



# **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“ESTUDIO, ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UNA  
RED LOCAL WIRELESS LAN (WLAN) PARA ENLAZAR  
DOS LOCALIDADES CON EL SERVICIO DE VOZ SOBRE  
IP (VOIP)”**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRONICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

Presentada por:

**JOHANNA JAZMÍN BARZALLO SESME**

**MICHELLE IVETTE PRENDES MORENO**

**KELVIN CALIXTO MAGALLANES CONFORME**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2006**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por habernos dado la sabiduría para trabajar y la fortaleza para avanzar en nuestra formación académica y personal.

A nuestros profesores y a las personas que nos brindaron su ayuda en el desarrollo de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

A Dios por habernos dado el maravilloso don de la vida.

A nuestros padres por su respaldo y apoyo incondicional.

Para todos ellos les dedico esta obra, pues les pertenece.

**TRIBUNAL**

.....  
**Ing. Gustavo Bermudez**  
**DECANO**

.....  
**Ing. José Escalante**  
**DIRECTOR DE TOPICO**

.....  
**Ing. Germán Vargas**  
**M. PRINCIPAL**

.....  
**Ing. Washington Medina**  
**M. PRINCIPAL**

## **DECLARACION EXPRESA**

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este trabajo, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).

.....  
**Johanna Barzallo Sesme**

.....  
**Michelle Prendes Moreno**

.....  
**Kelvin Magallanes Conforme**

## RESUMEN

El presente trabajo trata sobre la implementación de una red WLAN para comunicar dos estaciones y brindar el servicio de Voz sobre IP, las mismas que brindaran a los usuarios menor costo en la comunicación telefónica y en la transmisión de información con la que se trabaja en entre ellas.

Primeramente, se resume el marco teórico de las tecnologías, técnicas, protocolos y conocimientos a utilizarse en el desarrollo del proyecto que se presenta.

A continuación, se explica detalladamente la situación actual de la red, como se encuentra dispuesta, se evalúa su estado, y se analizan los problemas existentes y los posibles de continuar con la configuración actual. Se evalúa también las necesidades que tiene y las posibles aplicaciones a requerirse a corto, mediano y largo plazo.

Luego, se estiman todas las posibles evaluaciones para la puesta en marcha del proyecto. Se examinan todos los aspectos técnicos, económicos y legales para el desarrollo del proyecto. Se considera en primera instancia la base técnica para la elaboración del

proyecto. Se investiga las necesidades de equipos e instrumentos para la construcción de la red incluyendo sus costos.

Adicionalmente se investiga la parte legal del uso de la frecuencia, si tiene algún costo y las regulaciones correspondientes. Después de todo el análisis se puede plantear la solución para la empresa, incluyendo el diseño de la red y su arquitectura.

Inmediatamente después del estudio de la situación de la red y cambios a realizarse, y una vez establecida la solución y el diseño de la red a desarrollar, se detallan los procedimientos para la implementación de la red solución WLAN. Se elabora la planificación para la instalación y montaje de la red mediante un cronograma de actividades. Se plantean los resultados de la red instalada, su funcionamiento y desempeño, así como el beneficio que presta y los costos.

Se exponen también las ventajas y desventajas tanto técnicas y funcionales como económicas de la realización de dicho proyecto.

Y finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones.

## INDICE GENERAL

RESUMEN	V
INDICE GENERAL	VII
INDICE DE FIGURAS	XIII
INDICE DE TABLAS	XVIII
INTRODUCCIÓN	001
<b>CAPITULO 1</b>	
<b>TECNOLOGÍAS</b>	002
1.1 Red de área local inalámbrica WLAN	003
1.1.1 Nociones de red de área local inalámbrica WLAN	003
1.1.2 Componentes: dispositivos y topologías	005
1.1.2.1 Dispositivos "Tarjetas de red", o TR	005
1.1.2.2 Dispositivos "Puntos de acceso"	006
1.1.2.3 Topología Ad-Hoc	008
1.1.2.4 Topología infraestructura	009
1.1.3 Wi – Fi	010
1.1.3.1 IEEE 802.11	015
1.1.3.1.1 802.11b	021
1.1.3.1.2 802.11g	022
1.1.3.1.3 802.11a	024
1.1.3.1.4 Capa física: Espectro Disperso	025



1.1.4	Protocolo NAT	029
1.1.4.1	Definición	029
1.1.4.2	Aplicaciones	030
1.1.5	Tipos de NAT	034
1.2	Espectro de ondas de radio y microondas	035
1.2.1	Frecuencias RF	036
1.2.2	Factores de atenuación	040
1.2.3	Interferencias	057
1.3	Modelo OSI	059
1.3.1	Función	059
1.3.2	Capas	060
1.3.2.1	Capa 7: La capa de aplicación	060
1.3.2.2	Capa 6: La capa de presentación	061
1.3.2.3	Capa 5: La capa de sesión	061
1.3.2.4	Capa 4: La capa de transporte	062
1.3.2.5	Capa 3: La capa de red	063
1.3.2.6	Capa 2: La capa de enlace de datos	063
1.3.2.7	Capa 1: La capa física	063
1.3.3	Encapsulamiento de datos	067
1.4	Protocolo IP	067
1.4.1	Direccionamiento IP	067
1.5	VoIP	073

1.5.1	Funcionamiento	081
1.5.2	Aplicaciones	086
1.5.3	Algoritmos de compresión de voz	089
1.5.4	Parámetros de calidad de servicio QoS	096
1.5.5	SIP	115
1.5.5.1	Arquitectura del protocolo	116
1.5.5.2	Aplicaciones SIP para VoIP WLAN	120
1.5.5.3	Beneficios	121
<b>CAPITULO 2</b>		
<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>		
		125
2.1	Descripción de las redes existentes	126
2.2	Evaluación del estado de las redes.	129
2.3	Análisis de problemas existentes.	130
2.3.1	Capacidad de la red	130
2.3.2	Necesidades de expansión	131
2.3.3	Estado del cableado	131
2.4	Necesidades inmediatas	132
2.4.1	Datos	133
2.4.2	Internet	133
2.4.3	VoIP	134

<b>CAPITULO 3</b>	
<b>PROYECTO</b>	<b>135</b>
3.1. Evaluación técnica	136
3.1.1 Banda a utilizarse	136
3.1.2 Investigación de la locación de la red	136
3.1.2.1 Plano	136
3.1.2.2 Perfil de la ruta: Obstáculos y cálculos de fresnel	137
3.1.2.3 Interferencias	152
3.1.2.4 Relación de señal a ruido (SNR).	154
3.1.2.5 Modelos de propagación	156
3.1.2.5.1 El modelo de propagación en el espacio libre	157
3.1.2.5.2 Pérdidas de partición entre pisos	159
3.1.2.5.3. Modelo de propagación de Keenan-Motley.	160
3.1.3. Equipos a utilizarse	161
3.1.3.1. Descripción de los equipos	161
3.1.4 Aplicaciones	169
3.1.4.1 NetStumbler	170
3.1.4.2 CyberGauge	171
3.1.4.3 Voz	173
3.1.4.4 Calidad de servicio	174
3.1.4.5 Datos	176
3.2 Introducción a ASTERISK, un software basado en Linux	176

3.2.1	Arquitectura del sistema	177
3.2.2	Descripción del hardware a utilizar	179
3.3	Evaluación económica	180
3.3.1	Análisis de costos de los equipos a adquirir	181
3.3.2	Análisis de costos de implementación	182
3.4	Evaluación legal	183
3.4.1	Marco regulatorio	183
3.4.1.1	Plan nacional de atribución de frecuencias	186
3.4.1.2	Posibles bandas a utilizarse	187
3.4.1.2.1	Banda 2450 – 2483.5 MHz	189
3.4.1.2.2	Banda 5800 MHz	189
3.5	Solución tecnológica	190
3.5.1	Diseño de la red sugerida WLAN	190
3.5.1.1	Arquitectura y topología	191
3.5.1.2	Grafico de la red	193
3.6	Aplicaciones futuras	193
3.6.1	Videoconferencia	194
<b>CAPITULO 4</b>		
<b>EJECUCION DEL PROYECTO WAN Y VOIP</b>		195
4.1	Instalación y montaje de la red	196
4.2	Instalación y configuración del sistema de VoIP	201

4.2.1 Configuración de puntos de acceso	216
4.2.2 Configuración de las aplicaciones utilizadas	220
4.2.2.1 CyberGauge	220
4.2.2.2 NetStumbler	225
4.2.2.3 X-Lite	228
4.3 Cronograma de actividades	231
4.4 Resultado del proyecto	236
4.5 Funcionalidad y desempeño	238
4.6 Costos – beneficios	239
4.7 Ventajas y desventajas del proyecto	240
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
GLOSARIO	
ACRÓNIMOS	
BIBLIOGRAFIA	

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Pág.
<b>Capítulo 1</b>		
Figura 1.1	Tarjeta de Red y USB inalámbrico	006
Figura 1.2	Imagen de un punto de acceso	006
Figura 1.3	Representación gráfica de red inalámbrica	007
Figura 1.4	Topología Ad-Hoc	008
Figura 1.5	Topología Infraestructurada	009
Figura 1.6	Región de cobertura inalámbrica	011
Figura 1.7	Canales sin solapamiento en la frecuencia de 2.4 GHz	017
Figura 1.8	Arquitectura de las redes 802.11	018
Figura 1.9	Modo de funcionamiento BSS	019
Figura 1.10	Modo de funcionamiento IBSS	020
Figura 1.11	Esquema de modulación DSSS	027
Figura 1.12	Esquema de modulación FHSS	028
Figura 1.13	Región de radiofrecuencia	040
Figura 1.14	Etapa Amplificadora	042
Figura 1.15	Envolvente	042
Figura 1.16	Representación física	045
Figura 1.17	Representación gráfica discreta de una señal	046
Figura 1.18	Generación de FM a partir de PM, y viceversa	048
Figura 1.19	Circuitos Modulantes de ángulo RFC= bobina reactancia	051

	de radiofrecuencia	
Figura 1.20	FM con una señal modulante de banda base senoidal	053
Figura 1.21	Modelo OSI	059
Figura 1.22	Proceso de encapsulamiento de datos	065
Figura 1.23	Formato de direccionamiento IP	069
Figura 1.24	Esquema de comunicación IP	073
Figura 1.25	Esquema de la conexión entre la red IP y el teléfono	079
Figura 1.26	Comunicación IP emisor-receptor	082
Figura 1.27	Cobertura de la comunicación IP	087
Figura 1.28	Esquema de conversión de analógico a digital y viceversa	094
Figura 1.29	Esquema de interacción entre tecnologías para QoS	115
Figura 1.30	Esquema de comunicación SIP	119
<b>Capítulo 2</b>		
Figura 2.1	Router - Switch Blitzz BWA-G11	126
Figura 2.2	Estaciones de trabajo	127
Figura 2.3	Laptop Compaq Presario	128
Figura 2.4	Servidor Oficina principal	128
<b>Capítulo 3</b>		
Figura 3.1	Plano del área en proyecto	137
Figura 3.2	Perfil de la Ruta	142

Figura 3.3	Corrección del terreno	143
Figura 3.4	Cálculo de la zona de fresnel	143
Figura 3.5	Ilustración representativa de línea de vista	144
Figura 3.6	Imagen de la página para los cálculos de enlace	151
Figura 3.7	Ilustración de obstrucción por partición de pisos	159
Figura 3.8	Ilustración de obstrucción paredes en interiores	161
Figura 3.9	Punto de acceso de marca Dlink	162
Figura 3.10	Tarjeta de Asterisk TDM11B	164
Figura 3.11	Rabo de chancho para el proyecto	166
Figura 3.12	Antena para el proyecto	166
Figura 3.13	Teléfono virtual X-Lite	168
Figura 3.14	Teléfonos convencionales	169
Figura 3.15	Captura de potencia irradiada por AP	171
Figura 3.16	Monitoreo de tráfico en una PC	172
Figura 3.17	Ilustración de la red propuesta	193

#### **Capítulo 4**

Figura 4.1	Antenas instaladas en matriz	197
Figura 4.2	Antenas instaladas en sucursal	197
Figura 4.3	Distribución de Canales de Frecuencia	199
Figura 4.4	Canales sin sobre posición	200
Figura 4.5	Ventana de ingreso de clave de acceso a Asterisk	203



Figura 4.6	Ventana de ingreso a la configuración de la red	203
Figura 4.7	Ingreso de la dirección IP estática	204
Figura 4.8	Portal de ingreso a Asterisk at home	205
Figura 4.9	Portal de administración de Asterisk	206
Figura 4.10	Portal del estado del sistema	207
Figura 4.11	Portal de ingreso al setup	208
Figura 4.12	Portal de valores generales	209
Figura 4.13	Portal de ingreso de extensiones	210
Figura 4.14	Portal de grabación de la recepcionista digital	211
Figura 4.15	Portal del IVR	212
Figura 4.16	Portal de configuración de las llamadas entrantes	213
Figura 4.17	Portal de configuración de troncales Zaptel	214
Figura 4.18	Panel de control de extensiones, troncales y colas	215
Figura 4.19	Portal de tipos de reportes	216
Figura 4.20	Dirección IP por defecto para acceso al AP	216
Figura 4.21	Ingreso de usuario y contraseña	217
Figura 4.22	Ventana de wizard	218
Figura 4.23	Ingreso de SSID	218
Figura 4.24	Ingreso de dirección IP	219
Figura 4.25	Elección de modo de funcionamiento	219
Figura 4.26	Tipo de encriptación	220
Figura 4.27	Ventana inicial del CyberGauge	221

Figura 4.28	Datos ingresados para la instalación	222
Figura 4.29	Selección del dispositivo para agregar	222
Figura 4.30	Ventana de información del dispositivo a monitorear	223
Figura 4.31	Ventana de selección del dispositivo a monitorear	224
Figura 4.32	Ventana con dispositivo a monitorear	224
Figura 4.33	Datos de dispositivo monitoreado	225
Figura 4.34	Ventana de información del NetStumbler	226
Figura 4.35	Ventana de inicio del NetStumbler	226
Figura 4.36	APs monitoreado por el NetStumbler	227
Figura 4.37	Datos obtenidos por el NetStumbler	228
Figura 4.38	Configuración básica del teléfono virtual X-Lite	229
Figura 4.39	Captura de los puntos de acceso encontrados	236
Figura 4.40	Captura del tráfico de la red	237

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
<b>Capítulo 1</b>		
Tabla I	Escáneres para redes inalámbricas	014
Tabla II	Sniffers para redes inalámbricas	015
Tabla III	Aspectos tecnológicos de redes inalámbricas	016
Tabla IV	Región del espectro e intervalo de frecuencias	036
Tabla V	Métodos de compresión	091
Tabla VI	Cálculos del Fresnel y Pérdidas	141
Tabla VII	Cálculos de radioenlace	149
Tabla VIII	Pérdidas de la potencia en espacio libre y rabo de chancho	150
Tabla IX	Potencia total transmitida	152
Tabla X	Modelos de equipos a utilizar	163
Tabla XI	Descripción de la tarjeta Asterisk	165
Tabla XII	Descripción de la antena	167
Tabla XIII	Descripción de costos de equipos a adquirir	181
Tabla XIV	Descripción de costos de implementación	182
Tabla XV	Descripción de puntos de acceso	198

## INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de tipo inalámbrico usadas en nuestro medio se han desarrollado en estos últimos años de tal manera que los requerimientos para nuevas aplicaciones han demandado de la implementación mejores sistemas de comunicaciones, los mismos que con el crecimiento exponencial del uso de Internet han creado intereses de muchas índoles, sobre todo en los recursos aplicables al diseño de redes.

El presente proyecto explora un poco más cerca de las nuevas aplicaciones de estas tecnologías inalámbricas, diseñando e implementando una red WLAN para poder brindar el servicio de Voz sobre IP.

Con el transcurrir del tiempo las comunicaciones se hacen más necesarias. La movilidad y los bajos costos son lo más importante, todo apunta a ello, tener servicios e cualquier lugar. Existen diferentes formas de usar la tecnología que nos ayuda a mejorar y facilitar el estilo de las comunicaciones, y es por eso que el enfoque principal del proyecto está en poder comunicar dos sitios de manera inalámbrica y que la fidelidad de la transmisión de voz sea lo más óptimo. Además de poder compartir el uso de información e Internet.

# CAPÍTULO 1

## 1. TECNOLOGÍAS

Las tecnologías usadas en nuestro medio han sido un elemento primordial porque han tomado relevancia en los últimos años en el mundo de las comunicaciones. Dado el crecimiento del uso de Internet se han establecido intereses de muchas índoles sobre los recursos disponibles en las redes, lo que ha obligado a invertir en Tecnologías, para la transmisión de la información.

Se explicará brevemente acerca de los dispositivos, protocolos, y demás cuyo conocimiento son útiles al momento de la implementación.

## **1.1. Red de área local inalámbrica WLAN**

### **1.1.1. Nociones de red de área local inalámbrica WLAN**

Las redes LAN (Local Area Network) son redes de área local que permiten compartir archivos y dispositivos de manera eficiente en una localidad permitiendo comunicaciones internas exitosas.

Para la interconexión de los diferentes dispositivos que componen una LAN, es necesario un medio físico por el cual pueda fluir la información entre ellos. Este medio puede ser cableado o inalámbrico.

El medio de transmisión de datos de nuestro interés es el inalámbrico. Permite la interconexión de los dispositivos de una red a través del aire que es el medio físico de enlace.

Una red inalámbrica (Wireless Network) conecta los componentes de una red sin usar cables. Las redes inalámbricas utilizan ondas de radio, de modo que las señales que viajan por el aire son ondas electromagnéticas.

Este medio permite la comunicación directa de un computador a otro o a alguna red inalámbrica existente. Esto se logra por medio de un Punto de Acceso (Access Point). La ventaja principal de este tipo de redes es que permite la movilidad de sus terminales.

Al principio la redes WLAN se diseñaron a nivel empresarial, ahora se encuentra una gran variedad de aplicaciones de este tipo de redes tanto en el ámbito privado y corporativo como en público dando acceso a Internet sobre todo a entornos rurales con carencia tecnológica.

Con las redes inalámbricas se obtienen muchos beneficios entre ellos podemos nombrar que es una alternativa de una solución de cableado, dado que en algunas ocasiones es más económico implementar una solución inalámbrica en reemplazo a un cableado.

Aumentar la productividad de los empleados es otro de los beneficios, debido a que una implementación inalámbrica permite movilidad para que los empleados tengan acceso a la información desde cualquier lugar, ayudando a que puedan aprovechar su tiempo de una manera más eficiente, en otras palabras, cuando se realiza un

análisis de productividad, por si solo justifica la implementación de una WLAN.

La reutilización de la infraestructura es importante mencionar, dado que en ocasiones es necesario reconfigurar la distribución física de una red de datos, o incluso cambiar de lugar las instalaciones frecuentemente implican un costo de inversión y tiempo que se minimiza cuando se posee una red WLAN.

### **1.1.2. Componentes: dispositivos y topología**

Sin importar cual sea el estándar que se elija, se va a disponer principalmente de dos tipos de dispositivos: tarjetas de red y puntos de acceso inalámbrico.

#### **1.1.2.1. Dispositivos "Tarjetas de red", o TR**

Serán los que estén integrados al ordenador, o bien conectados mediante un conector **PCMCIA** ó **USB** si es una computadora portátil o en un slot PCI si es en un ordenador de sobremesa. Sustituyen a las tarjetas de red Ethernet o Token Ring a las que estábamos acostumbrados. Recibirán y enviarán la información hacia su destino desde el ordenador en el que estemos trabajando. La velocidad de transmisión y recepción de los mismos es variable dependiendo del fabricante y de los estándares que cumpla.



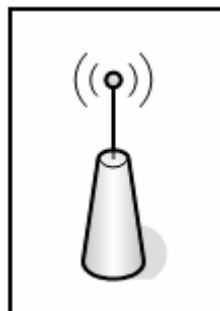


**Figura 1.1** Tarjeta de red y USB inalámbrico

**Fuente:** [www.dlink.com/productos](http://www.dlink.com/productos)

#### 1.1.2.2. Dispositivos "Puntos de acceso", ó PA

Los cuales serán los encargados de recibir la información de los diferentes **TR** de los que conste la red bien para su centralización o para su encaminamiento.

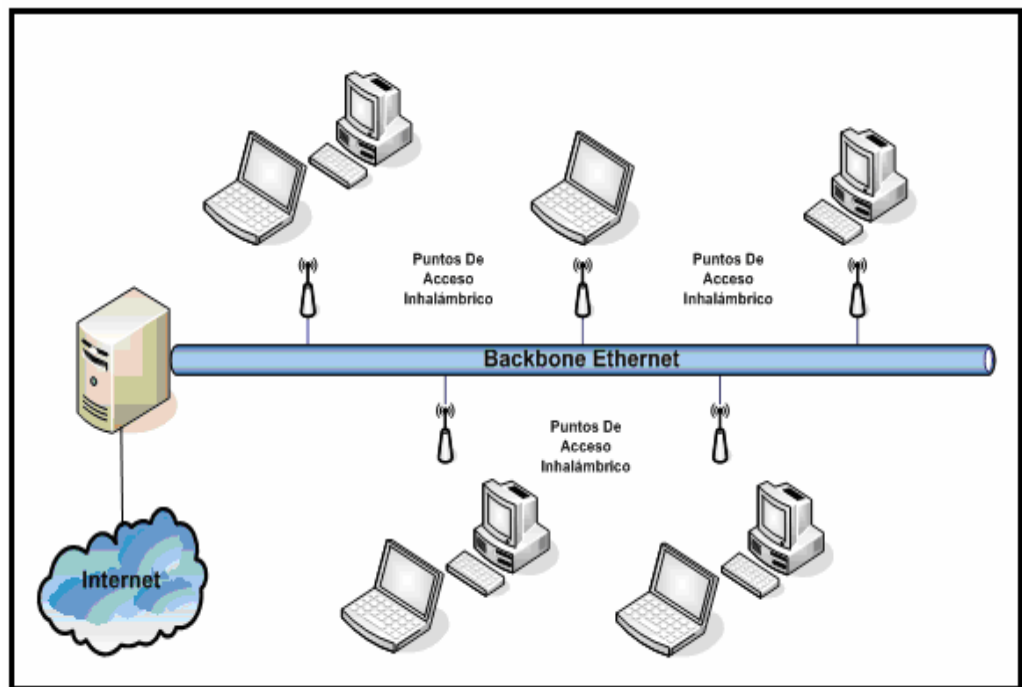


**Figura 1.2** Imagen de un punto de acceso

**Fuente:** Autores del proyecto

Complementan a los Hubs, Switches o Routers, si bien los PA pueden sustituir a los últimos pues muchos de ellos incorporan funcionalidad. La velocidad de transmisión / recepción de los mismos es variable, las diferentes velocidades que alcanzan varían según el fabricante y los estándares que cumpla.

Una representación gráfica de una red inalámbrica es la siguiente:



**Figura 1.3** Representación gráfica de red inalámbrica

**Fuente:** Autores del proyecto

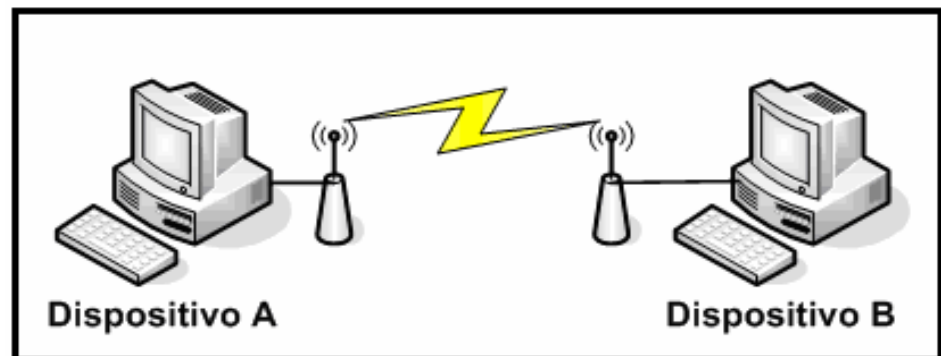
Con respecto a la topología se refiere a la disposición lógica de los dispositivos, aunque la disposición física también se pueda ver

influida, mientras que el modo de funcionamiento de los aparatos es el modo de trabajo de cada dispositivo dentro de la topología escogida.

En el mundo inalámbrico existen dos topologías básicas: Ad-Hoc e Infraestructurada, las cuales se detallan a continuación.

### 1.1.2.3. Topología Ad-Hoc.

Es el caso donde cada dispositivo se puede comunicar con todos los demás. Cada nodo forma parte de una red de igual a igual, para lo cual sólo vamos a necesitar el disponer de un SSID igual para todos los nodos y no sobrepasar un número razonable de dispositivos que hagan bajar el rendimiento.

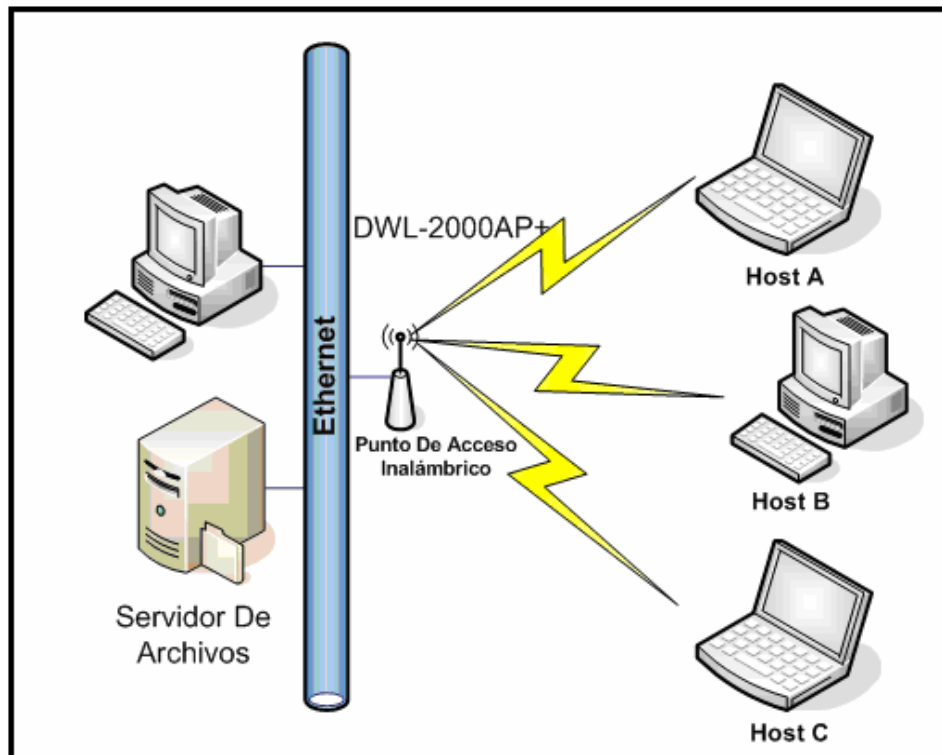


**Figura 1.4** *Topología Ad-Hoc*

**Fuente:** Autores del proyecto

#### 1.1.2.4. Topología infraestructura

En el cual existe un nodo central (punto de acceso) que sirve de enlace para todos los demás (tarjetas de red). Este nodo sirve para encaminar las tramas hacia una red convencional o hacia otras redes distintas. Para poder establecerse la comunicación, todos los nodos deben estar dentro de la zona de cobertura del punto de acceso.



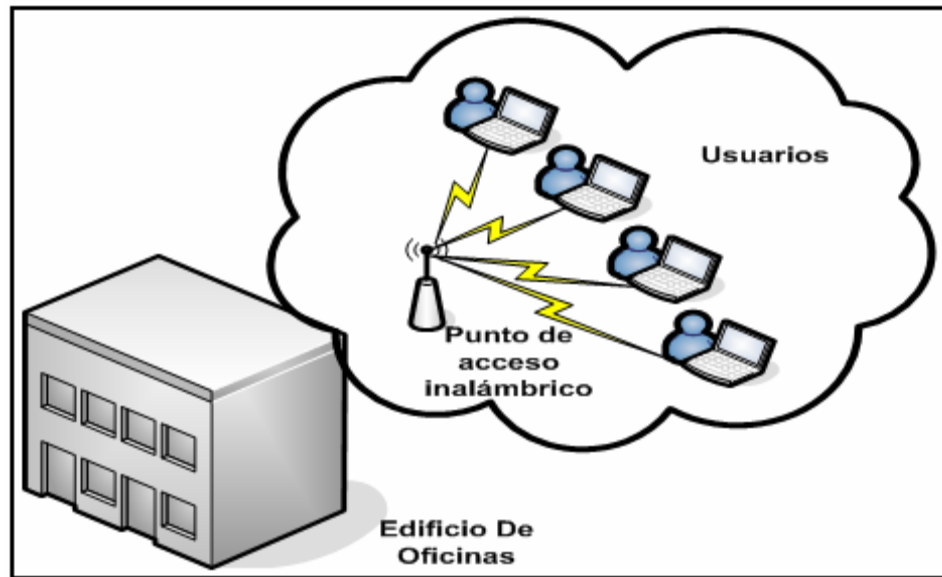
**Figura 1.5** Representación Infraestructurada

**Fuente:** Autores del proyecto

- **Modo Administrador**, es el modo en el que el TR se conecta al PA para que éste último le sirva de "concentrador". El TR sólo se comunica con el PA.
- **Modo Maestro**, es el modo en el que trabaja el AP, pero en el que también pueden entrar los TRs si se dispone del firmware apropiado o de un ordenador que sea capaz de realizar la funcionalidad requerida.

### 1.1.3. Wi – Fi

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



**Figura 1.6** *Región de cobertura inalámbrica*

**Fuente:** Autores del proyecto

En un principio, la expresión Wi-Fi era utilizada únicamente para los aparatos con tecnología 802.11b, el estándar dominante en el desarrollo de las redes inalámbricas, de aceptación prácticamente universal.

Con el fin de evitar confusiones en la compatibilidad de los aparatos y la interoperabilidad de las redes, el término Wi-Fi se extendió a todos los aparatos provistos con tecnología 802.11 en todas sus variantes, tales como 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11i, 802.11h, 802.11e, con diferentes frecuencias y velocidades de transmisión.

El modo de funcionamiento de Wi-Fi es sencillo, dado que se llega a las dependencias del cliente con un acceso de banda ancha, donde se instala un gateway inalámbrico. Los computadores del cliente deben estar provisionados con tarjeta de red inalámbrica que puedan comunicarse con el gateway Wi-Fi.

Todos los equipos para comunicarse entre si deben pasar por el gateway, el mismo que posee puertas de conexión alámbrica y puertas virtuales inalámbricas.

A las puertas alámbricas se pueden conectar puertas Ethernet, mientras que para las inalámbricas los equipos deben poseer tarjetas Wi-Fi norma 802.11.

A pesar de las grandes ventajas que ofrece una red inalámbrica, también posee restricciones, entre las que tenemos;

- Cada computador debe tener instalada una tarjeta Wi-Fi para conectarse.
- La señal Wi-Fi no atraviesa paredes de concreto.
- El alcance máximo de la señal en un área libre es de 50 mts.

- Este servicio no está disponible para sistemas operativos Macintosh, Linux o Windows NT 4.0, 95 o inferior.

Existen algunas herramientas de auditoria para las redes inalámbricas, que permiten realizar diversas actividades y que fácilmente las podemos descargar desde Internet porque muchas de ellas son gratis.

En las tablas I y II se hace un resumen de las principales herramientas más utilizadas.

<b>NOMBRE</b>	<b>PLATAFORMA</b>	<b>WEBSITE</b>
NetStumbler	Windows	<a href="http://www.NetStumbler.org">www.NetStumbler.org</a>
Dstumbler	BSD	<a href="http://www.dachb0den.com/projects/dstumbler.html">www.dachb0den.com/projects/dstumbler.html</a>
Ministumbler	Pocket PC	<a href="http://www.NetStumbler.org">www.NetStumbler.org</a>
SSIDSniff	Unix	<a href="http://www.bastard.net/">www.bastard.net/</a>
AP Scanner	Macintosh	<a href="http://homepage.mac.com/typexi/Personal1.html">http://homepage.mac.com/typexi/Personal1.html</a>
Wavemon	Linux	<a href="http://www.jm-">www.jm-</a>



		<a href="http://music.de/project.html">music.de/project.html</a>
WLAN Expert	Windows	<a href="http://www.vector.kharkov.ua/download/WLAN">www.vector.kharkov.ua/download/WLAN</a>
Wavelan tools	Linux	<a href="http://sourceforge.net/projects/wavelan-tools">http://sourceforge.net/projects/wavelan-tools</a>
AiroPeek	Windows	<a href="http://www.wildpackets.com/products/airopeek">www.wildpackets.com/products/airopeek</a>
Sniffer Wireless	Windows	<a href="http://www.sniffer.com/products/sniffer-wireless">www.sniffer.com/products/sniffer-wireless</a>
TCH-WarDrive	Linux	<a href="http://www.thehackerschice.com">www.thehackerschice.com</a>
APSniff	Windows	<a href="http://www.bretmounet.com/APSniff">www.bretmounet.com/APSniff</a>
Wellenreiter	Linux	<a href="http://www.remote-exploit.org">www.remote-exploit.org</a>
PrismStumbler	Linux	<a href="http://prismstumbler.sourceforge.net">http://prismstumbler.sourceforge.net</a>
AirTraf	Linux	<a href="http://airtraf.sourceforge.net">http://airtraf.sourceforge.net</a>

**Tabla I** *Escáneres para redes inalámbricas*

**Fuente:** Investigación en Internet

<b>NOMBRE</b>	<b>PLATAFORMA</b>	<b>WEBSITE</b>
Mognet	Java VM	<a href="http://chocobospore.org7mognet">http://chocobospore.org7mognet</a>
Ethereal	Unix, Windows	<a href="http://www.ethereal.com">www.ethereal.com</a>
Airopeek	Windows	<a href="http://www.wildpackets.com/products/airopeek">www.wildpackets.com/products/airopeek</a>
Sniffer Gíreles	Windows	<a href="http://www.sniffer.com/products/sniffer-wireless">www.sniffer.com/products/sniffer-wireless</a>

**Tabla II** *Sniffers para redes inalámbricas*

**Fuente:** Investigación en Internet

#### **1.1.3.1. IEEE 802.11**

Este fue el primero de los estándares definidos por la IEEE para aplicaciones WLAN, y fue publicado en 1997. Funciona sobre la banda ICM (*Industrial, Científica y Médica*) de 2,4 GHz y utiliza dos tipos de modulación: DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*) y FHSS (*Frequency Hopped Spread Spectrum*). La velocidad de transmisión que es capaz de alcanzar es entre 1 o 2 Mbps, dependiendo del fabricante. Este estándar no está actualmente en uso, dado a la aparición de sus variantes que no solo mejora la

velocidad de transferencia, sino que además dan cobertura a funciones especiales de seguridad, de integración, etc.

