura de la antena. También se puede variar la inclinación de la antena sectorial.
- Si haciendo lo antes mencionado aún no funciona y el cliente se encuentra a poca distancia del nodo se puede cambiar la polaridad de la antena, aunque parezca irracional, ha funcionado. La posible explicación es que al cambiar la polaridad se suprime parte del ruido en la zona y debido a la corta distancia la potencia del equipo permite mantener el enlace.
- Como último recurso se coloca un amplificador, sin embargo no hemos llegado a estas instancias para los enlaces que se conectan a una celda.

#### **4.4.3.- Nivel de señal sobre ruido.**

Otro problema que ha creado latencia en un enlace es la variación del nivel de señal contra ruido, aunque este sea bueno por supuesto.

Se ha observado que el nivel de señal de un enlace X es bueno, sin embargo de forma aleatoria su nivel disminuye súbitamente y vuelve a crecer, lo que produce latencia y a veces pérdidas de paquetes a nivel radial. Su origen generalmente es un mal contacto, a veces el pigtail se afloja, debido a la vibración que soporta el equipo muchas veces instalado en un mástil o tubo, para corregir este problema se debe apretar y fijar el conector del pigtail de tal forma que la vibración no lo vuelva a aflojar.

#### **4.4.4.- Latencia.**

Los tiempos de respuesta, o la latencia del enlace como también se lo denomina, son un indicativo de la calidad del enlace. Por esta razón es que tenemos una ficha de prueba solamente dedicada a ellos. Los tiempos de respuesta juegan un papel muy importante para varios de nuestros clientes, los cybers, debido a que la calidad de las llamadas por VoIP se ven afectadas al tener tiempos altos.

Los tiempos de respuesta también pueden ser usados para detectar congestión en una red. Si el canal de comunicaciones es saturado, es decir si se trata de usar más del ancho de banda contratado, los tiempos de respuesta aumentaran. Lo que causara en el caso de las llamadas que estas se corten o se escuchen con eco,

mientras que en el caso de la navegación hará que las páginas se demoren mucho en cargarse.

Cuando los tiempos de respuesta son muy variables, es a causa del ruido. Usualmente se tienen tiempos desde 5 milisegundos hasta 12 milisegundos en un enlace de buena calidad.

#### **4.4.5.- Uso de amplificadores para enlaces de gran distancia.**

Según los estudios de propagación (ver anexos), no se debería usar amplificadores en ningún enlace. Sin embargo eso es en un mundo ideal, la verdad es otra aunque no fue así en el principio. El enlace de ejemplo se lo hizo cuando todavía no teníamos el nodo Bellavista, y va desde el nodo Cerro Azul, funciono durante un tiempo con relativa estabilidad. Siendo una distancia de más de 15 Km., se tuvo que usar un amplificador debido a la gran distancia y a la cantidad de ruido que existe en el nodo en cuestión.

El uso de los amplificadores es un arma de doble filo, el plan de frecuencias que usemos en ese nodo se verá afectado debido a que no sólo amplifica lo que transmite, también se amplifica lo que recibe aunque en un menor grado.

Por lo tanto aunque se gana nivel de señal, también se gana ruido, por lo que debe instalarse en el extremo del enlace con menor nivel de ruido.

En este caso en particular no se pudo solucionar el problema con la

instalación de un solo amplificador. Por lo que se necesito instalar uno en el nodo cerro azul, pero fue un amplificador de menor potencia.

Se usaron amplificadores de 250 mW y de 100mW, en donde el cliente y el nodo Cerro Azul respectivamente.

## **CAPÍTULO 5**

### **ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO.**

A continuación se analizarán no sólo los costos del proyecto y el tiempo de recuperación de la inversión, se hará una breve revisión de los clientes a los que se apunta, además de las empresas con las que competimos y las estrategias de mercado que usamos.

#### **5.1.- Análisis del mercado**

El producto que ofrecemos es básicamente acceso permanente a Internet por medio de una red inalámbrica que trabaja en una banda no licenciada.

Lo que tiene su ventaja con respecto a otros medios viejos y nuevos. Por ejemplo, los usuarios del par de cobre se quejan de que se pierde mucho la conexión por el “manoseo” que se da en los armarios, además de que si se aumenta la velocidad se paga más. La fibra óptica en cambio es muy cara todavía, y siendo aérea no muy segura, puede ser fácilmente sabotada. El medio inalámbrico es barato, relativamente, y no está expuesto a la manipulación de terceros, además de que si se aumenta la velocidad no aumenta el precio por uso de equipos.

Los clientes para los que está diseñada la red son de dos tipos:

- Empresas Privadas
- Cybers

Ellos son principalmente quienes podrían permitirse tener un sistema inalámbrico de conexión permanente de Internet. En un futuro se espera llegar a las casas con un producto más económico, por el momento se ha implementado un plan piloto el que no está contemplado en el análisis.

El producto que ofrecemos también es comercializado por otras empresas. Obviamente algunos usan equipos de otra marca, trabajan en otra banda, etc. Las diferencias existen pero para el usuario final el producto es el mismo. Entre algunas de las empresas que consideramos competencia podemos nombrar a: Telconet, Ram Telecom, Onnet, Easy net, Porta, Impsat, Web Works.

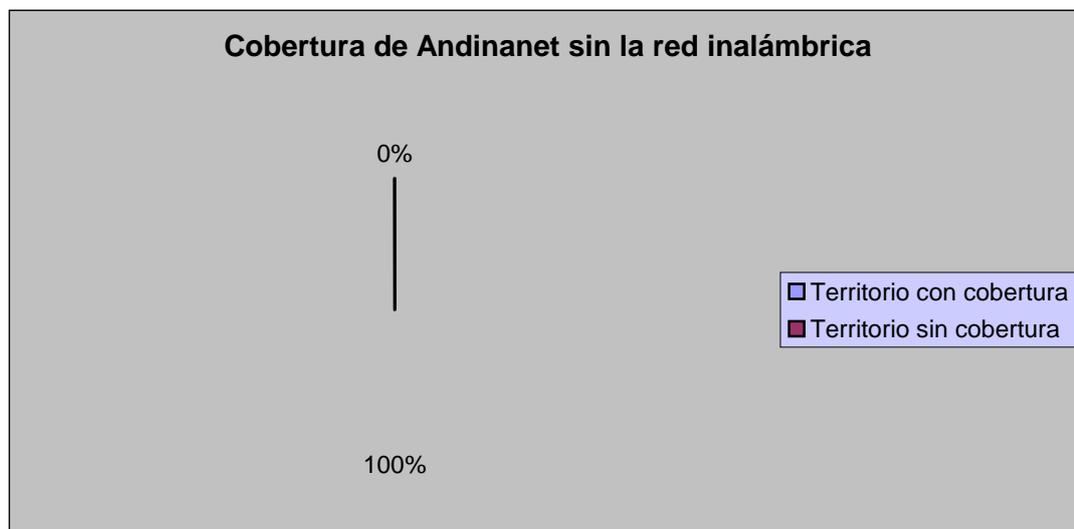
- **Telconet.** Al momento es el líder del mercado, es el que posee más clientes. Además tiene la licencia de carrier, posee su propio telepuerto. No sólo distribuye acceso al Internet por medio de enlaces de radio, dan el servicio por vía dial up, línea de cobre y fibra óptica.
- **Ram Telecom.** Posee bastantes clientes vía inalámbrica, su base de clientes no es tan grande como la de Telconet, y tampoco da acceso dial up, ni por fibra óptica.
- **Easynet.** Esta empresa pertenece a Pacifictel. Su fuerte son las conexiones dial up, sin embargo también posee clientes corporativos y está creciendo.

- **Portanet.** Porta sólo apunta a clientes corporativos, no coge ningún cyber como cliente, lo que es parte de una política de la empresa.
- **Impsat.** Hasta ahora último Impsat tenía la política de no coger a ningún cyber como cliente, sin embargo esa regla parece haber cambiado. La ventaja de Impsat en el mercado es la excelente infraestructura que poseen, su mayor desventaja es el precio que cobran por sus servicios.
- **Onnet y Webworks.** Los dos son pequeños en lo que es el mercado corporativo.

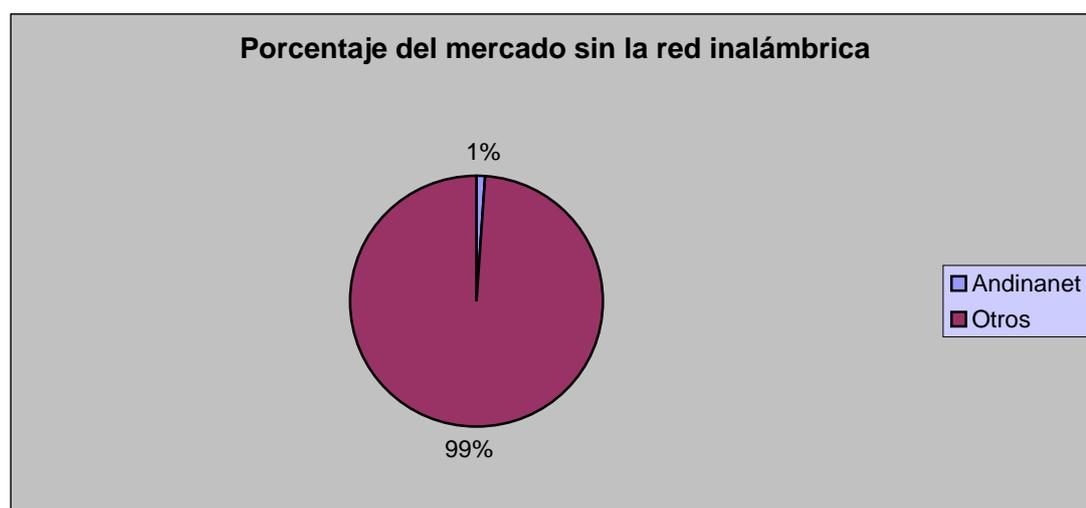
Para poder competir contra ellos hemos puesto énfasis en dos aspectos claves del producto: su calidad y su precio. Para entrar en el mercado se necesita llamar la atención con un precio bajo, de esta forma atraemos a clientes potenciales, se hacen pruebas y si estas resultan favorables se factura. Si el nivel de calidad del servicio se mantiene, también se mantiene al cliente, poco a poco se va formando una base sólida de clientes.

Antes de la Red Inalámbrica, Andinanet tenía una cobertura de banda ancha casi nula. Su opción para darlo era ADSL en el edificio World Trade Center; y por medio de líneas dedicadas, un medio que da muchos problemas según testimonios de los mismos usuarios y por lo tanto no muy popular además de costoso.

Con tan poca cobertura la mayoría de los clientes de Andinanet eran de tipo dial up, el porcentaje del mercado también era muy bajo, cerca del 1%. Con la red inalámbrica aumenta el área de cobertura y por lo tanto la porción del mercado.



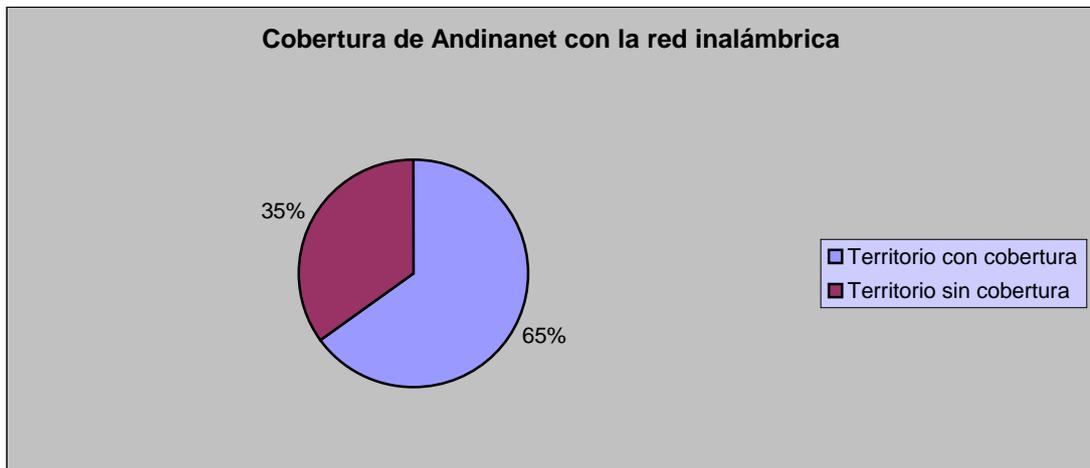
**Figura 37:** Cobertura de Andinanet sin la red inalámbrica



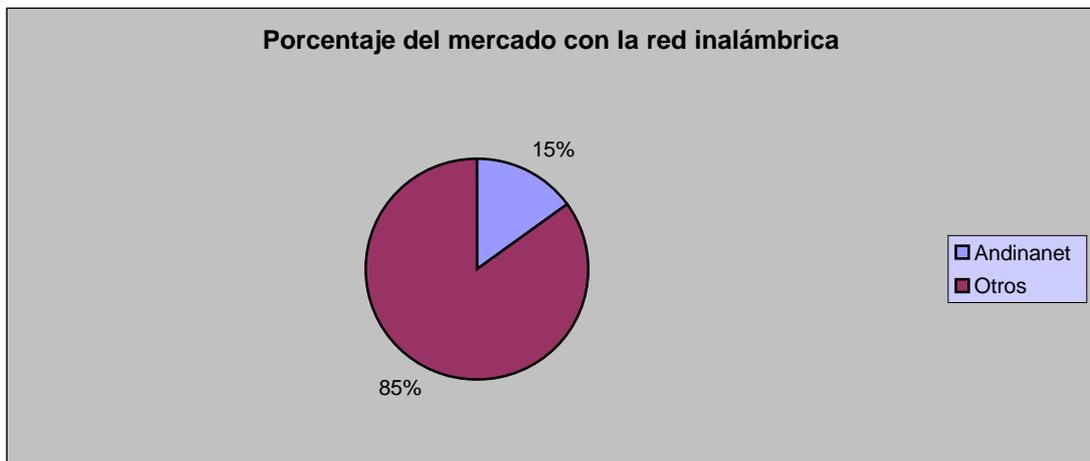
**Figura 38:** Porcentaje del mercado sin la red inalámbrica

Con la red inalámbrica los posibles clientes aumentaron de manera significativa, llegando hasta sectores como el Guasmo, donde antes sólo Telconet daba el servicio. La cobertura incremento significativamente hasta llegar a un

estimado de 65% de la ciudad de Guayaquil.



**Figura 39:** Cobertura de Andinanet con la red inalámbrica



**Figura 40:** Porcentaje del mercado con la red inalámbrica

Se espera que el crecimiento en la penetración del mercado sea de un 15%. Lo que será un comienzo y dependerá de los vendedores hacer que aumente.

### 5.2.- Costos de instalación de cada nodo

| <b>Nombre del nodo</b> | <b>Precio total</b> |
|------------------------|---------------------|
| World Trade Center     | \$ 2,828.11         |
| 25 y Garcia Goyena     | \$ 4,726.80         |
| Enredados              | \$ 3,371.79         |
| Cerro Azul             | \$ 1,478.12         |
| Expoplaza              | \$ 1,739.51         |
| Epsilum                | \$ 1,594.94         |
| Bellavista             | \$12,979.93         |

**Tabla VII:** Costos de instalación de cada nodo

Los detalles de las cotizaciones se pueden ver en el anexo D.

### 5.3.- Costo estimado de la instalación para cada cliente.

| <b>Tipo de cliente</b> | <b>Precio total</b> |
|------------------------|---------------------|
| Cliente 2.4 Ghz        | \$591.54            |
| Cliente 5.8 Ghz        | \$809.35            |

**Tabla VIII:** Costo de instalación de clientes

Los detalles de las cotizaciones se pueden ver en el anexo E.

### 5.4.- Recuperación de la inversión.

Para poder hablar de la recuperación de la inversión tenemos que revisar varios parámetros influyentes. Entre aquellos están:

- El tiempo que se demora cada instalación.
- La cantidad de clientes potenciales que se tengan.

- El valor que se cobrará por instalación.
- El valor que se cobrará por renta.

El tiempo estimado para realizar una instalación es de 1 día, sin embargo antes se debe hacer una inspección del lugar, y después de la instalación debe haber un período de prueba. En conclusión, para hacer una instalación aproximadamente se necesitan tres días, sin embargo durante el primer día se pueden hacer varias inspecciones, con lo que el verdadero número de días para la instalación es de dos.

El segundo aspecto a considerar es cuantos clientes aspiramos a instalar en un mes. Refiriéndonos a los cálculos anteriores, se puede decir que en cada semana se pueden instalar dos clientes con seguridad. En un mes por lo tanto, instalaremos ocho clientes.

Los valores que se cobrarán por instalación y renta son los siguientes:

| <b>Tipo de cliente</b> | <b>Instalación</b> | <b>Renta mensual</b> |
|------------------------|--------------------|----------------------|
| 2.4 Ghz                | \$300.00           | \$275.00             |
| 5.8Ghz                 | \$350.00           | \$300.00             |

**Tabla IX:** Precios de instalación y renta de equipos

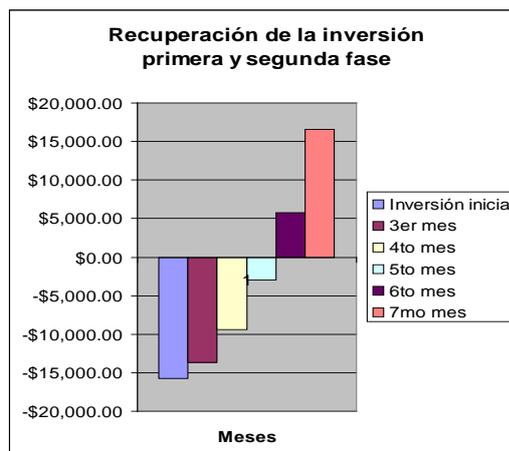
Con todos los valores expuestos ahora se puede ver el tiempo de recuperación de la inversión, recordando que el precio de la instalación se cobra por adelantado y que el valor de la renta mensual se cobra al vencimiento.