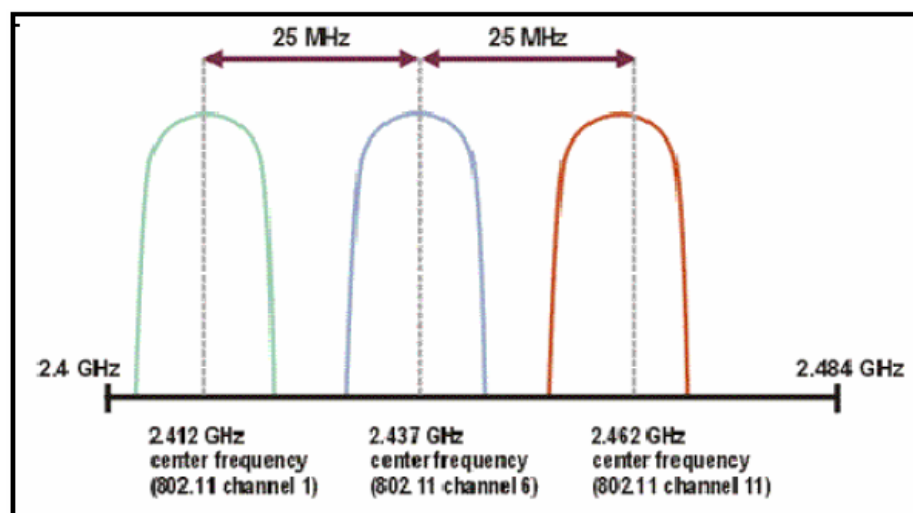
Se hace un breve resumen del aspecto tecnológico actual, en materia de redes inalámbricas, en la tabla III.

<b>Estándar WLAN</b>	<b>802.11b</b>	<b>802.11a</b>	<b>802.11g</b>
Organismo	IEEE (USA)	IEEE	IEEE
Finalización	1999	2002	2003
Denominación	Wi-Fi	Wi-Fi5	
Banda/ Frecuencias	2.4 GHz (ICM)	5 GHz	2.4 GHz (ICM)
Velocidad Máxima	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps
Throughput medio	5,5 Mbps	36 Mbps	
Interfaz aire	SSDS/FH	OFDM	OFDM
Disponibilidad	>1000	Algunos	algunos
Número de Canales	3c no solapados	12c no solapados	3c no solapados

**Tabla III.** Aspectos tecnológicos de redes inalámbricas

**Fuente:** Informe Wi-Fi (Internet)

Los canales no solapados para la frecuencia de 2.4 GHz, se los puede apreciar en el siguiente gráfico, donde se observan en los canales 1, 6 y 11 cuyas frecuencias centrales son 2.412; 2.437 y 2.462 respectivamente.



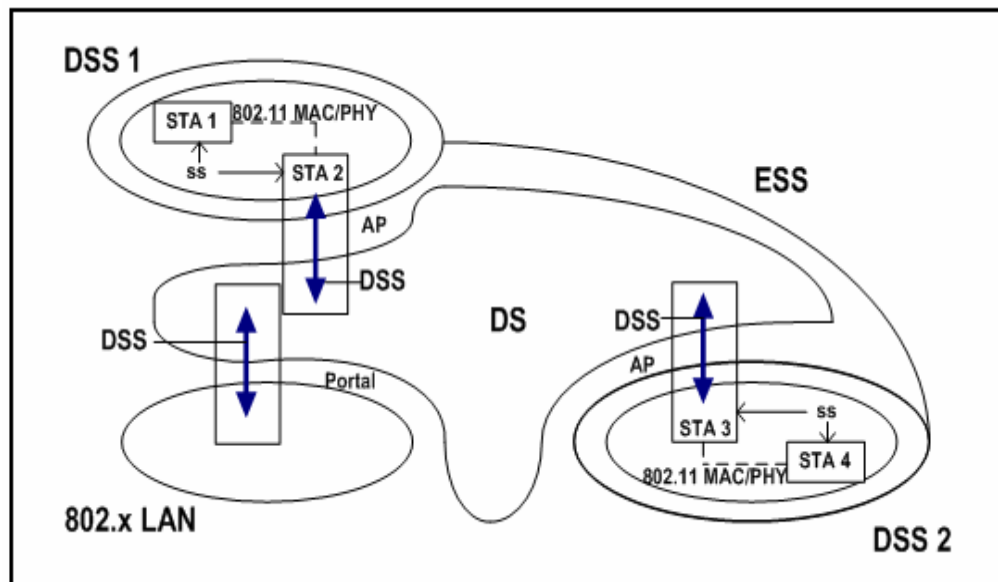
**Figura 1.7** *Canales sin solapamiento en la frecuencia de 2.4 GHz*

**Fuente:** Autores del proyecto

El elemento fundamental de la arquitectura de las redes 802.11 es la celda, la cual se puede definir como el área geográfica en la cual una serie de dispositivos se interconectan entre sí por medio aéreo.

Esta celda está compuesta por estaciones y un punto de acceso. Las estaciones son adaptadores que permiten la conversión de información existente en terminales y equipos clientes,

generalmente encapsulada bajo el protocolo de Ethernet, y su envío y recepción dentro de la celda.

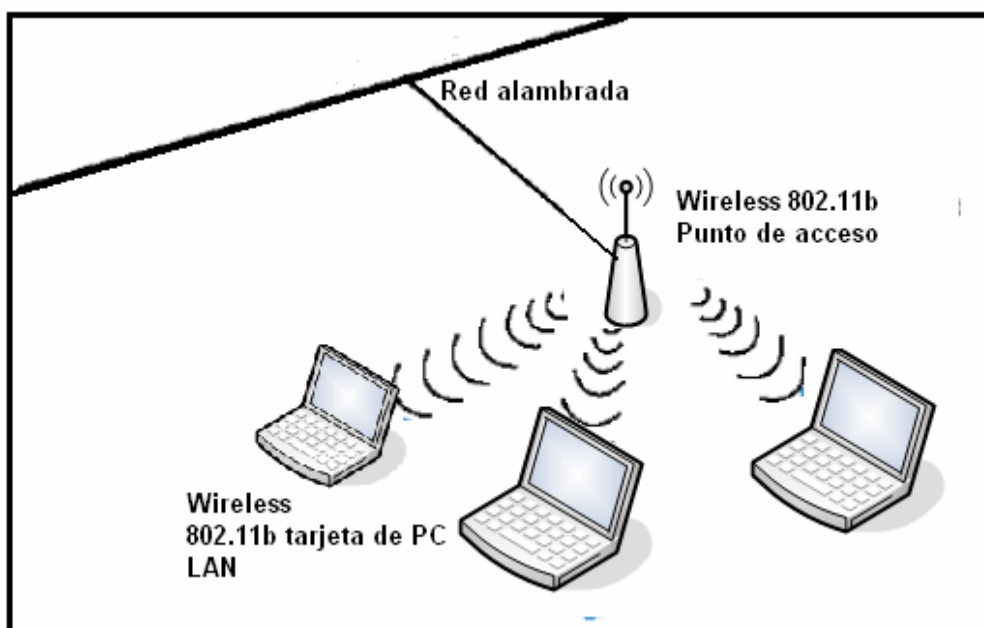


**Figura 1.8** *Arquitectura de las redes 802.11*

**Fuente:** Autores del proyecto

El punto de acceso es el elemento que tiene la capacidad de gestionar todo el tráfico de las estaciones y que puede comunicarse con otras celdas o redes; mediante un bridge es que se puede comunicar a nivel 2, de enlace, los equipos tanto de su celda de cobertura como a otras redes a las cuales estuviese conectado. A esta configuración es que se denomina Grupo de Servicio Básico (BSS).

El **BSS** es, por tanto, una entidad independiente que puede tener su vinculación con otros BSS a través de un punto de acceso mediante un sistema de distribución (DS). El DS puede comunicar el BSS con una red externa, puede ser cableado, es decir se comunica con a una red Ethernet fija convencional, o también puede ser inalámbrico en donde se denomina sistema de distribución inalámbrica.

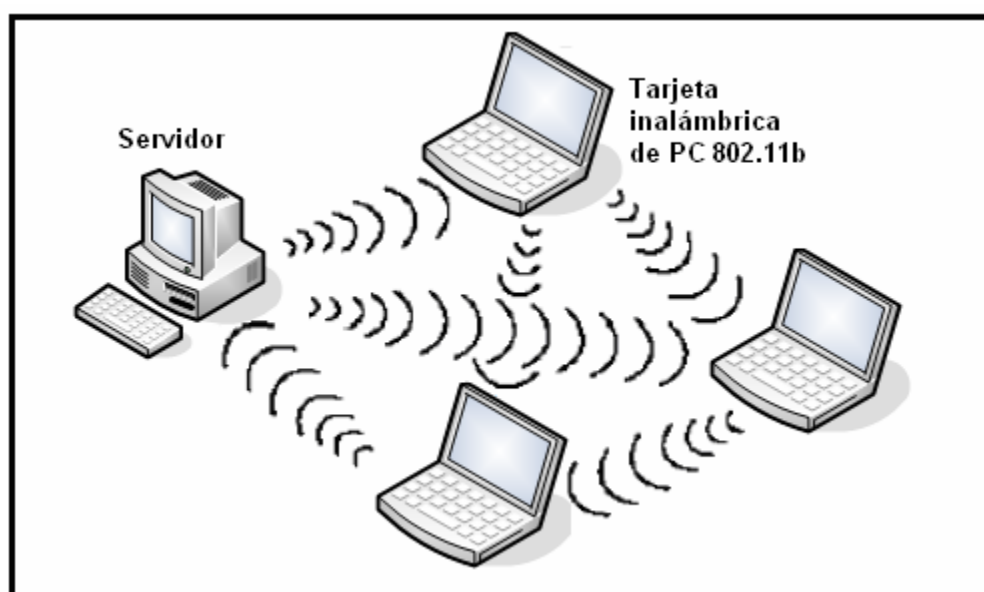


**Figura 1.9** *Modo de funcionamiento BSS*

**Fuente:** Autores del proyecto

Sobre el concepto básico de BSS, surgen otras alternativas como el **IBSS**, que es la variante en modo independiente del BSS que

es un servicio básico entre iguales, en este modo dos clientes se pueden comunicar entre sí sin necesidad de que exista un punto de acceso, basta que ambos dispongan de tarjetas de red compatibles para lograr la comunicación, sería el equivalente a conectar dos pc's con tarjetas de red mediante un cable cruzado.



**Figura 1.10** *Modo de funcionamiento IBSS*

**Fuente:** Autores del proyecto

El modo extendido del BSS que es un caso específico del modo infraestructura, conocido por las siglas **ESS** que son los servicios que se ofrecen cuando existe más de un punto de acceso de tal forma que los clientes pueden unirse a cada punto de acceso permitiendo la movilidad.

Para poder identificar a las celdas inalámbricas se les asigna un nombre de red consistente en una cadena de longitud máxima de 32 caracteres denominado “*Service Set Identifier*”, *SSID*. Para agregarse a una determinada celda es requisito indispensable que el equipo tenga en su configuración interna el mismo *SSID*.

Si se desea que la estación se conecte a cualquier celda inalámbrica presente se deberá ingresar como parámetro “*ANY*” y se analizarán todas las celdas presentes y se conectará a una de ellas adoptando su *SSID*, generalmente con el criterio de la que mayor nivel de señal posea.

#### **1.1.3.1.1. 802.11b**

Este es el estándar que está liderando el tremendo éxito de las redes inalámbricas. Por lo general, en las 802.11b la velocidad garantizada es de 11 Mbps. Esa velocidad sigue siendo relativamente superior a la que ofrece una conexión de banda ancha, pero puede que resulte lenta para ver DVD desde otra habitación. Las velocidades de transmisión que es capaz de ofrecer podrán variar desde 1,2, 5.5 y 11 Mbps, dependiendo de diversos factores. Esta característica permite a los adaptadores de red reducir las velocidades para



compensar los posibles problemas de recepción que se pueden generar por las distancias o los materiales que es necesario atravesar.

Otros datos a tener en cuenta en este estándar es el soporte para tres canales sin solapamiento y su reducido nivel de consumo. En cuanto a las distancias a cubrir, dependerá de las velocidades aplicadas, del número de usuarios conectados y del tipo de antena y amplificadores que se puedan utilizar. Aún así, se podrían dar unas cifras de alrededor de 120 mts. a 11 Mbps y 460 mts. a 1 Mbps en espacios abiertos, y entre 30 mts. a 11 Mbps y 90 mts a 1 Mbps en interiores, dependiendo lógicamente del tipo de materiales que sea necesario atravesar.

#### **1.1.3.1.2. 802.11g**

La nominación de redes inalámbricas "a," "b," y "g" no es indicativa del nivel de resultados que podemos esperar. La primera fue la "b," "a" es la más rápida y "g" marca la diferencia. 802.11g mueve los datos a 54 Mbps, lo que es mucho más rápido que 802.11b. Tanto 802.11g como 802.11b se ejecutan en la frecuencia 2.4 GHz.

A mediados del año 2003 se aprobó un nuevo estándar, el 802.11g, que se basa en la norma 802.11b. Este estándar es capaz de utilizar dos métodos de modulación (DSSS y OFDM).

Al soportar ambas codificaciones, este nuevo estándar será capaz de incrementar notablemente la velocidad de transmisión, pudiendo llegar hasta los 54 Mbps que oferta la norma 802.11a, y con las características de la norma 802.11b en cuanto a la distancia, niveles de consumo y frecuencia utilizada.

Las mejoras en velocidad y la compatibilidad entre "b" y "g" nos hacen notar progresos muy interesantes. En la mayoría de las redes 802.11, los datos se trasladan a través de un dispositivo de hardware llamado punto de acceso (aunque también se denomina, concentradores, router, o estación base). Hay varios tipos de puntos de acceso. Si en su red utiliza los dos equipos 802.11b y 802.11g, el punto de acceso tiene que ser 802.11g para que la red utilice toda la velocidad que permite 802.11g. El punto de acceso es el lugar de transmisión entre los equipos.

De este modo, la mayor bondad de esta nueva norma es el incremento de velocidad manteniendo una total compatibilidad con el estándar Wi-Fi, permitiendo la coexistencia entre ambos estándares en una misma instalación, algo realmente significativo si tenemos en cuenta la importancia de la base instalada.

### **1.1.3.1.3. 802.11a**

Como evolución del 802.11, este nuevo estándar que fue ratificado en 1999, también conocido como Wi-Fi5, presenta como diferencia fundamental, su funcionamiento sobre la banda de frecuencia de 5 GHz (de 5.150 MHz a 5.350 MHz y de 5470 MHz a 5725 MHz), utilizando la técnica de modulación de radio OFDM (*“Orthogonal Frequency Division Multiplexing”*). Esta técnica permite dividir la portadora de datos de alta velocidad en 52 subportadoras de baja velocidad que se transmiten en paralelo. Estas sub-portadoras se pueden agrupar de un modo mucho más integrado que con la técnica de espectro que utiliza el estándar 802.11b. Además, podremos tener en funcionamiento hasta ocho canales sin solapamiento, con el consiguiente aumento de capacidad para las comunicaciones simultáneas.

La consecuencia inmediata es un aumento considerable en la velocidad de transmisión, llegando hasta los 54 Mbps para hacerlo especialmente indicado en entornos con elevado requerimiento de ancho de banda.

Aunque este aumento de velocidad es excelente, esta norma también presenta desventajas con respecto a la norma 802.11b, como

es el nivel de consumo, o la falta de compatibilidad debido al cambio de frecuencia con el estándar 802.11b, aunque esto se podido resolver a través de puntos de acceso que ofrecen soporte para ambos estándares.

Es importante señalar que las distancias de cobertura se ven reducidas significativamente, alcanzando así entre 54 Mbps en 30 mts. y 6 Mbps en 300 mts. para exteriores. Y entre 12 mts a 54 Mbps y 90 mts a 6 Mbps, cuando se trata de interiores.

#### **1.1.3.1.4. Capa física: Espectro Disperso**

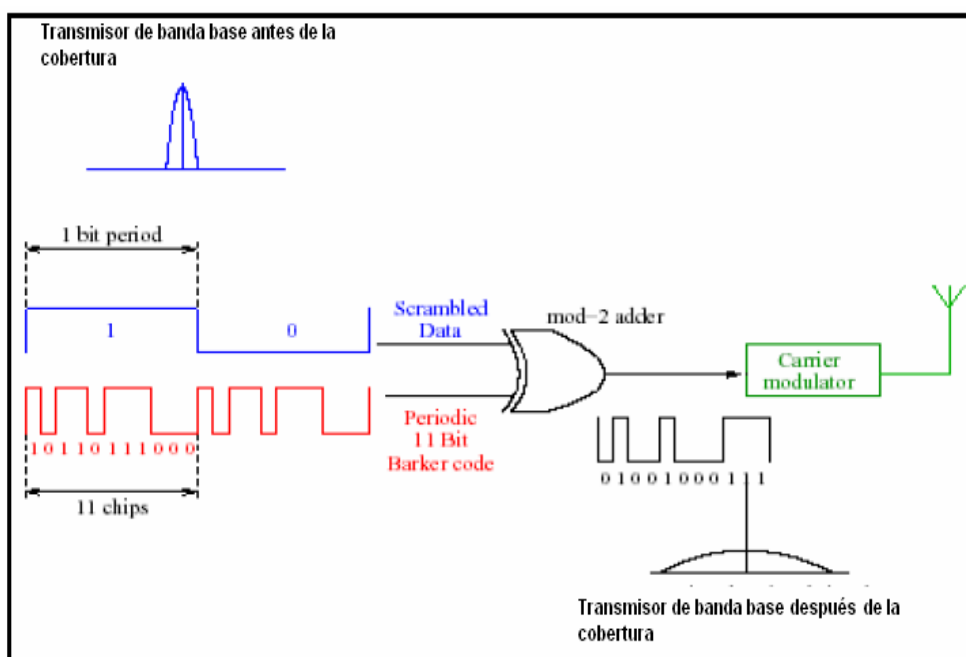
Espectro disperso, es una técnica de comunicación que por el alto costo que acarrea, se aplicó casi exclusivamente para objetivos militares, sin embargo, este empezó a surgir lentamente en un mercado comercial debido a los problemas de las comunicaciones con sistemas de radio fija, . Cada emisor ocupa un pequeño trozo de la banda emisora dentro de la cual se concentra la potencia de emisión irradiada. Ese trocito, también llamado amplitud de banda, tiene que ser lo suficientemente grande como para que los emisores cercanos no sean interferidos.

La radio-receptora se puede sintonizar siempre en una frecuencia. Esa frecuencia es retransmitida por el emisor con una amplitud de banda lo más pequeña posible, pero lo suficientemente grande como para transmitir la información deseada. Este tipo de receptores se llama receptores de banda angosta (estrecha).

En spread spectrum no se elige por una amplitud de banda lo más pequeña posible, sino justamente por una lo más grande posible. La amplitud de banda es mayor de lo que se necesita estrictamente para la transmisión de la información. Esta mayor amplitud de banda puede obtenerse de dos maneras. La primera es codificar la información con una señal aleatoria. La información codificada se transmite en la frecuencia en que funciona el emisor para lo cual se utiliza una amplitud de banda mucho mayor que la que se usa sin codificación (secuencia directa). Aquí la señal de transmisión es distribuída sobre un ancho de banda indicado, y se usa un patrón de bit aleatorio denominado código de chip para modular la señal transmitida; de esta forma mientras mayor es el código de chip, mayor es la probabilidad de recuperar la información sin errores y obviamente mayor ancho de banda utilizado. Es importante recalcar que si uno o más bits se dañan en los códigos de chip durante la

transmisión, existen técnicas que estadísticamente pueden recuperar la data sin necesidad de transmisión.

El esquema del DSSS se representa de la siguiente manera:



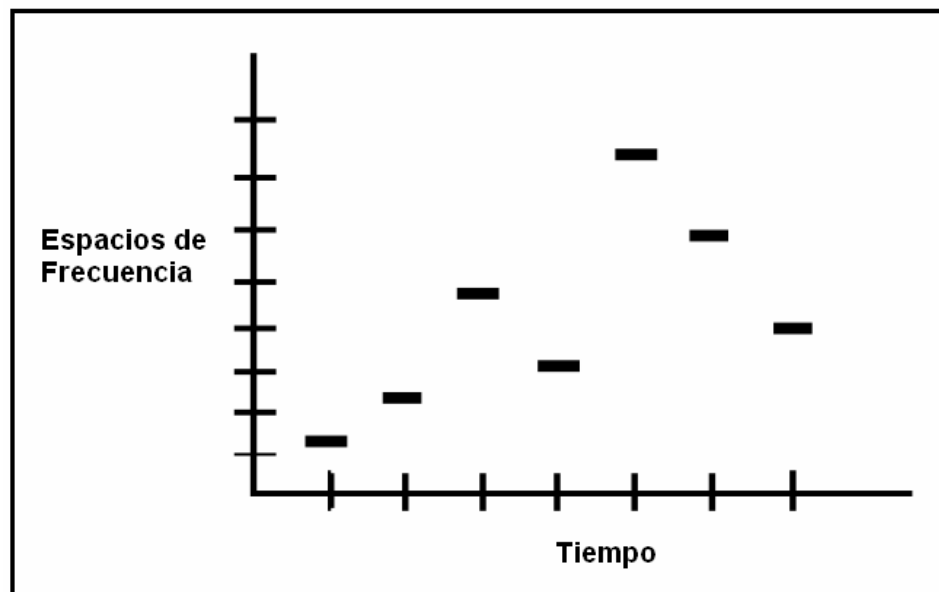
**Figura 1.11** Esquema de modulación DSSS

**Fuente:** Autores del proyecto

La segunda posibilidad es codificar la frecuencia de trabajo con una señal aleatoria, por lo que la frecuencia de trabajo cambia permanentemente. En cada frecuencia se envía un trocito de información (Frecuencia Hopping). En esta técnica divide la banda múltiples sub-canales de 1 MHz, usando una portadora de banda

angosta que cambia la frecuencia en un factor conocido tanto para el transmisor como para el receptor. De esta forma la señal salta de canal en sub-canal transmitiendo ráfagas cortas de datos en cada canal por un periodo de tiempo determinado.

Si la frecuencia está constantemente desplazándose, es menos susceptible a la interferencia, esto hace que FHSS sea muy difícil de interceptar y provee un alto nivel de seguridad.



**Figura 1.12** *Esquema de modulación FHSS*

**Fuente:** Autores del proyecto

Esta difusión a través del Spread Spectrum puede ser tan grande que un receptor-radio sólo capta un zumbido. Un receptor-radio 'oye', pues, sólo una pequeña parte de la banda de frecuencia. Para poder captar la señal dispersa se necesitan receptores con amplitud de banda especial que transformen el zumbido recibido en información. Este receptor de banda ancha tiene que disponer del decodificador apropiado para transformar la señal del emisor en información.

#### **1.1.4. Protocolo NAT**

##### **1.1.4.1. Definición**

La traducción de Direcciones de Red, o NAT (Network Address Translation), es un sistema que se utiliza para asignar una red completa (o varias redes) a una sola dirección IP. NAT es necesario cuando la cantidad de direcciones IP que haya asignado el proveedor de Internet sea inferior a la cantidad de ordenadores que accedan a Internet.

Un dispositivo NAT genera una serie de direcciones IP hacia la red interna, dividiendo un solo puerto en múltiples puertos internos. Generalmente, un NAT es un solo dispositivo que establece la



comunicación entre Internet y la red local. De esta manera, sólo una dirección IP pública es necesaria para representar al grupo local de computadoras. Los proveedores de acceso a Internet vía ADSL, módems y cable módems usan la tecnología de NAT para que las computadoras de los usuarios posean una dirección IP, que generalmente se denomina como “privada” o “no homologada”, que sólo es válida para identificar a la computadora dentro del servicio de acceso, no directamente hacia el resto de Internet.

#### **1.1.4.2. Aplicaciones**

NAT nos permite aprovechar los bloques de direcciones reservadas. Generalmente, una red interna se suele configurar para que use uno o más de estos bloques de red. Estos bloques son:

- 10.0.0.0/8 (10.0.0.0 - 10.255.255.255)
- 172.16.0.0/12 (172.16.0.0 - 172.31.255.255)
- 192.168.0.0/16 (192.168.0.0 - 192.168.255.255)

Un sistema configurado para NAT tendrá como mínimo dos adaptadoras de red, una para Internet y la otra para la red interna. NAT se encargará de traducir los requerimientos desde la red interna,

de modo que parezca que todos provienen del sistema en el que se encuentra configurado NAT.

Cuando un cliente en la red interna contacta con una máquina en Internet, envía paquetes IP destinados a esa máquina. Estos paquetes contienen toda la información de direccionamiento necesaria para que puedan ser llevados a su destino. NAT se encarga de estas piezas de información:

- Dirección IP de origen (por ejemplo, 192.168.1.35)
- Puerto TCP o UDP de origen (por ejemplo, 2132)

Cuando los paquetes pasan a través de la pasarela de NAT, son modificados para que parezca que se han originado y provienen de la misma pasarela de NAT. La pasarela de NAT registra los cambios que realiza en su tabla de estado, para así poder: a) invertir los cambios en los paquetes devueltos, y b) asegurarse de que los paquetes devueltos pasen a través del cortafuego y no sean bloqueados. Por ejemplo, podrían ocurrir los siguientes cambios:

- **IP de origen** : sustituida con la dirección externa de la pasarela (por ejemplo, 24.5.0.5)

- **Puerto de origen** : sustituido con un puerto no en uso de la pasarela, escogido de manera aleatoria (por ejemplo, 53136)

Ni la máquina interna ni el anfitrión de Internet se dan cuenta de estos pasos de traducción. Para la máquina interna, el sistema NAT es simplemente una pasarela a Internet. Para el anfitrión de Internet, los paquetes parecen venir directamente del sistema NAT; ni siquiera se da cuenta de que existe la estación interna.

Cuando el anfitrión de Internet responde a los paquetes internos de la máquina, los direcciona a la IP externa de la pasarela de NAT (24.5.0.5) y a su puerto de traducción (53136). La pasarela de NAT busca entonces en la tabla de estado para determinar si los paquetes de respuesta concuerdan con alguna conexión establecida. Entonces encontrará una única concordancia basada en la combinación de la dirección IP y el puerto, y esto indica que los paquetes pertenecen a una conexión iniciada por la máquina interna 192.168.1.35. Acto seguido se realiza los cambios opuestos a los que realizó para los paquetes salientes, y reenvía los paquetes de respuesta a la máquina interna.

La traducción de paquetes ICMP ocurre de forma parecida, pero sin la modificación del puerto de origen.

NAT puede operar de cuatro maneras distintas:

- **NAT estático.** Se asigna una dirección IP pública a cada dirección IP privada, por ello se recomienda para equipos y/o aplicaciones que necesitan de direcciones IP públicas, como es el caso de la videoconferencia, pero no es una forma de operar viable cuando se ha asignado sólo una dirección IP pública a un equipo NAT y su red.
- **NAT dinámico.** Muy similar al anterior, sólo que la asignación de las direcciones internas hacia las externas depende del momento en el que los equipos de la red local se dan de alta en el sistema NAT, tomando la primera disponible. Por ende la única diferencia es que la dirección pública no siempre es la misma.
- **NAT por registro de dominios.** Se emplea para garantizar la comunicación entre una red local e Internet cuando las direcciones IP de la red local son iguales a direcciones públicas. Para evitar conflictos, el equipo NAT guarda un

registro de qué dirección privada asignar a una comunicación entrante y de igual manera, qué dirección pública asignar a una comunicación saliente. Como es claro, se necesita un rango de direcciones públicas para hacer esta doble asignación.

- **NAT por asignación de puertos.** En este esquema, sólo se dispone de una dirección IP pública, misma que conserva el equipo NAT. Cuando un equipo de la red local desea comunicarse con el exterior, para los equipos remotos se estará recibiendo una solicitud de la dirección del NAT con un número de puerto específico. Por ejemplo, teniendo la dirección pública 202.248.225.15 y siendo la IP privada o local de una computadora detrás de ese NAT la 192.168.1.1, el equipo NAT la mostrará al resto de Internet como la dirección 202.248.225.15:101.

#### **1.1.5. Tipos de NAT**

El NAT está dividido en dos diferentes tipos:

- NAT por origen (SNAT, por origen), y
- NAT por destino (DNAT, por destino).

Para entender mejor estos términos, se tiene una breve explicación de cada uno de ellos.

- **NAT por fuente** es cuando alteramos el origen del primer paquete: esto es, estamos cambiando el lugar de donde viene la conexión. *NAT por destino* siempre se hace después del encaminamiento, justo antes de que el paquete salga por el cable. El enmascaramiento es una forma especializada de SNAT.
- **NAT por destino** es cuando alteramos la dirección de destino del primer paquete: esto es, cambiamos la dirección a donde se dirige la conexión. DNAT siempre se hace antes del encaminamiento, cuando el paquete entra por el cable. El reenvío de puerto, el balanceo de carga y el Proxy transparente son formas de DNAT.

## 1.2. Espectro de ondas de radio y microondas

Las ondas electromagnéticas cubren una amplia gama de frecuencias o de longitudes de ondas y pueden clasificarse según su principal fuente de producción. La clasificación no tiene límites precisos.

### 1.2.1. Frecuencias RF

Las frecuencias RF comprenden una extensa zona del espectro y esta se encuentra dividida en regiones que están separadas por distintos intervalos de frecuencias para poder identificar el uso apropiado para cada una de ellas, como se muestra en la tabla IV.

Región del espectro	Intervalo de frecuencias (Hz)
Radio-microondas	$0-3.0 \cdot 10^{12}$
Infrarrojo	$3.0 \cdot 10^{12}-4.6 \cdot 10^{14}$
Luz Visible	$4.6 \cdot 10^{14}-7.5 \cdot 10^{14}$
Ultravioleta	$7.5 \cdot 10^{14}-6.0 \cdot 10^{16}$
Rayos X	$6.0 \cdot 10^{16}-1.0 \cdot 10^{20}$
Radiación Gamma	$1.0 \cdot 10^{20}-\dots$

**Tabla IV.** *Región del espectro e intervalo de frecuencias*

**Fuente:** Libro de Comunicaciones Analógicas

La mayor parte de las bandas suelen estar autorizadas, esto es, son bandas en las que se necesita una licencia para poder emitir, pero también existen las bandas que son sin licencia, es decir de uso libre

para poder utilizar, por ende estas son las que interesan, entre ellas tenemos:

La banda de **900 MHz**, aunque originalmente se usaron para las transmisiones de datos, hoy en día prácticamente están relegados a algunos teléfonos móviles e inalámbricos, su tasa fiable de transmisión es de 1 Mbps pero permite recorrer distancias mucho mayores que las bandas 2.4 y 5 GHz, realmente las tasas de transferencia oscilan entre los 200 y 800 Kbps.

Esta banda se la utiliza en la actualidad para la comunicación de telefonía fija, para los teléfonos inalámbricos específicamente.

Otra de las bandas que se utiliza de manera libre es la banda de **2.4 GHz**, que corresponde con la norma 802.11, la 802.11b que es la más extendida y que entrega una señal con una tasa máxima de 11 Mbps, aunque puede transmitir a 1, 2, 5.5 u 11 Mbps. Para el caso de 802.11g puede transmitir hasta 54 Mbps, dependiendo de las condiciones.

Esta banda es la más utilizada en la actualidad gracias a que su uso es libre y que los costos de los equipos para su implementación



es menor en comparación con la banda de 5 GHz, esta es la razón para que se encuentre muy congestionada en los sectores de mayor movimiento comercial.

Para el caso de la banda de **5 GHz**, corresponde con la norma 802.11a, dispone de compatibilidad “hacia atrás”, es decir, es una tecnología de banda dual para dar soporte a dispositivos de 2.4 GHz de la norma 802.11b, su tasa máxima de transmisión es de 54 Mbps.

Esta banda tiene la misma funcionalidad que la de 2.4 GHz, pero los costos que acarrearán sus equipos son mayores, ayudando de esta forma que no se encuentre tan congestionada en los sectores de mayor actividad comercial.

Cuando lo que se quiere lograr es un enlace punto a punto, se suele utilizar microondas (altas frecuencias). Las ondas microondas se usan en las comunicaciones del radar o la banda UHF (Ultra High Frequency) y otros sistemas de comunicación, también en el análisis de detalles muy finos de la estructura atómica y molecular. Su frecuencia va desde los mil millones de hercios hasta casi el billón. Se producen en oscilaciones dentro de un aparato llamado magnetrón.

El magnetrón es una cavidad resonante formada por dos imanes de disco en los extremos, donde los electrones emitidos por un cátodo son acelerados originando los campos electromagnéticos oscilantes de la frecuencia de microondas.