En el caso de los clientes de 2.4, el costo de la instalación del cliente se cubre casi en su totalidad con el valor de la instalación y el valor de la renta del primer mes.

Sin embargo todavía falta el valor del “Backbone” o los equipos usados para hacer los nodos. Si crecemos a un ritmo constante de 8 clientes cada mes, se puede cubrir el valor de los mismos en seis meses. Los cálculos son para la primera y la segunda fase, debido a que las dos son hechas con equipos de 2.4 Ghz y además que la puesta en funcionamiento de las dos fases varia en aproximadamente dos meses. Hay que recordar que recién al tercer mes se termina de recuperar la inversión hecha para la instalación del cliente, por lo tanto desde ese pago recién se está recuperando la inversión hecha en los equipos instalados en los nodos.

Otro detalle que nos ayudará para la tercera fase es que, según lo proyectado, en el sexto mes tendremos un saldo positivo, el que puede ser usado como inversión inicial para la tercera fase, disminuyendo el tiempo de recuperación de la inversión.

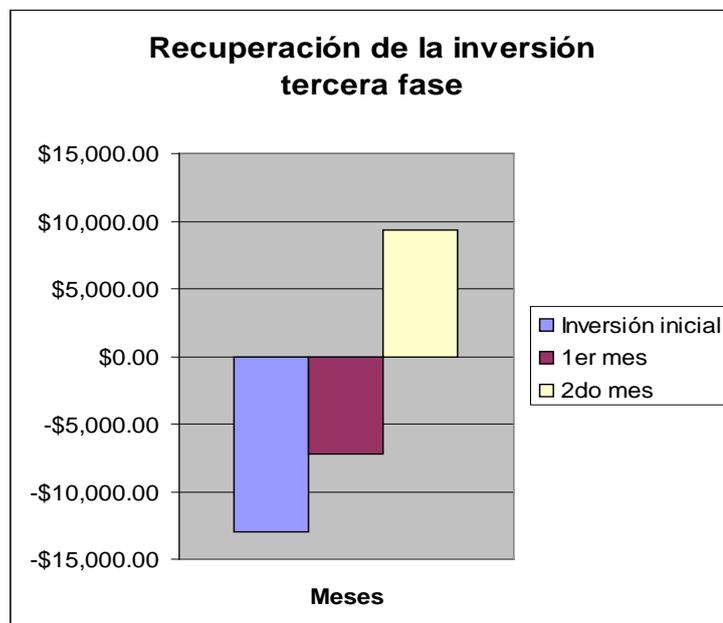
En el siguiente gráfico se puede observar como progresa la recuperación de la inversión a partir del tercer mes.



**Figura 41:** Recuperación de la inversión 1ra y 2da fase

Como se puede apreciar en las cotizaciones, la tercera fase que trabaja en la banda de 5.8 Ghz, tiene un mayor valor, por esta razón se usaron valores mayores para la instalación y la renta. De esta forma, si se mantiene el ritmo de instalación, se puede recuperar la inversión en el mismo tiempo, en seis meses. Lo anterior es si se quiere pagar la implementación con los equipos de 5.8 Ghz. Sin embargo, como nos podemos dar cuenta, la red construida en la primera y segunda fase está produciendo suficiente capital como para pagar la instalación de la tercera fase, lo que se da llegando al séptimo mes de funcionamiento y si se sigue con el crecimiento esperado.

En el siguiente gráfico se puede apreciar como se desarrollaría el descuento de la inversión si usamos las ganancias de la primera y segunda fase para pagar la tercera.



**Figura 42:** Recuperación de la inversión de la 3ra fase

### **5.5.- Facturación.**

Para la facturación se dividió en dos partes:

- La instalación.
- La renta mensual.

El primer valor, **la instalación**, se debe cancelar previo a la instalación. El segundo tendrá una fecha de corte, una vez llegado el día indicado entonces se emitirá una factura, la que deberá ser cancelada hasta máximo quince días después de la fecha de corte, caso contrario se procederá a dejar sin servicio al usuario. Esta facturación es tipo plana, es decir se cobra el valor acordado se use o no el servicio.

A los valores por arrendamiento de equipos, es decir **la renta mensual**, se les suma el valor por el ancho de banda contratado, el que va a variar dependiendo de cuanto se contrate. El valor a pagar por el ancho de banda contratado no afecta al rubro de arrendamiento de equipos, porque pueden manejar cualquier ancho de banda.

## **CAPÍTULO 6**

### **MARCO LEGAL.**

#### **6.1 .-Norma para la implementación y operación de sistemas de espectro ensanchado.**

##### **Disposiciones generales**

**Artículo 1: Objetivo.** La presente norma de sistema de espectro ensanchado. tiene por objeto, regular la instalación y operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilizan la técnica de espectro ensanchado (spread spectrum) en las bandas que determine el consejo nacional de telecomunicaciones, CONATEL.

**Artículo 2: Régimen legal.** La implementación y operación de sistemas de espectro ensanchado, se regirá por la ley especial de telecomunicaciones, ley reformativa a la ley especial de telecomunicaciones, reglamento general a la ley especial de telecomunicaciones reformada, reglamento general de radiocomunicaciones y la presente norma de sistema de espectro ensanchado.

**Artículo 3: Definición de sistema de espectro ensanchado.** Sistema que utiliza la técnica de codificación, en la que la señal transmitida es expandida y enviada sobre un rango de frecuencias mayor que el mínimo requerido por la señal de información.

**Artículo 4: Términos y definiciones.** Para la norma de sistema de espectro ensanchado, se utilizarán los términos que tienen las siguientes definiciones.

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>CONATEL:</b>          | Consejo Nacional de Telecomunicaciones                   |
| <b>Ley Especial:</b>     | Ley Especial de Telecomunicaciones                       |
| <b>Ley Reformatoria:</b> | Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones |
| <b>SNT:</b>              | Secretaría Nacional de Telecomunicaciones                |
| <b>Secretario:</b>       | Secretario Nacional de Telecomunicaciones                |
| <b>SUPTEL:</b>           | Superintendencia de Telecomunicaciones                   |
| <b>UIT:</b>              | Unión Internacional de Telecomunicaciones                |

Los términos y definiciones para la aplicación de la presente norma de sistema de espectro ensanchado, son los que constan en el reglamento general a la ley especial de telecomunicaciones reformada, reglamento general de radiocomunicaciones y en el glosario de términos de la norma de sistema de espectro ensanchado.

Lo que no esté definido en dichos reglamentos se sujetará al glosario de términos y definiciones de la UIT.

**Artículo 5: Solicitud de Aprobación.** Los interesados en instalar y operar sistemas de espectro ensanchado, en cualquier parte del territorio nacional, deberán presentar la solicitud para la aprobación correspondiente, dirigida a la SNT, describiendo la configuración del sistema a operar, el número del certificado de homologación del equipo a utilizar, las características del sistema radiante, las coordenadas geográficas

donde se instalarán las estaciones fijas o de base del sistema móvil, localidades a cubrir, y los demás datos consignados en el formulario que para el efecto pondrá a disposición la SNT.

La aprobación de la operación será por un período de 5 años y podrá ser renovado previa solicitud del interesado, dentro de los treinta (30) días anteriores a su vencimiento.

**Artículo 6: Registro.** El registro se lo realizará en la SNT previo el pago de los valores establecidos en el artículo 15 de la norma de sistema de espectro ensanchado..

**Artículo 7: Delegación del secretario.** El CONATEL autoriza al secretario, aprobar la operación de sistemas de espectro ensanchado privados.

## **6.2 Norma técnica.**

### **Artículo 8: Características de los sistemas de espectro ensanchado.**

Los sistemas de espectro ensanchado son aquellos que se caracterizan por:

- a. Distribución de la energía media de la señal transmitida, dentro de un ancho de banda mucho mayor que el ancho de banda de la información;
- b. La energía de la señal emplea un código pseudoaleatorio independiente al de los datos;
- c. Mayor ancho de banda de transmisión, con una densidad espectral de potencia más baja y un mayor rechazo de las señales interferentes de sistemas que operan en la misma banda de frecuencias;

- d. Posibilidad de compartir el espectro de frecuencias con sistemas de banda angosta convencionales, debido a que es posible transmitir una potencia baja en la banda de paso de los receptores de banda angosta;
- e. Permiten rechazar altos niveles de interferencias;
- f. La señal transmitida resultante, con secuencia directa, es una señal de baja densidad de potencia y de banda ancha que se asemeja al ruido. La señal transmitida resultante con salto de frecuencia permanece un corto período de tiempo en cada frecuencia de salto de la banda y no se repite el uso del canal hasta después de un largo período de tiempo;
- g. Permite alta privacidad de la información transmitida;
- h. La codificación de la señal proporciona una capacidad de direccionamiento selectiva, lo que permite que usuarios que utilizan códigos diferentes puedan transmitir simultáneamente en la misma banda de frecuencias con una interferencia admisible;
- i. Utilización eficaz del espectro, debido a la mayor confiabilidad en la transmisión, en presencia de desvanecimientos selectivos, que los sistemas de banda angosta.
- j. Tiene ganancia de procesamiento.

**Artículo 9: Clases de sistemas de espectro ensanchado.**

- a) **Espectro ensanchado por secuencia directa (direct sequence).** Técnica de modulación que mezcla la información de datos digital con una secuencia pseudoaleatoria digital de alta velocidad que expande el espectro. Esta señal es

mezclada en un modulador con una frecuencia portadora entregando una señal modulada BPSK o QPSK, para obtener una emisión con baja densidad espectral, semejante al ruido.

**b) Espectro ensanchado por salto de frecuencia (frequency hopping).**

Técnica de ensanchamiento en el que la frecuencia portadora convencional es desplazada dentro de la banda varias veces por segundo de acuerdo a una lista de canales pseudoaleatoria. El tiempo de permanencia en un canal es generalmente menor a 10 milisegundos.

**c) Espectro ensanchado híbrido.** Combinación de las técnicas de estructuración de la señal de espectro ensanchado por secuencia directa y por salto de frecuencia.

**Artículo 10: Operación y configuración de sistemas de espectro ensanchado en las bandas ICM.**

a) Se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen la técnica de espectro ensanchado, en las bandas de frecuencias ICM 902-928 Mhz, 2.400-2.483,5 Mhz, 5.725-5.850 Mhz.

b) La operación de los sistemas en modo de espectro ensanchado de secuencia directa, salto de frecuencia o híbridos, se aprobará con las siguientes configuraciones:

-  Sistemas fijos punto a punto;
-  Sistemas fijos punto – multipunto;
-  Sistemas móviles;

- ✚ Sistemas de explotación: cuando la aplicación que se dé a un sistema de espectro ensanchado corresponda a la prestación de un servicio de telecomunicaciones, se deberá tramitar paralelamente el título habilitante requerido de conformidad con la ley especial de telecomunicaciones y su reglamento general; y,
- ✚ Las demás configuraciones que el CONATEL defina.

**Artículo 11: Bandas de frecuencias.** El CONATEL aprobará la operación en bandas distintas a las indicadas en el artículo 10 cuando la producción de equipos sea estándar por parte de los fabricantes, y que a su tiempo se describirán en el formulario de solicitud, al que se hace referencia en el Artículo 5. Asimismo, el CONATEL aprobará también las características técnicas de los equipos en bandas distintas a las indicadas.

**Artículo 12: Sistemas de reducido alcance.** Los sistemas que utilicen espectro ensanchado para aplicaciones de transmisión de datos en redes de área local (LAN), telemetría, lectura remota, PBX y teléfonos inalámbricos cuya potencia de salida del transmisor sea menor o igual a 100 milivatios (mW) no requerirán de aprobación expresa. En todo caso, la antena deberá ser omnidireccional con una ganancia máxima de 1 dBi y encontrarse adherida al equipo.

Dentro de los estándares que cumplen con estas especificaciones se encuentran: 802.11 y 802.11b del IEEE, Bluetooth, entre otros. Los equipos que se comercialicen libremente en el país deberán contar con el certificado de

homologación otorgado por la Secretaría Nacional de las Telecomunicaciones (SNT), de conformidad con el artículo 14 de la presente norma de sistema de espectro ensanchado.

### **Artículo 13: Características de operación.**

#### **a) Categoría de atribución.**

La operación de los sistemas de espectro ensanchado y de los sistemas fijos y móviles convencionales es a título secundario respecto a los sistemas ICM.

Los sistemas punto a punto convencionales aprobados tendrán la misma categoría de atribución que los sistemas de espectro ensanchado aprobados

#### **b) Potencia máxima de salida.**

Para los sistemas con salto de frecuencia o secuencia directa que operen en las bandas de 2.400 – 2.483,5 MHz ó 5.725 – 5.850 MHz, la potencia máxima de salida del transmisor autorizado será de 1 vatio.

Para los sistemas con salto de frecuencia que operen en la banda de 902 – 928 MHz la potencia máxima de salida del transmisor será la siguiente:

- ✚ Sistemas que empleen a lo menos 50 saltos de frecuencias: 1 vatio.
- ✚ Sistemas que empleen entre 25 y 50 saltos de frecuencias: 0,25 vatios .

Si la ganancia de la antena direccional empleada en los sistemas fijos

punto a punto y punto – multipunto que operan en la banda 2.400 – 2.483,5 MHz es superior a 6 dBi, deberá reducirse la potencia máxima de salida del transmisor, de 1 vatio, en 1dB por cada 3 dB de ganancia de la antena que exceda de los 6 dBi. Los sistemas fijos punto a punto y punto – multipunto que operen en la banda 5.725 – 5.850 MHz podrán utilizar antenas con una ganancia superior a 6 dBi, sin reducir la potencia máxima del transmisor.

Los sistemas que no sean punto a punto y punto – multipunto, y que empleen antenas direccionales con ganancias superiores a 6 dBi, deberán reducir la potencia máxima del transmisor, mencionada en los párrafos anteriores, en el mismo número de dB que sobrepase los 6 dBi de ganancia de la antena.

**c) Intensidad de campo eléctrico.**

La intensidad de campo máxima permitida para las emisiones de los equipos de espectro ensanchado, a que hace referencia la norma de sistema de espectro ensanchado., deberán cumplir con los siguientes valores para las bandas mencionadas:

| <b>Frecuencia asignada en las bandas (MHz)</b> | <b>Intensidad de campo de la frecuencia fundamental (mV/m)</b> | <b>Intensidad de campo de las armónicas (<math>\mu\text{V}/\text{m}</math>)</b> |
|--|--|---|
| 902 – 928                                      | 50   | 500   |
| 2.400 – 2.483,5                                | 50   | 500   |
| 5.725 – 5.850                                  | 50   | 500   |

**Tabla X:** Intensidad de campo eléctrico para espectro ensanchado.

Los límites de intensidad de campo indicados en el cuadro serán medidos a 3 metros de distancia de la antena y corresponden al valor medio.

La emisión de radiaciones fuera de la banda, con la excepción de las armónicas, deberá estar atenuada a lo menos 50 dB bajo el nivel de la frecuencia asignada.

**d) Anchos de banda de emisión y condiciones de uso de los canales.**

**Sistemas de salto de frecuencia**

Los sistemas que empleen salto de frecuencia tendrán sus canales separados como mínimo a 25 kHz, o el ancho de banda a 20dB del canal de salto, el que sea mayor. Todos los canales serán usados en condiciones de igualdad en base a una lista de frecuencias administrada por una secuencia pseudoaleatoria.

Para los sistemas de salto de frecuencia que operan en la banda 902 – 928MHz, si el ancho de banda a 20dB del canal de salto de frecuencia es menor a 250kHz, el sistema usará a lo menos 50 saltos de frecuencias y el promedio de tiempo de ocupación en cualquier frecuencia no podrá ser superior a 0,4 segundos dentro de un período de 20 segundos. Si el ancho de banda a 20dB del canal de salto de frecuencia es mayor o igual a 250kHz, el sistema deberá utilizar a lo menos 25 saltos de frecuencias y el promedio de tiempo de ocupación en cualquier frecuencia no deberá ser mayor que 0,4 segundos en un período de 10 segundos. El máximo ancho de banda a 20dB

permitido en un canal de salto es de 500kHz.

Los sistemas que operen con salto de frecuencia en las bandas de 2.400 – 2.483,5MHz y 5.725 – 5.850MHz deberán utilizar a lo menos 75 saltos de frecuencias. El ancho de banda máximo a 20dB del canal de salto será de 1MHz. El tiempo promedio de ocupación de cualquier frecuencia deberá ser menor a 0,4 seg. en un período de 30 seg.

#### **Sistemas de secuencia directa.**

Los sistemas de espectro ensanchado que operen con secuencia directa, tendrán un ancho de banda a 6dB de al menos 500kHz.

La densidad espectral pico de potencia de salida a la antena no deberá ser superior a 8dBm en un ancho de 3kHz durante cualquier intervalo de tiempo de transmisión continua.

#### **a) Ganancia de Procesamiento.**

Los sistemas que empleen secuencia directa deberán tener al menos 10dB de ganancia de procesamiento y los de salto de frecuencia al menos 75dB.

Los sistemas híbridos que empleen una combinación de salto de frecuencia y secuencia directa deberán tener una ganancia de procesamiento combinada de al menos 17dB.

### 6.3 Homologación de equipos

**Artículo 14: Homologación.** Todos los equipos de espectro ensanchado que se utilicen en el país deberán ser homologados por la SNT.

Los equipos, para los fines de homologación, se clasificarán en:

- ✚ Equipos de reducido alcance.
- ✚ Equipos de gran alcance.

#### a) Equipos de reducido alcance.

La homologación de los equipos de reducido alcance se efectuará en base a las características estipuladas en el catálogo técnico del equipo. Los equipos deberán cumplir con el artículo 12 de la norma de sistema de espectro ensanchado. Se considerarán dentro de los estándares que cumplen con los requisitos de los equipos de reducido alcance los siguientes:

- 802.11 y 802.11b del IEEE.
- Parte 15.247 del FCC, con una potencia menor o igual a 100mW.
- Bluetooth versión V.1.
- BRETS 300.328 (Especificaciones técnicas de la Comunidad Europea para equipos de transmisión de datos que operen en la banda de 2,4GHz y usen la técnica de espectro ensanchado).
- ISC RSS210 del Canadá.
- TELEC Radio Regulation de Japón; y, otros que el CONATEL considere pertinentes.

Todos los equipos de reducido alcance deberán tener adherida la antena a la

caja de éste y, además, tener una antena con una ganancia máxima de 1dBi.

**b) Equipos de gran alcance.**

La homologación de los equipos de gran alcance se realizará para todos los equipos que tengan una potencia de salida de 100mW o superior y que no tengan su antena adherida al equipo, ó que la ganancia de la antena sea superior a 1dBi. La homologación se realizará en base a una copia del certificado de homologación que recibió el fabricante del equipo de parte de la FCC de los Estados Unidos, o de alguna administración de los países de la Comunidad Europea, de Canadá, Japón y otras que considere en el futuro el CONATEL. En todo caso, el equipo deberá cumplir con las características de los sistemas estipuladas en el artículo 13 de la norma de sistema de espectro ensanchado.

## CONCLUSIONES

- 1.- Para la instalación de los equipos de comunicación, es necesario una inspección previa al sitio, para conocer los requerimientos que necesitamos para tener línea de vista con los usuarios.
- 2.- Necesitamos que los equipos tengan el mayor número de captación de usuarios, lo que justificaría la inversión.. Uno de los sitios elegidos para la instalación fue el Cerro de Bellavista, con su ubicación tiene línea de vista clara para la mayor parte de la ciudad, se instalaron tres equipos multipunto. Adicionalmente se instaló en Cerro Azul un equipo multipunto.
- 3.- Los enlaces realizados en los nodos principales son de topología punto a punto y con equipos que trabajan a 5.8 Ghz..El motivo de trabajar con 5.8 Ghz, es por las distancias largas y porque es menos explotada que la 2.4 GHz, es más confiable y posee menos ruido. Otra característica es su ancho de banda, 20Mbps. Estas son las razones por las que se los eligen para formar el backbone.
- 4.- Para lograr una conexión de nuestra red con la red inicial de Andinonet se usa

un router Linux, el que también es un servidor de cache. Los equipos de la red inalámbrica se configuran como routers, para evitar el paso de protocolos no deseados y para hacer más eficiente el uso del canal de conexión.

- 5.- Uno de los parámetros que se les exige a los clientes es que tengan una computadora con linux instalado, la que manejará el tráfico local y también para que las máquinas de la red local no saturen el canal con broadcasts.
- 6.- La popularidad de los equipos tipo espectro ensanchado ha aumentado debido a su bajo costo, su facilidad de instalación y las características que los equipos presentan.
- 7.- La tecnología de espectro ensanchado también se caracteriza por su versatilidad. Lo que consiste en la posibilidad de hacer una serie de modificaciones, como cambiar la polaridad de la antena, o incluir un amplificador no programado entre otras cosas, por lo que se puede modificar un sistema que está funcionando para resolver problemas pos instalación.
- 8.- La seguridad de los equipos multipunto es fundamental para autenticar por medio de la dirección MAC, de esta forma sólo ingresan a la red los equipos registrados.
- 9.- Los equipos pueden enviar información por medio de SNMP, lo que es muy útil especialmente porque los usuarios desean conocer su consumo. Por medio de una página web se puede ver gráficamente el consumo registrado en

un equipo durante una cierta cantidad de tiempo.

- 10.- La administración remota es útil, para revisar y diagnosticar un problema. Gracias a esta característica a veces se puede resolver el problema sin siquiera salir de la oficina, sin embargo su aplicación es primordialmente para monitoreo.

## **RECOMENDACIÓN**

- 1.- Una vez realizada la instalación física se requiere comprobar la calidad del enlace. Para este propósito se recomienda hacer fichas de pruebas, las que recojan los criterios más importantes para poder evaluar la estabilidad del mismo.
- 2.- Los equipos multipunto utilizan un medio compartido para transmitir información, haciéndolos susceptibles a congestión a medida que aumentan los clientes, por lo que se recomienda no sobredimensionar su capacidad para evitar la degradación del servicio.

## ABREVIATURAS

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>WTC</b>       | <b>World trade center.</b>                        |
| <b>ADSL</b>      | <b>Sistema de línea digital asimétrica.</b>       |
| <b>DIAL UP</b>   | <b>Conexión telefónica al internet.</b>           |
| <b>WAN</b>       | <b>Red de area ancha width area network.</b>      |
| <b>GHz</b>       | <b>Gigahertz unidad de frecuencia.</b>            |
| <b>BACKBONE</b>  | <b>Concentración de tráfico de datos.</b>         |
| <b>ROUTER</b>    | <b>Encaminador del tráfico.</b>                   |
| <b>PROXIM</b>    | <b>Marca de equipos.</b>                          |
| <b>MODEMS</b>    | <b>Equipo de comunicación.</b>                    |
| <b>Kbps</b>      | <b>Kilo bits por segundo unidad de velocidad.</b> |
| <b>BROWSER</b>   | <b>Cliente.</b>                                   |
| <b>ISP</b>       | <b>Proveedor de servicio de internet.</b>         |
| <b>SPLITTER</b>  | <b>Dispositivo que divide la señal.</b>           |
| <b>RTC</b>       | <b>Servicio telefónico básico.</b>                |
| <b>ISDN</b>      | <b>Red digital de sistemas integrados.</b>        |
| <b>BRI</b>       | <b>Interfase básico de velocidad.</b>             |
| <b>T1</b>        | <b>1024 Kbps.</b>                                 |
| <b>E1</b>        | <b>2048 Kbps.</b>                                 |
| <b>VPN</b>       | <b>Redes privadas virtuales.</b>                  |
| <b>Extranets</b> | <b>Red externa.</b>                               |
| <b>Intranets</b> | <b>Red interna.</b>                               |

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>PPTP</b>      | <b>Protocolo punto a punto de túnel.</b>                                     |
| <b>Firewall</b>  | <b>Servidor de seguridad.</b>  |
| <b>ICM</b>       | <b>Aplicaciones industriales, científicas y médicas.</b>                     |
| <b>Turbocell</b> | <b>Protocolo de comunicaciones.</b>  |
| <b>ACK</b>       | <b>Protocolo que limita la distancia entre remotas.</b>                      |
| <b>OR</b>        | <b>Outdoor router.</b>   |
| <b>COR</b>       | <b>Central outdoor router.</b>   |
| <b>AP 1000</b>   | <b>Access point 1000.</b>  |
| <b>MAC</b>       | <b>12 dígitos hexadecimal que identifican a un equipo dentro de una red.</b> |
| <b>TDD</b>       | <b>Time division duplex.</b>   |
| <b>SNMP</b>      | <b>Protocolo de administración de red simple.</b>                            |
| <b>SNR</b>       | <b>Señal sobre ruido.</b>  |
| <b>CSMA</b>      | <b>Detección de portadora – múltiple acceso.</b>                             |
| <b>SU</b>        | <b>Estación subscriptora.</b>  |
| <b>TCP/IP</b>    | <b>Protocolo de transporte de internet.</b>                                  |
| <b>FTP</b>       | <b>Programa de transferencia de archivos.</b>                                |
| <b>QPSK</b>      | <b>Modulador de frecuencia portadora.</b>                                    |
| <b>Broadcast</b> | <b>Emisión de paquetes en todas las direcciones.</b>                         |
| <b>NAT</b>       | <b>Network Address Translation</b>   |
| <b>PCMCIA</b>    | <b>Trabaja en 2.4 Ghz es una interfaz inalámbrica.</b>                       |
| <b>CONATEL</b>   | <b>Consejo Nacional de Telecomunicaciones.</b>                               |

|               |   |
|---------------|---|
| <b>SNT</b>    | <b>Secretaria Nacional de Telecomunicaciones.</b> |
| <b>SUPTEL</b> | <b>Superintendencia de Telecomunicaciones.</b>    |
| <b>UIT</b>    | <b>Unión Internacional de Telecomunicaciones.</b> |

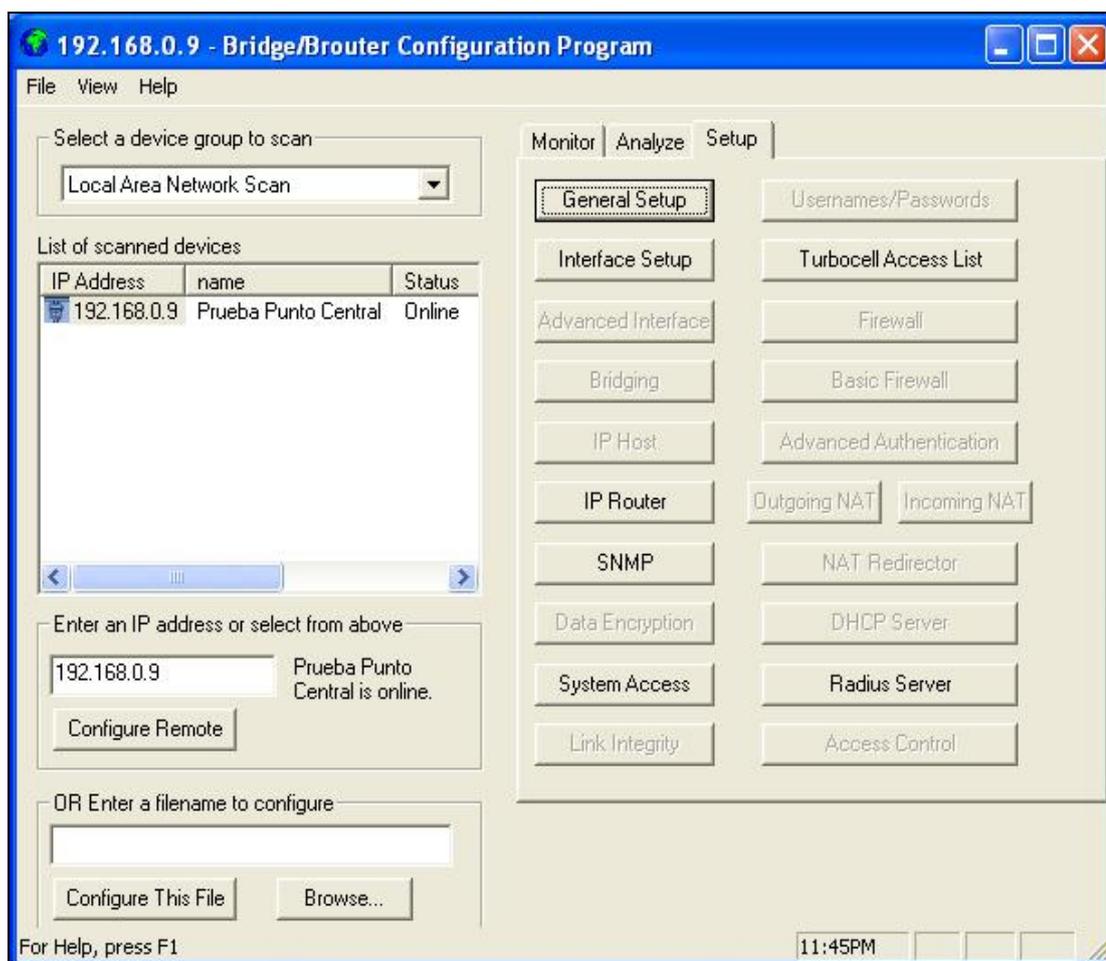
# ANEXOS

## ANEXO A

### Configuración de los equipos.

#### Punto central: COR 1100.

La configuración del equipo se puede dividir en varias categorías, se usará las subdivisiones del programa de configuraciones para describir la misma.



**Figura A.1:** *Configurator*, programa de administración de los equipos de 2.4 Ghz.

**Configurator.** Se usa para programar los equipos que trabajan en la banda de 2.4 Ghz. En la pantalla inicial se muestra una lista con los nombres de los equipos pertenecientes a la sub red de la computadora. La lista muestra información de los equipos, su dirección IP, su nombre y su estado.

De la lista se selecciona el equipo que se quiere configurar, luego se hace clic en el botón *Configure Remote*. En el cuadro que aparece se debe escribir la clave para ingresar al equipo.

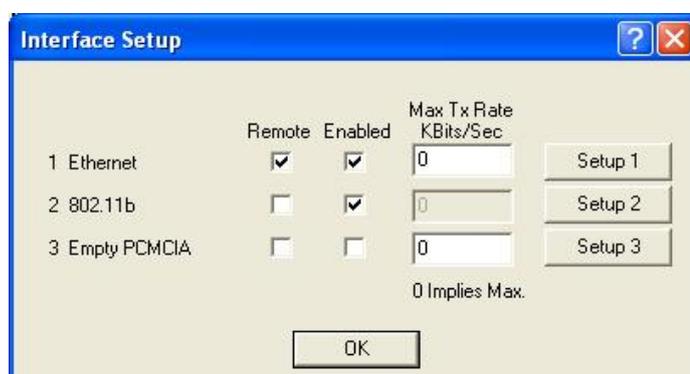
Luego de leer la configuración actual del equipo, se puede comenzar a hacer los cambios en su configuración. Como se puede apreciar en la figura, se tienen siete opciones activas. Las opciones activas pueden variar dependiendo principalmente de lo que se elige en el menú *General Setup*. Además, dependiendo del diseño de la red, hay opciones que no se usarán.

Para comenzar se hace clic en el botón *General Setup*, a continuación sale la pantalla mostrada en la figura A.2. Se observa las opciones principales, las que definirán que parámetros se configurarán más adelante. El equipo puede trabajar en modo bridge o router, tiene la capacidad de hacer NAT (network address translation), DHCP, en modo router puede hacer filtrado de paquetes (firewall), y si se usa un servidor radius puede controlar el acceso por medio de la dirección MAC, aunque no es la única forma en la que puede controlar el acceso como se verá más adelante. En nuestro caso se elige la opción *Enable IP Routing*. El filtrado de paquetes lo hace el router principal, y no se usa un servidor radius.



**Figura A.2:** Configuración general.

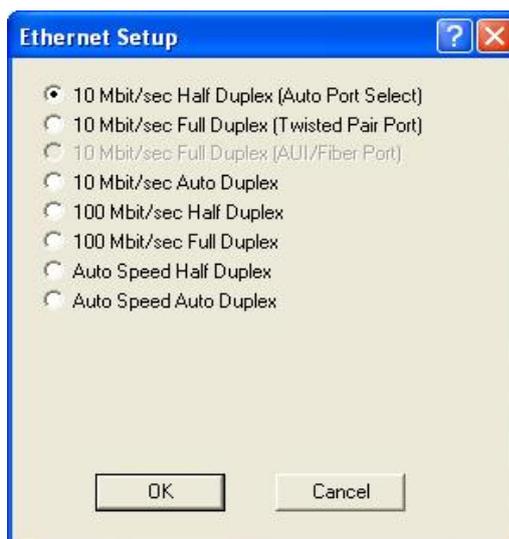
El siguiente botón es *Interface Setup*. La pantalla que se muestra es la de la figura A.3.



**Figura A.3:** Configuración de las interfaces.

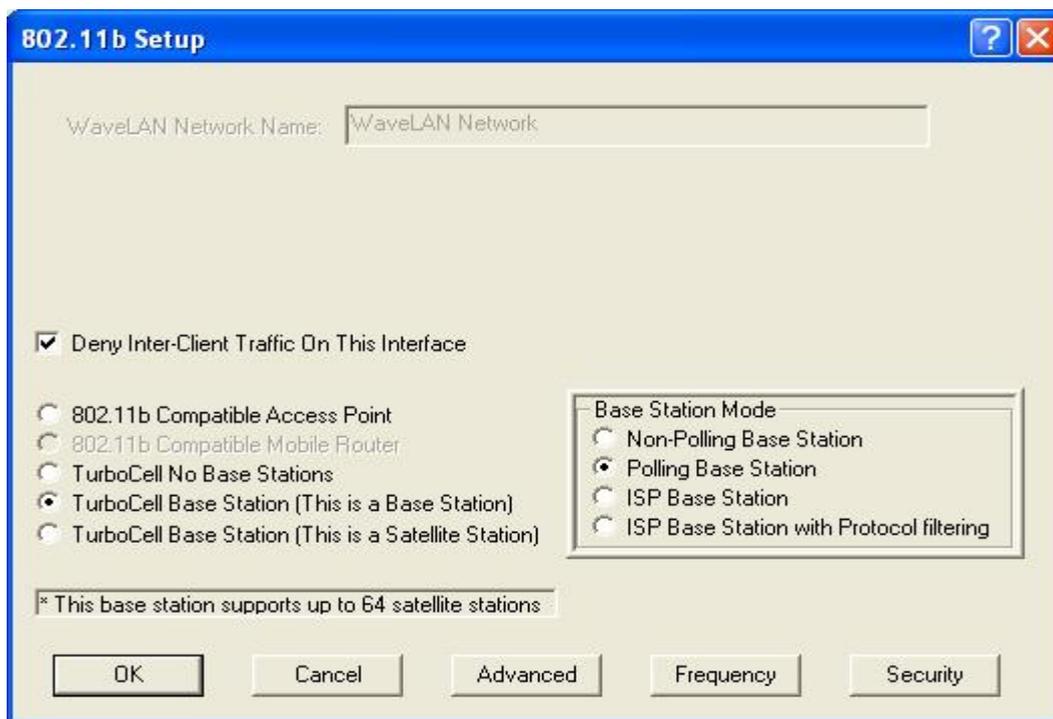
El equipo usado para la prueba contaba con sólo una tarjeta PCMCIA, por lo que se observa que la tercera se muestra como vacía. También se puede habilitar o deshabilitar las interfaces y en algunos casos, por ejemplo en los equipos clientes, se puede controlar el ancho de banda, aunque el manejo del mismo se lo implementa de otra forma como se verá más adelante.

El siguiente paso es configurar cada interfaz. Se hace clic en el botón *Setup 1* para la ethernet (figura A.4) y en *Setup 2* para la inalámbrica (figura A.5).