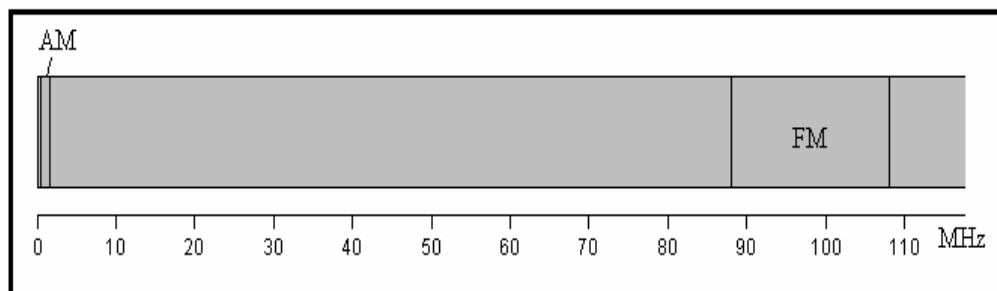
En cambio, para enlaces con varios receptores posibles se utilizan las ondas de radio (bajas frecuencias). Las ondas de radiofrecuencias van de 0 a 109 Hz, se usan en los sistemas de radio y televisión y se generan mediante circuitos oscilantes, en la oscilación de la carga eléctrica en las antenas emisoras (dipolo radiante).

Las diferencias entre las ondas de radio y las microondas son:

- Las microondas son unidireccionales y las ondas de radio omnidireccionales.
- Las microondas son más sensibles a la atenuación producida por la lluvia.
- En las ondas de radio, pueden reflejarse estas ondas en el mar u otros objetos.

La región de radiofrecuencia se encuentra dividida en dos escalas: logarítmica y lineal. La región denominada AM comprende el

intervalo de 530 KHz. a 1600 KHz., y la región denominada FM de 88 MHz a 108 MHz. En la siguiente figura se muestra de manera gráfica la división de las regiones.



**Figura 1.13** *Región de radiofrecuencia*

**Fuente:** Libro de Comunicaciones Analógicas

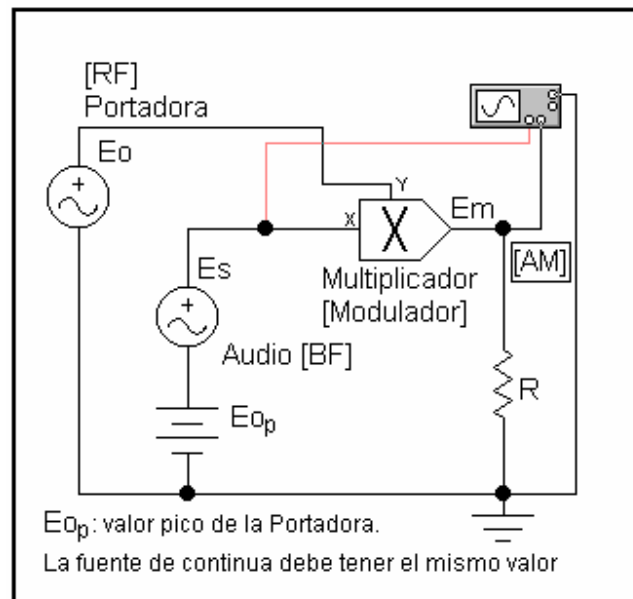
### 1.2.2. Factores de atenuación

Las comunicaciones inalámbricas, se ven afectadas por varios factores, como:

- Tipo de modulación, que es el proceso por el que la frecuencia o amplitud es modificada para transmitir datos, entre estos métodos: AM, FM y PM.
- Señales de banda estrecha.
- Todas las bandas.
- La intemperie.

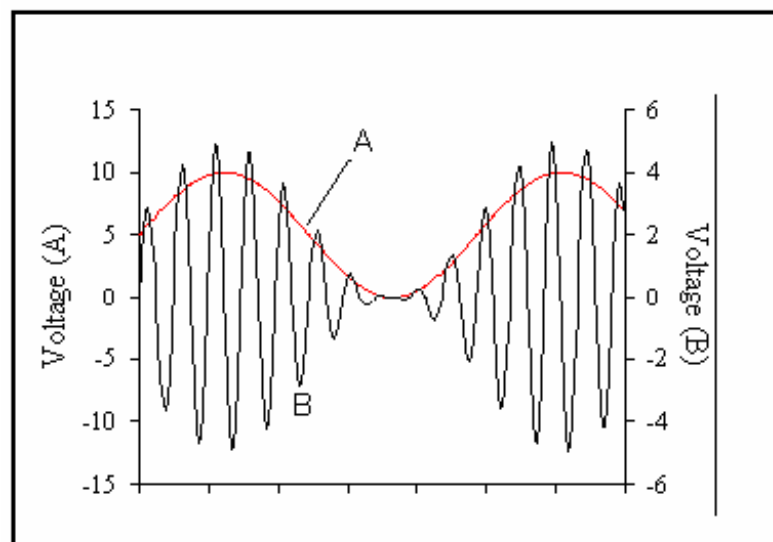
- **La modulación AM**, para presentar lo que es la modulación en amplitud, comencemos con una etapa amplificadora, figura 1.14, donde la señal de entrada "Eo" se amplifica con una ganancia constante "A". En ese caso la salida del amplificador, "Em", es el proceso de A y Eo.

Supongamos ahora que la ganancia de la etapa amplificadora "A" es variable en función del tiempo, entre 0 (cero) y un valor máximo, regresando a 0 (cero). Lo anterior significa, que la etapa amplificadora multiplica el valor de entrada "Eo" por un valor diferente de "A" en cada instante. La descripción efectuada en el proceso anterior, es lo que denominamos Modulación en Amplitud. Por lo tanto, la modulación en amplitud es un proceso de multiplicación y se muestra en la próxima figura. Al multiplicador lo podemos considerar también, como un dispositivo de ganancia controlada por una tensión. En este caso, la entrada de control de ganancia corresponde con la entrada "x". La forma de onda mostrada en la figura pertenece a un modulador balanceado. En ella podemos observar que la envolvente de "Em", tiene la misma forma que la señal de entrada "Es".



**Figura 1.14** *Etapa amplificadora*

**Fuente:** Autores del proyecto



**Figura 1.15** *Envolvente*

**Fuente:** Autores del proyecto

- **Descripción matemática**

Se alimenta una de las entradas de un circuito multiplicador con una RF portadora que llamamos "Eo". La segunda entrada del multiplicador se la alimenta con la señal de BF audio que denominaremos "Es" [modulante]. Esta última señal, es la que promoverá la variación de ganancia del circuito. A los efectos del análisis matemático, las señales Eo y Es son senoidales y las escribiremos como sigue:

$$E_o = E_{o_p} \text{ sen } \omega_c t$$

Donde  $E_{o_p}$  es  $\omega = 2\pi f$  el valor de pico de la onda portadora (señal de RF). Recordemos que

$$E_s = E_{s_p} \text{ sen } \omega_s t$$

y

Siendo  $E_{s_p}$  el valor de pico de la señal de BF o audio.

Si se aplican las señales definidas a las entradas de un circuito multiplicador [modulador]  $E_m$  el voltaje de salida se expresa como sigue:

$$E_m = \frac{E_o \cdot E_s}{10} = \frac{E_{o_p} \text{ sen } \omega_c t \times E_{s_p} \text{ sen } \omega_s t}{10} = \frac{E_{o_p} \cdot E_{s_p}}{10} (\text{sen } \omega_c t \times \text{sen } \omega_s t)$$

**Nota:** El valor  $1/10$  es lo que se denomina factor de multiplicación y es un parámetro propio de cada circuito modulador (multiplicador). En este caso, se ha adoptado éste valor por ser un valor típico.

La ecuación anterior representa el producto de dos señales senoidales de frecuencia distinta. La expresión exhibida no tiene la forma que habitualmente utilizan los Ingenieros y Técnicos en Radiocomunicaciones, ésta, se obtiene efectuando la sustitución del producto de las funciones seno, por una identidad trigonométrica. La mencionada identidad es la siguiente:

$$(\text{sen } a) \cdot (\text{sen } b) = \frac{1}{2} [\cos (a - b) - \cos (a + b)]$$

Efectuando el reemplazo correspondiente, se tiene:

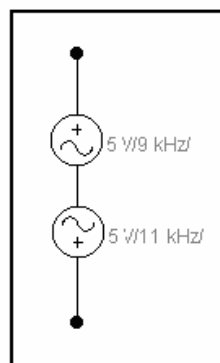
$$E_m = \frac{E_{o_p} \cdot E_{s_p}}{20} \cos(\omega_o - \omega_s)t - \frac{E_{o_p} \cdot E_{s_p}}{20} \cos(\omega_o + \omega_s)t$$

- **Análisis de la ecuación**

Anteriormente se ha mencionado que  $E_o$  y  $E_s$  son funciones senoidales, mientras que  $E_m$  no lo es en absoluto. En la ecuación última, puede apreciarse  $E_m$  (señal de AM), se encuentra formada,

por dos ondas cosenoidales de frecuencias diferentes. La primera de las componentes de la señal modulada, tiene la frecuencia diferencia, mientras que la segunda tiene la frecuencia suma.

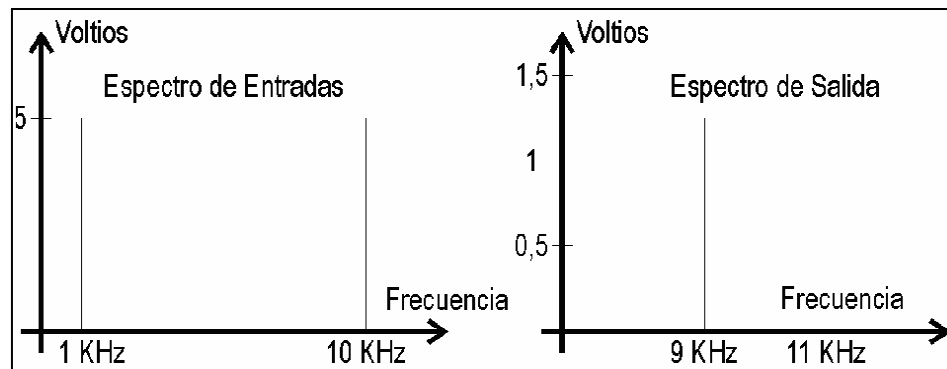
En el dominio del tiempo la señal de AM de la figura, resulta ser la suma o superposición de dos componentes; la primera, de frecuencia diferencia (9 KHz) y amplitud máxima 1,25 voltios y la segunda, de la frecuencia suma (11 KHz) y amplitud máxima 1,25 voltios. Lo expresado anteriormente puede ser representado física o eléctricamente como dos generadores senoidales en serie como se muestra en la figura 1.15



**Figura 1.16** Representación física

**Fuente:** Autores del proyecto





**Figura 1.17** Representación gráfica discreta de una señal

**Fuente:** Autores del proyecto

- **Señales FM y PM**

La *modulación en fase* (PM) y la *modulación en frecuencia* (FM) son casos especiales de señalización modulada angular. En la señalización, modulada angular la envolvente compleja es

$$g(t) = A_c e^{j\theta(t)}$$

En este caso la envolvente real,  $R(t) = |g(t)| = A_c$ , es una constante, y la fase  $\theta(t)$  es una función lineal de la señal modulante  $m(t)$ . Sin embargo,  $g(t)$  es una función *no lineal* de la modulación. Con la ecuación se encuentra que la señal modulada angular es

$$s(t) = A_c \cos[\omega_c t + \theta(t)]$$

En el caso de PM la fase es directamente proporcional a la señal modulante:

$$\theta(t) = D_p m(t)$$

donde la constante de proporcionalidad  $D_p$  es la sensibilidad de la fase del modulador de fase, cuyas unidades son radianes por volt [suponiendo que  $m(t)$  es una forma de onda de voltaje]. En el caso de FM, la fase es proporcional a la integral de  $m(t)$  :

$$\theta(t) = D_f \int_{-\infty}^t m(\sigma) d\sigma$$

donde la constante de desviación de frecuencia  $D_f$  tiene unidades de radianes /volt-segundo

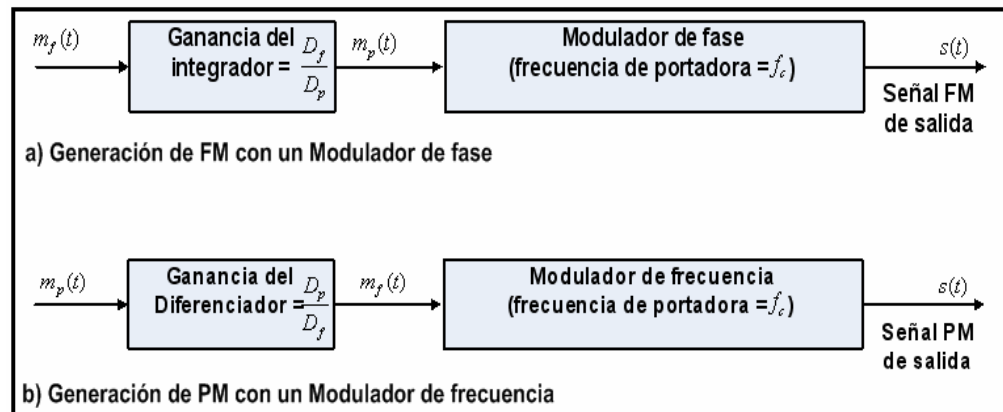
Si se comparan las dos últimas ecuaciones, es claro que si se tiene una señal PM modulada por  $m_p(t)$ , existe también FM en la señal correspondiente a una forma de onda de modulación *diferente* dada por

$$m_f(t) = \frac{D_p}{D_f} \left[ \frac{dm_p(t)}{dt} \right]$$

donde los subíndices  $f$  y  $p$  denotan frecuencia y fase respectivamente. Asimismo, si se tiene una señal modulada FM por  $m(t)$ , la modulación de fase correspondiente en esta señal es

$$m_p(t) = \frac{D_f}{D_p} \int_{-\infty}^t m_f(\sigma) d\sigma$$

Si se utiliza la ecuación anterior, puede usar un circuito PM para sintetizar un circuito FM mediante la inserción de un integrador en cascada con la entrada del modulador de fase, figura a.



**Figura 1.18** Generación de FM a partir de PM, y viceversa

**Fuente:** Autores del proyecto

Los circuitos PM directos se obtienen haciendo pasar una señal senoidal no modulada a través de un circuito variable con el tiempo que introduce un desplazamiento de fase que varía con el voltaje modulador aplicado figura a.  $D_p$  es la ganancia del circuito PM. De igual manera, reobtiene un circuito FM al variar la sintonía de un circuito tanque oscilador (resonante) de acuerdo con el voltaje de

modulación. Esto se demuestra en la figura b, donde  $D_f$  es la ganancia del circuito modulante (cuyas unidades son radianes por volt-segundo).

**DEFINICIÓN.** Si una señal pasabanda está representada por

$$s(t) = R(t) \cos \psi(t)$$

Donde  $\psi(t) = \omega_c t + \theta(t)$ , por consiguiente la frecuencia instantánea (hertz) de  $s(t)$  es [Boashash, 1992]

$$f_i(t) = \frac{1}{2\pi} \omega_i(t) = \frac{1}{2\pi} \left[ \frac{d\psi(t)}{dt} \right]$$

o

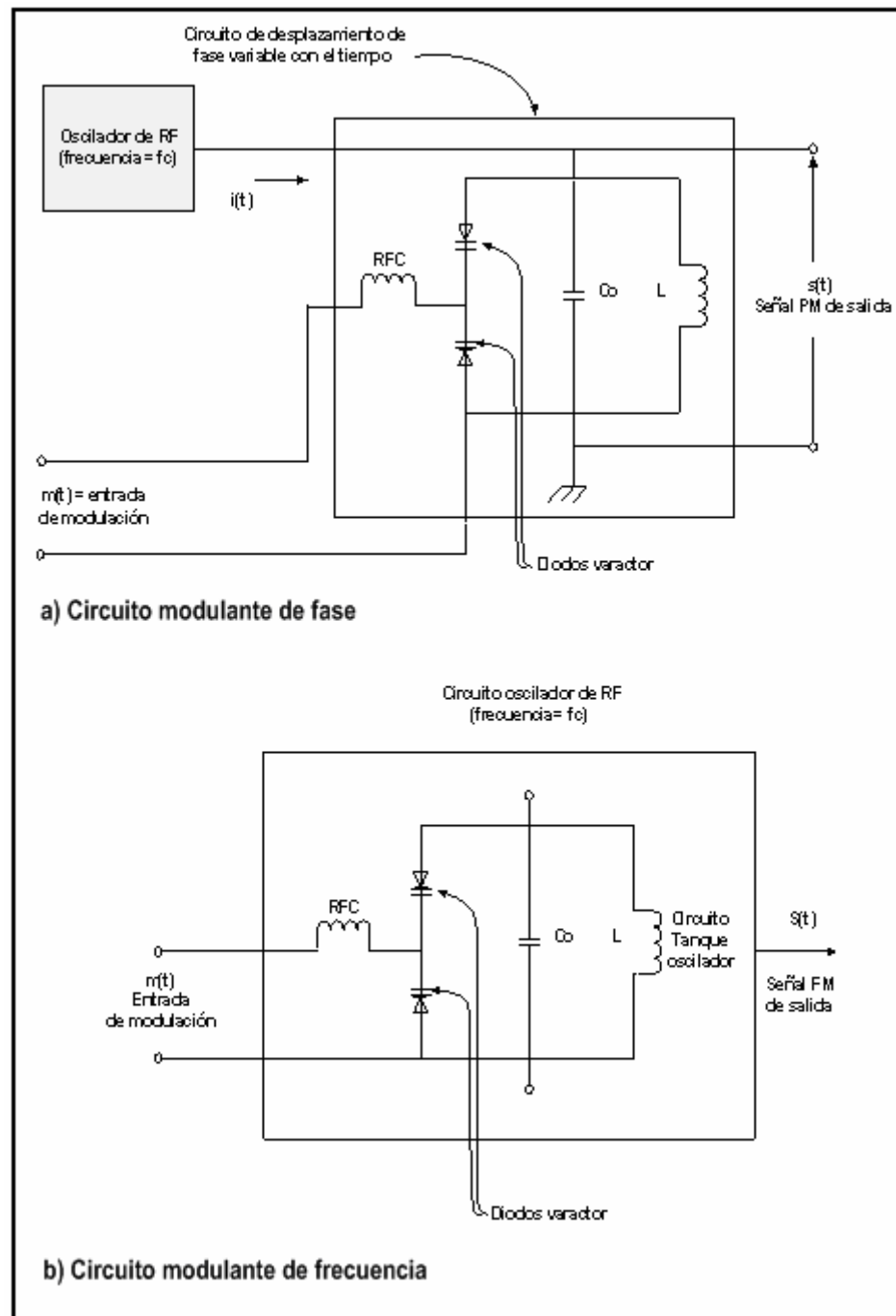
$$f_i(t) = f_c + \frac{1}{2\pi} \left[ \frac{d\theta(t)}{dt} \right]$$

En el caso de FM, si se utiliza la ecuación anterior, la frecuencia instantánea es

$$f_i(t) = f_c + \frac{1}{2\pi} D_f m(t)$$

Desde luego, esta es la razón por la cual este tipo de señalización se llama modulación en frecuencia instantánea varía con respecto a la frecuencia portadora asignada  $f$ , directamente proporcional a la señal modulante  $m(t)$ . La figura b muestra la manera en que varía la frecuencia instantánea cuando se utiliza modulación senoidal. La señal FM resultante se muestra en la figura 1.19c.

No se debe confundir la frecuencia instantánea con el termino *frecuencia* tal como se utiliza en el espectro de la señal FM. La transformadora de Fourier de  $s(t)$  da al espectro y se evalúa



**Figura 1.19** Circuitos modulantes de ángulo RFC= bobina reactancia de radiofrecuencia

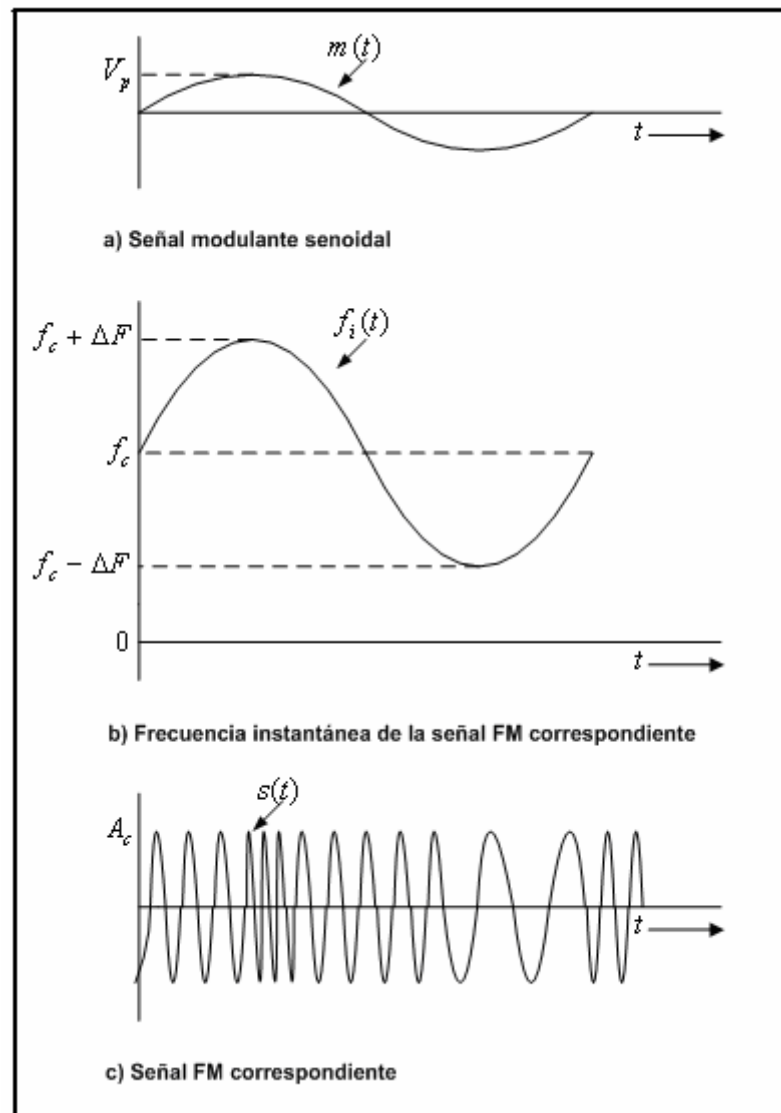
Fuente: Autores del proyecto

Examinando  $s(t)$  en el intervalo de tiempo infinito  $(-\infty < t < \infty)$ .

De este modo el espectro descubre las frecuencias presentes en la señal (promedio) en *todo momento*. La frecuencia instantánea es la frecuencia presente en un instante de tiempo *particular*.

La desviación de frecuencia de la frecuencia de la portadora es

$$f_a(t) = f_i(t) - f_c = \frac{1}{2\pi} \left[ \frac{d\theta(t)}{dt} \right]$$



**Figura 1.20** FM con una señal modulante de banda base senoidal

**Fuente:** Autores del proyecto

y la desviación de la frecuencia pico es

$$\Delta F = \max \left\{ \frac{1}{2\pi} \left[ \frac{d\theta(t)}{dt} \right] \right\}$$



Obsérvese que  $\Delta F$  es un número no negativo. En algunas aplicaciones, tal como la modulación digital (unipolar), se utiliza la desviación pico a pico. Esta definida por

$$\Delta F_{pp} = \max \left\{ \frac{1}{2\pi} \left[ \frac{d\theta(t)}{dt} \right] \right\} - \min \left\{ \frac{1}{2\pi} \left[ \frac{d\theta(t)}{dt} \right] \right\}$$

En el caso de señalización FM, la desviación de frecuencia pico esta relacionada con el voltaje modulante pico mediante

$$\Delta F = \frac{1}{2\pi} D_f V_p$$

Donde  $V_p = \max[m(t)]$ , como se ilustra en la figura 1.20a

De acuerdo con la figura 1.19, es obvio que el aumento en la amplitud de la señal de modulación  $V_p$  incrementara  $\Delta F$ . Esto incrementará el ancho de banda de la señal FM pero no afectara al nivel de potencia promedio de la señal FM, el cual es  $A_c^2 / 2$ . Conforme se incrementa  $V_p$ , los componentes espectrales aparecerán cada vez mas lejos de la frecuencia portadora, y los componentes espectrales cerca de la frecuencia portadora disminuirán en magnitud, puesto que la potencia total en la señal permanece constante. Esto es definitivamente diferente den la señalización AM, donde el nivel de la

modulación afecta la potencia presente en la señal AM pero no su ancho de banda.

Asimismo, la *desviación de fase de pico* se define como

$$\Delta\theta = \text{máx}[\theta(t)]$$

y para PM esta relacionada con el voltaje modulante pico mediante

$$\Delta\theta = D_p V_p$$

donde  $V_p = \text{máx}[m(t)]$

La distancia es un factor clave en las comunicaciones inalámbricas, pues, cuanto más lejos estén emisor y receptor más débil será la señal.

Si queremos ser un poco más técnicos, diremos que cuanto más lejos estén los nodos inalámbricos, la diferencia entre la señal y el ruido será menor.

La relación señal ruido es un requisito fundamental en la comunicación, hay que tender a más señal con menos ruido, si hay ruido en el medio, en el canal, la velocidad de transmisión se reduce... o reducirse tanto que no exista comunicación.

Por tanto, el ruido, la velocidad y la distancia están íntimamente ligados en la transmisión.

Los ordenadores envían señales de datos electrónicas, los radio transmisores son los encargados de convertir esas señales en ondas de radio, por eso se necesitan antenas, una antena (entre otras cosas) se ocupa de cambiar la corriente eléctrica en ondas, esas ondas se irradian hacia el exterior en línea recta y a medida que “avanzan” se atenúan, si además deben atravesar obstáculos, árboles, paredes, ventanas, etc. se debilitan tanto que pueden desaparecer y se pierde la comunicación.

- **Señales de banda estrecha**

Afectan a parte de del espectro de radiofrecuencias, es muy difícil diagnosticarlo, pues sus orígenes pueden ser por muchos factores, desde solapamientos parciales de señal hasta interferencias generadas por malos funcionamientos o fraudulentos.

- **Todas las bandas**

El mayor enemigo para las señales inalámbricas en la comunicación son los bluetooth, las tecnologías bluetooth saltan continuamente y muchas veces por segundo por la banda de los 2,4

Ghz y 5.8 GHz pueden provocar interferencias, también los microondas, los teléfonos inalámbricos.

- **La intemperie**

Otra forma de atenuación sería también la Niebla, excesiva humedad, relámpagos cargan la atmósfera y alternan (refractan) la señal a transmitir y son fenómenos naturales.

### **1.2.3. Interferencias**

Las ondas de radiofrecuencia y las microondas son especialmente útiles por que en esta pequeña región del espectro las señales producidas pueden penetrar las nubes, la niebla y las paredes. Son las frecuencias que se usan para las comunicaciones vía satélite y entre teléfonos móviles.

En las ondas microondas se pueden utilizar las que son por satélite y las terrestres. De esta manera, cuando el satélite recibe las señales y las amplifica o retransmite en la dirección adecuada, el satélite debe ser geoestacionario para mantener la alineación del satélite con los receptores y emisores de la tierra, Se suele utilizar este sistema para:

- Difusión de televisión.
- Transmisión telefónica a larga distancia.
- Redes privadas.

El rango de frecuencias para la recepción del satélite debe ser diferente del rango al que este emite, para que no haya interferencias entre las señales que ascienden y las que descienden.

La principal causa de pérdidas es la atenuación debido a que las pérdidas aumentan con el cuadrado de la distancia (con cable coaxial y par trenzado son logarítmicas). La atenuación aumenta con las lluvias.

De esta manera las interferencias, es otro inconveniente de las microondas ya que al proliferar estos sistemas, puede haber más solapamientos de señales, producida por el sobreposición o de canales que afectan directamente a los usuarios de la red.

### 1.3. Modelo OSI

#### 1.3.1. Función

El modelo de referencia OSI es el modelo principal para las comunicaciones por red. Aunque existen otros modelos, en la actualidad la mayoría de los fabricantes de redes relacionan sus productos con el modelo de referencia OSI. Los fabricantes consideran que es la mejor herramienta disponible para enseñar cómo enviar y recibir datos a través de una red.

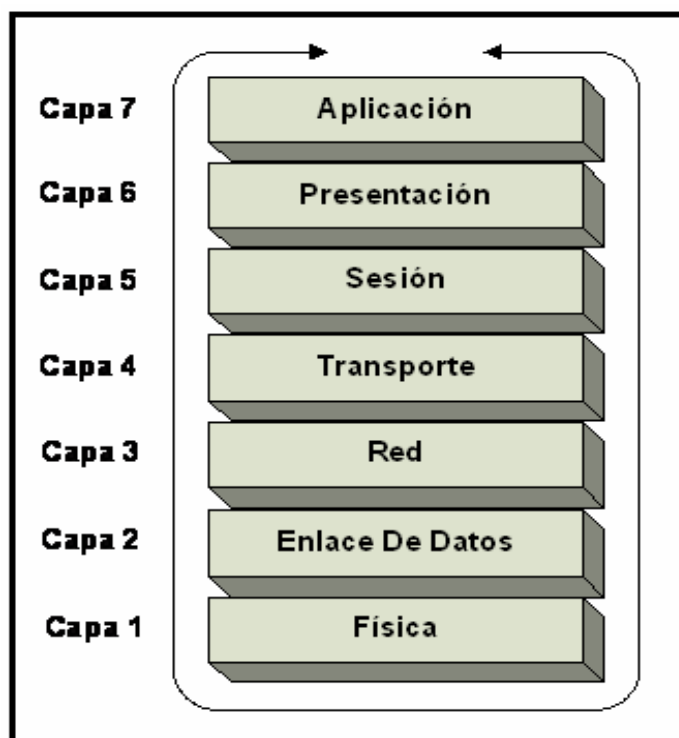


Figura 1.21 Modelo OSI

Fuente: Autores del proyecto

El modelo de referencia OSI permite que los usuarios vean las funciones de red que se producen en cada capa. Más importante aún, el modelo de referencia OSI es un marco que se puede utilizar para comprender cómo viaja la información a través de una red. Además, puede usar el modelo de referencia OSI para visualizar cómo la información o los paquetes de datos viajan desde los programas de aplicación (por ej., hojas de cálculo, documentos, etc.), a través de un medio de red (por ej., cables, etc.), hasta otro programa de aplicación ubicado en otro computador de la red, aún cuando el transmisor y el receptor tengan distintos tipos de medios de red.

### **1.3.2. Capas**

Existen muchas capas que ayudan a describir los detalles del proceso de flujo. En el modelo de referencia OSI, hay siete capas numeradas, cada una de las cuales ilustra una función de red específica.

Las siete capas del modelo de referencia OSI son:

#### **1.3.2.1. Capa 7: La capa de de aplicación**

Es la capa del modelo OSI más cercana al usuario; suministra servicios de red a las aplicaciones del usuario. Difiere de las demás

capas debido a que no proporciona servicios a ninguna otra capa OSI, sino solamente a aplicaciones que se encuentran fuera del modelo OSI. Algunos ejemplos de aplicaciones son los programas de hojas de cálculo, de procesamiento de texto y los de las terminales bancarias. La capa de aplicación establece la disponibilidad de los potenciales socios de comunicación, sincroniza y establece acuerdos sobre los procedimientos de recuperación de errores y control de la integridad de los datos.

#### **1.3.2.2. Capa 6: La capa de presentación**

Garantiza que la información que envía la capa de aplicación de un sistema pueda ser leída por la capa de aplicación de otro. De ser necesario, la capa de presentación traduce entre varios formatos de datos utilizando un formato común.

#### **1.3.2.3. Capa 5: La capa de sesión**

Administra y finaliza las sesiones entre dos hosts que se están comunicando y proporciona sus servicios a la capa de presentación. También sincroniza el diálogo entre las capas de presentación de los dos hosts y administra su intercambio de datos. Además de regular la sesión, esta capa ofrece disposiciones para una eficiente transferencia



de datos, clase de servicio y un registro de excepciones acerca de los problemas de la capa de sesión, presentación y aplicación.

#### **1.3.2.4. Capa 4: La capa de transporte**

Segmenta los datos originados en el host emisor y los reensambla en una corriente de datos dentro del sistema del host receptor. El límite entre la capa de transporte y la capa de sesión puede imaginarse como el límite entre los protocolos de aplicación y los protocolos de flujo de datos. Mientras que las capas de aplicación, presentación y sesión están relacionadas con asuntos de aplicaciones, las cuatro capas inferiores se encargan del transporte de datos.

La capa de transporte intenta suministrar un servicio de transporte de datos que aísla las capas superiores de los detalles de implementación del transporte. Específicamente, temas como la confiabilidad del transporte entre dos hosts es responsabilidad de esta capa. Al proporcionar un servicio de comunicaciones establece, mantiene y termina adecuadamente los circuitos virtuales. Al proporcionar un servicio confiable, se utilizan dispositivos de detección y recuperación de errores de transporte.

### **1.3.2.5. Capa 3: La capa de red**

Es una capa compleja, capaz de proporcionar conectividad y selección de ruta entre dos sistemas de hosts que pueden estar ubicados en redes geográficamente distintas. Si desea recordar la Capa 3 en la menor cantidad de palabras posible, piense en selección de ruta, direccionamiento y enrutamiento.

### **1.3.2.6. Capa 2: La capa de enlace de datos**

Proporciona tránsito de datos confiable a través de un enlace físico. Al hacerlo, la capa de enlace de datos se ocupa del direccionamiento físico (comparado con el lógico), la topología de red, el acceso a la red, la notificación de errores, entrega ordenada de tramas y control de flujo. Si desea recordar la Capa 2 en la menor cantidad de palabras posible, piense en tramas y control de acceso al medio.