**Figura A.4:** Configuración de la interfaz ethernet.

La configuración ethernet (figura A.4) es sencilla, se debe elegir de la lista la opción *100 Mbit/sec Full Duplex*; o, si se quiere tener más compatibilidad se puede elegir la opción *Auto Speed Auto Duplex*, el equipo automáticamente detectará la velocidad y el modo más apropiado.

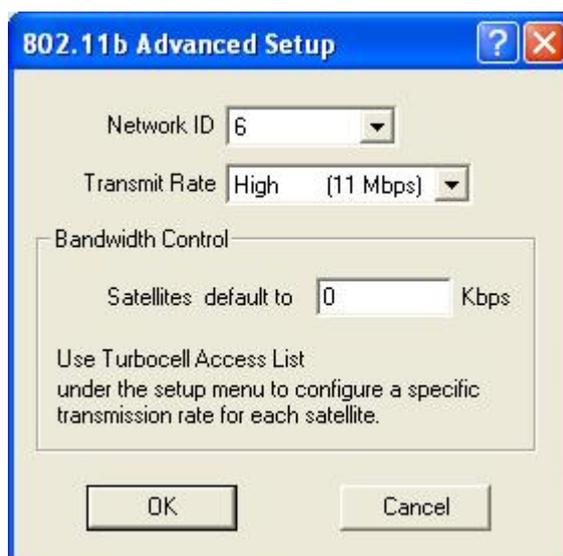


**Figura A.5:** Configuración de la interfaz inalámbrica.

Para la configuración inalámbrica (figura A.5) hay más opciones. En la primera opción se define el papel que va a desempeñar el equipo en la red. Puede funcionar como un punto de acceso 802.11b, prácticamente sería un hub inalámbrico. También puede funcionar como un cliente (*Satellite Station*). Pero para que funcione como un punto central (COR) se debe seleccionar la opción *Turbo Cell Base Station (This is a Base Station)*.

Además de configurar esa opción, se debe seleccionar una de las cuatro opciones disponibles a la derecha de la pantalla. Se elige la opción *Polling Base Station* debido a que el equipo le dará la misma probabilidad de transmitir a todos los clientes.

Lo siguiente a configurar son las opciones avanzadas, se hace clic en el botón *Advance* y aparece la pantalla que se muestra en la figura A.6.



**Figura A.6:** Configuración avanzada.

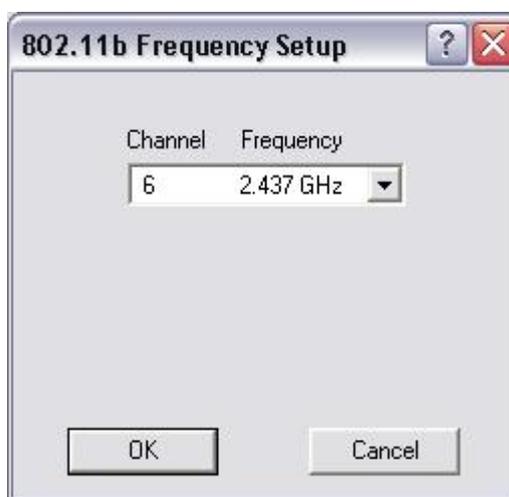
En la opción avanzada hay tres parámetros a configurar: *Network ID*, *Transmit Rate* y *Bandwidth Control*. Sin embargo el último sólo se configura si se desea limitar el ancho de banda por igual para todos, lo que nos quita versatilidad, por lo que se lo deja en 0, es decir sin limitación.

***Network ID:*** El número puede ser cualquiera desde 0 hasta 15, todos los clientes deben tener el mismo que el de la base a la que se conectan.

***Transmit Rate:*** La velocidad de transmisión, puede tomar los valores de 1, 2, 5.5 y 11 Mbps. A medida que se aumenta la velocidad, se disminuye la distancia a la que

se puede llegar. También si se disminuye la velocidad se arriesga a congestionar el canal más rápido, dependiendo del número de clientes. Para la prueba fue puesto en 11 Mbps, sin embargo en la práctica usualmente está entre 1 y 5.5 Mbps.

El segundo botón es *Frequency*, la pantalla mostrada en la figura A.7 se muestra el recuadro de configuración de la frecuencia.



**Figura A.7:** Configuración de frecuencia.

La frecuencia es sencilla de configurar, la banda de 2.4 Ghz ha sido dividida en 11 canales. Se elige la más apropiada, para hacerlo se debe probar la frecuencia con un cliente, dependiendo de los resultados obtenidos en las pruebas se la debe cambiar hasta conseguir una apropiada. Debido a la naturaleza de los enlaces punto a multipunto, no se lo puede hacer con cada cliente que se instala. Lo que se hace en la práctica es hacer el análisis con el primer cliente, se busca la frecuencia “más limpia”, es decir la que menos ruido tenga.

La última configuración dentro de la interfaz inalámbrica es la de *Security*, la misma que se muestra en la figura A.8.

Se activa la codificación wep seleccionando *Static WEP keys only*. En el cuadro número 1 de la derecha se escribe la clave, debe tener 5 caracteres o menos y puede incluir números y letras. La misma clave debe ser programada en todos los clientes, de lo contrario todos sus paquetes serán desechados.

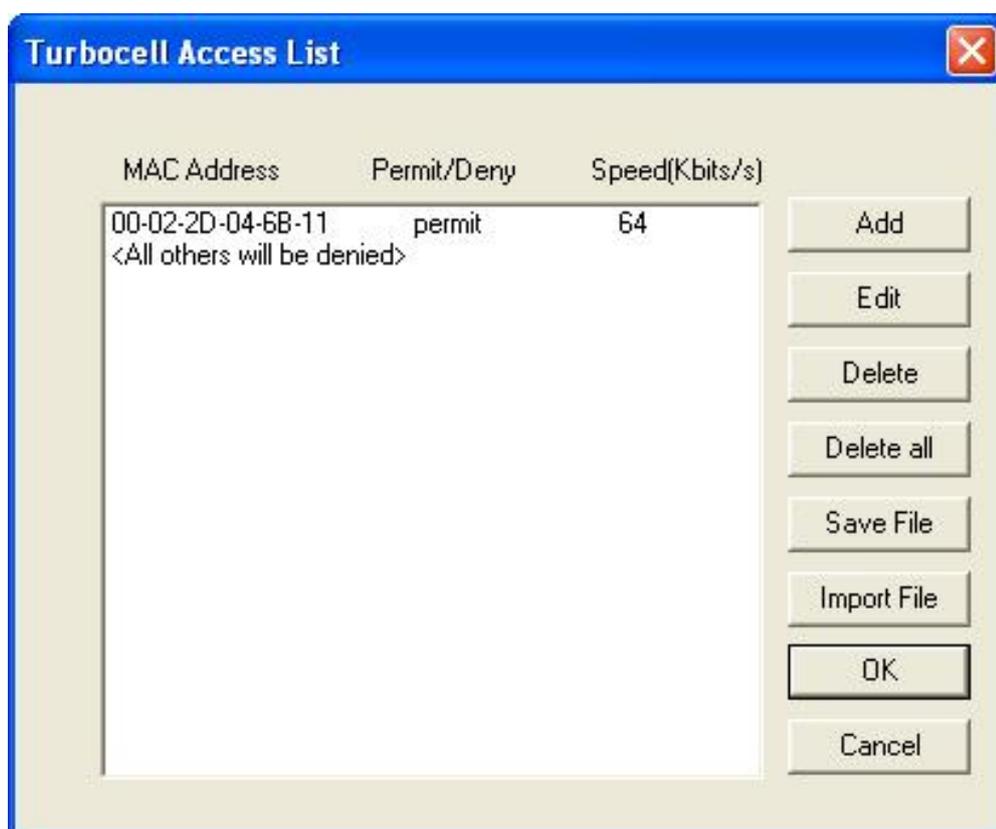
Se puede configurar más de una clave, sin embargo sólo una puede ser usada a la vez. Si se deshabilita, seleccionando *Disable WEP Encryption*, la información viajará sin protección.



**Figura A.8:** Configuración de la seguridad.

Al deshabilitar la codificación se pierde en seguridad, pero se gana en velocidad de conexión. Sin embargo lo que se gana en velocidad no es algo significativo, por lo que no es recomendable hacerlo.

Con lo hecho hasta el momento se tiene configurado el enlace radial, sin embargo todavía no se ha hablado del control de acceso a la red. Para controlar el ingreso de equipos a la red se debe hacer clic al botón de *TurboCell Access List*, es aquí donde se podrá controlar que equipo se conecta a la red y su velocidad máxima permitida.



**Figura A.9:** Lista de acceso para equipos inalámbricos.

En la lista de acceso se muestran todas las direcciones MAC permitidas. Se hace clic en **Add** para llegar al formulario (figura A.9) en el que se ingresa la dirección MAC del equipo y su velocidad máxima. Se puede configurar una velocidad independiente para cada equipo ingresado en la lista, es decir cada equipo puede tener una velocidad diferente. Para ejecutarlo se debe seleccionar **Other** y escribir en la línea inferior la velocidad en Kbps.



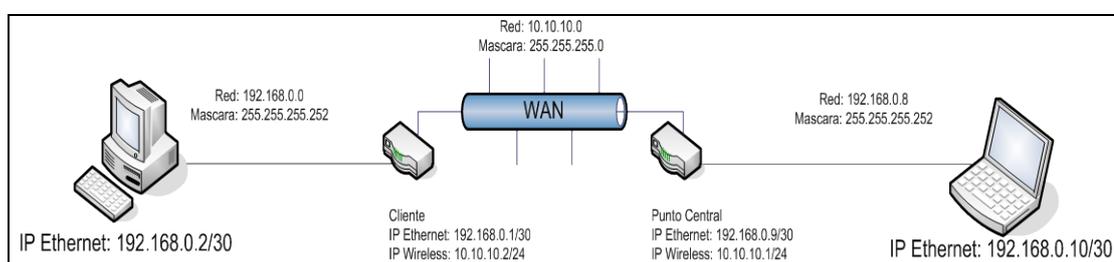
**Figura A.10:** Ingreso de la dirección MAC y de la velocidad.

También se puede negar el ingreso de algún equipo, lo que puede ser muy útil a la hora de bloquear a los clientes morosos. Para realizar la negación se debe seleccionar **Deny** en lugar de **Permit**.

El siguiente paso es configurar el enrutamiento. Se hace clic en **IP Router** y

se muestra el formulario (figura A.12).

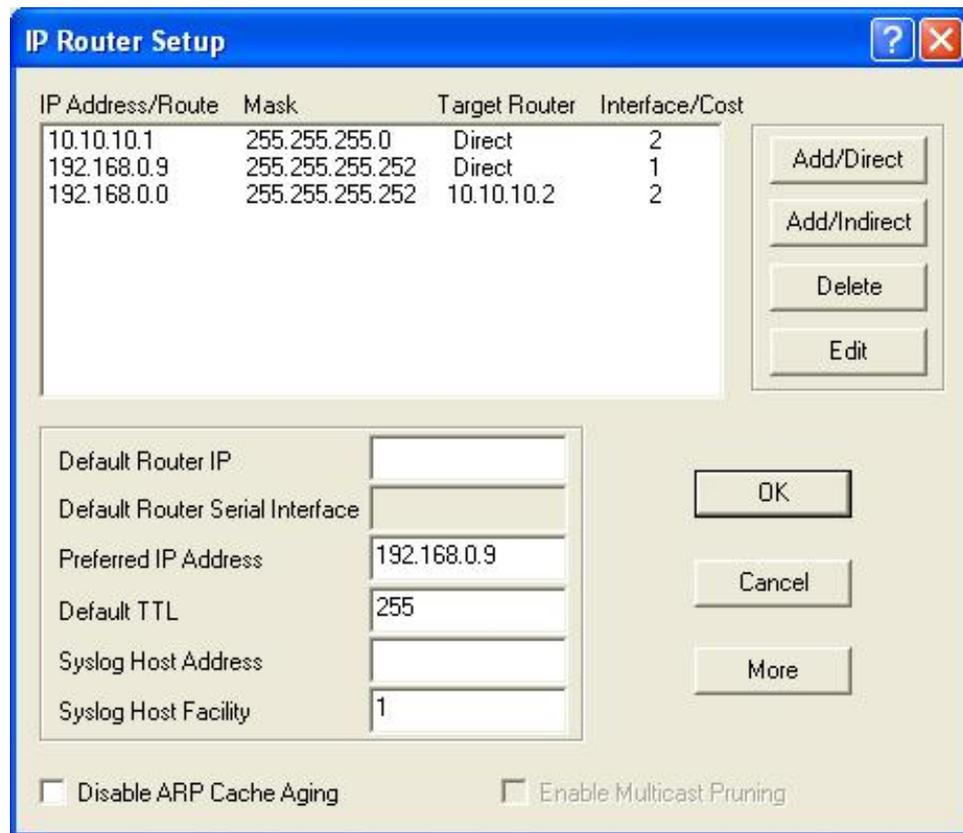
Para explicar mejor la configuración del router se hizo un ejemplo, el diagrama mostrado en la figura A.11 muestra las redes usadas, mascararas, direcciones, etc.



**Figura A.11:** Caso de ejemplo, esquema de enrutamiento.

Como se muestra en el diagrama, existe tres segmentos, la red WAN (10.10.10.0) y dos sub redes (192.168.0.0 y 192.168.0.8) con mascara 255.255.255.252, es decir tienen 2 direcciones cada una. Con esta información se puede iniciar la configuración del equipo.

Existen dos clases de rutas, las directas y las indirectas. Las directas se refieren a las interfaces del equipo, sirven para asignar una dirección IP a cada interfaz. En la figura A.13 se puede ver el formulario para ingresarlas, en la primera línea se ingresa la dirección IP, la segunda es para la máscara de red, y la tercera es para escribir la interfaz a la que pertenece esa dirección. El número de la misma se puede ver en el recuadro de interfaces, 1 para el ethernet, 2 y 3 para las inalámbricas.



**Figura A.12:** Configuración del ruteo.



(a)

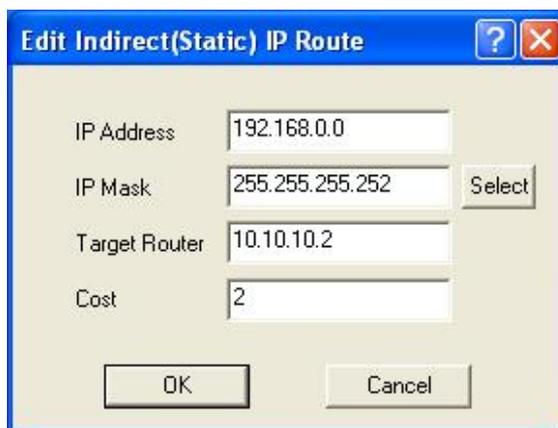
(b)

**Figura A.13:** Ingreso de rutas directas.

Las rutas indirectas son las llamadas “estáticas”, sirven para indicarle al

router como llegar a otra red. En la figura A.14 se puede observar el formulario usado para la misma.

En la primera línea se pone la red a la que se quiere llegar, la segunda línea es para la máscara de esa red, la tercera es para indicar la dirección WAN en donde va a encontrar a esa red y la cuarta es para indicar por medio de que interfaz se puede llegar a esa WAN.



| Field         | Value           |
|---------------|-----------------|
| IP Address    | 192.168.0.0     |
| IP Mask       | 255.255.255.252 |
| Target Router | 10.10.10.2      |
| Cost          | 2               |

**Figura A.14:** Ingreso de rutas indirectas o estáticas.

El equipo también puede ser usado como *firewall*. Sin embargo, como la función está asignada a otro router, no se lo hará.

Ahora se observará las opciones de administración, es decir el botón **SNMP**. Encontramos que aquí se pueden configurar las claves del equipo, lectura y escritura. Además se puede ingresar información como dirección donde está instalado el equipo, su nombre y el de la persona responsable del equipo. Adicionalmente se

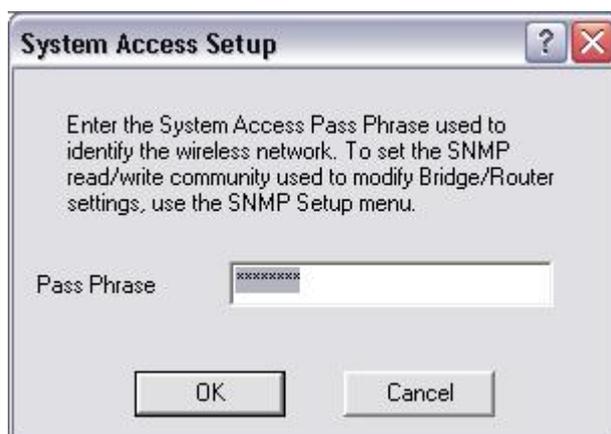
puede limitar el acceso a la información enviada por SNMP, mediante una lista de direcciones IP autorizadas

| Address                 | Mask | Interface |
|-------------------------|------|-----------|
| <All will be permitted> |      |           |

**Figura A.15:** Configuración SNMP.

Por último se debe configurar lo que se llama la *pass phrase*, lo que se hace dentro de *System Access*.

La clave debe ser la misma en todos los equipos para que se puedan conectar al punto central.

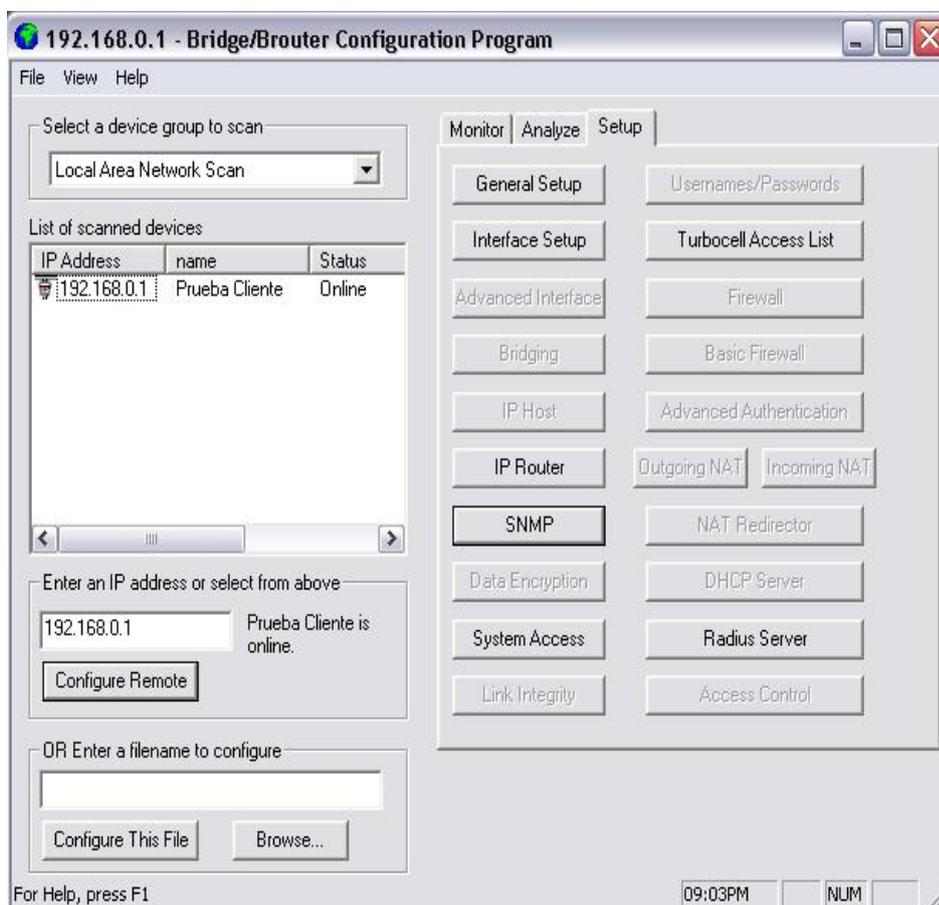


**Figura A.16:** Ingreso de la clave de acceso.

Ahora se debe grabar los cambios hechos. Para hacerlo se debe ir al menú **File** y seleccionar **Save Config**, saldrá un cuadro de diálogo para confirmar que se quiere grabar, se hace clic en Ok y se espera unos quince segundos para que los cambios se graben en el equipo.

### Ciente: OR 500.

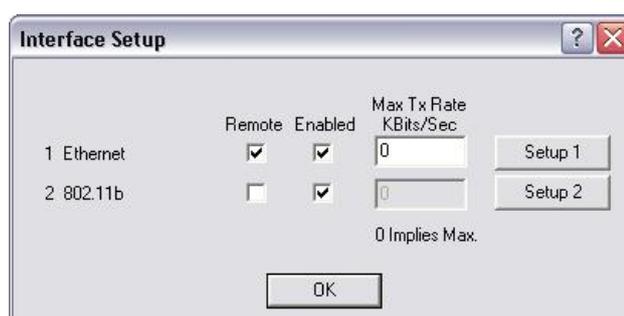
La configuración del equipo cliente no es muy diferente a la del equipo central, de hecho hay ciertas configuraciones que son exactamente iguales como se verá más adelante. Se lee la configuración de la misma forma que se lo hizo en el punto central, en la figura A.17 se muestra la pantalla.



**Figura A.17:** Configuración del equipo remoto OR500.

La configuración general (*General Setup*) es exactamente la misma, para mayor referencia ver la figura A.2. En esta pantalla sólo se elige *Enable IP Routing*.

El siguiente paso es configurar las interfaces, se hace clic en *Interface Setup*. La pantalla que se muestra (figura A.18) es ligeramente diferente a la mostrada en el punto central, la diferencia está en que sólo se tiene dos interfaces en lugar de tres.



**Figura A.18:** Configuración de las interfaces.

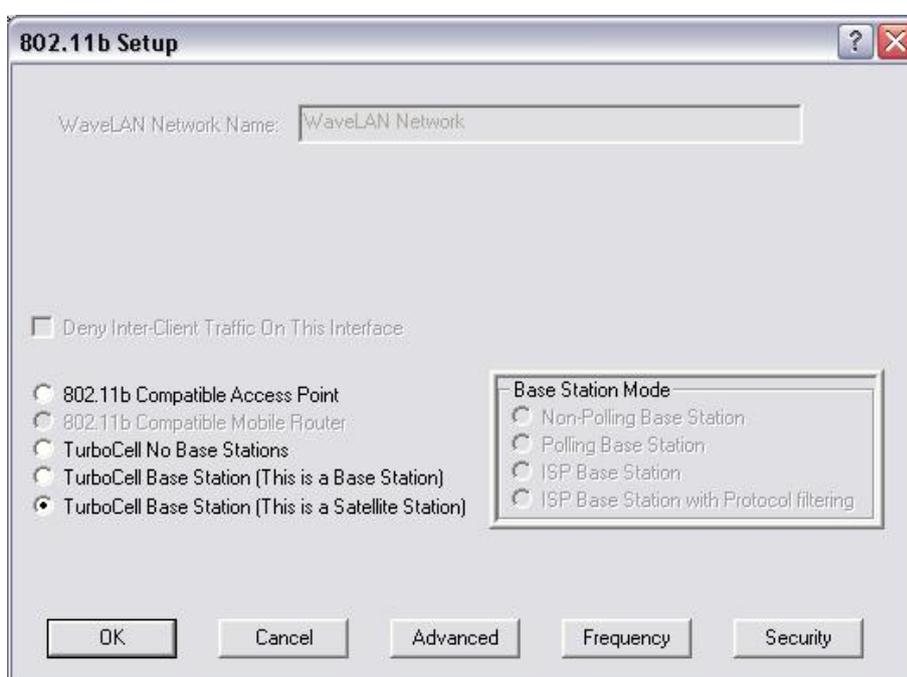
Para configurar la ethernet se hace clic en *Setup 1*, y para la inalámbrica en *Setup 2*.



**Figura A.19:** Configuración ethernet.

Como se puede observar en la figura A.19, el equipo sólo cuenta con dos opciones. Si el usuario usa cable UTP categoría 5 se puede seleccionar *10 Mbit/sec Full Duplex*.

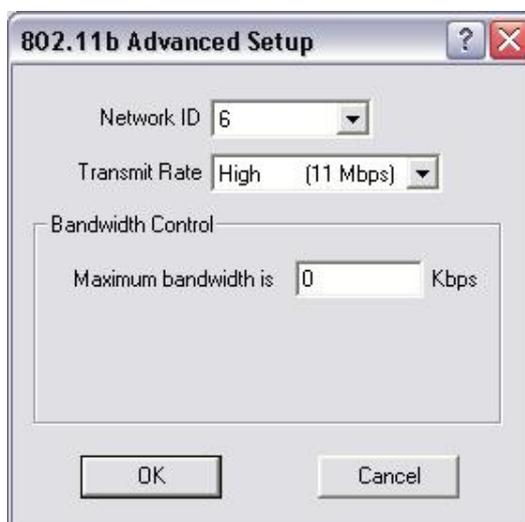
La configuración de la interfaz inalámbrica se muestra en la figura A.20. El equipo, como punto central, puede ser configurado en varios modos.



**Figura A.20:** Configuración de la interfaz inalámbrica.

De hecho tiene todos los modos del punto central, la diferencia radica en que cuando se comporta como una base (*Base Station*) sólo puede tener un cliente, es decir se usan para enlaces punto a punto. Para el ejemplo se selecciona la opción *TurboCell Base Station (This is a Satellite Station)*.

En la figura A.21 se muestra la configuración avanzada (botón *Advance*), los parámetros que se ingresen ahí deben ser los mismo que se configuraron en la base, de lo contrario el sistema no funcionará. El único de los parámetros que no se debe configurar es *Bandwidth Control*, porque se lo hace en el equipo base, por separado para cada cliente.



**Figura A.21:** Configuración avanzada.

La frecuencia (botón *Frequency*) debe ser la misma usada en la base. En la opción avanzada al igual que la de seguridad (botón *Security*) son exactamente iguales en la base y en el cliente; y la información que se ingresa debe ser la misma en los dos. Para más información ver la sección en el manual de configuración de la base.

Lo siguiente que se debe configurar son los parámetros de enrutamiento

(botón *IP Router*). Se sugiere usar el ejemplo de la figura A.11, con el equipo del cliente.

| IP Address/Route | Mask            | Target Router | Interface/Cost |
|------------------|-----------------|---------------|----------------|
| 10.10.10.2       | 255.255.255.0   | Direct        | 2              |
| 192.168.0.1      | 255.255.255.252 | Direct        | 1              |

Default Router IP: 10.10.10.1

Default Router Serial Interface:

Preferred IP Address: 192.168.0.1

Default TTL: 255

Syslog Host Address:

Syslog Host Facility: 1

Disable ARP Cache Aging       Enable Multicast Pruning

**Figura A.22:** Configuración de enrutamiento.

Para el ejemplo no se necesita de rutas indirectas, en lugar de la ruta se define como puerta de entrada predeterminada (*Default Router IP*) a la base (10.10.10.1). También se deben definir las direcciones IP de las dos interfaces (figura A.23 A y A.23 B).



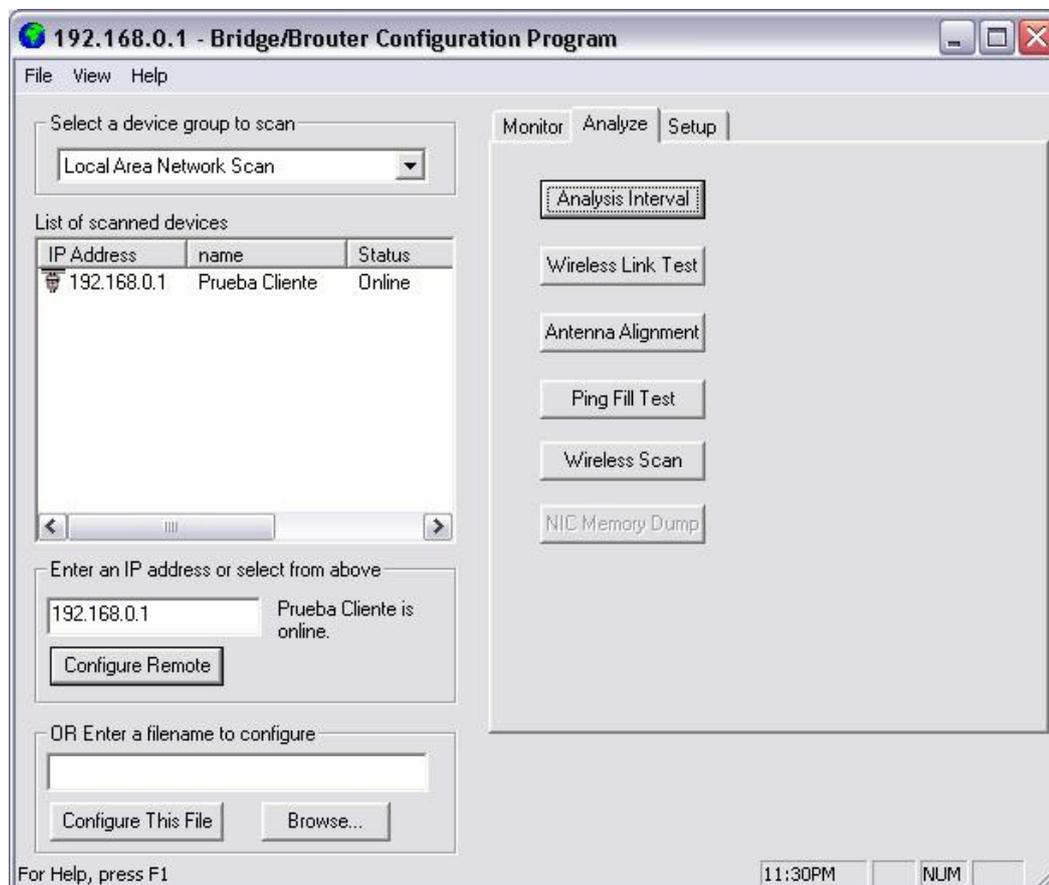
(A)

(B)

**Figura A.23:** Configuración de rutas directas.

Quedan dos configuraciones pendientes: *SNMP* y *System Access*. Las pantallas que se usan para configurar los parámetros son idénticas a sus contrapartes en el punto central. Obviamente en *SNMP* se deberá poner los datos referentes al equipo del cliente, mientras que en *System Access* se debe poner la misma clave usada en el equipo base. Una vez terminados los cambios en la configuración, se debe guardar los mismos, otra forma de hacerlo es presionando ctrl+s.

## Pruebas de diagnóstico



**Figura A.24:** Solapa de análisis.

Con los equipos configurados y funcionando se debe revisar la calidad del enlace, primero a nivel radial, luego se observan los errores y por último se prueban los tiempos de respuesta.

De las tres pruebas a realizarse, dos se hacen por medio del programa *Configurator*. La tercera, los tiempos de respuesta, se la hace por medio de varias series de pings.

## La prueba del enlace inalámbrico

Para poder realizar la prueba se debe ir a la solapa del medio, *Analyze*, y escoger la opción *Wireless Link Test*. Al hacer clic se pedirá la clave del equipo y luego aparece una pantalla donde se elige al equipo con el que se quiere hacer la prueba. Si la prueba se hace desde un cliente, es muy probable de que sólo salga la unidad base, mientras que si se la inicia desde una base saldrán todos los clientes conectados a la misma.

Como se puede observar en la figura A.25, en la prueba se muestran varios valores relevantes: la relación señal a ruido, el nivel de señal y el nivel de ruido en dBm. Adicionalmente se pueden ver en la parte inferior los paquetes recibidos y los perdidos.

Se puede observar que hay dos medidores para cada categoría, uno es el equipo local y el segundo es el remoto. En las barras de *SNR*, *Signal* y *Noise* se puede observar que en cada una hay dos pequeñas líneas verticales, las mismas que señalan el nivel máximo y mínimo alcanzado a lo largo de la prueba. Mientras menor es la distancia entre las antenas, más estable es el enlace. Igualmente se requiere un valor de SNR alto para asegurar la calidad del enlace, si ocurre lo contrario se registran pérdidas de paquetes y errores.

Existen casos en los que el SNR no es muy alto, debido a que el nivel de señal no es muy alto, sin embargo, como el nivel de ruido es bajo no se registran pérdidas de paquetes y se obtiene un enlace de buena calidad con buenos tiempos de

respuesta y sin errores. Entonces los factores más relevantes en la prueba son la variación de los niveles de ruido y los paquetes perdidos, los que si se mantienen en un valor menor o igual a 2%, entonces se obtiene un enlace de muy buena calidad.

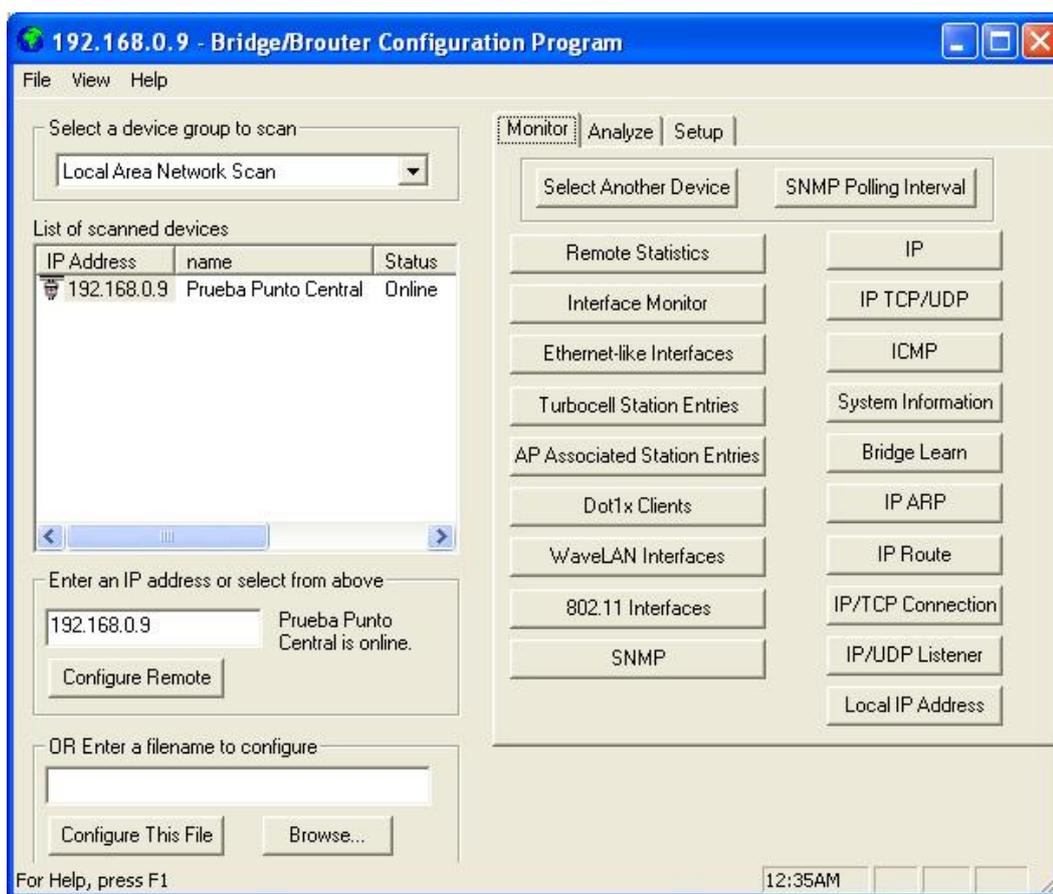


**Figura A.25:** Prueba de enlace de radio entre punto central a un cliente.

La prueba del enlace radial es la más básica de todas, no tiene sentido hacer las otras si no se obtiene buenos resultados aquí.

## Estadísticas del equipo

Con el *Configurator* se pueden observar muchos datos, bytes enviados, bytes descartados, errores, etc.