### **1.3.2.7. Capa 1: La capa física**

Define las especificaciones eléctricas, mecánicas, de procedimiento y funcionales para activar, mantener y desactivar el enlace físico entre sistemas finales. Las características tales como niveles de voltaje, temporización de cambios de voltaje, velocidad de datos físicos, distancias de transmisión máximas, conectores físicos y

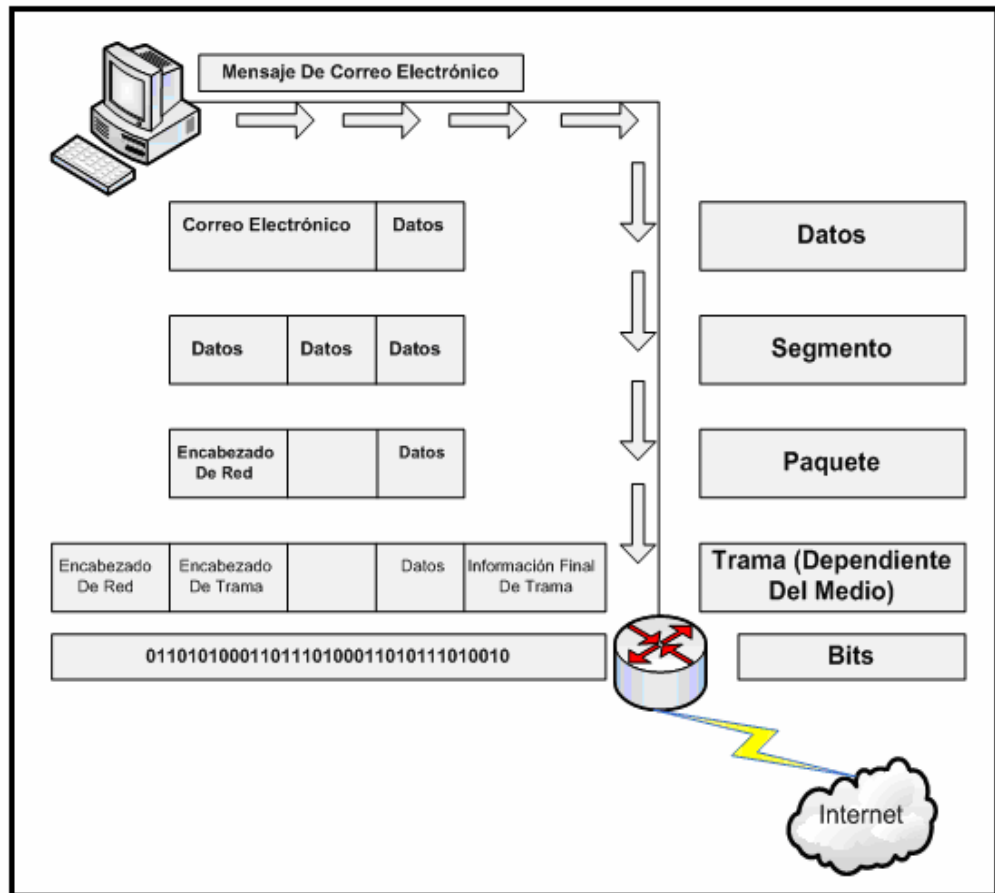
otros atributos similares son definidas por las especificaciones de la capa física. Si desea recordar la Capa 1 en la menor cantidad de palabras posible, piense en señales y medios.

### **1.3.3. Encapsulamiento de datos**

Si un computador desea enviar datos a otro, en primer término los datos deben empaquetarse a través de un proceso denominado encapsulamiento.

El encapsulamiento rodea los datos con la información de protocolo necesaria antes de que se una al tránsito de la red. Por lo tanto, a medida que los datos se desplazan a través de las capas del modelo OSI, reciben encabezados, información final y otros tipos de información. No olvidemos que la dirección no está agregada en el encabezamiento.

Para entender cómo se produce el encapsulamiento, se puede examinar la forma en que los datos viajan a través de las capas, figura 1.22. Una vez que se envían los datos desde el origen, viajan a través de la capa de aplicación y recorren todas las demás capas en sentido descendiente.. Las redes deben realizar los siguientes cinco pasos de conversión a fin de encapsular los datos:



**Figura 1.22** *Proceso de encapsulamiento de datos*

**Fuente:** Academia Cisco-Espol CCNA1

- **Crear los datos**

Cuando un usuario envía un mensaje de correo electrónico, sus caracteres alfanuméricos se convierten en datos que pueden recorrer la Internetnetwork.

- **Empaquetar los datos para ser transportados de extremo a extremo**

Los datos se empaquetan para ser transportados por la internetwork. Al utilizar segmentos, la función de transporte asegura que los hosts del mensaje en ambos extremos del sistema de correo electrónico se puedan comunicar de forma confiable.

- **Agregar la dirección de red al encabezado**

Los datos se colocan en un paquete o datagrama que contiene el encabezado de red con las direcciones lógicas de origen y de destino. Estas direcciones ayudan a los dispositivos de red a enviar los paquetes a través de la red por una ruta seleccionada.

- **Agregar la dirección local al encabezado de enlace de datos**

Cada dispositivo de la red debe poner el paquete dentro de una trama. La trama le permite conectarse al próximo dispositivo de red conectado directamente en el enlace. Cada dispositivo en la ruta de red seleccionada requiere el entramado para poder conectarse al siguiente dispositivo.

- **Realizar la conversión a bits para su transmisión**

La trama debe convertirse en un patrón de unos y ceros (bits) para su transmisión a través del medio (por lo general un cable). Una función de temporización permite que los dispositivos distingan estos bits a medida que se trasladan por el medio. El medio en la internetwork física puede variar a lo largo de la ruta utilizada. Por ejemplo, el mensaje de correo electrónico puede originarse en una LAN, cruzar el backbone de un campus y salir por un enlace WAN hasta llegar a su destino en otra LAN remota. Los encabezados y la información final se agregan a medida que los datos se desplazan a través de las capas del modelo OSI.

## **1.4. Protocolo IP**

### **1.4.1. Direccionamiento IP**

Las direcciones de capa de red utilizan un esquema de direccionamiento jerárquico que permite la presencia de direcciones únicas más allá de los límites de una red, junto con un método para encontrar una ruta por la cual la información viaje a través de las redes. Las direcciones MAC usan un esquema de direccionamiento plano que hace que sea difícil ubicar los dispositivos en otras redes.

El sistema telefónico utiliza un código de área que designa un área geográfica como primera parte de la llamada. Los tres dígitos siguientes representan la central local. Los últimos dígitos representan el número telefónico destino individual.

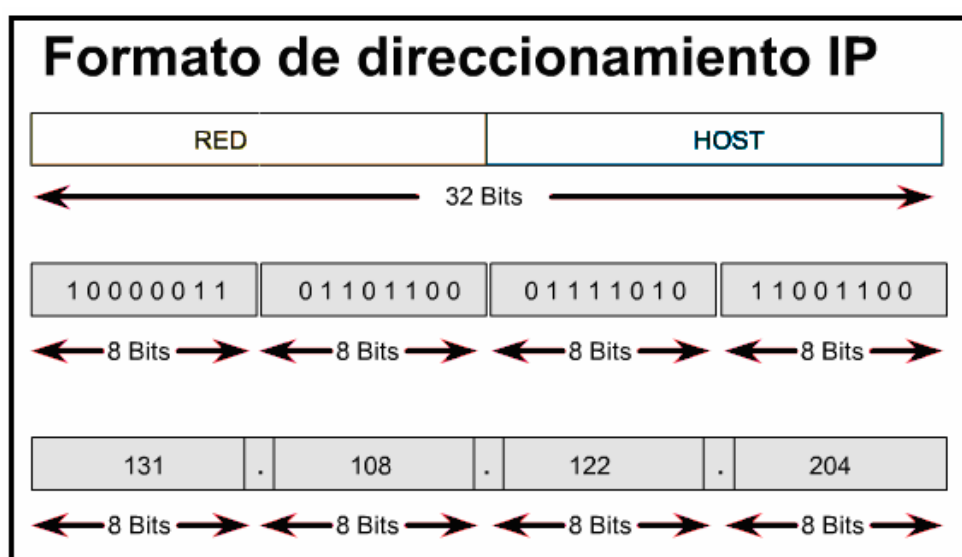
Los dispositivos de red necesitan un esquema de direccionamiento que les permita enviar paquetes de datos a través de un conjunto de redes formado por múltiples segmentos que usan el mismo tipo de direccionamiento (internetwork).

Sin el direccionamiento de capa de red, no se puede producir el enrutamiento. Los routers requieren direcciones de red para garantizar el envío correcto de los paquetes.

La función de capa de red es encontrar la mejor ruta a través de la red. Para lograr esto, utiliza dos métodos de direccionamiento: direccionamiento plano y direccionamiento jerárquico. Un esquema de direccionamiento plano asigna a un dispositivo la siguiente dirección disponible. No se tiene en cuenta la estructura del esquema de direccionamiento. Las direcciones MAC funcionan de esta manera. El fabricante recibe un bloque de direcciones; la primera mitad de cada

dirección corresponde al código del fabricante, el resto de la dirección MAC es un número que se asigna de forma secuencial.

A medida que la información fluye por las distintas capas del modelo OSI, los datos se encapsulan en cada capa. En la capa de red, los datos se encapsulan en paquetes. IP determina la forma del encabezado del paquete IP que incluye información de direccionamiento y otra información de control, pero no se ocupa de los datos en sí. (Acepta cualquier información que recibe desde las capas superiores).



**Figura 1.23** *Formato de direccionamiento IP*

**Fuente:** Academia Cisco-Espol CCNA1



El paquete IP está formado por los datos de las capas superiores más el encabezado IP, que está formado por:

- **Versión:** Indica la versión de IP que se usa actualmente (4 bits)
- **Longitud del encabezado IP (HLEN):** Indica la longitud del encabezado del datagrama en palabras de 32 bits (4 bits)
- **Tipo de servicio:** Especifica el nivel de importancia que le ha sido asignado por un protocolo de capa superior en particular (8 bits)
- **Longitud total:** Especifica la longitud de todo el paquete IP, incluyendo datos y encabezado, en bytes (16 bits)
- **Identificación:** Contiene un número entero que identifica el datagrama actual (16 bits)
- **Señaladores:** Un campo de 3 bits en el que los dos bits de orden inferior controlan la fragmentación: un bit que especifica si el paquete puede fragmentarse y el segundo si el paquete es el último fragmento en una serie de paquetes fragmentados (3 bits)
- **Desplazamiento de fragmentos:** El campo que se utiliza para ayudar a reunir los fragmentos de datagramas (16 bits)
- **Tiempo de existencia:** Mantiene un contador cuyo valor decrece, por incrementos, hasta cero. Cuando se llega a ese punto se descarta el datagrama, impidiendo así que los paquetes entren en un loop interminable (8 bits)

- **Protocolo:** Indica cuál es el protocolo de capa superior que recibe los paquetes entrantes después de que se ha completado el procesamiento IP (8 bits)
- **Suma de comprobación del encabezado:** Ayuda a garantizar la integridad del encabezado IP (16 bits)
- **Dirección origen:** Especifica el nodo emisor (32 bits)
- **Dirección destino:** Especifica el nodo receptor (32 bits)
- **Opciones:** Permite que IP soporte varias opciones, como la seguridad (longitud variable)
- **Datos:** Contiene información de capa superior (longitud variable, máximo 64 kb)
- **Relleno:** se agregan ceros adicionales a este campo para garantizar que el encabezado IP siempre sea un múltiplo de 32 bits

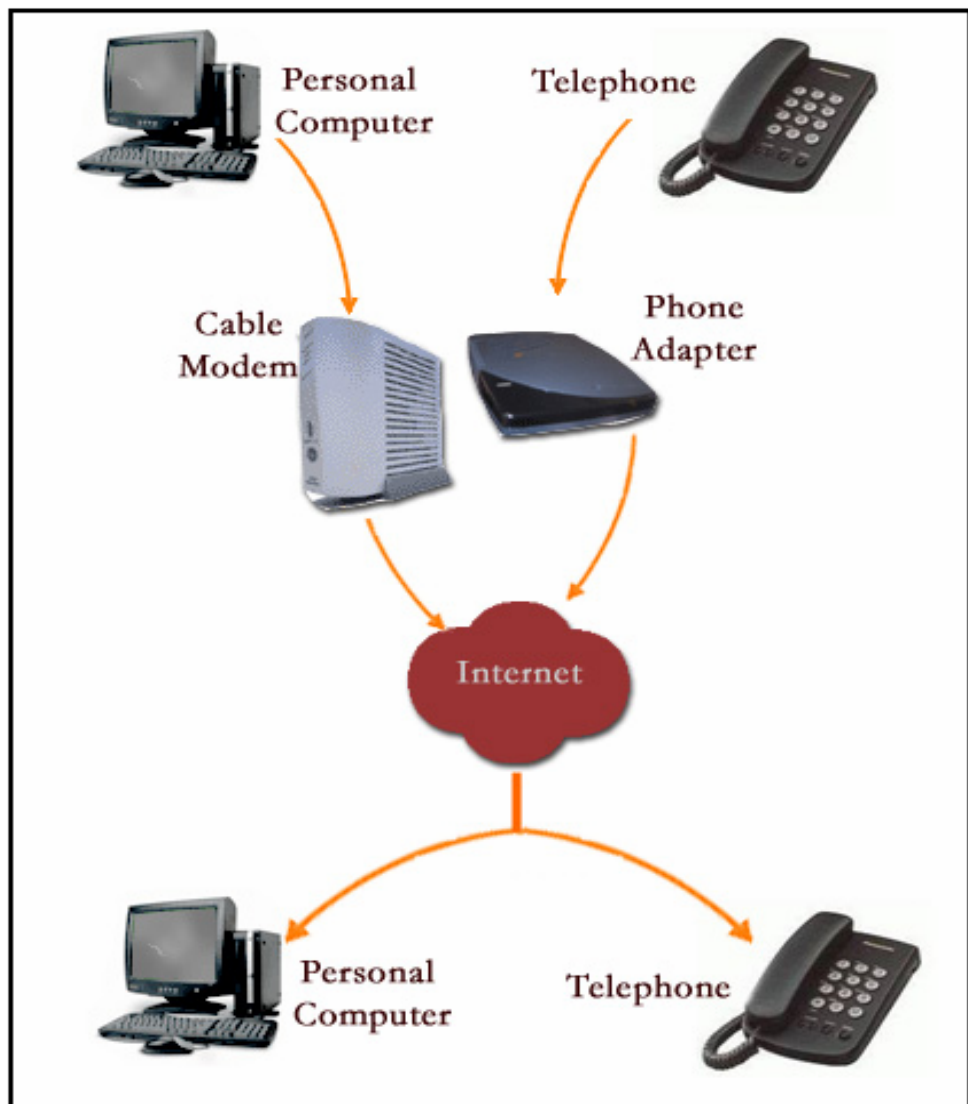
Cada vez que un cliente se conecta a un servicio de un servidor, es necesario especificar el puerto de origen y destino. Los segmentos de TCP y UDP contienen campos para los puertos de origen y destino. Los puertos destino o los puertos para servicios, generalmente, se definen utilizando los puertos conocidos. Los puertos de origen configurados por el cliente se determinan de forma dinámica.

Los números de puerto se representan con 2 bytes en el encabezado del segmento TCP o UDP. Este valor de 16 bits puede hacer que los números de puerto varíen de 0 a 65535. Estos números de puerto se dividen en tres categorías diferentes: puertos bien conocidos, puertos registrados y puertos dinámicos o privados. Los primeros 1023 puertos son puertos bien conocidos. Como su nombre indica, estos puertos se utilizan para los servicios de red bien conocidos, por ejemplo; FTP, Telnet, o DNS. Los puertos registrados varían de 1024 a 49151. Los puertos entre 49152 y 65535 se conocen como puertos dinámicos o privados.

Las direcciones MAC, direcciones IP y números de puerto son los tres métodos de direccionamiento resultan a menudo confusos, pero es posible evitar la confusión si se explican las direcciones haciendo referencia al modelo OSI. Los números de puerto se encuentran en la capa de transporte y la capa de red les brinda servicio. La capa de red asigna una dirección lógica (dirección IP) y recibe servicios de la capa de enlace de datos quien le asigna una dirección física (dirección MAC).

## 1.5. VoIP

Voz sobre IP (VoIP, Voice over IP) es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos.



**Figura 1.24** Esquema de comunicación IP

**Fuente:** Autores del Proyecto

La conmutación por paquetes, característica de Internet, es más eficiente en el uso del canal que la conmutación por circuitos utilizada en telefonía. Sin embargo, son muchos los obstáculos existentes para la transmisión de voz de alta calidad en una red IP, derivados del hecho de que en conmutación de paquetes no se ha previsto establecer límites en el tiempo de transmisión (latencia) y que es práctica común la retransmisión de un paquete perdido o recibido con errores.

En transmisión de voz es totalmente inútil la retransmisión de un paquete luego de un centenar de ms (milisegundos) y los retardos de varios cientos de ms son inaceptables.

Es por eso que el éxito de VoIP se puede garantizar en redes privadas, en las cuales se pueda establecer un límite máximo en los tiempos de transmisión. Esto se consigue estableciendo algún sistema de prioridades para el tráfico de voz respecto a otros datos, y limitando el número de enrutadores que tiene que atravesar el mensaje para llegar a su destino.

Por otro lado, en Internet de forma contraria, la voz sobre IP es de inferior calidad; por no poder ofrecerse estas garantías, conocidas

normalmente como QoS. Sin embargo, numerosas empresas ofrecen telefonía sobre Internet a costos muy inferiores para aquellos clientes que están dispuestos a aceptar compromisos con la calidad. Es de esperar que a medida que las grandes empresas de telecomunicaciones incorporen QoS en sus redes de datos se pueda utilizar VoIP sin sacrificios de calidad aún en Internet. Mientras tanto, la telefonía IP presenta también ventajas de integración con otros servicios de datos que la hacen muy atractiva para redes privadas de ciertas instituciones.

Un sistema de voz sobre IP debe cumplir funciones básicas, entre las que tenemos:

- Digitalización de la voz
- Paquetización de la voz
- Enrutamiento de los paquetes

Si se requiere conectar a la red pública conmutada, se necesita de un mecanismo para convertir las direcciones IP a números telefónicos y viceversa, utilizando el método de señalización adecuado a la red telefónica con la que se desea conectar.

Existen numerosos estándares que cubren cada uno de estos aspectos, algunos provenientes del mundo de la telefonía, como los CODECS utilizados para digitalizar la voz, y otros provenientes de la transmisión de datos, como los protocolos de transmisión de paquetes.

En general, las ventajas que se obtienen al comprimir la voz con códigos más sofisticados y la supresión de los períodos de silencio, son contrarrestadas por la tara (overhead) impuesta por la necesidad de dotar a cada paquete de voz con la información necesaria para enrutarlo a su destino, por lo que es difícil estimar exactamente cuál será el ancho de banda requerido por un sistema de VoIP. Sin embargo, este ancho de banda es siempre considerablemente inferior a los 64 kbps requeridos por la codificación PCM (Pulse Code Modulation) en la telefonía clásica, sin olvidar que la supresión de eco para mejorar la inteligibilidad de la comunicación, es importante.

Durante el proceso de digitalización, empaquetamiento y desempaquetamiento de la voz, se utiliza un buffer o memoria temporal para almacenar cada muestra antes de su transmisión, tomando en cuenta que el tamaño de este buffer afecta el retardo total de transmisión (latencia).

El despliegue de VoIP requiere de conocimientos básicos de telefonía y de redes de computadoras. El término gateway, por ejemplo, se traduce como el dispositivo que hace de interlocutor entre la red telefónica y la red de computadoras; el ancho de banda es la diferencia entre la frecuencia máxima y mínima que ocupa una señal y se expresa en Hz. Y aunque existen numerosos protocolos para permitir la interconexión de teléfonos y computadoras, los que tienen mayor aceptación son los agrupados bajo ITU H.323.

El protocolo H.323 es muy amplio y cubre mucho más de lo imprescindible para ofrecer servicios de voz sobre una red IP, por lo que han surgido alternativas más sencillas como el SIP (**Session Initiation Protocol**).

En acorde a este estándar, se utilizan cuatro elementos básicos para ofrecer los servicios de multimedia, del cual VoIP es un subconjunto:

- El Terminal Adapter,
- El Gatekeeper,
- El Gateway, y
- El MCU

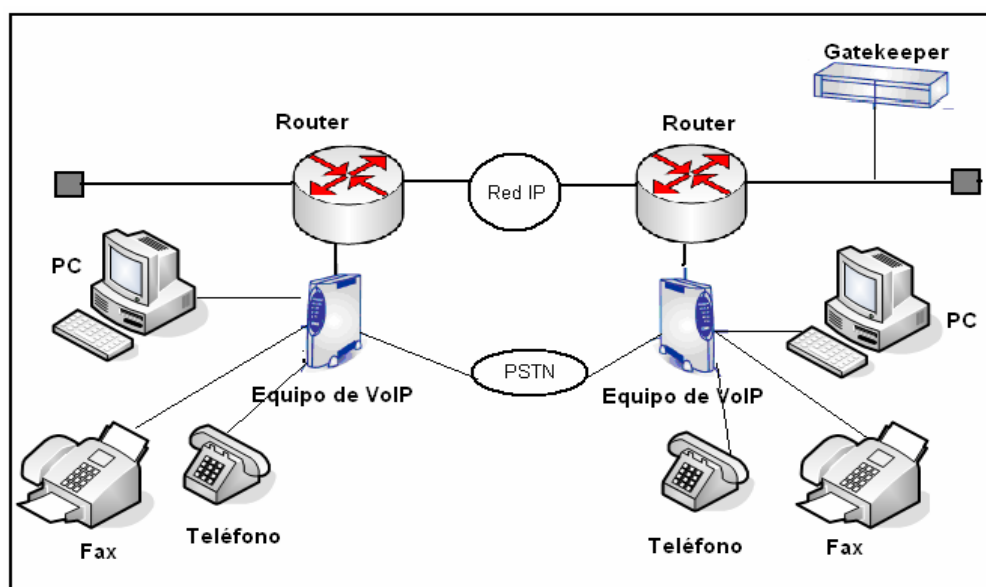


Para poder entender mejor sus elementos básicos se mencionará su funcionalidad de manera sencilla a continuación:

- **Gateway:** es el punto de demarcación entre la red IP y la red conmutada. Realiza la función de un "traductor" entre diversos formatos de transmisión operando en la capa 3 del modelo de referencia OSI. Son también capaces de traducir entre los codecs audio y video. La entrada es el interfaz entre Internet y PSTN.
- **Gatekeeper:** Es el encargado de gestionar la interconexión entre la red conmutada y la red de paquetes. Proporciona los servicios de DNS entre los equipos de VoIP y además da los siguientes también:
  - **Address Translation:** Conversión de dirección (NAT): Traducción de una dirección del alias a la dirección de transporte. Se hace esto usando la tabla de la traducción que es actualizada con los mensajes del registro.
  - **Admissions Control:** Control de Admisión: El Gatekeeper puede conceder o negar el acceso basado en la autorización de la llamada, las direcciones de fuente y destino o algunos otros criterios.

- **Call signaling:** Señalización de llamada: el gatekeeper puede ordenar, aprender y conocer los puntos finales para conectar la llamada.
- **Call Authorization:** Autorización de llamadas: el gatekeeper junto con el gateway puede restringir las llamadas a ciertos números dentro de la red y, si es necesario, hacer la marcación más versátil.

**Multipoint Control Unit:** La unidad de control multipunto es requerida para controlar el acceso de múltiples usuarios a una videoconferencia y no es necesaria en un sistema simple de VoIP.



**Figura 1.25** Esquema de la conexión entre la red IP y el teléfono

**Fuente:** Autores del Proyecto

Hay que tener en cuenta que la voz no es muy tolerante con los retardos en la transmisión de la voz. De hecho, si el retardo introducido por la red es de más de 300 milisegundos, resulta casi imposible tener una conversación fluida cuando las redes de área local no están preparadas para este tipo de tráfico.

Hay que tener en cuenta que los paquetes IP son de longitud variable y el tráfico de datos suele ser a ráfagas. Para intentar obviar situaciones en las que la voz se pierde porque tenemos una ráfaga de datos en la red, se ha ideado el protocolo RSVP, cuya principal función es trocear los paquetes de datos grandes y dar prioridad a los paquetes de voz cuando hay una congestión en un router. Si bien este protocolo ayudará considerablemente al tráfico multimedia por la red, hay que tener en cuenta que RSVP no garantiza una calidad de servicio como ocurre en redes avanzadas.

Es importante señalar que hay muchas ventajas de trabajar con telefonía sobre IP, que nos ayudan a optimizar recursos y aprovechar la tecnología, entre ellas mencionamos las siguientes:

- Integración sobre su intranet de la voz como un servicio más de su red, tal como otros servicios informáticos.

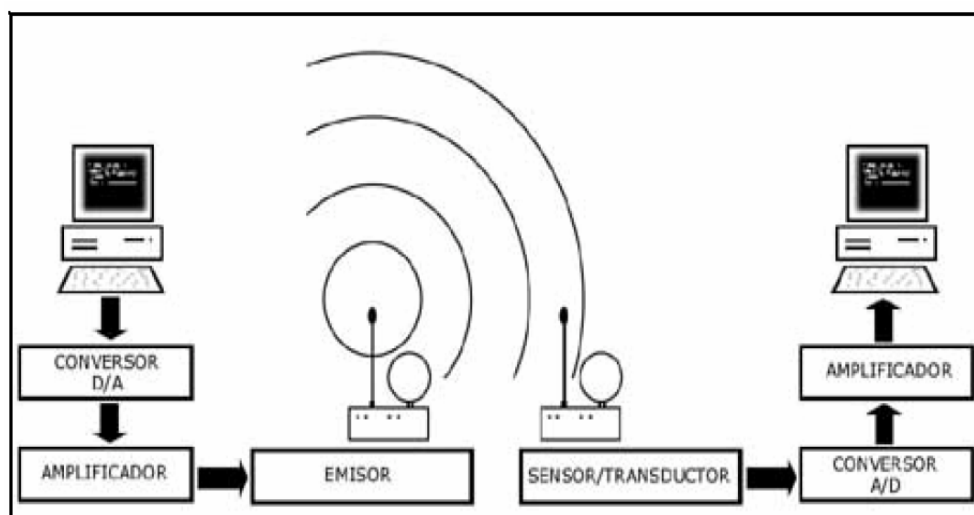
- Las redes IP son la red estándar universal para Internet, Intranets y extranets.
- Estándares efectivos
- Interoperabilidad de diversos proveedores
- Uso de las redes de datos existentes
- Independencia de tecnologías de transporte (capa 2), asegurando la inversión.
- Menores costos que tecnologías alternativas (voz sobre TDM, ATM, Frame Relay)
- No paga larga distancia en sus llamadas sobre IP.

#### **1.5.1. Funcionamiento**

Los pasos básicos que tienen lugar en una llamada a través de Internet son: conversión de la señal de voz analógica a formato digital y compresión de la señal a protocolo de Internet (IP) para su transmisión. En recepción se realiza el proceso inverso para poder recuperar de nuevo la señal de voz analógica.

Cuando hacemos una llamada telefónica por IP, nuestra voz se digitaliza, se comprime y se envía en paquetes de datos IP. Estos paquetes se envían a través de Internet a la persona con la que

estamos hablando. Cuando alcanzan su destino, son ensamblados de nuevo, descomprimidos y convertidos en la señal de voz original.



**Figura 1.26** Comunicación IP emisor-receptor

**Fuente:** Voice over IP Fundamentals

La voz sobre IP convierte las señales de voz estándar en paquetes de datos comprimidos que son transportados a través de redes de datos en lugar de líneas telefónicas tradicionales. La evolución de la transmisión conmutada por circuitos a la transmisión basada en paquetes toma el tráfico de la red pública telefónica y lo coloca en redes IP bien provisionadas. Las señales de voz se encapsulan en paquetes IP que pueden transportarse como IP nativo o como IP por Ethernet, Frame Relay, ATM o SONET.

Como mencionamos anteriormente, VoIP funciona digitalizando la voz en paquetes de datos, enviándola a través de la red y reconvirtiéndola a voz en el destino. Básicamente el proceso comienza con la señal análoga del teléfono que es digitalizada en señales PCM (pulse code modulación) por medio del codificador/decodificador de voz (codec). Las muestras PCM son pasadas al algoritmo de compresión, el cual comprime la voz y la fracciona en paquetes que pueden ser transmitidos para este caso a través de una red privada WAN. En el otro extremo de la nube se realizan exactamente las mismas funciones en un orden inverso.

Dependiendo de la forma en la que la red este configurada, el enrutador o el gateway puede realizar la labor de codificación, decodificación y/o compresión. Por ejemplo, si el sistema usado es un sistema análogo de voz, entonces el enrutador o el gateway realizan todas las funciones mencionadas anteriormente.

Si, por otro lado, el dispositivo utilizado es un PBX digital, es entonces este el que realiza la función de codificación y decodificación, y el enrutador solo se dedica a procesar las muestras PCM que le ha enviado el PBX.

Para el caso en el que la voz se transporta sobre la red pública Internet, se necesita una interfaz entre la red telefónica y la red IP, el cual se denomina gateway y es el encargado en el lado del emisor de convertir la señal analógica de voz en paquetes comprimidos IP para ser transportados a través de la red, del lado del receptor su labor es inversa, dado que descomprime los paquetes IP que recibe de la red de datos, y recompone el mensaje a su forma análoga original conduciéndolo de nuevo a la red telefónica convencional en el sector de la última milla para ser transportado al destinatario final y ser reproducido por el parlante del receptor.

Es importante tener en cuenta también que todas las redes deben tener de alguna forma las características de direccionamiento, enrutamiento y señalización. El direccionamiento es requerido para identificar el origen y destino de las llamadas, también es usado para asociar clases de servicio a cada una de las llamadas dependiendo de la prioridad. El enrutamiento por su parte encuentra el mejor camino a seguir por el paquete desde la fuente hasta el destino y transporta la información a través de la red de la manera más eficiente, la cual ha sido determinada por el diseñador. La señalización alerta las estaciones terminales y a los elementos de la red su estado y la responsabilidad inmediata que tienen al establecer una conexión.

Debemos recordar que los principales factores para determinar un buen uso de la voz sobre la red son: la calidad de servicio (QoS), la entrega de señales de voz, vídeo y fax desde un punto a otro, pues, no se puede considerar realizada con un éxito total a menos que la calidad de las señales transmitidas satisfaga al receptor. Entre los factores que afectan a la calidad se encuentran los siguientes:

- Requerimientos de ancho de banda: la velocidad de transmisión de la infraestructura de red y su topología física.
- Funciones de control: incluye la reserva de recursos, provisión y monitorización requeridos para establecer y mantener la conexión múltiple.
- Latencia o retardo: de la fuente al destino de la señal a través de la red.
- Jitter: variación en los tiempos de llegada entre los paquetes. Para minimizar este factor los paquetes entrantes han de ser introducidos en un buffer y, desde allí, enviados a intervalos estándar.
- Pérdida de paquetes: cuando un paquete de vídeo o de voz se pierde en la red es preciso disponer de algún tipo de compensación de la señal en el extremo receptor.



### **1.5.2. Aplicaciones**

Una compañía ficticia, Delta, ilustra como su red VOIP (voz sobre IP) interpreta las interfaces VOIP (voz sobre IP) en aplicaciones prácticas que reducen los cargos y mejoran las comunicaciones entre las oficinas.

- **Sucursal-a-Sucursal**

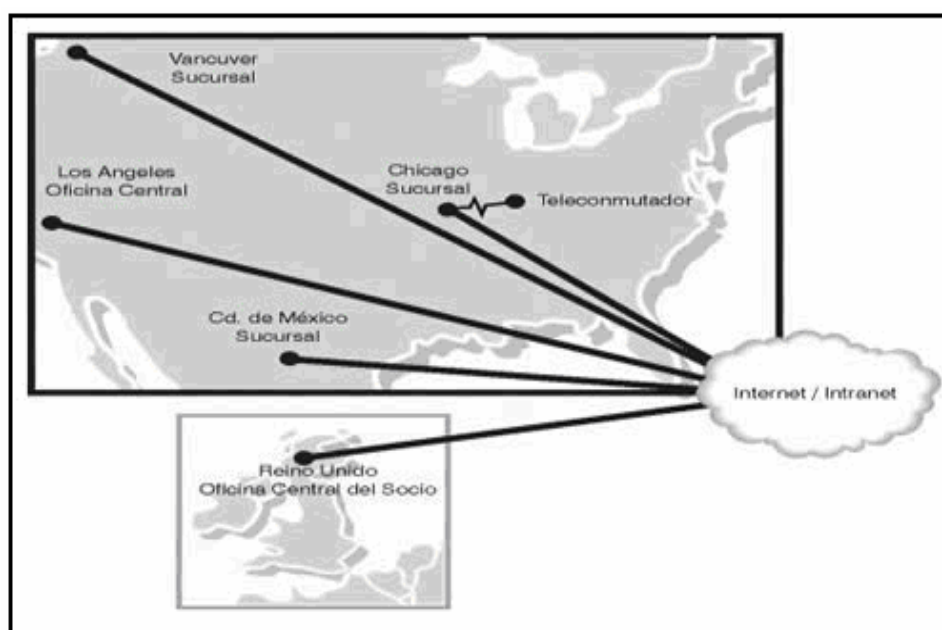
Las oficinas de la sucursal de Delta en Ciudad de México y Vancouver, comparten el mercado de información diariamente. Estas pequeñas oficinas conectan sus teléfonos y faxes directamente a un producto de VOIP.

- **Corporativo-a-Corporativo**

Diariamente las comunicaciones entre la oficina central de Delta en California y un socio en el Reino Unido es crítica. Cada sitio conecta un producto VOIP (voz sobre IP) a su PBX. Las llamadas son ruteadas sobre sus conexiones de Internet dedicadas. Hacer una llamada libre de recargos es tan fácil como marcar una extensión de la persona o máquina de fax que ellos desean llegar en cualquier otro sitio.