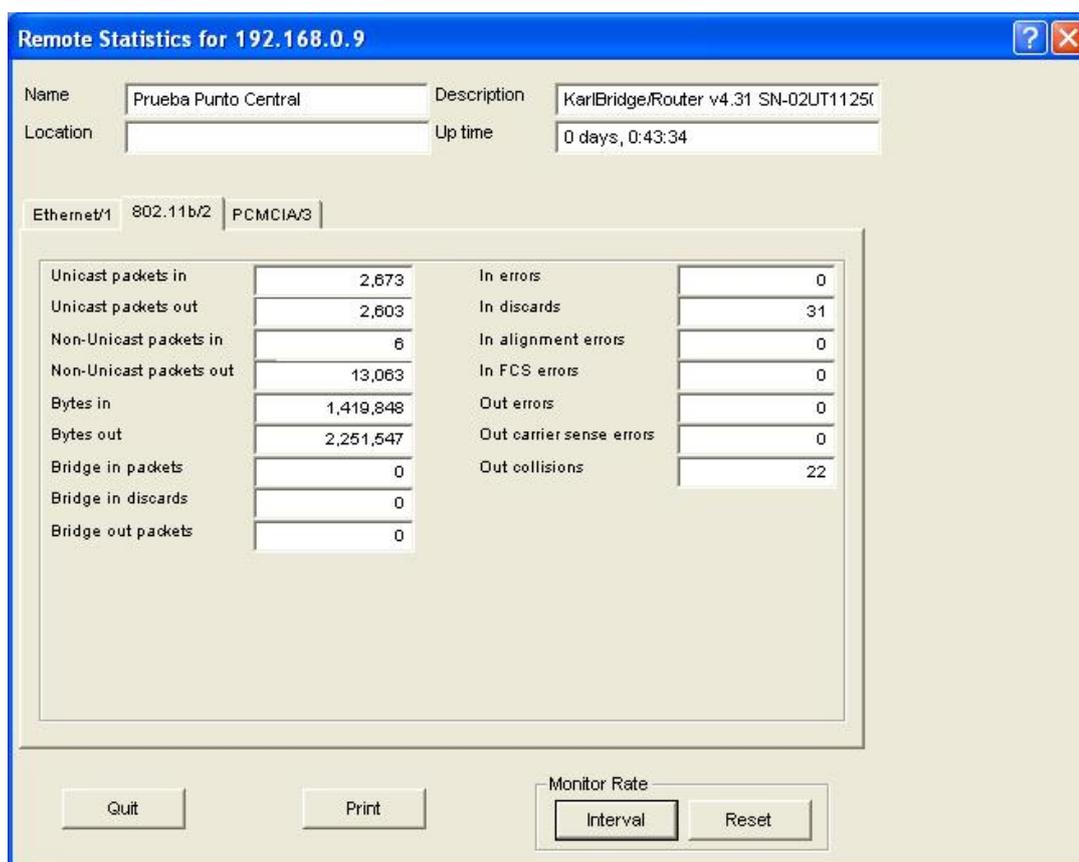


**Figura A.26:** Monitoreo del enlace.

Para conocer las estadísticas se debe ir a la solapa *Monitor*, desde ahí se puede acceder a las opciones.

Lo primero que se revisa será las estadísticas del equipo (*Remote*

*Statistics*), las mismas que están clasificadas por interfaces, en nuestro caso se necesita saber las estadísticas de la interfaz inalámbrica, por lo que se selecciona la solapa referente a la misma (*802.11b/2*).



**Figura A.27:** Estadísticas del equipo divididas por interfaz.

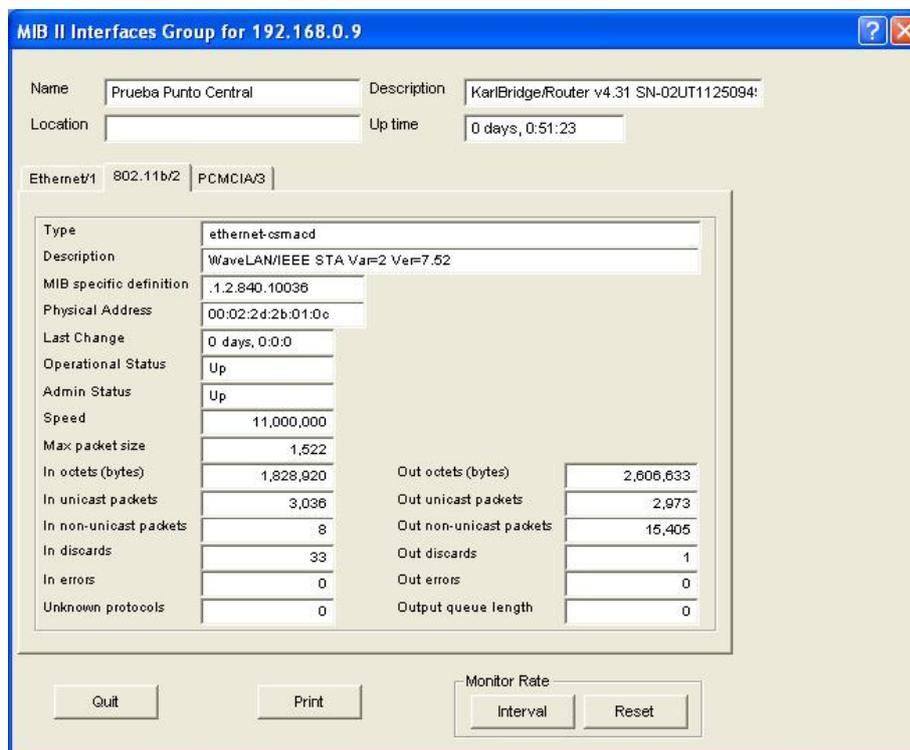
Como se puede observar en la figura A.27, contiene información de cuantos paquetes y bytes están entrando y saliendo por la interfaz. No sólo eso sino también se puede ver los paquetes que han sido descartados, la cantidad de errores que han ocurrido y las colisiones que pueden haber ocurrido.

Se presentan los totales, pero si se quiere los valores obtenidos en cada medición, se puede hacer clic sobre el botón *Interval*.

Para hacer el análisis de los datos obtenidos, se debe tomar en cuenta la velocidad a la que el equipo está limitado, y la aplicación con la que se lo está probando. Por ejemplo, si no se está enviando datos el medidor de errores, colisiones y descartados debe ser cero.

Cuando se satura el canal es común tener paquetes descartados y algunas colisiones. Un dato adicional que no se ha nombrado es que en las pantallas de prueba siempre se muestra el tiempo que el equipo a estado prendido, lo que puede ayudar a la hora de diagnosticar algún problema, sabiendo cuanto tiempo ha estado prendido el equipo se puede determinar si se reinicio por algún apagón, el que pudo haberlo dañado.

Otra opción que se utiliza para ver las estadísticas del equipo, es el monitor de interfaces (*Interface Monitor*). De la misma manera se puede elegir la interfaz a monitorear. Aquí se presentan muchos de los datos vistos en la anterior pero presenta otros como la dirección MAC, estados operacional y administrativo, tamaño máximo de paquete enviado, número de protocolos no identificados y velocidad del enlace. También omite otros vistos en la pantalla anterior por ejemplo las estadísticas de las colisiones, errores de alineación entre otros, lo cual nos indica que esa pantalla está más orientada hacia la detección de errores a nivel radial, mientras que la segunda pantalla es para un análisis de transmisión de datos a nivel de protocolos.

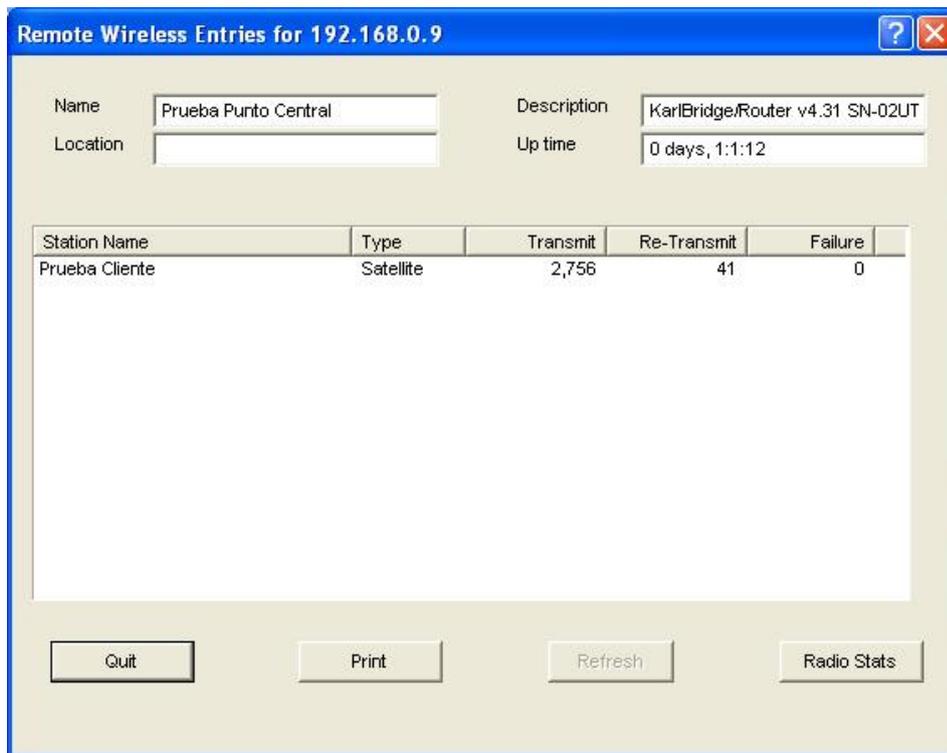


**Figura A.28:** Estadísticas del monitor de interfaces.

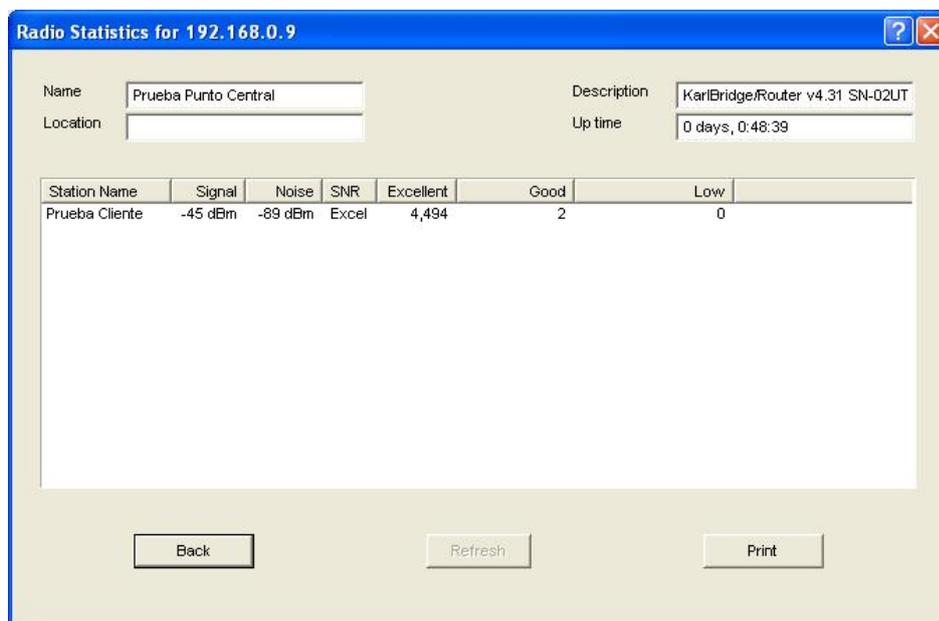
Hay otras pantallas que muestra datos interesantes, pero debe verse en un equipo base, para visualizar las estadísticas de los equipos conectados. Se puede observar en *TurboCell Station Entries*.

La primera pantalla muestra el nombre del equipo, su tipo, los paquetes transmitidos, los retransmitidos y los que fallaron en transmitirse.

La información de la figura A.29 no es tan interesante, sin embargo si se hace clic en *Radio Stats* aparece una pantalla que muestra la figura A.30 nuevamente el nombre de los equipos conectados, y adicionalmente se muestra los valores de señal recibida y ruido en dBm.



**Figura A.29:** Estadísticas de equipos conectados a la red.

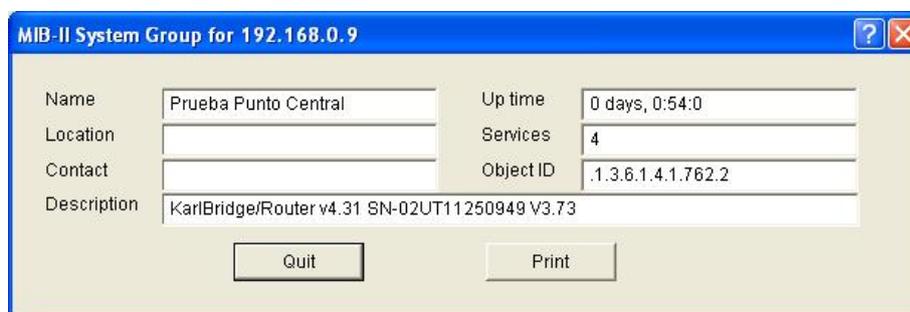


**Figura A.30:** Estadísticas radiales.

También se muestra el estado de la relación señal a ruido, los paquetes enviados a la máxima velocidad (*Excellent*), los transmitidos a velocidad media (*Good*) y los transmitidos a baja velocidad (*Low*).

Las estadísticas en el punto central mostrarán todos los clientes conectados y puede servir para monitorear todos los enlaces a la vez, sin necesidad de software adicional.

Como último, si es que se desea saber el número de serie del equipo, puede ser encontrado en *System Information*. En la línea de descripción, a un lado de *SN* se lo puede leer.



The screenshot shows a window titled "MIB-II System Group for 192.168.0.9". The window contains a table of system information with the following fields:

|             |   |           |                    |
|-------------|---|-----------|--------------------|
| Name        | Prueba Punto Central                          | Up time   | 0 days, 0:54:0     |
| Location    |   | Services  | 4                  |
| Contact     |   | Object ID | .1.3.6.1.4.1.762.2 |
| Description | KarlBridge/Router v4.31 SN-02UT11250949 V3.73 |           |                    |

At the bottom of the window, there are two buttons: "Quit" and "Print".

**Figura A.31:** Información del sistema.

### **Tiempos de respuesta**

La última prueba que se hace es la de los tiempos de respuesta, consiste en enviar por lo menos tres series de 100 pings cada una entre una computadora en el extremo del cliente hasta el equipo base. Para que la misma sea exitosa los niveles de perdidas de paquetes deben ser del 1% o menor. Además los tiempos promedios deben estar entre los 5 mseg hasta los 20 mseg.

## ANEXO B

### Cálculos de propagación.

#### Cálculos empleando modelo Friis (modelo sugerido por el fabricante)

Pérdidas adicionales: Se escoge 20dB debido a que Guayaquil presenta clima adverso.

#### Enlace Cerro Azul-G. Goyena y la 25

- **Pérdidas de espacio libre:**

$$L_s = -147.55 + 20 \log d [Km] + 20 \log f [Hz]$$

$$L_s = -147.55 + 20 \log(5470) + 20 \log(2437 \times 10^6)$$

$$L_s = 114.94dB$$

- **Potencia en el receptor:**

$$Pr = Pt + G_{antena1} + G_{antena2} - L_F - L_{cable1} - L_{cable2} - L_{conector1} - L_{conector2}$$

$$Pr = 9dBm + 24dBi + 24dBi - 114.94dB - 2dB - 1dB - 2dB$$

$$Pr = -62.94dB$$

Pr - Pérdidas adicionales > Sensibilidad(5.5Mbps)

$$-63.75dB - 20dB > \mathbf{-87dBm}$$

$$-83.75dB > -87dB$$

Se concluye que el enlace Cerro Azul.-G. Goyena operará a 5.5Mbps.

### Enlace Cyber-G. Goyena y la 25:

- **Pérdidas de espacio libre:**

$$L_F = -147.55 + 20 \log d [Km] + 20 \log f [Hz]$$

$$L_F = -147.55 + 20 \log(2270) + 20 \log(2462 \times 10^6)$$

$$L_F = 107.4dB$$

- **Potencia en el receptor:**

$$Pr = Pt + G_{antena1} + G_{antena2} - L_F - L_{cable1} - L_{cable2} - L_{conector1} - L_{conector2}$$

$$Pr = 15dBm + 24dBi + 24dBi - 107.4dB - 2dB - 1dB - 2dB$$

$$Pr = -49.4dB$$

Pr - Pérdidas adicionales > Sensibilidad(11Mbps)

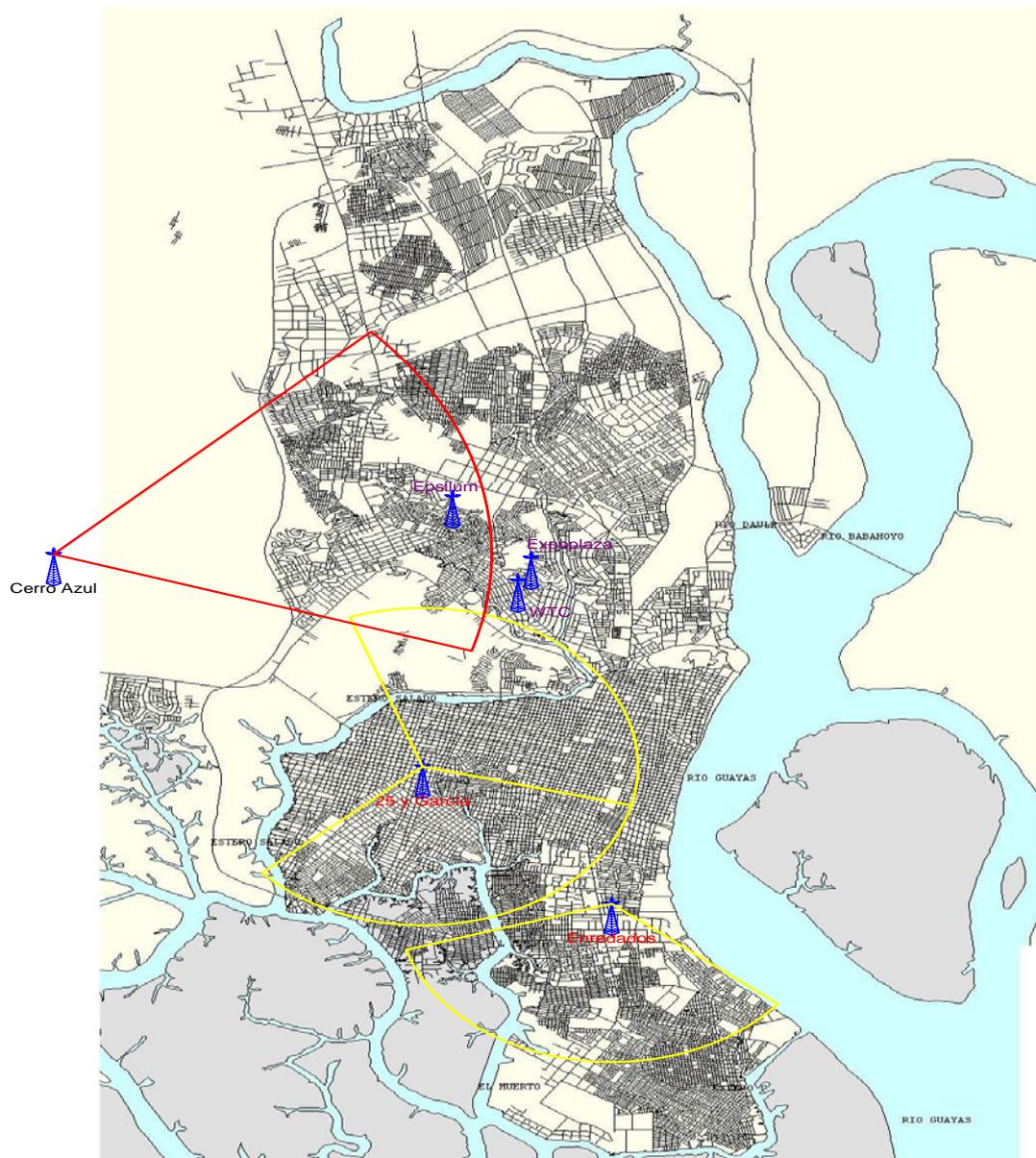
$$-49.4dB - 20dB > \mathbf{-82dBm}$$

$$-69.4dB > -82dB$$

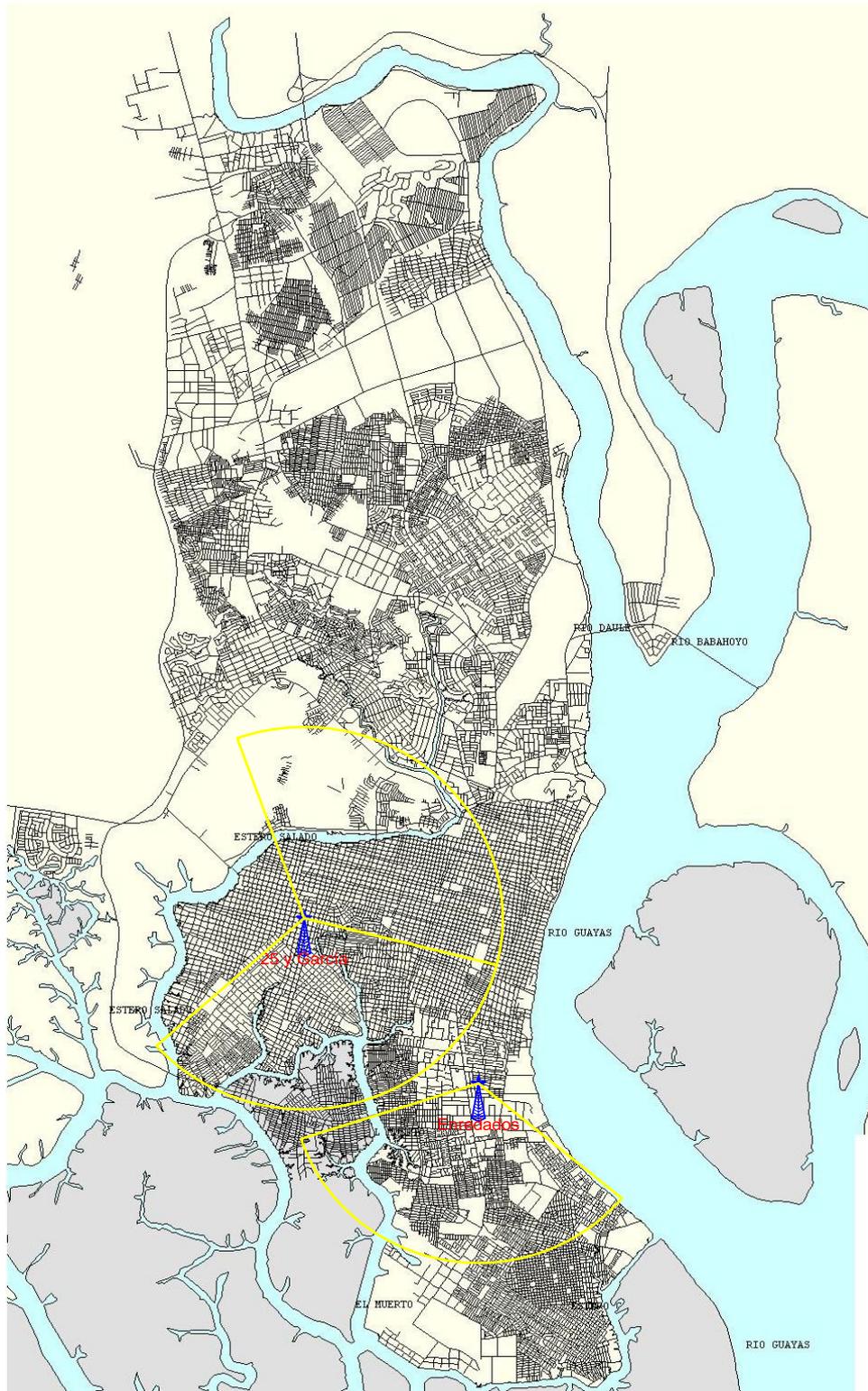
Se concluye que el enlace Cyber - G. Goyena operará a 11Mbps.

## ANEXO C

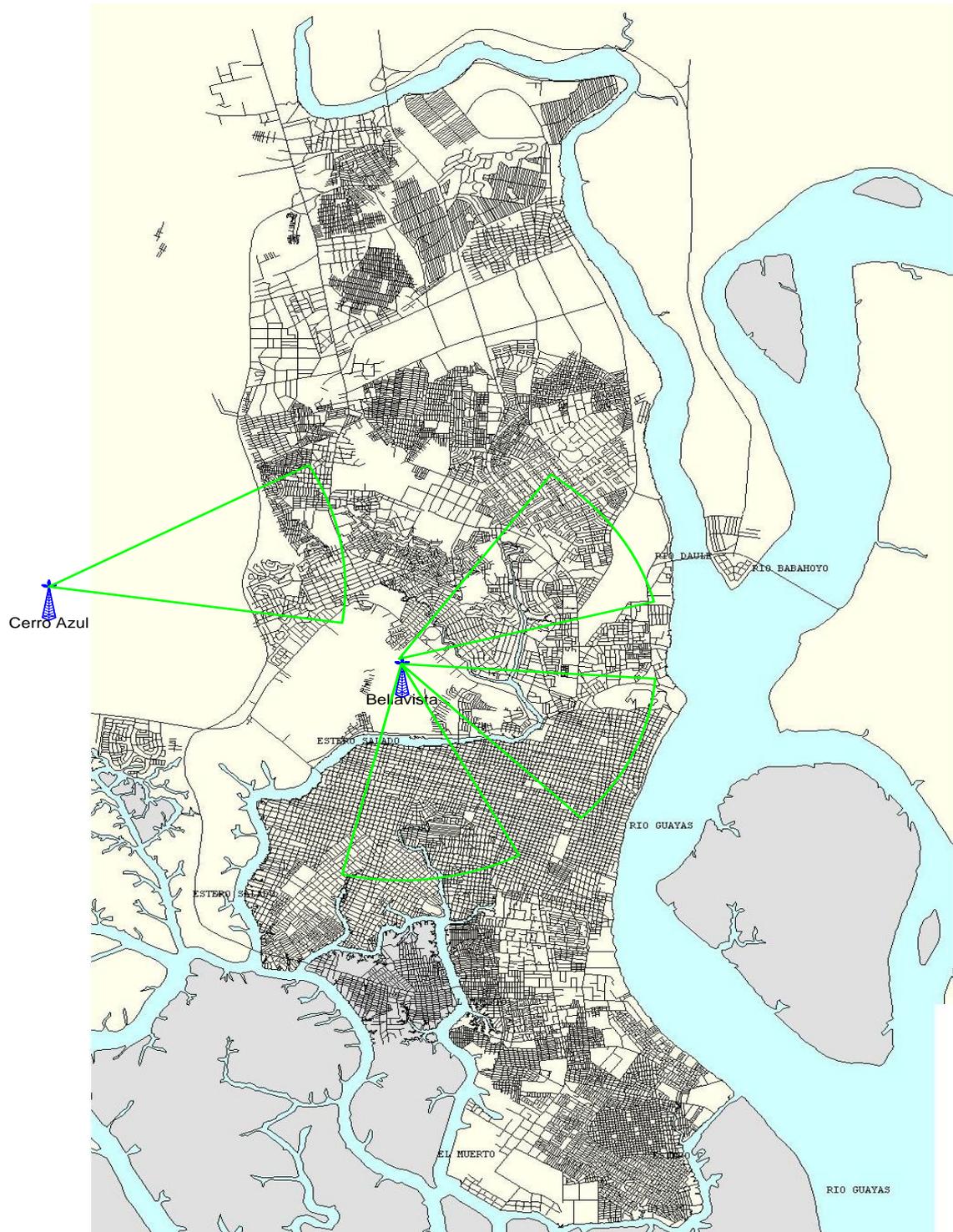
El Mapa digital con la ubicación y el área de cobertura



**Plano C.1:** Cobertura total



**Plano C.2:** Cobertura de los equipos que trabajan en la banda de 2.4 Ghz.



**Plano C.3:** Cobertura de los equipos que trabajan en la banda de 5.8 Ghz

## ANEXO D

### Cotizaciones de los nodos

| Cantidad         | Descripción                        | Precio Unitario | Precio Total |
|------------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 2                | Quick Bridge                       | \$560.84        | \$1,121.68   |
| 1                | ROR 1000                           | \$635.55        | \$635.55     |
| 1                | Tarjeta PCMCIA                     | \$43.12         | \$43.12      |
| 1                | Pigtail                            | \$26.00         | \$26.00      |
| 1                | Antena tipo grid de 24 dB          | \$63.25         | \$63.25      |
| 1                | Switch 8 puertos                   | \$45.00         | \$45.00      |
| 1                | Caja para la intemperie            | \$35.00         | \$35.00      |
| 30               | Cable UTP Cat 5 (metro)            | \$0.20          | \$6.00       |
| 30               | Cable Electrico Concentrico 3 x 16 | \$0.33          | \$9.90       |
| 60               | Tubería emt de 1/2 "               | \$1.07          | \$64.20      |
| 24               | Conectores emt de 1/2"             | \$0.26          | \$6.24       |
| 4                | Codos para tuberia emt             | \$0.11          | \$0.44       |
| 8                | Conectores RJ45                    | \$0.50          | \$4.00       |
| 1                | Enchufe polarizado                 | \$1.43          | \$1.43       |
| 1                | Toma electrico polarizado          | \$0.66          | \$0.66       |
| 1                | Regleta                            | \$3.00          | \$3.00       |
| 1                | UPS 1000 VA                        | \$330.00        | \$330.00     |
| 2                | Brazos Metálicos                   | \$50.00         | \$100.00     |
| 1                | Tubo tipo fuji ISO II de 1 1/4"    | \$16.00         | \$16.00      |
| 2                | Abrasaderas metalicas              | \$1.10          | \$2.20       |
| 10               | Grapas metalicas                   | \$0.09          | \$0.90       |
| 1                | Cinta aislante autofundente        | \$5.80          | \$5.80       |
| 1                | Cinta aislante                     | \$0.45          | \$0.45       |
| 1                | Tubo de silicona                   | \$4.28          | \$4.28       |
| Subtotal         |                                    |                 | \$2,525.10   |
| Impuesto IVA 12% |                                    |                 | \$303.01     |
| Total            |                                    |                 | \$2,828.11   |

**Tabla XI:** Cotización nodo WTC

| Cantidad         | Descripción                              | Precio Unitario | Precio Total |
|------------------|--|-----------------|--------------|
| 1                | Quick Bridge                             | \$560.84        | \$560.84     |
| 1                | Tsunami Suscriber                        | \$708.29        | \$708.29     |
| 1                | OR 500                                   | \$369.00        | \$369.00     |
| 1                | COR 1000                                 | \$746.55        | \$746.55     |
| 2                | Tarjeta PCMCIA                           | \$43.13         | \$86.26      |
| 3                | Pigtail                                  | \$26.00         | \$78.00      |
| 2                | Cable RG-8 rígido                        | \$2.43          | \$4.86       |
| 4                | Conectores N macho                       | \$2.16          | \$8.64       |
| 2                | Adaptadores N hembra a N hembra          | \$2.39          | \$4.78       |
| 2                | Antena Sectorial de 125° 13 dB           | \$180.55        | \$361.10     |
| 1                | Antena tipo grid de 24 dB                | \$63.25         | \$63.25      |
| 1                | Switch 8 puertos                         | \$45.00         | \$45.00      |
| 2                | Caja para la intemperie                  | \$35.00         | \$70.00      |
| 10               | Cable UTP Cat 5 (metro)                  | \$0.20          | \$2.00       |
| 30               | Cable Electrico Concentrico 3 x 16       | \$0.33          | \$9.90       |
| 30               | Tubería emt de 1/2 "                     | \$1.07          | \$32.10      |
| 14               | Conectores emt de 1/2"                   | \$0.26          | \$3.64       |
| 4                | Codos para tuberia emt                   | \$0.11          | \$0.44       |
| 8                | Conectores RJ45                          | \$0.50          | \$4.00       |
| 2                | Enchufe polarizado                       | \$1.43          | \$2.86       |
| 2                | Toma electrico polarizado                | \$0.66          | \$1.32       |
| 2                | Regleta                                  | \$3.00          | \$6.00       |
| 1                | UPS 1000 VA                              | \$330.00        | \$330.00     |
| 2                | Brazos Metálicos                         | \$50.00         | \$100.00     |
| 1                | Torre lineal de 21 metros con accesorios | \$600.00        | \$600.00     |
| 10               | Abrasaderas metálicas                    | \$1.10          | \$11.00      |
| 1                | Cinta aislante autofundente              | \$5.80          | \$5.80       |
| 1                | Cinta aislante                           | \$0.45          | \$0.45       |
| 1                | Tubo de silicona                         | \$4.28          | \$4.28       |
| Subtotal         |  |                 | \$4,220.36   |
| Impuesto IVA 12% |  |                 | \$506.44     |
| Total            |  |                 | \$4,726.80   |

**Tabla XII:** Cotización nodo 25 y Garcia Goyena

| Cantidad         | Descripción                              | Precio Unitario | Precio Total |
|------------------|--|-----------------|--------------|
| 1                | Quick Bridge                             | \$560.84        | \$560.84     |
| 1                | COR 1000                                 | \$746.55        | \$746.55     |
| 2                | Tarjeta PCMCIA                           | \$43.13         | \$86.26      |
| 2                | Pigtail                                  | \$26.00         | \$52.00      |
| 2                | Cable RG-8 rígido                        | \$2.43          | \$4.86       |
| 4                | Conectores N macho                       | \$2.16          | \$8.64       |
| 2                | Adaptadores N hembra a N hembra          | \$2.39          | \$4.78       |
| 2                | Antena Sectorial de 125° 13 dB           | \$180.55        | \$361.10     |
| 1                | Switch 8 puertos                         | \$45.00         | \$45.00      |
| 1                | Caja para la intemperie                  | \$35.00         | \$35.00      |
| 4                | Cable UTP Cat 5 (metro)                  | \$0.20          | \$0.80       |
| 30               | Cable Electrico Concentrico 3 x 16       | \$0.33          | \$9.90       |
| 30               | Tubería emt de 1/2 "                     | \$1.07          | \$32.10      |
| 14               | Conectores emt de 1/2"                   | \$0.26          | \$3.64       |
| 4                | Codos para tuberia emt                   | \$0.11          | \$0.44       |
| 4                | Conectores RJ45                          | \$0.50          | \$2.00       |
| 1                | Enchufe polarizado                       | \$1.43          | \$1.43       |
| 1                | Toma electrico polarizado                | \$0.66          | \$0.66       |
| 1                | Regleta                                  | \$3.00          | \$3.00       |
| 1                | UPS 1000 VA                              | \$330.00        | \$330.00     |
| 2                | Brazos Metálicos                         | \$50.00         | \$100.00     |
| 1                | Torre lineal de 21 metros con accesorios | \$600.00        | \$600.00     |
| 10               | Abrasaderas metálicas                    | \$1.10          | \$11.00      |
| 1                | Cinta aislante autofundente              | \$5.80          | \$5.80       |
| 1                | Cinta aislante                           | \$0.45          | \$0.45       |
| 1                | Tubo de silicona                         | \$4.28          | \$4.28       |
| Subtotal         |  |                 | \$3,010.53   |
| Impuesto IVA 12% |  |                 | \$361.26     |
| Total            |  |                 | \$3,371.79   |