- **Sucursal-a-Oficina Central**

Una oficina de la sucursal en Vancouver hace con frecuencia llamadas importantes a un gerente de cuentas en la oficina central en California. En Vancouver, un teléfono y fax están conectados a un dispositivo VOIP (voz sobre IP). En California, una extensión de PBX esta conectada a un dispositivo VOIP (voz sobre IP).



**Figura 1.27** Cobertura de la comunicación IP

**Fuente:** Voice over IP Fundamentals

- **Teleconmutador-a-PBX (Private Branch Exchange).**

Un teleconmutador cerca de la oficina de la sucursal de Chicago frecuentemente llama a otra de las oficinas Delta. Para eliminar éstos

recargos, el teleconmutador llama dentro del PBX en Chicago para hacer llamadas sobre la red VOIP (voz sobre IP).

En base a lo propuesto, podemos decir en que puede afectar el paso a Voz IP de las comunicaciones de voz primordialmente para las empresas.

La instalación de una sola red dentro del ámbito de la empresa ya de por si supone una ventaja importante, si a esto añadimos costes de mantenimiento, gestión, etc.

Otro aspecto importante ligado a la instalación de la red es que realmente la red de datos suele estar más ramificada que las redes de voz. Multitud de compañías con sucursales, delegaciones o filiales mantienen conexiones permanentes entre las diversas localizaciones para centralización de datos informáticos. Con un sistema integrado de Voz IP, toda llamada interna es realmente interna, sin necesidad de contar con soporte externo.

Dando una revisión detallada al hardware necesario pasamos a los teléfonos o terminales. Aquí pueden coexistir claramente

soluciones híbridas con teléfonos IP y teléfonos software en función de las necesidades de cada usuario.

Por último el gatekeeper y su equivalente centralita digital también representan un ahorro importante a igualdad de prestaciones.

Es también importante analizar las diversas posibilidades añadidas que el control de las comunicaciones vía software puede aportar en cuanto a escalabilidad, posibilidad de crecimiento, tendencia a abaratamiento de costes, etc.

### **1.5.3. Algoritmos de compresión de voz**

Un sistema puede soportar uno o más codecs. Éstos determinan el factor de compresión, que es el ahorro de ancho de banda, y calidad del sonido.

En cuanto a la conversión de la señal de audio en datos, esta sufre varios pasos hasta ser convertida en datos, y finalmente es pasada por un filtro "compresor", que es como se denominan a los codecs.

Los codecs soportados por una instancia en la comunicación, pueden no estar soportados en toda la red. Esto es, en la mayoría de los equipos de VoIP, se soportan por lo general los siguientes codecs:

- g711-ulaw, Alaw
- g7231
- gsm

En telefonía de VoIP, no nos vale recuperar o que nos reenvíen un paquete que fue transmitido hace unas décimas de segundo. Ocurre igual que cuando escuchamos la radio o TV, si hubo una interferencia, la información se perdió, pero no es válido enviarla fuera de tiempo.

Con esto podemos introducir el término “latencia”. Pues en toda comunicación, incluso cuando nuestro interlocutor esta físicamente frente a nosotros en la cafetería, el sonido tarda un tiempo en llegarle mientras viaja por el aire.

Este tiempo, viene determinado por las rutas por las que pasa el paquete, y la calidad de las mismas, a esto es lo que denominamos latencia.

Por esta razón, la ITU-T estandariza esquemas de codificación CELP, MP-MLQ PCM y ADPCM en sus recomendaciones de las series G. En tabla V se muestra la relación entre varios códigos y estándares PCM.

<b>Métodos de Compresión</b>	<b>Tasas de Bit (Kbps)</b>	<b>Tamaño de Muestra (ms)</b>	<b>MOS Score</b>
G.711 PCM	64	0.125	4.1
G.726 ADPCM	32	0.125	3.85
G.728 LD-CELP	15	0.625	3.61
G.729 CS- ACELP	8	10	3.92
G.729 a CS- ACELP	8	10	3.7
G.723.1 MP-MLQ	6.3	30	3.9
G.723.1 ACELP	5.3	30	3.65

**Tabla V** *Métodos de compresión*

**Fuente:** Autores del proyecto

Los estándares para telefonía y paquetes de voz incluyen:

- **G.711** – Describe las técnicas de codificación de voz de PCM de 64 Kbps. Este codifica voz en un formato para entregar voz digital a un teléfono de red pública o en el intercambio de una compañía privada.
- **G.726** – Describe la codificación ADPCM a 40, 32, 24 y 16 Kbps. También se puede intercambiar Voz ADPCM entre paquetes de voz y teléfono públicos o redes PBX.
- **G.728** – Describen variaciones de bajos retardos de 16 Kbps. de compresión de voz CELP.
- **G.729** – Describe compresiones CELP que establece voz para ser codificado en flujos de 8 Kbps. Dos variaciones de este estándar son: G.729 y G.729 A. Ambas proveen buena calidad de conversación como es ADPCM de 32 Kbps.
- **G.723.1** – Describe una técnica de compresión que se puede usar para la compresión de conversaciones u otros componentes de señales de audio de servicio multimedia a bajas velocidades como parte global de la familia de estándares H.324.

En el caso del ancho de banda, más es siempre mejor. A más alto ancho de banda, mejor calidad de voz. VOIP (voz sobre IP) no siempre necesita un conducto digital. Los estándares de la compresión de voz como G.729 (8:1) y G.723 (10:1) son usados para minimizar el ancho de banda requerido para la voz. G.723 por ejemplo, es la máxima velocidad de compresión y requiere sólo 5.3 Kbps (más un agregado de 7.7 Kbps para el encabezado IP). Aún en máxima compresión, su solución VOIP (voz sobre IP) todavía proporcionará calidad de voz cercana a la PSTN.

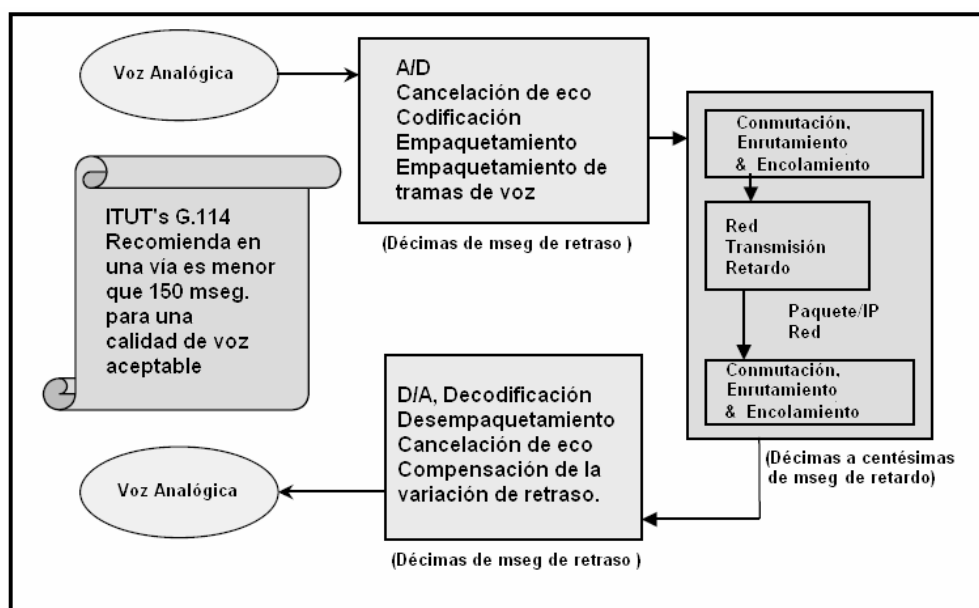
La actividad de detección silencio supresión/voz es otra característica usada para maximizar los recursos de ancho de banda. Los silencios durante una llamada telefónica usualmente dan una razón del 60% de tiempo llamada a tiempo no disponible para datos. La característica de supresión de silencio libera éste ancho de banda no usado en la llamada por tráfico de datos. Cuando se usa con la característica de generación de ruido, usted recupera ancho de banda que no esta en uso, mientras que la simulación del ruido de fondo como el que se escucha en las redes de voz, da confianza a los usuarios de que ellos están todavía conectados a la otra terminal.



La codificación y el procesamiento de los retardos de voz ocurren cuando se produce:

- La conversión de analógico a digital
- El empaquetamiento
- El empaquetamiento de frames
- La incorporación de mecanismos de error y corrección
- Entre otros.

Estos procesos son ejecutados a la reversa en el receptor y el retraso ocurrido es similar también.



**Figura 1.28** Esquema de conversión de analógico a digital y viceversa

**Fuente:** [www.recursosvoip.com](http://www.recursosvoip.com)

Actualmente los estándares más utilizados para las diferentes aplicaciones son los G.723, G.729. Estos esquemas una administración de memoria avanzada y técnicas de procesamiento de señal digital para generar flujo de voz con baja tasa de bits, por tanto puede agregar una codificación y retardo significativo.

Para G.723.1 que usa modulación ACELP y utiliza un ancho de banda de 5.3 Kbps tiene esquema alto que puede ser de 37.5 mseg de retardo en comparación con el G.711 PCM. En cambio con el G.729 con modulación CS-ACELP con 8 Kbps tenemos un retardo de 15 mseg en comparación con el esquema G.711 PCM.

Como regla general, para la codificación G.711 en cualquier red que envía o recibe, la codificación y todos los procesos de retardo no deberían exceder el 15% de 150 mseg, que es el valor recomendado por la ITU-T en la especificación G.114 para mantener la calidad de voz. Cuando las llamadas son hechas desde un teléfono IP a otro, el retardo total no debería exceder 22.5 mseg. Esto deja 105 mseg como el máximo de retardo permitido en el transporte. Cuando se utilizan los mecanismos de codificación avanzada, el retardo en la recepción o envío en la red puede ser más alto del 30% de los 150 mseg, y el retraso presupuesto para la red de transporte se reduce como a 60 mseg.

#### 1.5.4. Parámetros de Calidad de Servicio QoS

El protocolo IP no ofrece calidad de servicio, ya que da un único servicio que se denomina *best-effort* sin ningún tipo de garantías. La red realiza el máximo esfuerzo para entregar los paquetes, pero sin garantías y sin ningún recurso asignado a algún tipo de paquetes, limitándose a encaminar los paquetes y descartar los que detecte erróneos. La complejidad está en los ordenadores finales, que por ejemplo deben llevar la cuenta de los paquetes perdidos y retransmitirlos.

Este modelo tiene la ventaja de que es escalable, a costa de degradar las prestaciones. Las razones por las que IP no ha tenido nunca QoS son varias, entre estas tenemos:

- La torre de protocolos TCP/IP fue diseñada con la idea de ser justa, con accesos equitativos para todos, sin tratamiento especial para nadie.
- Los encaminadores en Internet usaban FIFO como algoritmo de encolado. Si llegan muchos paquetes la cola se llena y los paquetes siguientes serán descartados. No se implementa

ningún tipo de algoritmo de encolado que soporte calidad de servicio.

- Internet a finales de los 80 estaba al borde del colapso, la solución adoptada fue la de cambiar el protocolo de transporte, TCP para que adaptara su velocidad de transmisión a la capacidad de la red. El algoritmo utilizado va incrementando la velocidad al ritmo de los asentimientos del receptor. Esto perjudica la implantación de QoS ya que no se puede caracterizar el tráfico de la fuente.
- Las aplicaciones típicas de Internet (correo electrónico, transferencia de ficheros y web) soportan bien la degradación en las prestaciones de la red, por lo que no había necesidad de que Internet soportará calidad de servicio.

Algunas aplicaciones pueden tolerar cierto grado de pérdida de tráfico, mientras que otras no. Si dispusiéramos de recursos de red infinitos, todo el tráfico de las aplicaciones podría transportarse al ritmo requerido, sin latencia y sin pérdida de paquete. Sin embargo, los recursos de red no son infinitos.

Como consecuencia, hay partes de la red en las que los recursos no pueden responder a la demanda.

Con la aparición de aplicaciones multimedia con requisitos de tiempo real (Telefonía, videoconferencia, etc) este modelo no es válido y se ha visto la necesidad de dotar a Internet de calidad de servicio, por lo que se están proponiendo una serie de tecnologías para solucionar el problema. Estas técnicas deben ser puestas en marcha sin que la red deje de funcionar. También tienen un principio fundamental, hacer el núcleo sencillo pasando la complejidad a los extremos.

Los mecanismos de QoS funcionan al establecer preferencias en la asignación de este recurso en favor de cierto tráfico.

Para poder realizar esta acción, es necesario identificar tráficos diferentes. El tráfico que llega a los dispositivos de red se separa en distintos *flujos* mediante el proceso de *clasificación de paquetes*. El tráfico de cada flujo se envía a una *cola* en la interfaz de reenvío. Las colas de cada interfaz se *gestionan* de acuerdo con algunos algoritmos. El algoritmo de administración de cola determina la velocidad a la que se reenvía el tráfico de cada cola. De este modo, se

determinan los recursos que se asignan a cada cola y a los flujos correspondientes. Para proporcionar QoS en redes, hay que configurar y proporcionar a los dispositivos de red lo siguiente:

- Información de clasificación por la que los dispositivos separan el tráfico en flujos.
- Colas y algoritmos de administración de cola que controlan el tráfico de los diferentes flujos.

Nos referiremos a ambos como *mecanismos de control de tráfico*. Los mecanismos de control del tráfico por separado no resultan útiles.

Deben proporcionarse o configurarse a través de muchos recursos de una forma coordinada que proporcione *servicios* de un extremo a otro en una red.

Una primera técnica consiste en el aumento del ancho de banda. Sin embargo esto por sí mismo no garantiza calidad de servicio, por ejemplo no puede garantizar un límite máximo para el retardo. Además por mucho ancho de banda que se disponga,

aparecerán nuevas aplicaciones que lo consumirán, por lo que esto no es la solución.

En Internet hay principalmente dos enfoques para soportar la calidad de servicio:

- *Reserva de recursos* (servicios integrados), los recursos de la red son reservados en base a los requerimientos de calidad de servicio de las aplicaciones.
- *Priorización* (servicios diferenciados), el tráfico de red se clasifica y los recursos de la red se asignan de acuerdo a la política de gestión del ancho de banda. QoS se consigue al dar la red un trato preferencial al tráfico clasificado como de más demanda.

La calidad de servicio se puede aplicar a sesiones individuales o a sesiones agregadas. En las primeras, una sesión se define como un flujo de datos unidireccional entre dos aplicaciones, identificado por las mismas 5 coordenadas de una sesión en Internet, (protocolo de transporte, dirección IP origen y destino, puerto origen y destino). En las agregadas hay varias sesiones que tiene alguna identificación en común, puede ser una o varias de las 5 coordenadas, o una etiqueta.

Para cubrir las diferentes necesidades de calidad de servicio hay varios protocolos y arquitecturas que se enumeran a continuación:

- *Protocolo de reserva* (ReSerVation Protocolo RSVP), que permite a las aplicaciones solicitar la QoS. Puede usarse con sesiones agregadas o individuales.
- *Servicios Diferenciados* (Differentiated Services, *DiffServ*), es una arquitectura que suministra una forma sencilla y tosca de clasificar y priorizar el tráfico.
- *Conmutación de etiquetas multiprotocolo* (Multi Protocol Labeling Switching, MLPS), inicialmente ideado para acelerar el proceso de transmisión de los datagramas IP en la red, añadiendo una etiqueta a la cabecera y efectuando la conmutación en base a ella. También permite controlar el ancho de banda asignado a una sesión.
- El gestor de ancho de banda de subred (Subnet Bandwidth Manager, SMB).



Es necesario para mantener la QoS en los enlaces IP compartidos o conmutados. Pues, las tecnologías de QoS anteriores no son excluyentes, sino complementarias.

Hay varias arquitecturas, en las que estos protocolos funcionan juntos para suministrar calidad de servicio. Un problema que se plantea con los protocolos enumerados es que, en muchos casos, los estándares no están lo suficientemente desarrollados.

Conviene mencionar que uno de los elementos de la calidad de servicio ausente en Internet, un protocolo de encaminamiento sensible a QoS, se está abordando por el grupo de encaminamiento QoS, dentro del IETF (Internet Engineering Task Force) y que ya ha publicado un documento. El encaminamiento IP debe ser cambiado ya que escoge la ruta más corta, no la ruta por donde se puede soportar una determinada QoS.

En los siguientes apartados describimos en detalle las tecnologías anteriores, sus mecanismos y funcionalidades.

La arquitectura **IntServ** define un flujo como una corriente de paquetes con la dirección origen y destino, puerto origen y destino,

iguales. *IntServ* sugiere que para dar QoS a un flujo, la red debe hacer un seguimiento del estado del flujo.

Los componentes básicos de la arquitectura *IntServ* son los siguientes:

- El control de tráfico, que a su vez incluye a otros tres. El primero es el control de admisión, que comprueba que existen recursos suficientes para soportar el servicio. El segundo es el clasificador de paquetes, el cual analiza los campos de direcciones y puertos para determinar la clase a la que pertenece el paquete. El tercero es el algoritmo de encolado que gestiona la transmisión de los paquetes por un enlace de salida.
- Las clases de tráfico, que ofrecen dos tipos de servicios: *garantizados* y de *carga controlada*, además del *best-effort*. Los primeros emulan a los circuitos dedicados, garantizando los parámetros de la especificación del tráfico del emisor [RFC2212]. Los segundos son equivalentes al servicio *best-effort* en condiciones de red descargada [RFC2211].

Suministran mejor servicio que el *best-effort*, pero no hay garantías como en los primeros.

- Un protocolo, para que una aplicación pida un determinado servicio a la red.

El protocolo entrega la petición al control de tráfico de cada encaminador, que comprobará si es viable la petición.

RSVP es un protocolo de señalización que permite el establecimiento y el control de los denominados Servicios Integrados. RSVP es el más complejo de todas las tecnologías de QoS, tanto para los sistemas finales como para los encaminadores de la red. También representa el mayor cambio con relación al servicio *best-effort* de IP, RSVP tiene el mayor nivel de calidad de servicio en términos de servicios garantizados y también la mayor granularidad de los mismos. RSVP es un protocolo situado a nivel 4 o de transporte.

El funcionamiento de RSVP es el siguiente:

- El emisor envía un mensaje denominado PATH, con su especificación de tráfico, hacia el destino o destinos. El propósito del mensaje PATH es el de marcar la ruta entre emisor y receptor además

de recolectar información sobre la viabilidad de la solicitud a lo largo del camino. La especificación anterior incluye los valores máximo y mínimo de ancho de banda, retardo y variación del mismo. Cada encaminador va grabando la ruta por la que va circulando el mensaje de PATH, añadiendo la dirección IP de donde viene el mensaje, para que después pueda reconstruirse la ruta de vuelta. Al llegar el mensaje PATH al receptor o receptores, pueden medir que tipo de servicio puede soportar la red.

Es el receptor o receptores los que realmente hacen la reserva de recursos, al enviar un mensaje RESV. Dicho mensaje incluye además de la especificación de tráfico recibida del emisor, la especificación requerida por el receptor, que consta del tipo de Servicio Integrado solicitado y un filtro que selecciona los paquetes con una determinada característica (por ejemplo protocolo y número de puerto) a los que se va aplicar la reserva. El identificador de sesión que utilizan los encaminadores está compuesto por el tipo de Servicio Integrado y el filtro.

- Cuando un encaminador recibe un mensaje tipo RESV, usa el control de admisión para aceptar o no la reserva. En caso positivo se hace la reserva y el mensaje RESV progresa hacia

el siguiente encaminador en la dirección del emisor. En caso contrario se envía un mensaje de error al receptor.

- Si el encaminador no soporta RSVP retransmite los mensajes RSVP de forma transparente. En estos enlaces no se puede garantizar la calidad de servicio, lo que implica que puede perderse la calidad de servicio extremo a extremo.
- Si el último encaminador efectúa la reserva envía un mensaje de confirmación al receptor.
- Cuando la sesión termina debe indicarse, para liberar los recursos de la reserva.

Se exponen, a continuación, las características más importante de los mecanismos del protocolo RSVP:

- Las reservas no son permanentes y deben ser refrescadas periódicamente con mensajes PATH y RESV.
- Necesitamos una interfaz para que las aplicaciones se comuniquen con RSVP. Las aplicaciones suministran la

especificación de tráfico, inician el proceso de reserva y reciben la correspondiente notificación acerca de lo que ha ocurrido con la misma. También deben ser informadas de lo que pueda suceder a lo largo de la existencia de la sesión.

- Las reservas las efectúa el receptor, para soportar grandes y heterogéneos grupos receptores de multidifusión.

Como se ha indicado anteriormente, RSVP permite a una aplicación especificar la mayor granularidad y la mejor calidad de servicio posible. El precio que hay que pagar por ello es una mayor complejidad y procesamiento, lo cual no es apropiado para muchas aplicaciones y partes de la red. Por ello se han propuesto métodos más sencillos, como el *DiffServ* que será descrito más adelante.

Los servicios diferenciados (Differentiated Services, *DiffServ*) son una forma sencilla y tosca de clasificar los servicios de las aplicaciones, aunque su simplicidad no da idea de su potencia y flexibilidad. Es una tecnología que trabaja a nivel 3.

El funcionamiento de *DiffServ* se basa en clasificar las sesiones a la entrada de la red en relación con un determinado servicio y después aplicarle el correspondiente tratamiento dentro de la red.

La clasificación a la entrada en la red está basada en el análisis de uno o varios campos de la cabecera del paquete. Después el paquete se marca, en algún campo de la cabecera, como perteneciente a una determinada clase de servicio.

Los encaminadores centrales sólo examinan el campo donde se marcó el paquete y le dan el tratamiento correspondiente a esa clase de servicio. Finalmente, antes de salir de la red se suprime la marca.

El marcado del tráfico lo realizan los encaminadores de acceso, aunque también los terminales finales pueden realizarlo.

El protocolo *DiffServ* usa un byte de la cabecera del paquete, denominado campo DS, para marcar el tipo de servicio. En el caso de IPv4 se redefine el byte de tipo de servicio (Type-of-Service, TOS) como el campo DS. Para IPv6 se utiliza el byte de clase de tráfico (Traffic Class). De los 8 bits del campo DS actualmente se utilizan 6 bits para los puntos denominados de código DS (code points DS, estando los otros 2 bits sin definir todavía).

Al tipo de servicio se le denomina comportamiento del nodo (Per-Hop Behavior, PHB), que será el tratamiento que tenga cada paquete en cada nodo de la red. Un comportamiento agregado (*Behavior Aggregate*) se define para un grupo de paquetes con el mismo CPDS. Un mismo PHB o servicio, es aplicado a cada comportamiento agregado dentro de la red.

Aunque hay más posibilidades, se han definido dos tipos de niveles de servicios:

- *Reenvío rápido* (Expedited Forwarding, EF), que tiene pérdidas, retardo y variación del mismo mínimos. Es un servicio similar a las líneas alquiladas.

El tráfico que exceda el perfil declarado será descartado. Para ello el tráfico es conformado en los encaminadores de acceso, para no superar la máxima velocidad. Por supuesto esta velocidad debe ser menor que la mínima velocidad de los enlaces de salida de cada encaminador en la red. El EF PHB utiliza un solo bit CPDS para indicar que el paquete debe ser colocado en la cola de máxima prioridad.



- *Reenvío asegurado* (Assured Forwarding, AF), tiene 4 clases con 3 procedimientos en cada clase que determinan como descartar tráfico. Doce combinaciones CPDS definen las clases AF de precedencia a la hora de tirar los paquetes. Cuando hay congestión en un encaminador los paquetes con mayor precedencia son desechados primero. Las cuatro clases AF no definen un ancho de banda o retardo específico sino que la clase 1 es distinta de la clase 2 y así sucesivamente. El tráfico AF en exceso no es entregado con la misma probabilidad que el tráfico cumplidor, es decir puede ser degradado pero no necesariamente descartado.

*DiffServ* asume la existencia de un acuerdo entre el usuario y la red, en el nivel de servicio (Service Level Agreement SLA). El SLA establece el perfil del tráfico (ancho de banda, retardo, *jitter* y tasa de pérdidas) y la política (tiempo de disponibilidad, penalizaciones, etc). Se espera que el tráfico sea conformado y espaciado en la entrada en la red con arreglo al SLA y cualquier tráfico no conforme no tendrá calidad de servicio.

*DiffServ* ha sido escogida como la tecnología para soportar la QoS en la Internet. Las razones que han llevado a esta decisión son las siguientes:

- Flexibilidad, para implementar los diferentes requerimientos de servicios de las aplicaciones avanzadas.
- Escalabilidad, al liberar al núcleo de la red de los procesos más complejos.
- Interoperabilidad, al estandarizar el comportamiento por nodo, más que servicios particulares o algoritmos de encolado.

La conmutación por etiquetas multiprotocolo (Multi-Protocol Label Switching, MPLS) es similar a *DiffServ* en algunos aspectos. MPLS también marca el tráfico al entrar en la red, marca que desaparece al salir de la misma. Pero esta marca se utiliza de forma diferente, en *DiffServ* sirve para determinar la prioridad dentro del encaminador. En MPLS la marca simplifica la conmutación al determinar el siguiente encaminador. No está controlado por las aplicaciones, no existen llamadas a MPLS y tampoco existe componente MPLS en los sistemas finales, el protocolo reside sólo en

los encaminadores. MPLS es independiente del protocolo superior, de ahí lo de multiprotocolo, por lo que puede usarse con otros protocolos de red o directamente sobre la capa de enlace. MPLS es más un protocolo de ingeniería de tráfico que un protocolo de QoS.

Establece unas conexiones con ancho de banda fijo. Dichas conexiones pueden ser ATM o Frame Relay. La principal ventaja de MPLS es que se simplifica el proceso de encaminamiento, reduciendo el procesamiento y aumentando el rendimiento. Una vez establecida la ruta no se analiza la cabecera IP para hacer el encaminamiento, sólo se analiza la etiqueta, por lo que se conmutan los paquetes en vez de encaminarse.

El funcionamiento de MPLS es el siguiente:

- El encaminador de acceso toma una decisión de retransmisión basada habitualmente en la dirección de destino, después determina el valor de la etiqueta, la adjunta al paquete y lo retransmite.
- El siguiente encaminador utiliza la etiqueta de forma similar a como funciona un encaminador orientado a conexión, con ella

busca en una tabla reducida de circuitos virtuales abiertos obteniendo el siguiente encaminador y la nueva etiqueta. Por último, adjunta la nueva etiqueta y se reexpide. De esta forma se reduce el trabajo que tienen que hacer los encaminadores.

La etiqueta representa la ruta que seguirán y con la política de asignación se puede controlar el tráfico.

El aspecto más complejo es la distribución y gestión de las etiquetas entre los encaminadores MPLS, para asegurar el acuerdo en el significado de las distintas etiquetas. Para ello se ha diseñado un protocolo específico, el Protocolo de distribución de Etiquetas (Label Distribution Protocol, LDP, aunque pueden usarse otros protocolos como RSVP.

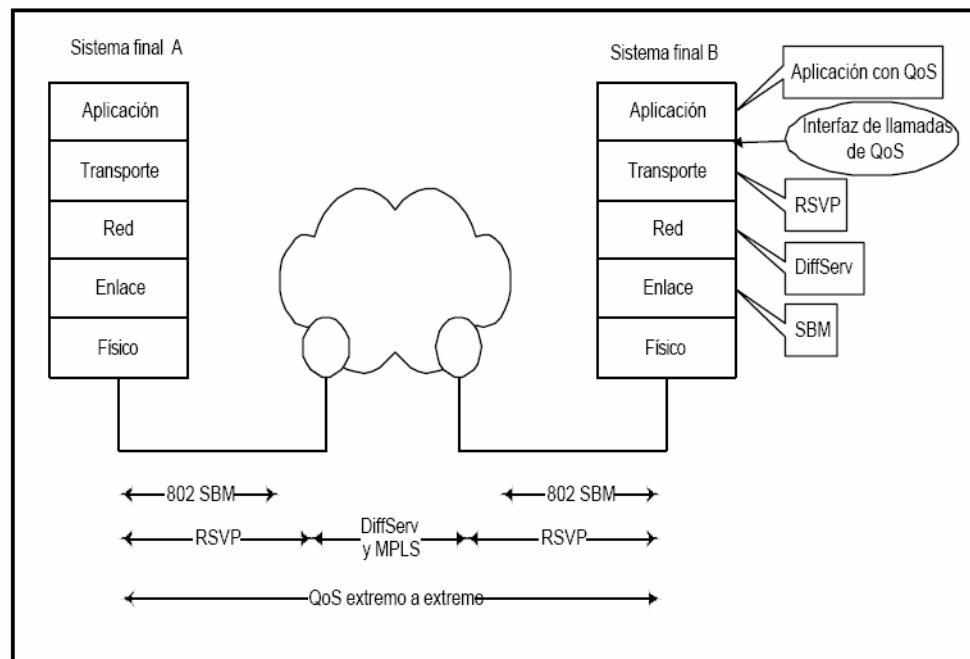
No hay que olvidar que la calidad de servicio extremo a extremo, será tan buena como lo sea el peor de los enlaces. También debe haber QoS en los sistemas finales, de forma que las aplicaciones pueden solicitarla explícitamente o bien los sistemas operativos implícitamente. Cada capa de la torre de protocolos debe soportar calidad de servicio, para dar el tratamiento adecuado a cada tráfico.

Los enlaces LAN que intervengan en la comunicación, también deberán soportar QoS, para que no se pierda la calidad de servicio.

Las tecnologías de QoS explicadas anteriormente en la práctica no se van a utilizar de forma excluyente y de hecho están diseñadas para ser utilizadas de forma conjunta con otras tecnologías para dar soporte a la QoS extremo a extremo.

La mayoría de las especificaciones de cómo se interrelacionan las diferentes tecnologías de calidad de servicio no están todavía estandarizadas, pero se han previsto varias arquitecturas para soportar calidad de servicio extremo a extremo.

Podemos observar que para conseguir la calidad de servicio extremo a extremo, hay que realizar una actuación en cada nivel de la torre de protocolos TCP/IP.



**Figura 1.29** Esquema de interacción entre tecnologías para QoS

**Fuente:** [www.recursosvoip.com](http://www.recursosvoip.com)

### 1.5.5. SIP

*Session Initiated Protocol* es un estándar de Internet empleado para iniciar sesiones de usuario interactivas como la transmisión de voz. SIP puede establecer llamadas por Internet o IP Telephony. Esto hace posible para los usuarios iniciar y recibir llamadas desde cualquier lugar del mundo.

La primera meta de SIP es iniciar una sesión. La segunda meta es proporcionar una descripción de la sesión a la que el usuario está siendo invitado a asistir. SIP conlleva información sobre el protocolo

usado para describir la sesión y usa una única petición para enviar toda la información requerida, trabaja con RTP y UDP para transportar el tráfico de voz real (al igual que H.323) y el direccionamiento de es como URL:

User@host: jesus\_prieto@3com.Com

SIP está definido por el IETF y trata de dirigirse sólo a un área no cubierta por otros protocolos IETF, trabaja con otros protocolos para permitir oportunidades en la creación de servicios de alto valor añadido y los estados se gestionan en los dispositivos de los extremos.

Con SIP podemos obtener menos estados en el centro de la red, pues incrementa la escalabilidad y la fiabilidad, ya que re-usa muchos conceptos de estándares anteriores de Internet, como HTTP y SMTP

#### **1.5.5.1. Arquitectura del protocolo**

La voz sobre Protocolo Internet está sustituyendo a las centralitas telefónicas en las empresas para minimizar los costes y maximizar la productividad gracias a los recursos y ventajas que ofrece la banda ancha.

El SIP (Session Initiation Protocol) es un protocolo de señalización para conferencia, telefonía, presencia, notificación de eventos y mensajería instantánea a través de Internet. Se ha desarrollado básicamente sobre el protocolo H.323, y también sobre ISUP y Q.931 para garantizar la universalidad de los sistemas de telefonía por Internet. Establece, conduce, modifica y termina llamadas o comunicaciones a través de redes IP; utiliza una dirección independiente de la ubicación y permite encontrar a un usuario en un PC o en un teléfono móvil; además permite contactar a un usuario e incorporarlo a conferencias; asimismo ofrece servicios de traducción automática de los correos de voz y reconduce llamadas.

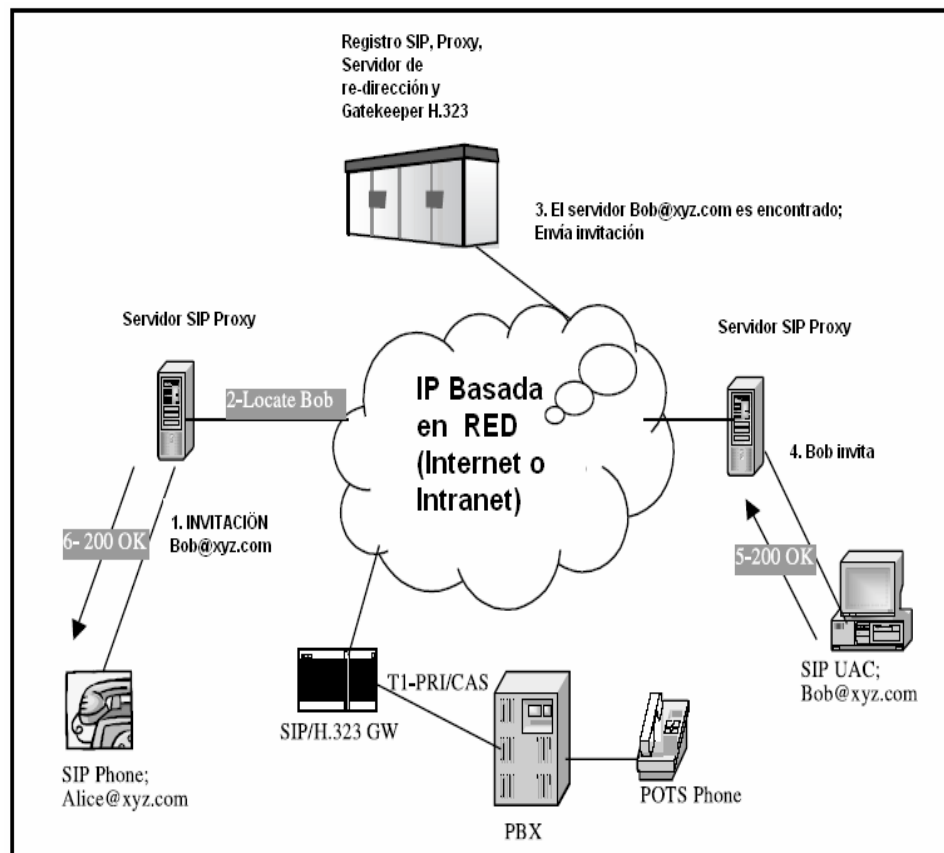
El desarrollo de SIP puede tener tanto impacto como el protocolo estándar HTTP, que es la tecnología de las páginas web y que permite dentro de una simple página el uso de enlaces o vínculos hacia otros textos, audio o vídeo u otras páginas. Mientras que HTTP cumple con esta integración en una página www; SIP integra contenido diverso administrando la sesión. Por esta razón se ha reconocido rápidamente como estándar para comunicaciones integrales y aplicaciones que usan la presencia, es decir, la atención que una aplicación da a la ubicación y disponibilidad de un usuario.



Este protocolo fue modelado después de otros protocolos de Internet basados en texto, como SMTP (correo electrónico) y HTTP (páginas Web) y se diseñó para establecer, cambiar y terminar llamadas entre uno o más usuarios en una red IP de manera independiente al contenido de la llamada. SIP traslada el control de la aplicación al punto terminal, como HTTP, eliminando la necesidad de funciones centrales de conmutación.

La arquitectura SIP soporta nuevos tipos de servicios:

Cierto tipo de "reenvío de llamada" permite a los usuarios especificar donde están y las llamadas entrantes serán reenviadas ahí o se puede elegir el reenvío hacia el "correo de voz" o cualquier máquina contestadora.



**Figura 1.30** Esquema de comunicación SIP

**Fuente:** Autores del proyecto

Los participantes en una llamada pueden controlar el enlace; esto permite que uno o más personas decidan incluir a otro individuo o cancelar una conexión en la llamada.

Posibilidad de responder a una llamada con un tipo de medio distinto; esto facilita, por ejemplo, que una secuencia de voz entrante sea respondida con una página Web.

Información de "Presencia": El Agente de Usuario puede emplearse para indicar dónde está presente el usuario o ausente.

Existe una buena cantidad disponible de productos SIP comerciales y de código abierto. El área comercial se ha enfocado más en los Agentes de Usuario SIP como teléfonos y programas.

#### **1.5.5.2. Aplicaciones SIP para VoIP WLAN**

SIP tiene muchas aplicaciones, entre las que podemos destacar:

- **Devolución de llamada**

Mediante SIP, los usuarios pueden indicar su presencia en una red. Puesto que SIP usa una dirección independiente de la ubicación, sería posible encontrar un individuo en la red, independientemente de si está en un PC o en un teléfono móvil y avisarle cuando se dé la oportunidad o pedirle que devuelva la llamada.

- **Conferencia por demanda**

Usando la información de presencia, puede detectarse y contactarse instantáneamente con un individuo e introducirlo en conferencias multimodo, donde los participantes pueden asistir

a una conferencia usando distintos dispositivos/medios que están funcionando en redes diferentes.

- **Servicios de traducción**

Los correos electrónicos o de voz se traducen automáticamente al idioma preferente predefinido por un usuario, en base a un perfil controlado dinámicamente.

Algunos ejemplos notables incluyen el Messenger de Microsoft. Una línea de arquitectura SIP más avanzada contiene los productos de Cisco, PingTel, 3COM y otros. Un conjunto de productos muy interesante es el software de Wave3, que dispone de software para las plataformas Windows y Macintosh.

### **1.5.5.3. Beneficios**

La principal ventaja del servicio es el significativo ahorro en llamadas Internacionales. Aplica la misma tarifa a cualquier hora del día o noche.

Tiene amplios planes y dispositivos para satisfacer las necesidades de todos los usuarios, desde un usuario en casa hasta un corporativo con varios cientos de extensiones

SIP funciona de forma muy similar al protocolo http, es decir, su sintaxis basada en texto es claramente entendible y fácilmente interpretable.

Para el proveedor de servicios, SIP proporciona un kit de herramientas que permite ampliar el alcance y ámbito de sus ofertas. El proveedor de servicios que utilice SIP se beneficiará de servicios de comunicaciones más flexibles para aumentar la productividad personal, abrir muchas posibilidades de integración de soluciones de comunicación con aplicaciones comerciales y permitir que el cliente indique por si mismo sus preferencias.

Otro de los beneficios es que permite establecer una o varias sesiones sea cual fuere el servicio utilizado (audio, video, mensajería instantánea, entre otros); únicamente se requiere la dirección electrónica del usuario para identificarlo (ejem. URL sip:usuario@dominio.com), y no la dirección IP del equipo para brindarle el servicio, esto gracias a que el servidor SIP funge como un conmutador telefónico en el que se registran todos los dispositivos SIP.

El proceso es el siguiente: el servidor SIP guarda en una base de datos el nombre de un usuario junto con su clave y avisa al sistema de su entrada, así, en el momento en que alguien hace una petición para el establecimiento de una sesión con otro usuario, el servidor SIP revisa su base de datos y, en caso de tenerlo registrado, envía la petición al destino y establece la sesión de comunicación, en caso contrario, devuelve un mensaje de no disponibilidad.

Si consideramos que uno de los mayores intereses por parte de los usuarios es la posibilidad de lograr la comunicación y conexión con un grupo para colaborar en distintas actividades, sin la necesidad de estar presentes en una misma sala, departamento o edificio, la presencia del individuo se vuelve virtual.

Ahora bien, cómo sería el saber la situación actual de un individuo en relación con su presencia, si se encuentra disponible y presente, o sea, dar a conocer su estado hacia los demás en un momento específico: si está disponible, ocupado, no disponible o fuera de línea. Asimismo, hacer una junta en cualquier momento o reunir a un grupo de investigadores para compartir notas y alcances con simplemente dar un clic, a través de herramientas tales como:

- Telefonía.
- Mensajería instantánea.
- Videoconferencias.
- Sistema de presencia.

Dichas herramientas podrían utilizarse desde una computadora o dispositivo de comunicaciones disponible, mediante la red de datos del colegio, universidad, centro de investigación, negocio u empresa, lo cual facilitaría el trabajo al acortar las distancias, además de obtenerse un ahorro inmenso en tiempo y costos.

# CAPÍTULO 2

## 2. SITUACIÓN ACTUAL

La descripción de la situación en la que se encuentran las localidades en cuanto a redes, su forma de comunicación, y los equipos con los que cuenta para su uso, es el enfoque de este capítulo.

El objetivo de esta parte es el análisis de la situación actual de la empresa lo cual es básico para definir los lineamientos para el iniciar el desarrollo del proyecto. Se determina "lo que tenemos y lo que deseamos obtener". Esto nos permitirá tener una idea más clara de los beneficios con los que se contará luego de implementado el diseño del proyecto.



## 2.1. Descripción de las redes existentes

Empezaremos esta descripción ubicando geográficamente la red actual. La red de área local se encuentra instalada en las oficinas ubicadas en la planta baja del edificio matriz en la Cooperativa 29 de Junio, Sector Norte de la ciudad de Guayaquil, está conformada por 5 computadores personales, de los cuales 4 son estaciones de trabajo y el resto cumple con las funciones de servidor de archivos e impresión.

A continuación se puede mostrar detalladamente con gráficos y datos técnicos, los equipos con los que cuenta la red:

- 1 Router - Switch Blitzz BWA-G11 de Netware Base, figura 2.1. Hace las funciones de Punto de Acceso inalámbrico de 11 Mbps 802.11b, consta de 4 puertos Fast Ethernet. Tiene también la funcionalidad de *Servidor DHCP*, además de ser *Firewall* y *gateway* de *VPNs*.



**Figura 2.1** Router - Switch Blitzz BWA-G11

**Fuente:** Personal de AstBro

- 4 Estaciones de Trabajo. En la figura 2.2. se muestran todas las estaciones de trabajo son computadores personales que cuentan con los sistemas operativos Windows 2000 y Fedora Core.



**Figura 2.2** Estaciones de trabajo

**Fuente:** Personal de AstBro

- 1 Laptop Compaq Presario con sistema operativo Windows 98, figura 2.4. Esta PC tiene la función de estación de trabajo móvil, y su uso es para aplicaciones sencillas en la empresa.



**Figura 2.3** *Laptop Compaq Presario*

**Fuente:** Personal de AstBro

- 1 Servidor, figura 2.4. Tiene la función de servidor de archivos, su sistema operativo es Linux Fedora Core, pues, la empresa considera que es más seguro que Windows tener un Linux para servidor.



**Figura 2.4.** *Servidor oficina principal*

**Fuente:** Personal de AstBro

Los equipos mencionados acceden a la red a través de un router antes mencionado, su puerto WAN tiene una conexión a Internet de 128 Mbps de acceso compartido.

El servicio de Internet es proporcionado por la empresa TVCABLE a través de Cable MODEM que provee 128 Kbps de velocidad el cual es repartido a toda la red lan de la empresa.

En el edificio sucursal, ubicado en la Cdla. FAE, actualmente no se cuenta con una red establecida, únicamente se utilizaba como laboratorio de pruebas para el servicio de mantenimiento y reparación de computadores.

Las localidades se encuentran separadas aproximadamente 1000 metros. (1 Km.). En la actualidad no existe ningún tipo de conexión que permita comunicación entre las mismas, es decir no existe red alguna que permita compartir datos y mucho menos voz, exceptuando el uso del teléfono convencional.

## **2.2. Evaluación del estado de las redes**

Se realizó una inspección previa para constatar el estado físico del cableado estructurado instalado en el edificio donde se encuentra

situada la oficina principal; para el efecto se procedió a verificar primero que la red se encuentre activa, es decir que todos los elementos estén conectados en red y funcionando correctamente, durante el recorrido se pudo comprobar que el cable es UTP categoría 5e y que el ponchado de los conectores del mismo se encontraba en buenas condiciones. En cuanto a los dispositivos de red todos están operando correctamente Cabe mencionar que en la sucursal no existe ningún tipo de cableado estructurado para una red de computadoras.

### **2.3. Análisis de problemas existentes**

Para hacer un análisis de los problemas que tiene la empresa hemos tomado en cuenta los siguientes factores: Necesidades de Expansión, Capacidad de la red y Estado de Cableado, los cuales detallamos a continuación:

#### **2.3.1. Capacidad de la red**

Es una Red de Area Local (LAN), diseñada con una topología lógica en estrella, con medio compartido Ethernet de 128 Kbps. Esta red cuenta únicamente con servicio de datos.

La asignación de IPs es dinámica y son dadas por el router que hace las veces de servidor DHCP. El rango de IP que utiliza esta red es 192.168.1.0 con máscara de red 255.255.255.0. Este segmento permite conectar 254 host. La puerta de enlace por defecto es 192.168.1.1 que es la interfaz de lan del Router. El servidor de archivos también cuenta con IP estática 192.168.1.2.

Con respecto al tráfico de voz, se cuenta únicamente con una línea telefónica de Pacifictel. No poseen central telefónica alguna. Por lo tanto no disponen de extensiones sino una única línea.

### **2.3.2. Necesidades de expansión**

Actualmente switch Principal es de 8 puertos de los cuales 5 están ocupados. El switch de la sucursal es de 4 puertos de los cuales 3 están ocupados y por el momento no se prevé un el crecimiento de la red en los próximos dos años. Esto dependerá de cómo evolucione la empresa, es decir, que si la empresa lo amerita optará o no por la ampliación de la red.

### **2.3.3. Estado del Cableado**

Como se había mencionado anteriormente el cableado estructurado es UTP de categoría 5e. De acuerdo a la evaluación

realizada durante la inspección se ha constatado que se ha cumplido correctamente con los procedimientos establecidos con estándares de la IEEE.

#### **2.4. Necesidades inmediatas**

Desde muchos años atrás, los responsables de comunicaciones de las empresas tienen en mente la posibilidad de utilizar su infraestructura de datos, para el transporte del tráfico de voz interno de la empresa. No obstante, es la aparición de nuevos estándares, así como la mejora y abaratamiento de las tecnologías de compresión de voz, lo que está provocando finalmente su implantación.

Realmente la integración de la voz y los datos en una misma red es una idea que surgió hace mucho para abaratar los costos, razón por la que todas las empresas tienen como necesidades inmediatas a los datos, Internet y VoIP.

Es así que el objetivo principal de la implementación del proyecto es justamente eso, brindar servicio de voz.

#### **2.4.1. Datos**

La transmisión de datos es un aspecto fundamental en una empresa, por esta razón es que como mínimo debe contar con este servicio para su desenvolvimiento.

Como ya se ha mencionado, el propósito de este proyecto es la interconexión de diferentes redes locales para compartir información entre distintas localidades. Esta red cuenta únicamente con servicio de datos, por ejemplo transferencia de archivos, compartimiento de los mismos, accesos entre estaciones, etc. No cuentan con servicio de correo electrónico interno.

#### **2.4.2. Internet**

El Internet es un medio de gran utilidad sobre todo si se utiliza como una herramienta de trabajo, pues nos ayuda en la comunicación escrita para enviar correos electrónicos, y tiene un sin número de utilidades que pueden ser aprovechadas haciendo de la misma un recurso de gran utilidad.

Esta red cuenta con acceso a Internet usando tecnología Cable MODEM, se les entrega 128 Kbps de ancho de banda el cual es repartido entre la red LAN de la empresa



### **2.4.3. VoIP**

Es bien conocida las bondades de aprovechar la infraestructura existente en cuanto a redes de datos, para transportar tráfico de voz. Desde el punto de vista económico, resulta muy eficiente utilizar una red ya construida para pasar voz. Considerando además la reducción de gastos comparado con el uso de líneas telefónicas de PSTN.

Debido a que se cuenta actualmente con línea telefónica, se quiere aprovechar esta al máximo utilizando el transporte de voz distribuido por la red de datos, en lugar de usar extensiones.

La ventaja de usar telefonía IP en una red corporativa es que se ahorra incluso en el cableado. Para la implantación de esta nueva tecnología solo se necesita el punto de datos que se usa normalmente para la conexión a la red, es decir se optimiza recursos.

Con el sistema presentado para implementar, se utiliza a la línea de teléfono para la comunicación externa y se pueden crear extensiones SIP que facilitarán las comunicaciones sin tener altos costes.

# CAPÍTULO 3

## 3. PROYECTO

El objetivo de este capítulo es evaluar los aspectos técnico, económico y legal que envuelven el desarrollo del proyecto.

La evaluación técnica estudia los equipos a utilizarse enfocándose en la solución para la empresa. Dentro del aspecto económico se analiza el costo del equipamiento y los beneficios obtenidos en función de ello. La evaluación legal estudia el tipo de regulaciones legales existentes con respecto a las tecnologías usadas en el proyecto. El resultado de esta evaluación da la pauta para la implementación del proyecto.

### **3.1. Evaluación técnica**

#### **3.1.1. Banda a utilizarse**

La banda con la que se trabaja en el proyecto es la de 2.4 GHz debido a que es una banda de uso libre y que en el análisis hecho, se comprobó que no es necesario trabajar con otra banda, pues esta nos ofrece lo que necesitamos sin interferencia que perjudique las aplicaciones.

#### **3.1.2. Investigación de la locación de la red**

Para realizar una investigación del área del proyecto es necesario hacer diferentes pruebas que arrojen resultados satisfactorios para nuestro propósito.

##### **3.1.2.1. Plano**

En este plano se puede visualizar la región en donde se va a conectar vía inalámbrica las dos localidades y se encuentran señaladas por unos recuadros que indican la posición en el mapa.



**Figura 3.1** Plano del área en proyecto

**Fuente:** Mapa del Diario El Universo

### 3.1.2.2. Perfil de la ruta: Obstáculos y cálculos de fresnel

La región que está en el área que cubre el proyecto es de 1,066 Km. En esta área hay línea de vista, debido a la serie de mediciones que se hicieron para tener el menor error posible, se lo pudo verificar; con esto se pudo realizar los cálculos necesarios para obtener datos en base a la explicación de sus fórmulas que se detalla de manera sencilla a continuación de la tabla VI donde se muestran los datos obtenidos de las pruebas.

Lx(Km)	X	Curvatura (m)	Altitud(m)	Perfil(m)	Hx(m)	Despejamiento Ex (m)	Radio de Fresnel (m)	Hx-(m)	Hx+(m)
0	0	0	20	20	20	20	0	20	20
0,01	0,009434	0,000206044	14	14	20,0094	20,00943396	1,09931368	18,9101203	21,1087476
0,02	0,0188679	0,000408163	0	0	20,0189	20,01886792	1,54724344	18,4716245	21,5661114
0,03	0,0283019	0,000606358	0	0	20,0283	20,02830189	1,885845989	18,1424559	21,9141479
0,04	0,0377358	0,000800628	0	0	20,0377	20,03773585	2,166990784	17,8707451	22,2047266
0,05	0,0471698	0,000990973	5	5	20,0472	20,04716981	2,410863777	17,636306	22,4580336
0,06	0,0566038	0,001177394	7	7	20,0566	20,05660377	2,627862321	17,4287415	22,6844661
0,07	0,0660377	0,00135989	7	7	20,066	20,06603774	2,824187978	17,2418498	22,8902257
0,08	0,0754717	0,001538462	0	0	20,0755	20,0754717	3,00389684	17,0715749	23,0793685
0,09	0,0849057	0,001713108	0	0	20,0849	20,08490566	3,169816375	16,9150893	23,254722
0,1	0,0943396	0,00188383	0	0	20,0943	20,09433962	3,324012124	16,7703275	23,4183517
0,11	0,1037736	0,002050628	2	2	20,1038	20,10377358	3,468048225	16,6357254	23,5718218
0,12	0,1132075	0,002213501	0	0	20,1132	20,11320755	3,603143282	16,5100643	23,7163508
0,13	0,1226415	0,002372449	0	0	20,1226	20,12264151	3,730268846	16,3923727	23,8529104
0,14	0,1320755	0,002527473	7	7	20,1321	20,13207547	3,850214402	16,2818611	23,9822899
0,15	0,1415094	0,002678571	10	10	20,1415	20,14150943	3,963631839	16,1778776	24,1051413
0,16	0,1509434	0,002825746	0	0	20,1509	20,1509434	4,071066802	16,0798766	24,2220102
0,17	0,1603774	0,002968995	0	0	20,1604	20,16037736	4,172981378	15,987396	24,3333587
0,18	0,1698113	0,00310832	0	0	20,1698	20,16981132	4,269770883	15,9000404	24,4395822
0,19	0,1792453	0,003243721	15	15	20,1792	20,17924528	4,361776512	15,8174688	24,5410218
0,2	0,1886792	0,003375196	15	15	20,1887	20,18867925	4,449295047	15,7393842	24,6379743
0,21	0,1981132	0,003502747	10	10	20,1981	20,19811321	4,532586416	15,6655268	24,7306996
0,22	0,2075472	0,003626374	10	10	20,2075	20,20754717	4,611879656	15,5956675	24,8194268
0,23	0,2169811	0,003746075	12	12	20,217	20,21698113	4,687377671	15,5296035	24,9043588
0,24	0,2264151	0,003861852	13	13	20,2264	20,22641509	4,759261081	15,467154	24,9856762
0,25	0,2358491	0,003973705	12	12	20,2358	20,23584906	4,82769135	15,4081577	25,0635404
0,26	0,245283	0,004081633	10	10	20,2453	20,24528302	4,892813367	15,3524697	25,1380964
0,27	0,254717	0,004185636	4	4	20,2547	20,25471698	4,954757576	15,2999594	25,2094746
0,28	0,2641509	0,004285714	4	4	20,2642	20,26415094	5,013641768	15,2505092	25,2777927

0,29	0,2735849	0,004381868	0	0	20,2736	20,27358491	5,06957257	15,2040123	25,3431575
0,3	0,2830189	0,004474097	0	0	20,283	20,28301887	5,122646722	15,1603721	25,4056656
0,31	0,2924528	0,004562402	0	0	20,2925	20,29245283	5,172952152	15,1195007	25,465405
0,32	0,3018868	0,004646782	0	0	20,3019	20,30188679	5,220568898	15,0813179	25,5224557
0,33	0,3113208	0,004727237	10	10	20,3113	20,31132075	5,265569904	15,0457509	25,5768907
0,34	0,3207547	0,004803768	5	5	20,3208	20,32075472	5,308021697	15,012733	25,6287764
0,35	0,3301887	0,004876374	5	5	20,3302	20,33018868	5,347984985	14,9822037	25,6781737
0,36	0,3396226	0,004945055	0	0	20,3396	20,33962264	5,385515164	14,9541075	25,7251378
0,37	0,3490566	0,005009812	0	0	20,3491	20,3490566	5,420662774	14,9283938	25,7697194
0,38	0,3584906	0,005070644	0	0	20,3585	20,35849057	5,45347388	14,9050167	25,8119644
0,39	0,3679245	0,005127551	0	0	20,3679	20,36792453	5,483990422	14,8839341	25,8519149
0,4	0,3773585	0,005180534	0	0	20,3774	20,37735849	5,512250508	14,865108	25,889609
0,41	0,3867925	0,005229592	5	5	20,3868	20,38679245	5,538288681	14,8485038	25,9250811
0,42	0,3962264	0,005274725	0	0	20,3962	20,39622642	5,562136145	14,8340903	25,9583626
0,43	0,4056604	0,005315934	0	0	20,4057	20,40566038	5,583820968	14,8218394	25,9894813
0,44	0,4150943	0,005353218	6	6	20,4151	20,41509434	5,603368259	14,8117261	26,0184626
0,45	0,4245283	0,005386578	7	7	20,4245	20,4245283	5,620800319	14,803728	26,0453286
0,46	0,4339623	0,005416013	7	7	20,434	20,43396226	5,636136774	14,7978255	26,070099
0,47	0,4433962	0,005441523	0	0	20,4434	20,44339623	5,649394691	14,7940015	26,0927909
0,48	0,4528302	0,005463108	0	0	20,4528	20,45283019	5,660588675	14,7922415	26,1134189
0,49	0,4622642	0,005480769	10	10	20,4623	20,46226415	5,669730951	14,7925332	26,1319951
0,5	0,4716981	0,005494505	8	8	20,4717	20,47169811	5,676831431	14,7948667	26,1485295
0,51	0,4811321	0,005504317	0	0	20,4811	20,48113208	5,68189777	14,7992343	26,1630298
0,52	0,490566	0,005510204	0	0	20,4906	20,49056604	5,684935406	14,8056306	26,1755014
0,53	0,5	0,005512166	12	12	20,5	20,5	5,68594759	14,8140524	26,1859476
0,54	0,509434	0,005510204	10	10	20,5094	20,50943396	5,684935406	14,8244986	26,1943694
0,55	0,5188679	0,005504317	0	0	20,5189	20,51886792	5,68189777	14,8369702	26,2007657
0,56	0,5283019	0,005494505	0	0	20,5283	20,52830189	5,676831431	14,8514705	26,2051333
0,57	0,5377358	0,005480769	5	5	20,5377	20,53773585	5,669730951	14,8680049	26,2074668
0,58	0,5471698	0,005463108	8	8	20,5472	20,54716981	5,660588675	14,8865811	26,2077585
0,59	0,5566038	0,005441523	0	0	20,5566	20,55660377	5,649394691	14,9072091	26,2059985

0,6	0,5660377	0,005416013	6	6	20,566	20,56603774	5,636136774	14,929901	26,2021745
0,61	0,5754717	0,005386578	6	6	20,5755	20,5754717	5,620800319	14,9546714	26,196272
0,62	0,5849057	0,005353218	7	7	20,5849	20,58490566	5,603368259	14,9815374	26,1882739
0,63	0,5943396	0,005315934	9	9	20,5943	20,59433962	5,583820968	15,0105187	26,1781606
0,64	0,6037736	0,005274725	9	9	20,6038	20,60377358	5,562136145	15,0416374	26,1659097
0,65	0,6132075	0,005229592	0	0	20,6132	20,61320755	5,538288681	15,0749189	26,1514962
0,66	0,6226415	0,005180534	0	0	20,6226	20,62264151	5,512250508	15,110391	26,134892
0,67	0,6320755	0,005127551	0	0	20,6321	20,63207547	5,483990422	15,1480851	26,1160659
0,68	0,6415094	0,005070644	0	0	20,6415	20,64150943	5,45347388	15,1880356	26,0949833
0,69	0,6509434	0,005009812	0	0	20,6509	20,6509434	5,420662774	15,2302806	26,0716062
0,7	0,6603774	0,004945055	0	0	20,6604	20,66037736	5,385515164	15,2748622	26,0458925
0,71	0,6698113	0,004876374	0	0	20,6698	20,66981132	5,347984985	15,3218263	26,0177963
0,72	0,6792453	0,004803768	0	0	20,6792	20,67924528	5,308021697	15,3712236	25,987267
0,73	0,6886792	0,004727237	0	0	20,6887	20,68867925	5,265569904	15,4231093	25,9542491
0,74	0,6981132	0,004646782	0	0	20,6981	20,69811321	5,220568898	15,4775443	25,9186821
0,75	0,7075472	0,004562402	1	1	20,7075	20,70754717	5,172952152	15,534595	25,8804993
0,76	0,7169811	0,004474097	7	7	20,717	20,71698113	5,122646722	15,5943344	25,8396279
0,77	0,7264151	0,004381868	0	0	20,7264	20,72641509	5,06957257	15,6568425	25,7959877
0,78	0,7358491	0,004285714	0	0	20,7358	20,73584906	5,013641768	15,7222073	25,7494908
0,79	0,745283	0,004185636	10	10	20,7453	20,74528302	4,954757576	15,7905254	25,7000406
0,8	0,754717	0,004081633	10	10	20,7547	20,75471698	4,892813367	15,8619036	25,6475303
0,81	0,7641509	0,003973705	12	12	20,7642	20,76415094	4,82769135	15,9364596	25,5918423
0,82	0,7735849	0,003861852	12	12	20,7736	20,77358491	4,759261081	16,0143238	25,532846
0,83	0,7830189	0,003746075	14	14	20,783	20,78301887	4,687377671	16,0956412	25,4703965
0,84	0,7924528	0,003626374	8	8	20,7925	20,79245283	4,611879656	16,1805732	25,4043325
0,85	0,8018868	0,003502747	8	8	20,8019	20,80188679	4,532586416	16,2693004	25,3344732
0,86	0,8113208	0,003375196	5	5	20,8113	20,81132075	4,449295047	16,3620257	25,2606158
0,87	0,8207547	0,003243721	5	5	20,8208	20,82075472	4,361776512	16,4589782	25,1825312
0,88	0,8301887	0,00310832	0	0	20,8302	20,83018868	4,269770883	16,5604178	25,0999596
0,89	0,8396226	0,002968995	0	0	20,8396	20,83962264	4,172981378	16,6666413	25,012604
0,9	0,8490566	0,002825746	0	0	20,8491	20,8490566	4,071066802	16,7779898	24,9201234

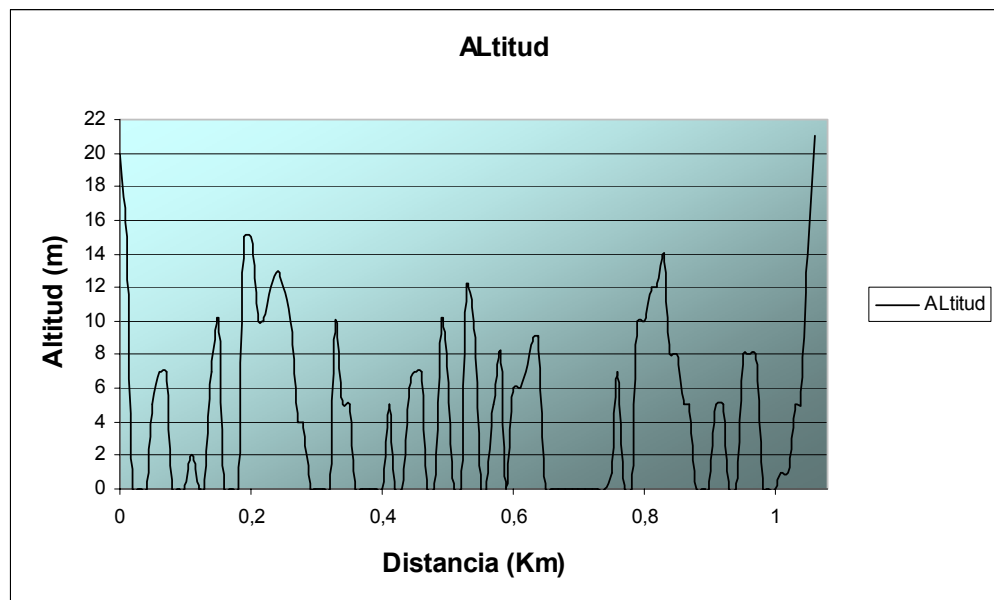
0,91	0,8584906	0,002678571	5	5	20,8585	20,85849057	3,963631839	16,8948587	24,8221224
0,92	0,8679245	0,002527473	5	5	20,8679	20,86792453	3,850214402	17,0177101	24,7181389
0,93	0,8773585	0,002372449	0	0	20,8774	20,87735849	3,730268846	17,1470896	24,6076273
0,94	0,8867925	0,002213501	0	0	20,8868	20,88679245	3,603143282	17,2836492	24,4899357
0,95	0,8962264	0,002050628	8	8	20,8962	20,89622642	3,468048225	17,4281782	24,3642746
0,96	0,9056604	0,00188383	8	8	20,9057	20,90566038	3,324012124	17,5816483	24,2296725
0,97	0,9150943	0,001713108	8	8	20,9151	20,91509434	3,169816375	17,745278	24,0849107
0,98	0,9245283	0,001538462	0	0	20,9245	20,9245283	3,00389684	17,9206315	23,9284251
0,99	0,9339623	0,00135989	0	0	20,934	20,93396226	2,824187978	18,1097743	23,7581502
1	0,9433962	0,001177394	0	0	20,9434	20,94339623	2,627862321	18,3155339	23,5712585
1,01	0,9528302	0,000990973	1	1	20,9528	20,95283019	2,410863777	18,5419664	23,363694
1,02	0,9622642	0,000800628	1	1	20,9623	20,96226415	2,166990784	18,7952734	23,1292549
1,03	0,9716981	0,000606358	5	5	20,9717	20,97169811	1,885845989	19,0858521	22,8575441
1,04	0,9811321	0,000408163	5	5	20,9811	20,98113208	1,54724344	19,4338886	22,5283755
1,05	0,990566	0,000206044	14	14	20,9906	20,99056604	1,09931368	19,8912524	22,0898797
1,06	1	0	21	21	21	21	0	21	21

**Tabla VI. Cálculos del Fresnel y Pérdidas**

**Fuente:** Autores del proyecto

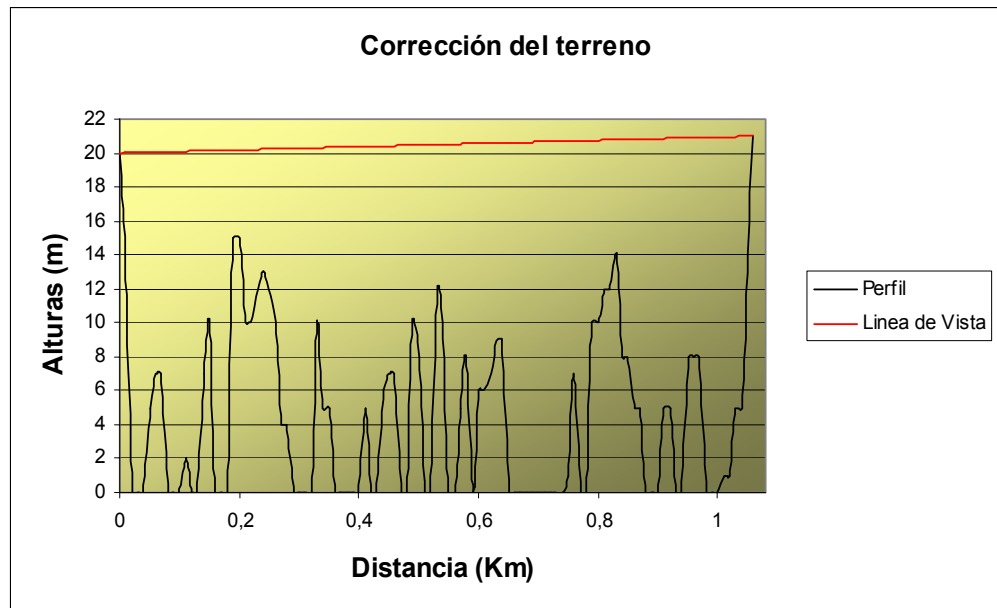


Los datos conseguidos durante la recolección de datos se pueden ver representados en las figuras 3.2; 3.3 y 3.4; las mismas que se obtuvieron en base a la tabla VI que se mostró, donde constan las diferentes mediciones y cálculos respectivos para conseguir los resultados del trayecto entre localidades, entre estos el perfil de la ruta, la corrección del terreno y los cálculos de la elipsoide de fresnel.