**Tabla XIII:** Cotización nodo Enredados

| Cantidad         | Descripción                        | Precio Unitario | Precio Total |
|------------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 1                | ROR 1000                           | \$635.55        | \$635.55     |
| 1                | Tarjeta PCMCIA                     | \$43.13         | \$43.13      |
| 1                | Pigtail                            | \$26.00         | \$26.00      |
| 1                | Antena tipo grid de 24 dB          | \$63.25         | \$63.25      |
| 1                | Switch 8 puertos                   | \$45.00         | \$45.00      |
| 1                | Caja para la intemperie            | \$35.00         | \$35.00      |
| 2                | Cable UTP Cat 5 (metro)            | \$0.20          | \$0.40       |
| 40               | Cable Electrico Concentrico 3 x 16 | \$0.33          | \$13.20      |
| 2                | Conectores RJ45                    | \$0.50          | \$1.00       |
| 1                | Enchufe polarizado                 | \$1.43          | \$1.43       |
| 1                | Toma electrico polarizado          | \$0.66          | \$0.66       |
| 1                | Regleta                            | \$3.00          | \$3.00       |
| 1                | UPS 1000 VA                        | \$330.00        | \$330.00     |
| 1                | Brazos Metálicos                   | \$50.00         | \$50.00      |
| 40               | Amarras plásticas                  | \$0.04          | \$1.60       |
| 1                | Cinta aislante autofundente        | \$5.80          | \$5.80       |
| 1                | Cinta aislante                     | \$0.45          | \$0.45       |
| 1                | Tubo de silicona                   | \$4.28          | \$4.28       |
| 2                | Alquiler mensual                   | \$30.00         | \$60.00      |
| Subtotal         |                                    |                 | \$1,319.75   |
| Impuesto IVA 12% |                                    |                 | \$158.37     |
| Total            |                                    |                 | \$1,478.12   |

**Tabla XIV:** Cotización nodo Cerro Azul

| Cantidad         | Descripción                              | Precio Unitario | Precio Total |
|------------------|--|-----------------|--------------|
| 1                | ROR 1000                                 | \$635.55        | \$635.55     |
| 2                | Tarjeta PCMCIA                           | \$43.13         | \$86.26      |
| 2                | Pigtail                                  | \$26.00         | \$52.00      |
| 2                | Antena tipo grid de 24 dB                | \$63.25         | \$126.50     |
| 1                | Switch 5 puertos                         | \$27.00         | \$27.00      |
| 1                | Caja para la intemperie                  | \$35.00         | \$35.00      |
| 2                | Cable UTP Cat 5 (metro)                  | \$0.20          | \$0.40       |
| 40               | Cable Electrico Concentrico 3 x 16       | \$0.33          | \$13.20      |
| 2                | Conectores RJ45                          | \$0.50          | \$1.00       |
| 1                | Enchufe polarizado                       | \$1.43          | \$1.43       |
| 1                | Toma electrico polarizado                | \$0.66          | \$0.66       |
| 1                | Regleta                                  | \$3.00          | \$3.00       |
| 1                | UPS 1000 VA                              | \$330.00        | \$330.00     |
| 15               | Amarras plásticas                        | \$0.04          | \$0.60       |
| 1                | Cinta aislante autofundente              | \$5.80          | \$5.80       |
| 1                | Cinta aislante                           | \$0.45          | \$0.45       |
| 1                | Tubo de silicona                         | \$4.28          | \$4.28       |
| 1                | Torre lineal de 15 metros con accesorios | \$230.00        | \$230.00     |
| Subtotal         |  |                 | \$1,553.13   |
| Impuesto IVA 12% |  |                 | \$186.38     |
| Total            |  |                 | \$1,739.51   |

**Tabla XV:** Cotización Expoplaza

| Cantidad         | Descripción                              | Precio Unitario | Precio Total |
|------------------|--|-----------------|--------------|
| 1                | ROR 1000                                 | \$635.55        | \$635.55     |
| 1                | Tarjeta PCMCIA                           | \$43.13         | \$43.13      |
| 1                | Pigtail                                  | \$26.00         | \$26.00      |
| 1                | Antena tipo grid de 24 dB                | \$63.25         | \$63.25      |
| 1                | Switch 5 puertos                         | \$27.00         | \$27.00      |
| 1                | Caja para la intemperie                  | \$35.00         | \$35.00      |
| 30               | Cable UTP Cat 5 (metro)                  | \$0.20          | \$6.00       |
| 30               | Cable Electrico Concentrico 3 x 16       | \$0.33          | \$9.90       |
| 4                | Conectores RJ45                          | \$0.50          | \$2.00       |
| 1                | Enchufe polarizado                       | \$1.43          | \$1.43       |
| 1                | Toma electrico polarizado                | \$0.66          | \$0.66       |
| 1                | Regleta                                  | \$3.00          | \$3.00       |
| 1                | UPS 1000 VA                              | \$330.00        | \$330.00     |
| 15               | Amarras plásticas                        | \$0.04          | \$0.60       |
| 1                | Cinta aislante autofundente              | \$5.80          | \$5.80       |
| 1                | Cinta aislante                           | \$0.45          | \$0.45       |
| 1                | Tubo de silicona                         | \$4.28          | \$4.28       |
| 1                | Torre lineal de 15 metros con accesorios | \$230.00        | \$230.00     |
| Subtotal         |  |                 | \$1,424.05   |
| Impuesto IVA 12% |  |                 | \$170.89     |
| Total            |  |                 | \$1,594.94   |

**Tabla XVI:** Cotización Epsilon

| Cantidad         | Descripción             | Precio Unitario | Precio Total |
|------------------|-------------------------|-----------------|--------------|
| 3                | Tsunami Base Station    | \$3,561.44      | \$10,684.32  |
| 1                | Router Linux            | \$400.00        | \$400.00     |
| 1                | Switch 8 puertos        | \$45.00         | \$45.00      |
| 10               | Cable UTP Cat 5 (metro) | \$0.20          | \$2.00       |
| 5                | Conectores RJ45         | \$0.50          | \$2.50       |
| 1                | Regleta                 | \$3.00          | \$3.00       |
| 1                | UPS 1000 VA             | \$330.00        | \$330.00     |
| 60               | Amarras plásticas       | \$0.04          | \$2.40       |
| 4                | Alquiler mensual        | \$30.00         | \$120.00     |
| Subtotal         |                         |                 | \$11,589.22  |
| Impuesto IVA 12% |                         |                 | \$1,390.71   |
| Total            |                         |                 | \$12,979.93  |

**Tabla XVII:** Cotización Bellavista

## ANEXO E

### Cotizaciones de los clientes

| Cantidad         | Descripción                        | Precio Unitario | Precio Total |
|------------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 1                | OR 500                             | \$369.00        | \$369.00     |
| 1                | Pigtail                            | \$26.00         | \$26.00      |
| 1                | Antena tipo grid de 24 dB          | \$63.25         | \$63.25      |
| 1                | Caja para la intemperie            | \$35.00         | \$35.00      |
| 15               | Cable UTP Cat 5 (metro)            | \$0.20          | \$3.00       |
| 15               | Cable Electrico Concentrico 3 x 16 | \$0.33          | \$4.95       |
| 2                | Conectores RJ45                    | \$0.50          | \$1.00       |
| 1                | Enchufe polarizado                 | \$1.43          | \$1.43       |
| 1                | Toma electrico polarizado          | \$0.66          | \$0.66       |
| 10               | Amarras plásticas                  | \$0.04          | \$0.40       |
| 1                | Cinta aislante autofundente        | \$5.80          | \$5.80       |
| 1                | Cinta aislante                     | \$0.45          | \$0.45       |
| 1                | Tubo de silicona                   | \$4.28          | \$4.28       |
| 1                | Tubo tipo fuji ISO II de 1 1/4"    | \$8.00          | \$8.00       |
| 3                | Templadores                        | \$1.10          | \$3.30       |
| 1                | Alambre                            | \$0.54          | \$0.54       |
| 1                | Abrasaderas metalicas              | \$1.10          | \$1.10       |
| Subtotal         |                                    |                 | \$528.16     |
| Impuesto IVA 12% |                                    |                 | \$63.38      |
| Total            |                                    |                 | \$591.54     |

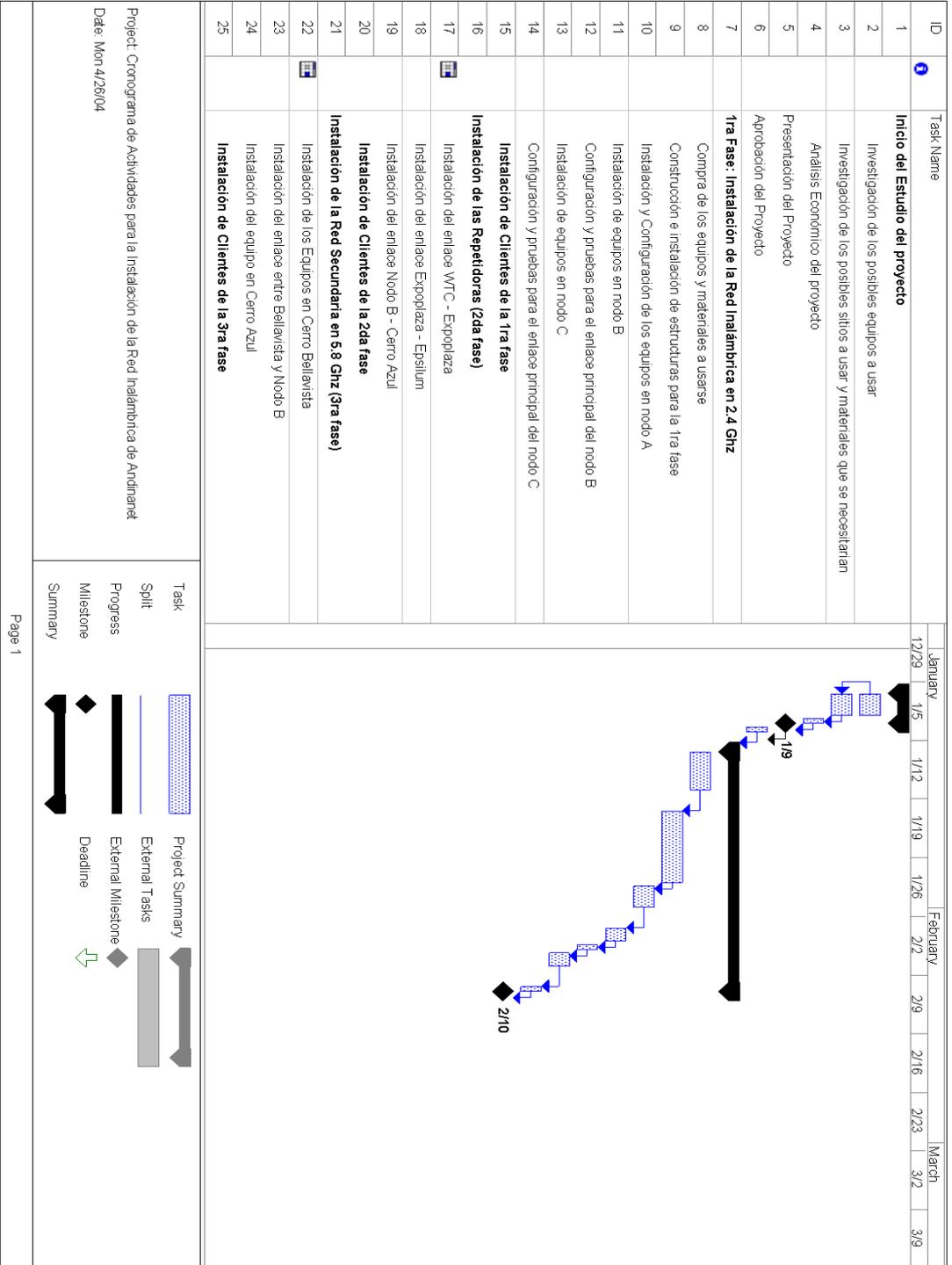
**Tabla XVIII:** Cotización cliente 2.4

| Cantidad         | Descripción                     | Precio Unitario | Precio Total |
|------------------|---------------------------------|-----------------|--------------|
| 1                | Tsunami Suscriber               | \$708.29        | \$708.29     |
| 2                | Cable UTP Cat 5 (metro)         | \$0.20          | \$0.40       |
| 2                | Conectores RJ45                 | \$0.50          | \$1.00       |
| 1                | Tubo tipo fuji ISO II de 1 1/4" | \$8.00          | \$8.00       |
| 3                | Templadores                     | \$1.10          | \$3.30       |
| 1                | Alambre                         | \$0.54          | \$0.54       |
| 1                | Abrasaderas metalicas           | \$1.10          | \$1.10       |
| Subtotal         |                                 |                 | \$722.63     |
| Impuesto IVA 12% |                                 |                 | \$86.72      |
| Total            |                                 |                 | \$809.35     |

**Tabla XIX:** Cotización cliente 5.8

## ANEXO F

### Diagrama de Gantt del cronograma del proyecto.



| ID  | Task Name  | Calendar |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
|---|--|----------|------|------|-------|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|------|--|
|   |  | 3/16     | 3/23 | 3/30 | April | 4/6 | 4/13 | 4/20 | 4/27 | May | 5/4 | 5/11 | 5/18 | 5/25 |  |
| 1   | <b>Inicio del Estudio del proyecto</b><br>Investigación de los posibles equipos a usar<br>Investigación de los posibles sitios a usar y materiales que se necesitarían<br>Análisis Económico del proyecto<br>Presentación del Proyecto<br>Aprobación del Proyecto<br><b>1ra Fase: Instalación de la Red Inalámbrica en 2.4 Ghz</b><br>Compra de los equipos y materiales a usarse<br>Construcción e instalación de estructuras para la 1ra fase<br>Instalación y Configuración de los equipos en nodo A<br>Instalación de equipos en nodo B<br>Configuración y pruebas para el enlace principal del nodo B<br>Configuración de equipos en nodo C<br><b>Instalación de Clientes de la 1ra fase</b><br><b>Instalación de las Repetidoras (2da fase)</b><br>Instalación del enlace WTC - Expoplaza<br>Instalación del enlace Expoplaza - Epsilon<br>Instalación del enlace Nodo B - Cerro Azul<br><b>Instalación de Clientes de la 2da fase</b><br><b>Instalación de la Red Secundaria en 5.8 Ghz (3ra fase)</b><br>Instalación de los Equipos en Cerro Bellavista<br>Instalación del enlace entre Bellavista y Nodo B<br>Instalación del equipo en Cerro Azul<br><b>Instalación de Clientes de la 3ra fase</b> |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 2   |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 3   |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 4   |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 5   |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 6   |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 7   |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 8   |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 9   |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 10  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 11  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 12  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 13  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 14  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 15  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 16  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 17  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 18  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 19  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 20  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 21  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 22  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 23  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 24  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| 25  |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |
| Project: Cronograma de Actividades para la Instalación de la Red Inalámbrica de Andranet<br>Date: Mon 4/26/04 |  |          |      |      |       |     |      |      |      |     |     |      |      |      |  |

| ID | Task Name  | June 6/1 | 6/8 | 6/15 | 6/22 | 6/29 | July 7/6 | 7/13 | 7/20 | 7/27 | August 8/3 | 8/10 |
|----|--|----------|-----|------|------|------|----------|------|------|------|------------|------|
| 1  | <b>Inicio del Estudio del proyecto</b>                                       |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 2  | Investigación de los posibles equipos a usar                                 |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 3  | Investigación de los posibles sitios a usar y materiales que se necesitarían |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 4  | Análisis Económico del proyecto  |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 5  | Presentación del Proyecto  |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 6  | Aprobación del Proyecto  |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 7  | <b>1ra Fase: Instalación de la Red Inalámbrica en 2.4 Ghz</b>                |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 8  | Compra de los equipos y materiales a usarse                                  |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 9  | Construcción e instalación de estructuras para la 1ra Fase                   |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 10 | Instalación y Configuración de los equipos en nodo A                         |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 11 | Instalación de equipos en nodo B   |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 12 | Configuración y pruebas para el enlace principal del nodo B                  |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 13 | Instalación de equipos en nodo C   |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 14 | Configuración y pruebas para el enlace principal del nodo C                  |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 15 | <b>Instalación de Clientes de la 1ra fase</b>                                |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 16 | <b>Instalación de las Repetidoras (2da fase)</b>                             |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 17 | Instalación del enlace WTC - Expoplaza                                       |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 18 | Instalación del enlace Expoplaza - Espilum                                   |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 19 | Instalación del enlace Nodo B - Cerro Azul                                   |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 20 | <b>Instalación de Clientes de la 2da fase</b>                                |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 21 | <b>Instalación de la Red Secundaria en 5.8 Ghz (3ra fase)</b>                |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 22 | Instalación de los Equipos en Cerro Bellavista                               |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 23 | Instalación del enlace entre Bellavista y Nodo B                             |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 24 | Instalación del equipo en Cerro Azul   |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |
| 25 | <b>Instalación de Clientes de la 3ra fase</b>                                |          |     |      |      |      |          |      |      |      |            |      |

|           |  |                    |  |
|-----------|--|--------------------|--|
| Task      |  | Project Summary    |  |
| Split     |  | External Tasks     |  |
| Progress  |  | External Milestone |  |
| Milestone |  | Deadline           |  |
| Summary   |  |                    |  |

Project: Cronograma de Actividades para la Instalación de la Red Inalámbrica de Andranet  
 Date: Mon 4/26/04

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- 1.- Lucent Technologies Nederland B.V., User's Guide for Outdoor Router 1000/1100, Configuring your OR Network, USA, Julio 2000, 4-12.
- 2.- Lucent Technologies Nederland B.V., ORiNOCO Outdoor Router Based Installations Course Overview ,Technical training course, USA, Julio 2000, 6-20.
- 3.- Lucent Technologies Nederland B.V., ORiNOCO Outdoor Router Based Installations Product Overview.USA, Julio 2000, 23-30
- 4.- Lucent Technologies Nederland B.V., ORiNOCO Outdoor Router Based Installations, Generic network configurations,USA, Julio 2000, 4-20
- 5.- Lucent Technologies Nederland B.V., Networking Technology, The WaveACCESS Office Router reference model, USA, Julio 2000, 3-10.
- 6.- Lucent Technologies Nederland B.V., ORiNOCO Outdoor Router Installation, COR/ROR System configuration, USA, Julio 2000, 12-18.
- 7.- Lucent Technologies Nederland B.V., ORiNOCO Outdoor Router Based Installations Hands-on, The configuration you will build, USA, Julio 2000. 11-20.