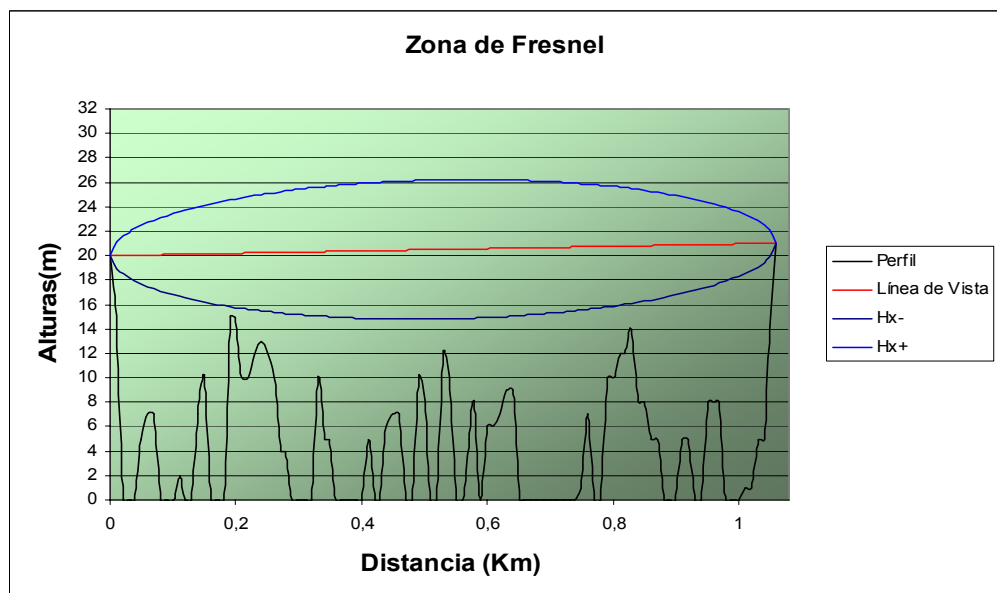
**Figura 3.2** *Perfil de la ruta*

**Fuente:** Autores del proyecto



**Figura 3.3** Corrección del terreno

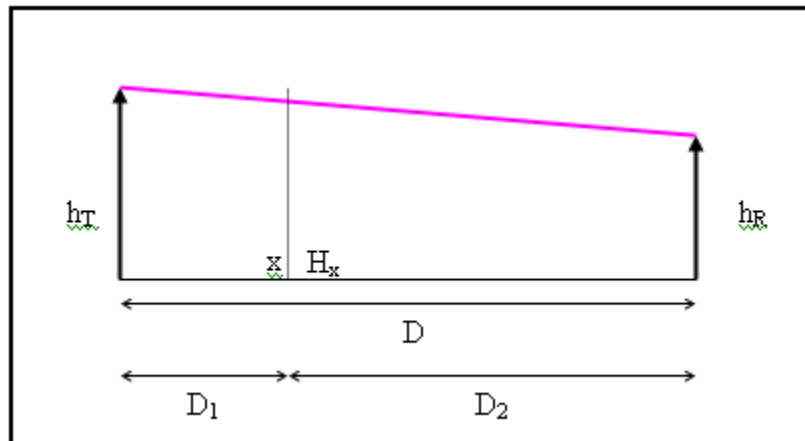
**Fuente:** Autores del proyecto



**Figura 3.4** Cálculo de la zona de fresnel

**Fuente:** Autores del proyecto

La ilustración de manera gráfica de la simbología usada para los cálculos se encuentra en la figura 3.5.



**Figura 3.5** Ilustración representativa de línea de vista

**Fuente:** Autores del Proyecto

Para tener una mayor claridad con respecto al significado de la simbología utilizada en la tabla VI se da una especificación del significado de cada símbolo usado en los cálculos a continuación:

- **D:** Distancia total entre antenas
- **D<sub>1</sub>:** Distancia desde la antena transmisora hasta el punto de medición
- **D<sub>2</sub>:** Distancia desde la antena receptora hasta el punto de medición
- **x:** punto de medición
- **h<sub>T</sub>:** Altura antena transmisora

- **$h_R$** : Altura antena receptora
- **$H_x$** : Altura de la línea de vista.

Con estas consideraciones previas procederemos a explicar los cálculos para la obtención de la zona de Fresnel, basándonos en la hoja de cálculo mostrada arriba en la tabla .

- **$L_x$** : Es la distancia (en Km) recorrida, kilómetro a kilómetro, desde el primer extremo (antena transmisora en matriz) hasta el otro extremo (antena receptora en sucursal). El primer valor es 0 Km y el ultimo es 1.06 Km (distancia entre antenas D) Para efectos de formulas definiremos  $L_x$  como D.
- **$X$** : Razón entre la distancia recorrida y la distancia total entre antenas.

$$X = \frac{D_1}{D}$$

- **Curvatura**: La curvatura de la Tierra es un factor que puede afectar a los enlaces microondas debido a que a partir de ciertas distancias, esta empieza a incidir en la altitud o perfil del terreno, pudiendo provocar la perdida de la línea de vista. En nuestro caso particular, la distancia entre las antenas es de

apenas 1.066 Km lo cual permite despreciar los efectos de la curvatura de la tierra.

La formula para calcular la curvatura de la tierra en un punto entre el punto emisor y receptor es la siguiente

$$\text{Curvatura} = \frac{D_1 D_2}{12.75k}$$

Donde  $d_1$  es la distancia entre el emisor y el punto a medir y  $d_2$  es la distancia desde el punto a medir y el receptor. K es el factor de radio terrestre efectivo, el cual puede tomar valores diferentes según varios aspectos, como la zona, el clima, etc.

Analizando la curvatura para el punto medio de nuestro enlace, con valor de K típico (4/3) tendríamos una curvatura o altitud sobre el perfil de 1.6 cm. Esto hace despreciable la curvatura en nuestro caso, por eso no será considerada.

- **Altitud:** Este valor define el perfil de la ruta, está dado por la altura de los obstáculos a lo largo de la trayectoria de la onda.

- **Perfil:** El perfil está dado por la suma de altitud en cada punto de la trayectoria más el radio de curvatura, que como no será considerada, hace que la altitud corresponda al perfil en un punto dado.
- **Hx:** Línea de Vista, la altura a la que pasa la línea de vista está descrita por la siguiente fórmula.

$$H_x = \frac{D_1 h_R + D_2 h_T}{D}$$

- **Ex: Despejamiento.** Este valor corresponde a la suma de la línea de vista y la curvatura terrestre. En este caso, dado que se desprecia la curvatura de la tierra, el despejamiento es igual a la altitud del perfil en ese punto.
- **Radio de Fresnel:** Este valor indica el radio al cual se tiene la primera zona de Fresnel para verificar despeje y que no haya interferencia.

El radio de Fresnel se calcula de la siguiente manera:

Donde:

$$F = \sqrt{\frac{N\lambda D_1 D_2}{D}}$$

**N:** es la zona de fresnel a calcular, en este caso N=1

**$\lambda$ :** es la longitud de onda, que es obtenida de la división de la velocidad de la luz para la frecuencia utilizada

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Como  $c = 3 \times 10^8$  y  $f = 2.45 \times 10^9$ , eso nos da un 0.122. multiplicado por N, Nos queda ese factor igual a 0.122.

**Hx+ y Hx- :** Estos valores nos devuelven los valores máximos y mínimos que cubren, cierran o definen el la primera zona de Fresnel.

- *Hx+* es igual a la línea de vista mas el radio de Fresnel
- *Hx-* es igual a la línea de vista menos el radio de Fresnel

Esto define la zona de fresnel para nuestro enlace.

En cuanto al enlace para verificar si funciona o no de manera teórica hacemos los respectivos cálculos.

- **Cálculos de Radio Enlace**

Para saber si el enlace funciona se debe tomar los datos de los equipos y de las antenas a utilizarse.

Los datos que se necesitan para los cálculos de radio enlace de los equipos que se adquirieron se encuentran especificados en la tabla VII que se encuentra continuación.

<b>Datos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Energía Irradiada de la Antena	20	dBm
Perdida Pig Tale (por metro)	2	dB
Ganancia Antena Tx	24	dBi
Ganancia Antena Rx	24	dBi
Sensitividad Receptor	-66	dBm
Distancia	1.066	Km
Frecuencia	2450	MHz

**Tabla VII.** *Cálculos de radioenlace*

**Fuente:** Autores del proyecto



Para realizar los cálculos nos valimos de una hoja de Excel para el uso sencillo en la aplicación de las fórmulas. Para dar una explicación de manera simple se afirma que el enlace funcionará si después de sumar todas las pérdidas y potencia irradiada se obtiene un valor mayor que 0.

A continuación los cálculos:

<b>Cálculos</b>	<b>Cantidad</b>
Perdida en Espacio Libre	100.9385
Perdida Pig Tail 15 cm	0.135

**Tabla VIII.** *Pérdidas de la potencia en espacio libre y rabo de chanco*

**Fuente:** Autores del proyecto

Para llegar a estos valores se tomó la fórmula de Pérdida de espacio libre

$$32.6 + 20 \log (F[\text{MHz}]) + 20 \log (D[\text{Km}])$$

Para calcular las pérdidas por el cable pig tail, nos valimos del software en la siguiente dirección:

<http://www.fi.uba.ar/materias/6637/calculoweb.html>

Transmisor	Energía output del transmisor :	<input type="text"/>	dBm
	Pérdida de cable (valor negativo) :	<input type="text"/>	dB
	Ganancia de antena :	<input type="text"/>	dBi
Propagación	Pérdida de espacio libre (valor negativo) :	<input type="text"/>	dB
Recepción	Ganancia de antena :	<input type="text"/>	dBi
	Pérdida de cable (valor negativo) :	<input type="text"/>	dB
	Sensibilidad del receptor (generalmente valor negativo) :	<input type="text"/>	dBm
Total	Margen restante: <input type="button" value="Compute"/>	<input type="text"/>	dB
Comentarios	<input type="text"/>		
Límite legal	<input type="text"/>		

**Figura 3.6** Imagen de la página para los cálculos de enlace

**Fuente:** [www.fi.uba.ar](http://www.fi.uba.ar)

Para saber el resultado final de nuestro enlace, se tomó las siguientes consideraciones de Potencia, en la transmisión, Propagación y Recepción:

- **Transmisión [dBm]:** energía de transmisor [dBm] -pérdida de cable [dB]+ ganancia de antena [dBi].
- **Propagación [dB]:** pérdida de Espacio Libre [dB].

- **Receptor [dBm]:** ganancia de antena[dBi]- pérdida de cable [dB]- sensibilidad de receptor [dBm]

La condición de funcionamiento del link es que el total: Total Transmisor + Total Propagación + Total Receptor debe sea mayor que 0. El resto da el margen del sistema.

Transmisión	43.865
Propagación	-100.938
Recepción	89.865
<b>Potencia Total</b>	<b>32.79153</b>

**Tabla IX.** *Potencia total transmitida*

**Fuente:** Autores del proyecto

Tenemos que la potencia total es mayor que cero, por lo tanto nuestro enlace funciona.

### **3.1.2.3. Interferencia**

Todos los productos electrónicos del mercado deben cumplir con unas normativas rigurosas sobre radiación electromagnética. Los organismos de estandarización nacionales, europeos e internacionales

establecen las normativas con detalle para asegurar que las tecnologías inalámbricas no tengan consecuencias negativas sobre los diversos sistemas que utilizan tecnología de radiofrecuencia.

Los productos WLAN que utilizan un intervalo de frecuencia de 2,4 - 2,483 GHz se reserva para aplicaciones y productos de RF. Este intervalo operativo de frecuencia garantiza que no se produzcan conflictos con otros dispositivos de RF muy difundidos. Por ejemplo, no se producen interferencias de RF con sistemas de telefonía inalámbrica. Tampoco hay problemas con las aplicaciones de control remoto que utilizan la tecnología de frecuencia de 433 MHz.

Los productos de red inalámbrica son seguros no sólo respecto a otros productos electrónicos y de red, sino, lo que es más importante, respecto a las personas. Los productos de redes inalámbricas, estandarizados como IEEE 802.11, se han diseñado para usarse en oficinas y otros lugares de trabajo. Por lo tanto, emiten un grado reducido de energía, lo cual es inofensivo.

Debido a que las redes inalámbricas operan en un espectro de frecuencias utilizado por otras tecnologías, pueden existir interferencias que pueden afectar negativamente al rendimiento

Las tecnologías que pueden producir interferencias son las siguientes:

- Bluetooth
- Hornos
- Microondas
- Otras redes WLAN

El ruido a menudo es modelado como un Ruido Gaussiano Blanco aditivo(AWGN), donde el término aditivo se refiere al hecho de que el ruido se suma a la señal(y no es multiplicativo para la señal, por ejemplo) el término blanco se refiere al hecho de que la densidad espectral de potencia del el ruido es plana; el termino Gaussiano se refiere al hecho de que en un canal AWGN, cuando transmitimos la diferencia entre la amplitud de la señal transmitida  $s$  y la amplitud de la señal recibida  $y$ ,  $(y-s)$  (lo cual se conoce como ruido aditivo) es una variable aleatoria con distribución gaussiana. El canal AWGN no tiene memoria.

#### **3.1.2.4. Relación de señal a ruido (SNR)**

La señal de la potencia es medida en Watts (W) o comúnmente en miliwatts (mW) La potencia de una señal representada en dBm se

obtiene de  $10\log_{10} P$  donde  $P$  esta en W. dB es usada para cantidades adimensionales, como las perdidas por trayectoria.

El ruido y la interferencia se miden en forma similar. SNR es el cociente de la potencia de la señal (recibida) para la suma de las potencias de las interferencias y ruidos. Note que la potencia transmitida y la potencia recibida son diferentes para una misma señal.

Cuando una información es transmitida, no solo pasa la información, sino que va acompañada de una interferencia provocada por diversos factores como son las distintas fuentes que se transmiten al mismo tiempo. Estas interferencias las conocemos como Ruido que es modelado como Ruido Gaussiano Blanco aditivo (AWGN).

El ruido y la interferencia se miden en forma similar. SNR es el cociente de la potencia de la señal (recibida) para la suma de las potencias de las interferencias y ruidos.

Para las formulas que vamos a utilizar más adelante tenemos  $P_t$  y  $P_r$  los niveles de potencia de la señal en el transmisor y receptor respectivamente. Sea  $d$  la distancia entre el transmisor y el receptor.

Y sean  $G_t$  y  $G_r$  la ganancia de las antenas para el transmisor y el receptor respectivamente.

### **3.1.2.5. Modelos de propagación**

Con el advenimiento en años anteriores de PCs existe un gran interés en caracterizar la propagación dentro de las construcciones.

Los diseños de los sistemas WLAN cada día tienen mejores tasas de transmisión de datos que usan métodos de modulación más complejos, los mismos que hacen a los sistemas más sensibles a la interferencia, particularmente a la interferencia causada por la propagación por lo tanto se requiere una selección apropiada de un modelo que se ajuste a las necesidades del medio con el que trabajamos para obtener mejores resultados.

La propagación en interiores considera los fenómenos de reflexión, dispersión y difracción pero bajo condiciones mucho más variables.

### 3.1.2.5.1. El modelo de propagación en el espacio libre

Será uno de los modelos que se analizará en nuestro proyecto, dado que, este predice la potencia de La señal cuando hay línea de vista entre el transmisor y el receptor, y no existe ninguna otra fuente de atenuación entre los dos extremos. Por lo tanto el modelo en espacio libre predice que:

$$P_r \propto \frac{P_t G_t G_r}{d^2}$$

Destaquemos que el exponente de  $d$  es 2. Esto a veces se conoce como el “coeficiente de pérdida por trayectoria”. Si incluimos la constante de proporcionalidad  $K$  tenemos:

$$P_r = K \frac{P_t G_t G_r}{d^2}$$

La pérdida por trayectoria implica una atenuación en la señal, En notación de decibeles la pérdida por trayectoria  $P_L$  se obtiene de la siguiente forma:

$$PL[dB] = P_t[dBm] - P_r[dBm] = 10 \log \frac{P_t}{P_r}$$



Por lo tanto:

$$P_r [dBm] = P_t [dBm] - PL [dB]$$

Y

$$PL [dB] = 20 \log d - 10 \log (K G_t G_r)$$

Podemos notar que el modelo de pérdidas por trayectoria presentado no es válido para valores pequeños de  $d$ ; note además que el canal no amplifica la señal. Entonces, tenemos  $P_r \leq P_t$ .

Como  $P_r$  es una función de  $d$ , podemos concluir que, para alguna distancia  $d_0$  y siendo  $d \geq d_0$ :

$$P_r (d) = P_r (d_0) \frac{d_0^2}{d^2}$$

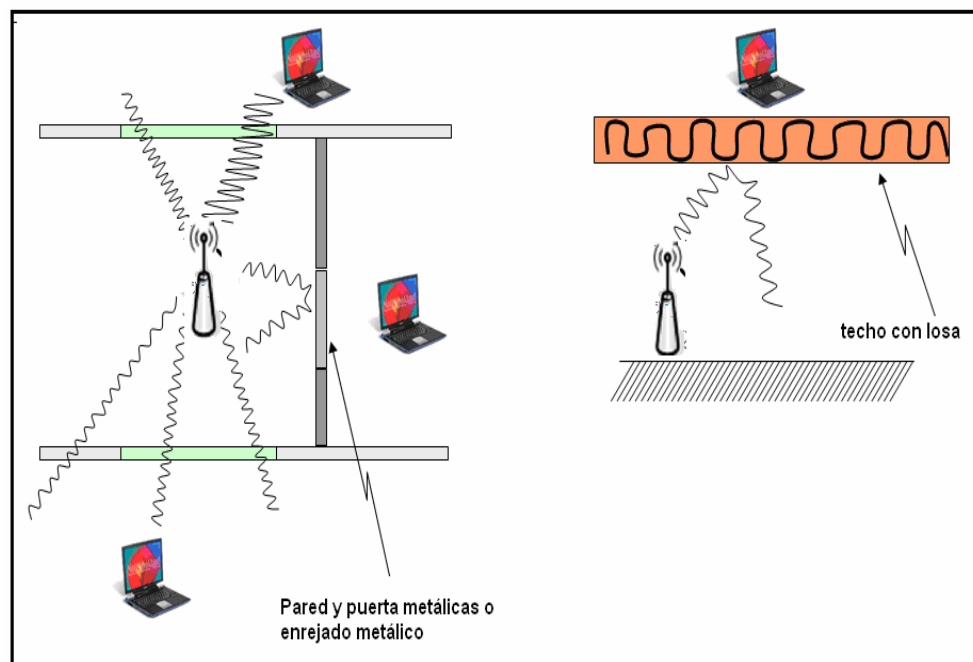
En notación de decibeles:

$$P_r (d) [dBm] = P_r (d_0) [dBm] - 20 \log \frac{d}{d_0}$$

### 3.1.2.5.2. Pérdidas de partición entre pisos.

Las pérdidas entre pisos son determinadas por las dimensiones externas y los materiales del edificio, como también el tipo de construcción usado para crear los pisos y los alrededores.

Las pérdidas entre pisos de un edificio están determinadas tanto por la arquitectura como por los materiales de construcción como también por factores externos a la construcción.



**Figura 3.7** Ilustración de obstrucción por partición de pisos

**Fuente:** Autores del proyecto

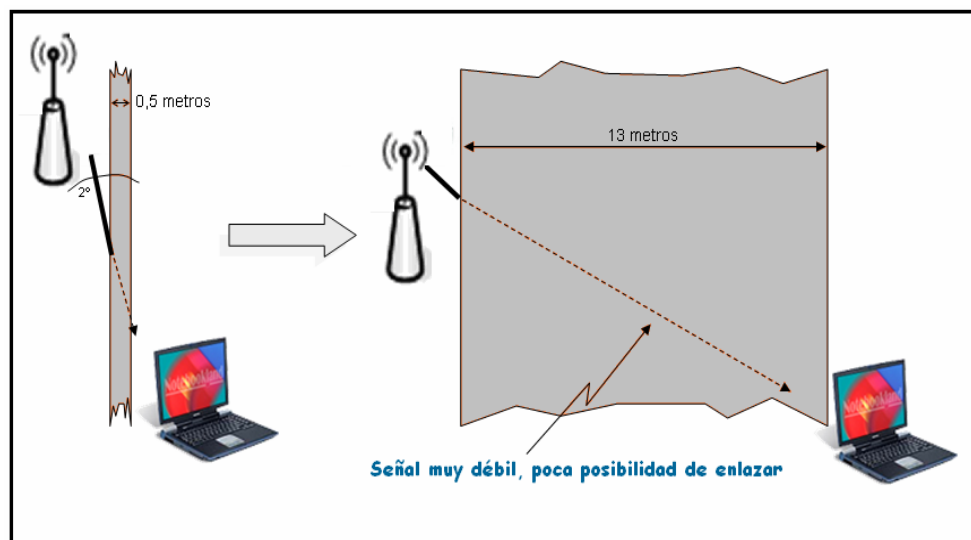
### 3.1.2.5.3. Modelo de propagación de Keenan-Motley.

El modelo Keenan-Motley puede usarse para simular la propagación en interiores si la información sobre la geometría del área es imprecisa o cambiante sobre el ambiente considerado. Se basa en la asunción que una pared obstruye la comunicación de la línea de vista con un probabilidad  $\alpha$ , la cual depende de la densidad de paredes por unidad del área. Durante este evento, la señal recibida se atenuará por un factor  $W$ , la pérdida por penetración causada al atravesar la pared. La pérdida por trayectoria resultante  $L$  [en dB] puede formularse como:

$$L = 20 \cdot \log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) + \alpha \cdot d \cdot W$$

Donde  $d$  es la distancia entre el transmisor y el receptor y  $\lambda$  la longitud de onda. El problema con este modelo es obtener las estimaciones suficientemente exactas para  $\alpha$  y  $W$ . Sin embargo nuestro propósito es reducir la complejidad computacional de la simulación reemplazando trazado de rayos con el modelo Keenan-Motley para estimar la interferencia entre los terminales móviles. Por consiguiente podemos usar los resultados del trazado con rayos para encontrar los parámetros convenientes, debido a que la propagación

entre los dos terminales no es fundamentalmente diferente para un enlace inalámbrico entre un Terminal y un PA.



**Figura 3.8** Ilustración de obstrucción paredes en interiores

**Fuente:** Autores del proyecto

### 3.1.3. Equipos a utilizarse

#### 3.1.3.1. Descripción de los Equipos

Los equipos con los que se trabajan en este proyecto son los mostrados en la tabla X. En esta sección se hará una pequeña descripción de cada uno de ellos y las razones por las que se trabaja con ellos.

<b>EQUIPOS</b>	<b>MODELO</b>
Access Points (PAs)	DWL2100AP
Asterisk	TDM11B
Antena	ANT24-2100
Rabo de Chancho	-
PC con S.O. Linux	Extratech
PCs con S.O. Win	Extratech
Telef. Convenc	Panasonic

**Tabla X.** Modelos de equipos a utilizar

**Fuente:** Autores del proyecto

- **Access Point**



**Figura 3.9** Punto de acceso de marca Dlink

**Fuente:** Dlink Sudamérica

El punto de acceso que se decidió usar es de marca Dlink, dado que es una marca considerada de buena calidad y barata, es sencillo de configurar en un ambiente web, y su costo no es alto en comparación con otros PAs de diferentes marcas en Cartimex, distribuidor de equipos de computación y telecomunicaciones.

- **PC con sistema Operativo Linux**

La necesidad de un computador con Sistema Operativo Linux, es porque la tarjeta con la que se trabaja está basada en código libre, por lo tanto se maneja mediante LINUX. Esta debe ser instalada en ésta máquina para su correcto funcionamiento, la misma que estará destinada solo para funcionar como PBX.

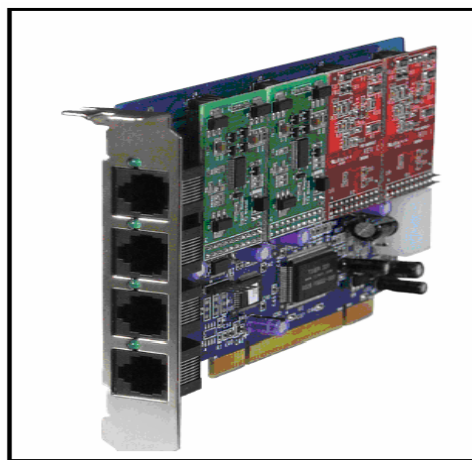
Para esta PC se necesitaron dispositivos básicos para su ensamblaje, pues su funcionamiento requiere de componentes adicionales que fueron comprados en Cartimex, como son: mainboard con tarjeta de red y video integrada, tarjeta de sonido, fuente de poder de 250 W, procesador PENTIUM III, memoria de 512 Mb y case.

- **PCs con sistema Operativo Windows**

En la actualidad, todos utilizamos Windows como sistema operativo por defecto, esto provoca que sea necesario adecuar

nuestro proyecto al mismo. Por esta razón el resto de las computadoras con las que se utilizan son basadas en Windows y son las que están destinadas para el uso diario de la oficina.

- **Asterisk TDM11B**



**Figura 3.10** Tarjeta *ASTERISK TDM11B*

**Fuente:** Autores del proyecto

Asterisk es una tarjeta que usa código abierto. Ofrece un modelo estratégico, muy rentable para transportar voz y datos sobre arquitecturas TDM, conmutadas, IP, y Ethernet.

El hardware de Digium soporta protocolos de voz tradicional, incluso PRI, RBS, FXS, FXO. Para paquetes de voz, Asterisk soporta

los protocolos de VoIP IAX (Intercambio entre Asterisk), SIP, MGCP, Skinny, y H.323.

Aplicaciones de la tarjeta <b>TDM11B</b>	Para aplicaciones SOHO. Wireless Pto a Pto en servidores Incluir teléfonos analógicos de los PBX existentes.
Servicios y Características	Equivalentes a un PBX. Slot PCI. Conector RJ11C.
Condiciones Ambientales	Rango de operación de 0° a 50°C. Humedad: 10% al 90% no condensado.
Estándar de Configuración	TDM11B: 1 puerto FXS y 1 FXO
Requerimientos de Hardware y Software	500 Mhz; Pentium IV 256 Mb de RAM Disponible Slot PCI

**Tabla XI.** Descripción de la tarjeta Asterisk

**Fuente:** [www.digium.com](http://www.digium.com)



- **Rabo de chancho**

Este consiste en un cable que es el encargado de unir la antena con el AP, es un cable corto para reducir la pérdida de cable al mínimo.



**Figura 3.11** *Rabo de chancho para el proyecto*

**Fuente:** Autores del proyecto

- **Antena ANT24-2100**



**Figura 3.12** *Antena para el proyecto*

**Fuente:** Autores del proyecto

Para describir de manera resumida las características de las antenas escogidas para el proyecto se las van a resaltar en la tabla XII, en la cual se destacarán los puntos de mayor importancia con respecto a las antenas.

Modelo	ANT24-2100
Dirección de Señal	Direccional
Rango de Aplicación	Outdoor
Ganancia (Sin pérdida de cable)	24dBi
Rango aproximado a 1 Mbps	1 Km.
Rango Aproximado a 11 Mbps	300 m.
Conector de la antena	N-jack
Protector para outdoor	Incluido
Longitud de Extensión de cable por defecto	3 m.
Configuración por defecto de montaje	Polo
Peso del paquete de la antena (Kg.)	4 Kg.
Energía Irradiada	20 dBm
Accesorios Adicionales	Muy baja pérdida en cable de las series ANT24-CB

**Tabla XII.** *Descripción de la antena***Fuente:** Manual de antena

- **Softphones**

El uso de ellos es una de las formas de probar el servicio de las llamadas por medio de la red de Internet, mejor conocido como Voz sobre IP. Estos, básicamente son teléfonos virtuales que se utilizan como los convencionales por medio de la computadora. En este caso usamos el “X-lite”. Este es un software que fue bajado de Internet de la dirección [www.xlite.com](http://www.xlite.com), es gratuito usarlo, y su uso es sencillo; por esta razón se lo escogió para trabajarlo.



**Figura 3.13** *Teléfono virtual X-Lite*

**Fuente:** [www.xlite.com](http://www.xlite.com)

- **Teléfonos convencionales**

La ventaja de usar VoIP es que no solo se pueden usar los teléfonos virtuales en un computador, sino el ancho de banda de Internet para comunicarse por medio de los teléfonos convencionales.



**Figura 3.14** *Teléfonos convencionales*

**Fuente:** Personal de AstBro

#### **3.1.4. Aplicaciones**

Cada día encontramos importantes avances en tecnología wireless entre ellos tenemos a la seguridad y la calidad de servicio que son elementos claves para la implantación de servicios como la voz sobre IP en redes wireless (VoWLAN), etc.

Para en este proyecto se manejo algunas aplicaciones que nos ayudan a comprobar el funcionamiento del mismo y verificar que éste se encuentre en un rango aceptable de trabajo.

Entre éstas se encuentran al Cyber Gauge, NetStumbler, éstos fueron obtenidos desde páginas de Internet de forma gratuita y la dirección URL de la que se consiguió cada una de ellas está especificada en el capítulo 1 en las tablas I y II.

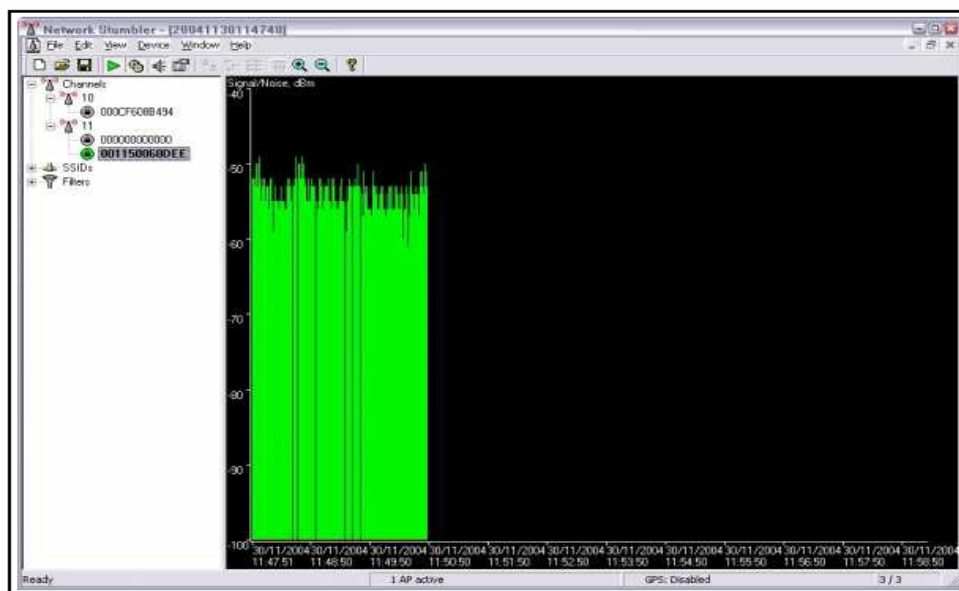
A continuación se tiene una breve referencia acerca de cada una de éstas aplicaciones y su uso en el proyecto.

#### **3.1.4.1 NETSTUMBLER**

NetStumbler es una sencilla herramienta que te permite detectar redes de área local sin cables (Wireless Local Area Network, WLAN), usando 802.11b, 802.11a y 802.11g.

Con él se puede comprobar la calidad de tu conexión, los lugares donde falla la cobertura de tu WLAN, detectar las interferencias que pueden causar otras redes u otros aparatos inalámbricos, detectar y bloquear intentos de acceso no autorizados a

tu conexión, ayuda para redireccionar tu antena para conexiones más largas, etc.



**Figura 3.15** Captura de potencia irradiada por AP

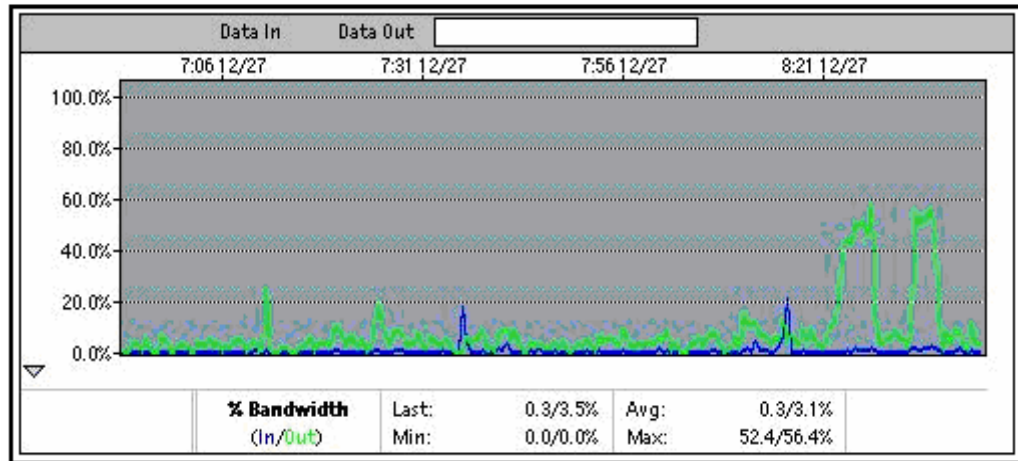
**Fuente:** Autores del Proyecto

También se puede usar para hacer WarDriving, pero eso puede ser ilegal, así que solo se debe usar para la administración de las redes. Para entender mejor esta aplicación, se encontrará la configuración en el capítulo 4.

### 3.1.4.2 CYBERGAUGE

El Cyber Gauge es para hacer monitoreo de dispositivos y de utilización de ancho de banda de una manera sencilla. Automáticamente se crean gráficos del monitoreo diariamente,

semanalmente o mensualmente, y mensualmente la calidad de servicio, utilización y un reporte promedio de acuerdo a lo requerido.



**Figura 3.16** Monitoreo de tráfico en una PC

**Fuente:** Autores del Proyecto

CyberGauge trabaja con cualquier dispositivo habilitado SNMP, incluyendo routers, gateways, NAS, servidores, impresoras y más.

Recibe alertas para ambos dispositivos no sensitivos y para la interfase de tráfico. Toda la información recogida puede ser fácilmente vista, impresa, exportada o guardada por largo tiempo para su posterior análisis.

CyberGauge está disponible en configuraciones para monitores de 5, 10, 20 y 50 dispositivos y todas las interfaces para cada uno de ellos en caso de ser requeridos.

### **3.1.4.3 Voz**

La voz viaja a través de Internet en forma de paquete de información, por lo tanto no se puede saber que es un paquete de voz a menos que sea abierto, esto genera un problema legal, de privacidad de las comunicaciones. El problema viene dado por la enorme cantidad de dispositivos móviles existentes, ya que si se quiere conectarse con ellos mediante VoIP, no se puede hacer directamente, se necesita que la operadora ' traduzca ' el paquete de voz de Internet a una señal de telefonía móvil.

Con la interfase apropiada, una solución VOIP (voz sobre IP) se conectará directamente al equipo de teléfono ó fax, permitiendo a los negocios de todos tamaños agregar fácilmente voz sobre IP. La primera de las interfases es llamada FXS (estación de intercambio remota o "foreign exchange station"), la cual se conecta directamente a teléfonos ó faxes. La interfase FXO (oficina de intercambio remota o "foreign exchange office") se conecta a un PBX y proporciona accesos externos.



En cualquier caso, se debe tener en cuenta algo: transportar la voz en un paquete a través de la red es interesante, pero no es realmente importante, sino que lo importante es aportar un valor añadido a esta comunicación de voz. Por ejemplo, establecer una conversación entre varias personas, que a su vez pueden usar las mismas herramientas simultáneamente para trabajar.

#### **3.1.4.4 Calidad de servicio**

En todo el proceso de la comunicación intervienen diversos factores que nos determinarían la calidad del servicio ofrecido.

En el caso que nos ocupa, existen principalmente dos elementos que nos determinan esta calidad, el algoritmo de compresión utilizado y el retraso en la propagación de la señal.

La comunicación sobre la propia red de datos, nos obliga a compartir ancho de banda con todo el conjunto de aplicaciones que se ejecutan en nuestra red. Por ello es necesario disminuir en lo posible la saturación de la red y de esta forma asegurarnos de no producir un colapso de todas nuestras comunicaciones.

Para ello se utilizan algoritmos de compresión, que, sin disminuir la calidad del sonido notablemente, si reduzcan drásticamente el ancho de banda utilizado.

Con los actuales algoritmos de compresión de predicción lineal, podemos alcanzar niveles de calidad de siete u ocho sobre diez y rebajar el ancho de banda necesario a 5,3 Kbits por segundo.

En cuanto a la propagación, en todo el sistema se acumulan diversos retrasos producidos por diversos motivos.

Primero interviene la necesidad de comprimir paquetes de un tamaño concreto. Realmente se produce un retraso por acumulación de la señal. En este orden hablamos de retrasos del orden de 30 ms.

Posteriormente se producen retrasos en el tratamiento de la señal, aunque estos no deben sobrepasar el propio retraso de acumulación.

Por último nos encontramos con el retraso propio de la red. aquí interviene la propagación propia de la red, routers, etc.

Como norma general el retraso total introducido en una comunicación puede oscilar sobre los 200 ms. Siendo una medida dependiente de la red y bastante oscilante.

#### **3.1.4.5 Datos**

Los datos se transportarán de una locación a otra por medio de una red wireless que implantará comunicación entre ellos por medio de reglas y procedimientos que para la comunicación entre nodos que disponen de acceso a la red.

El propósito de este proyecto es la interconexión de diferentes redes locales para compartir información entre distintas localidades. Puesto que las redes locales no tienen por qué disponer de la misma tecnología, no se habla sobre los niveles inferiores del modelo, solo de los protocolos que se utilizan para su comunicación.

### **3.2. Introducción a ASTERISK, un software basado en Linux**

Esta tarjeta es de código abierto, es decir que es open source y todos podemos acceder a él de manera libre, gracias a que ha sido hecho bajo GNU GPL y comercialmente está disponible por Linux Support Service, Inc, para aplicaciones en que GPL es inapropiada.

Al contrario de muchos “soft switches”, Asterisk puede usar ambos TDM tradicionales que son tecnología y protocolos de paquetes de voz (Voz sobre IP y voz sobre frame relay).

Los Switches en las interfases TDM proporcionan menor retraso en la calidad de llamada TDM, mientras retiene la interoperabilidad con los protocolos de paquetes VoIP.

Actúa con todas las características de un PBX, soportando virtualmente todas las particularidades de las llamadas convencionales y todos los rasgos en las interfases de la estación, tales como Puerta de enlace de VoIP.

Los proyectos de código abierto como Linux y Asterisk presentan nuevas oportunidades para la integración de la telefonía por computadora en un PBX. Un ejemplo claro de esto es el ICR y el IVR, estas y otras aplicaciones han sido dominados por mucho tiempo por Hardware propietario y vendedores de la solución.

Un gran potencial de innovación es trabajar con herramientas y bases de datos de código abierto corriendo sobre servidores de Linux.

### **3.2.1. Arquitectura del sistema**

Los sistemas de voz tradicionales usan arquitecturas propietarias, en los que resulta muy costoso agregar equipos a una red o hasta imposible en algunas ocasiones. Pero esto no ocurre con soluciones Asterisk. Estas alternativas dan al artículo, expectativas de hardware más amplias y opciones de software más grandes para campos de organizaciones profesionales.

La telefonía IP puede soportar docenas de locaciones geográficas con aplicaciones aprovisionadas a través de una organización entera y sin replicas en el costo del hardware.

La transición para cambiar un circuito PBX a un sistema basado en servidor es posible porque ahora tiene componentes modulares más rápidos. La telefonía integrada en la computadora, significa que al igual que la red y los servidores pueden procesar datos y voz; la naturaleza del plan modular del Asterisk permite un alcance extenso como por ejemplo pueden configurarse el disco de marcado en las extensiones para dirigir el tráfico de cualquier punto final digital o analógico, incluyendo teléfonos.

El hardware de la tarjeta de DIGIUM provee acceso a los

teléfonos de la compañía y a los puntos finales analógicos tales como los tradicionales teléfonos y dispositivos de red.

### **3.2.2. Descripción del hardware a utilizar**

El funcionamiento de este sistema es posible porque sus componentes son modulares y rápidos. La integración de la telefonía con la computadora significa que la misma red y los servidores pueden procesar tanto voz como datos simultáneamente y el natural diseño modular del Asterisk permite una extensiva personalización. Por ejemplo, las extensiones pueden ser configuradas para enrutar el tráfico a cualquier punto final digital o analógico, incluyendo los teléfonos.

El Hardware de la tarjeta DIGIUM provee acceso a la compañía de teléfono y a los puntos finales analógicos, tales como los teléfonos tradicionales y la interconexión de dispositivos como son las máquinas de Fax e impresoras. Para proteger a los clientes inversionistas y permitir una migración incremental, DIGIUM ofrece una tarjeta de interfase que acepta teléfonos tanto analógicos y digitales.

Ésta tarjeta tolera protocolos tanto de VoIP como el tradicional

TDM, permitiendo la construcción de flexibles puertas de enlace entre diferentes tipos de canales. Usando esta tarjeta no solo es sencillo crear variedades comunes de protocolos convertidores entre T1, E1, PRI, SIP, MGCP, FXS, etc. Esto ayuda a crear puertas de enlace más sofisticados y con enlaces redundantes. Por ejemplo puede ser creado una puerta de enlace de MGCP a SIP con un respaldo PRI, en el caso de que las troncales SIP no estén disponibles.

### **3.3. Evaluación económica**

La progresiva implantación de nuevas tecnologías de telecomunicaciones en el mundo empresarial trae consigo una doble implicación; en primer lugar, una mayor presión para que las compañías incorporen nuevos sistemas, con el fin de mejorar su competitividad, por otra parte, son cada vez más tenues las diferencias entre la transmisión de voz y datos, fax y archivos electrónicos, lo que obliga a adoptar una solución global e integrada en comunicaciones, que permita la convergencia entre estos tipos de comunicación.

Como resultado de lo anterior, en toda empresa es imprescindible disponer de una estructura de comunicaciones correctamente diseñada, pues ésta mejorará la eficiencia en el trabajo, debido a que hace mucho más fluidas las comunicaciones

tanto internas como externas, con la correspondiente disminución en costos.

### 3.3.1. Análisis de costos de los equipos a adquirir

Los equipos que se necesitan para la implementación de este proyecto fueron adquiridos en Cartimex, que ofrece a mejor precio comparado con Compumarket, y XPc y se optó por la marca D-link porque esta posee un menor costo y es más conocida que las otras ofrecidas y la tarjeta de VoIP fue pedida a distribuidores de EEUU.

A continuación se pueden mostrar los precios de estos productos en la tabla XIII.

<b>EQUIPOS</b>	<b>MODELO</b>	<b>CANT</b>	<b>P UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
(APs)	DWL2100AP	02	90.00	180.00
Asterisk	TDM11B	01	225.37	225.37
Antena	ANT24-2100	02	140.00	280.00
Rabo de Chancho	-	02	15.00	30.00
PC con Linux	Extratech	01	300.00	300.00
Softphones	PCPhone	02	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$860.37</b>



**Tabla XIII.** Descripción de costos de equipos a adquirir**Fuente:** Autores del proyecto**3.3.2. Análisis de costos de implementación**

Para la implementación del proyecto se requiere de los elementos que fueron comprados en lugares especializados en vender materiales para construcción y de estructuras metálicas. El costo de trabajo de nuestro grupo varía de acuerdo a la complejidad del proyecto a realizar, dependiendo de los servicios, configuraciones, programaciones y adecuaciones que la empresa requiere para ofrecer mayor competitividad. En el caso de este proyecto es una configuración básica.

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
Equipos	20 m	0.50	995.37
Cable de Red	20 m	0.40	8.00
Canaletas 2m	8 unid.	5.00	40.00
Conectores RJ45	6 unid.	0.50	3.00
Cable para Ext.	20 m	0.50	10.00
Transportación	-	-	25.00
Mástiles	2 unid.	7.50	15.00
Serv. Profesionales	-	300	300.00

Superv. Técnica	-	60	120.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$2296.37</b>

**Tabla XIV.** Descripción de costos de implementación

**Fuente:** Autores del proyecto

### 3.4. Evaluación legal

#### 3.4.1. Marco Regulatorio

Actualmente el Ecuador es un país que no cuenta de manera clara con normativas que regulen el uso de redes inalámbricas.

Las bandas de frecuencias de los servicios asignados a aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas (ICM) se encuentran entre 2403-2500 MHz y 5725-5875 MHz. y son de uso libre, son frecuencias autorizadas pero no reguladas para América y esto acarrea problemas de interferencia, como ocurre con el teléfono inalámbrico.

Otro factor que se puede agregar, es que nadie cubre los costos, porque es muy fácil acudir a una compañía "X" y comprar tecnología Wi-Fi y de, esta manera tener acceso al servicio sin pagar señal.

Por esta razón existe un vacío en cuestiones legales. El gobierno debe hacer su parte en la regulación del espectro, pues de ésta depende el desarrollo, comercialización y aceptación de las nuevas tecnologías. Algunos coinciden en que debe ser libre para que haya competitividad entre los proveedores, mientras que otros prefieren sea concesionada para garantizar la no interferencia.

Una red inalámbrica Wi-Fi utiliza el dominio público radioeléctrico en su modalidad de uso común y, en atención a tal uso, no requiere de ningún título habilitante con respecto, exclusivamente al uso del citado dominio público radioeléctrico. Sin embargo, es preciso señalar que el uso común es un uso regulado, y como tal, la utilización de frecuencias y el despliegue de estas redes debe hacerse conforme a las notas técnicas que se especifiquen del CNAF.

El Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencia (CNAF) recoge las atribuciones, en el ámbito nacional, de las diferentes bandas de frecuencias a los distintos servicios de radiocomunicaciones. En el se reflejan los resultados de las Conferencias mundiales de Radiocomunicaciones, las decisiones y recomendaciones adoptadas por el país, así como aquellas otras formas de gestión del espectro

radioeléctrico a nivel nacional, se elabora con una periodicidad aproximada de dos años y se aprueba por Orden Ministerial.

El uso común puede plantear ciertas limitaciones a la hora de ofrecer un servicio con unos determinados niveles de calidad. Este concepto, el de calidad de servicio, deberá tenerse en cuenta en todo momento si se quieren obtener todos los beneficios que la tecnología Wi-Fi ofrece. Para lograr esa calidad de servicio es preciso llevar a cabo un despliegue ordenado de estos sistemas de telecomunicación.

Para el caso de nuestro proyecto, la banda a utilizar es la de 2,4 GHz, pues la ventaja de usar esta banda es que su uso es libre y los costos de los equipos que trabajan en la misma son reducidos en comparación con los costos de los equipos que trabajan en el rango de 5GHz.

El uso de puertos FXS y FXO que se utilizarán para el servicio de voz sobre IP no representan inconvenientes en la parte legal, pues su uso es de carácter privado y no público. Por tanto para este servicio se trabajará sin problemas en el proyecto debido a que no hay una especificación en las leyes de telecomunicaciones que rigen en el

Ecuador que afecte el uso que se le está dando en esta implementación.

En cuanto a las aplicaciones utilizadas en el proyecto no generan problemas en el aspecto legal, debido a que su uso es libre y no se debe pagar ningún costo por su uso. Solo en el caso de que la empresa requiera un uso de los mismos con mayores ventajas y de manera personalizada a las dadas por las aplicaciones bajadas de Internet, el usuario debe pagar un costo por su personalización.

De manera resumida, cuando se utiliza esta tecnología para dar un servicio público de acceso a otras redes de telecomunicaciones (Internet, telefonía,..), hay que ajustarse a lo que establece la nueva Ley General de Telecomunicaciones 32/2003, de 3 de 6 noviembre de 2003, y sus correspondientes reglamentos. Es decir, **si bien el medio es libre, su uso está regulado.**

#### **3.4.1.1. Plan nacional de atribución de frecuencias**

El Plan Nacional de Atribución de Frecuencias es un instrumento regulador cuya finalidad es optimizar y racionalizar el uso del espectro radioeléctrico, para satisfacer oportuna y adecuadamente las necesidades de frecuencias para el desarrollo de los actuales

servicios de radiocomunicaciones y para responder eficientemente a los requerimientos de los nuevos servicios que requieren del uso del espectro radioeléctrico. Todo lo anterior, de conformidad al marco legal y reglamentario vigente y a los acuerdos y convenios internacionales

Además de las disposiciones cubiertas en el presente plan todos los sistemas, equipos o dispositivos que emitan o reciban ondas radioeléctricas y que operen dentro del territorio nacional deberán cumplir con los reglamentos y normas técnicas y resoluciones complementarias que emita CONATEL para cubrir aspectos tales como el arreglo de canales de radio, condiciones técnicas para las emisiones radioeléctricas, etc.

#### **3.4.1.2. Posibles Bandas a Utilizarse**

Parte del espectro radioeléctrico está destinado para emisión de señales de audio y video que se define por dos límites específicos, por su frecuencia central, anchura, de banda asociada y toda indicación equivalente.

Las primeras redes inalámbricas utilizaban frecuencias de radiación electromagnética más bajas, justo por debajo del espectro visible, concretamente la radiación infrarroja. Las redes infrarrojas

tenían una fuerte limitación: se necesitaba una línea libre de visión entre un transceptor infrarrojo y otro. Las redes inalámbricas superan este problema de necesitar una línea de visión directa, al utilizar la frecuencia más alta del espectro electromagnético. Funcionan a 2.4GHz o incluso a mayor frecuencia. Por debajo del espectro de la luz visible. A dicha frecuencia la longitud de onda es tan pequeña que puede atravesar objetos aparentemente sólidos. (La luz no puede atravesar ya que la longitud de su onda no cabe entre los huecos que dejan los átomos de los sólidos).

Las bandas de frecuencia de 2,4GHz y ciertas partes de 5GHz, están reservadas en EEUU y en muchos otros países para uso sin licencia. Hay dos tipos de licencia, las que son propiedad de empresas que utilizan equipamiento en varias frecuencias y las que utilizan esos equipamientos. Estas bandas no requieren licencia de ningún tipo. La banda de 2.4GHz tiene algunos usos con licencia que se solapan con el rango sin licencia, incluyendo los radios de aficionados en la parte baja y ciertas señales remotas de estaciones de televisión y transmisiones comerciales de microondas. Estos usuarios con licencia tienen prioridad, pero el uso de baja potencia de las redes inalámbricas no ha provocado ninguna disputa por el territorio.

La distribución de frecuencias se realizará por zonas geográficas, de tal manera que se minimice la interferencia de canales y canales adyacentes. Las zonas pueden corresponder a: conjunto de cantones de una provincia, provincias completas, integración de una provincia con cantones de otra provincia o unión de provincias.

#### **3.4.1.2.1. Banda 2450 – 2483.5 MHz**

Estas son las Bandas de frecuencias designadas para aplicaciones industriales, científicas, y médicas (ICM).

- 2400 a 2500 MHz (frecuencia central 2450 MHz)

Los servicios de radiocomunicaciones que funcionen en las citadas bandas deberán aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones.

La utilización de estas frecuencias para las aplicaciones indicadas se considera de uso común y sus costos son relativamente bajos debido a su uso masivo por usuarios de diferentes categorías.

Gracias a los bajos costos que sus equipos acarrean y la interferencia aceptable que se obtuvo en los análisis hechos por la



aplicación NetStumbler, es que se decidió trabajar con esta banda en el proyecto.

#### **3.4.1.2.2. Banda 5800 MHz**

Estas son las Bandas de frecuencias designadas para aplicaciones industriales, científicas, y médicas (ICM).

- 5725 a 5875 MHz (frecuencia central 5800 MHz)

Esta banda de 5.8 GHz puede ser una frecuencia de gran utilidad para usarla en una variedad de condiciones donde hay una alta probabilidad de interferencia para la banda de 2.4 GHz o alguna otro equipo RF wireless que esté operando relativamente cerca del transmisor o receptor o entre ellos.

Para escoger la mejor frecuencia y la antena apropiada para aplicaciones que den mejoras a los usuarios y den mayores probabilidades de funcionamiento exitoso, se debe hacer un análisis cuidadoso de factores y tipos de problemas potenciales que pueden afectar la transmisión.

### **3.5. Solución tecnológica**

### **3.5.1. Diseño de la red sugerida WLAN**

Los criterios de diseño se utilizan para trasladar la solución conceptual a un diseño de solución lógico. Esto incluye una observación de las opciones de implementación para escalar a diferentes tamaños y requisitos de organizaciones, extendiendo el diseño básico para proporcionar compatibilidad con otras aplicaciones de seguridad y acceso a la red. Finalmente, los principales criterios de diseño se revisan, comparándolos con las características del diseño propuesto para obtener buenos resultados.

#### **3.5.1.1. Arquitectura y topología**

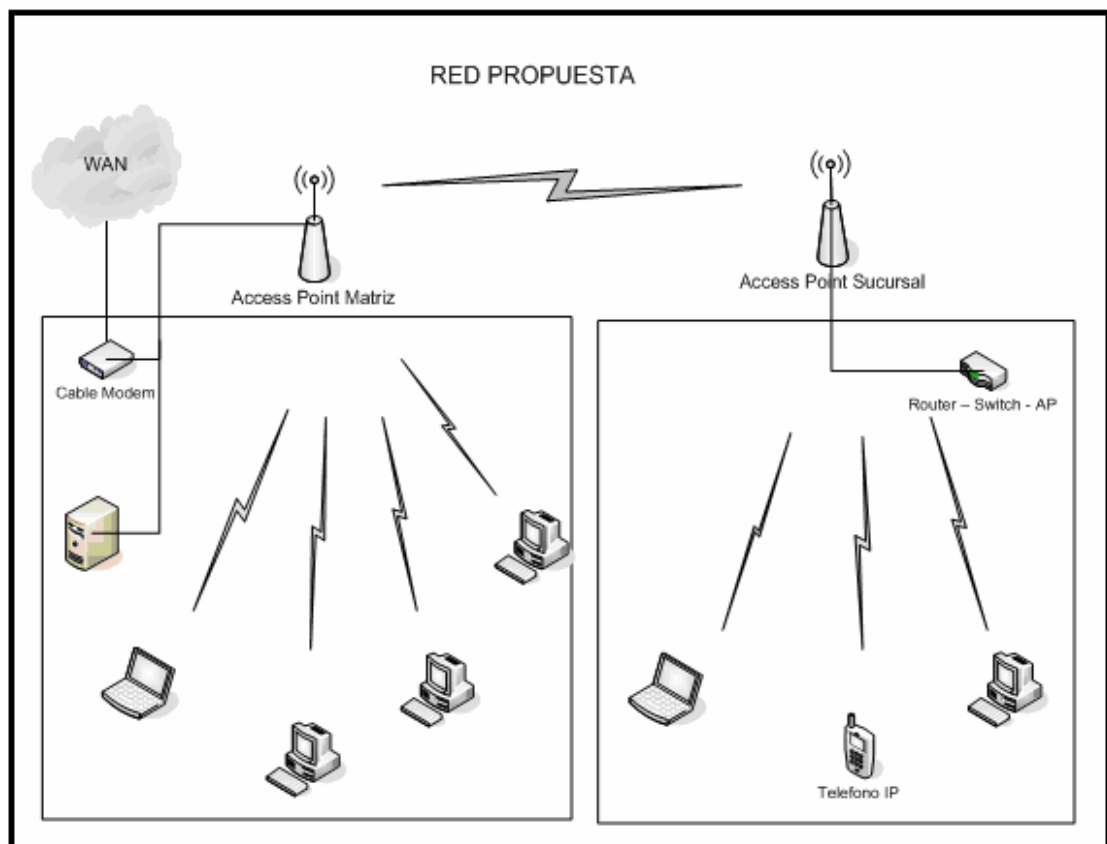
Las configuraciones o arquitecturas de red que pueden generarse con las WLAN, son diversas debido a que los estándares IEEE802.11, son capaces de soportar diferentes configuraciones en función de cómo sean los equipos y requerimientos de cada sistema. Así la complejidad, la capacidad y la exigencia de servicio determinan el tipo de arquitectura a tomar. Las configuraciones típicas son de tres clases:

- Para establecer *redes "ad-hoc"*, redes cerradas donde un grupo de terminales próximos se comunican entre sí sin acceso a redes externas.
- Como redes de *acceso inalámbricas con infraestructura de red*, donde los terminales se comunican con un punto de acceso a través del cual pueden acceder a redes externas.
- Enlace entre varias WLAN o WMAN, interconectando LAN's o WLAN's distantes

Es posible una configuración de infraestructura incluyendo el uso de antenas direccionales. El objetivo de estas antenas direccionales es el de enlazar redes que se encuentran situadas geográficamente distantes. Un ejemplo de esta configuración lo tenemos en este proyecto en el que tenemos una red local en una oficina y la queremos extender a otra oficina. La solución consiste en instalar una antena direccional en cada edificio apuntándose mutuamente. A la vez, cada una de estas antenas está conectada a la red local de su oficina mediante un punto de acceso. De esta manera podemos interconectar las dos redes locales.

En cuanto a la topología, las WLAN tienen un área de cobertura. Las LAN con cables se basan en la conocida topología en estrella: cada puerto se conecta a un concentrador o un conmutador, que a su vez, se puede conectar a otros dispositivos similares. Las WLAN extienden dicha topología pero, debido a las limitaciones del alcance y la intensidad de la señal, ofrecer una cobertura completa en un edificio, o en muchos, puede requerir muchos puntos de acceso, requieren configuración y, posiblemente, antenas adicionales.

### 3.5.1.2. Gráfico de la red



**Figura 3.17** *Ilustración de la red propuesta*

**Fuente:** Autores del Proyecto

### **3.6. Aplicaciones futuras**

Los objetivos son la transmisión de conocimientos, experiencias, documentos, problemas, noticias, etc. En lo referente a las aplicaciones de videoconferencia y de transmisión de información multimedia en la red (preferentemente, transmisión en tiempo real).

#### **3.6.1. Videoconferencia**

El servicio de videoconferencia es un servicio multimedia que permite la interacción entre distintos grupos de trabajo. El servicio consiste, básicamente, en interconectar mediante sesiones interactivas a un número variable de interlocutores, de forma que todos pueden verse y hablar entre sí.



# **CAPÍTULO 4**

## **4. EJECUCIÓN DEL PROYECTO WLAN Y VOIP**

El objetivo de este capítulo es la ejecución del proyecto. Dentro del mismo se detalla la configuración de los equipos utilizados. Se muestra un esquema gráfico de la implementación y se explican las aplicaciones utilizadas durante el desarrollo del proyecto así como la razón de su elección.

Se presentará además, un esquema de trabajo definido para la organización del mismo, al igual que los resultados obtenidos después de las

pruebas realizadas durante los meses de implementación.

#### **4.1. Instalación y montaje de la red**

Mediante la utilización de herramientas útiles, se procede a armar nuestra red sugerida.

Para poder obtener un rendimiento equivalente del equipo que se va a utilizar se debe entender el concepto de rendimiento, que de manera simplificada se puede decir que es el ancho de banda efectivo (en promedio) que puede tener una red inalámbrica o alambrada. El cual en general es de un 40% del ancho de banda de la red, esto como máximo.

Para esto se verifica la configuración de los parámetros correctos de los equipos a utilizar para la implementación. En el caso de cada Punto de Acceso, debe ser configurado con un identificador (Case Sensitive ID).

La conexión debe dar acceso seguro, es decir, que sólo permita a los clientes con el correcto ID, acceder la red.



Las figuras 4.1 y 4.2 muestran como quedarán instalados los PAs con sus respectivas antenas



**Figura 4.1** *Antenas instaladas en matriz*

**Fuente:** Autores del proyecto



**Figura 4.2** *Antenas instaladas en sucursal*

**Fuente:** Autores del proyecto

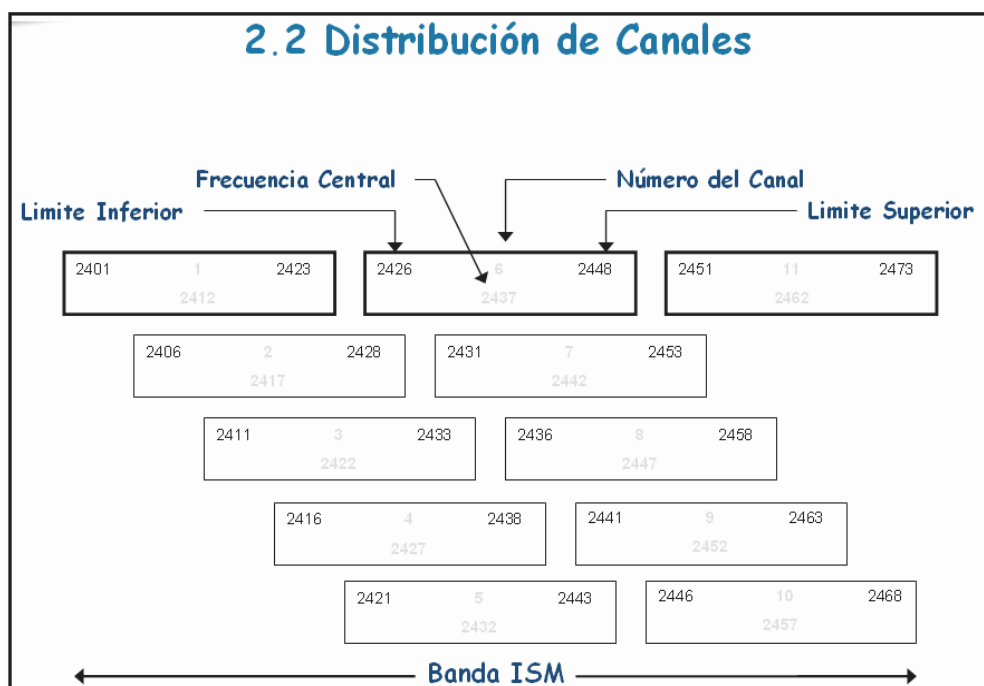
Las características con las que cuentan los Puntos de Acceso DWL-2100 AP – 802.11g están descritos en la tabla XV.

USUARIO	astbro	astbro
CLAVE	astbro8581	astbro8581
IP Asignada	192.168.1.10	192.168.1.11
Máscara de Subred	255.255.255.240	255.255.255.240
SSID	29JUNFAE	29JUNFAE
MAC Origen	00:0F:3D:AE:CD:8A	00:0F:3D:AD:7A:4F
Canal	04	04
Clave de Encriptación	A4F937C53B	A4F937C53B
MAC Destino	00:0F:3D:AD:7A:4F	00:0F:3D:AE:CD:8 <sup>a</sup>
Puerta de Enlace	192.168.1.1	192.168.1.1
Frecuencia	2.4 GHz	2.4 GHz
Ancho de Banda	54 Mbps	54 Mbps
Rend. Equivalente	20 Mbps	20 Mbps

**Tabla XV.** Descripción de Puntos de Acceso

**Fuente:** Autores del proyecto

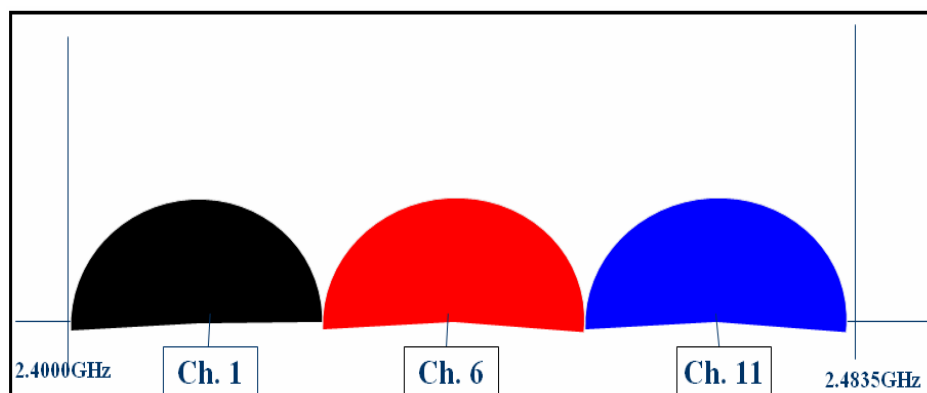
Para la frecuencia se cuentan con 11 canales que están distribuidos de tal forma que el usuario encuentre el canal adecuado para optimizar el ancho de banda y el rendimiento. La ubicación de los canales la vemos en el siguiente gráfico.



**Figura 4.3** Distribución de canales de frecuencia

**Fuente:** Autores del proyecto

Para maximizar el ancho de banda los canales no deben superponerse; para esto se puede notar que los canales que cumplen estos requerimientos son:



**Figura 4.4** Distribución de canales sin solapamiento

**Fuente:** Autores del proyecto

En el proyecto se toma el canal 04 debido a que se determinó que en el área de trabajo éste es el que menor uso tiene.

Para la instalación de la red, primero se procede a la instalación de los Puntos de Acceso los mismos que se enlazarán mediante dos antenas direccionales de 24 Dbi de ganancia debido a que estas localidades están geográficamente a 1066 Km. de distancia.

Debido a la presencia de unos obstáculos en la línea de vista, se instaló la antena direccional de 24 Dbi en un mástil de 6 m. de altura en la matriz de la empresa unido a un punto de acceso configurado como PA y esto conectado con un Router-Switch para el

servicio de red inalámbrica interna. De igual forma en la sucursal se ubico una antena de 24 Dbi unido al punto de acceso configurado en modo cliente en un mástil a 6 m. para la comunicación entre las localidades. Con esto se puede mencionar que la altura de las localidades son 15 m. para la matriz y 14 m. para la sucursal.

#### **4.2. Instalación y configuración del sistema de VoIP**

Para la instalación del sistema se deben tener presente los siguientes pasos previos como requerimientos del sistema:

- Mínimo un CPU de 500mhz PIII o su equivalente.
- Mínimo 256Mb de RAM.
- 4gb de disco duro mín. para la instalación de Asterisk@Home.
- Un CD ROM y una tarjeta de red.
- Acceso a Internet para las actualizaciones.
- Instalar Linux en la computadora que será servidor para trabajar con Asterisk.
- Ingresar en el servidor como usuario administrador.
- Cualquier tarjeta de interfaz telefónica de DIGIUM, pues esta determinará la capacidad final de la máquina.

Para la instalación del Asterisk en la PC se aplican los siguientes pasos:

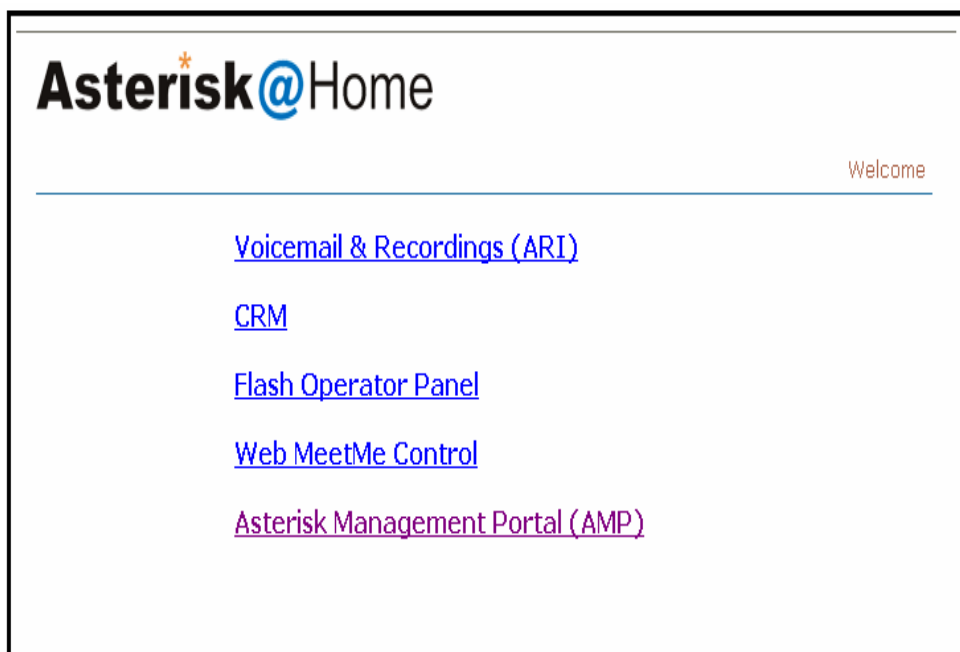
1. Cambiar el orden de arranque con F2, así ingresar al Setup, cambiar el orden a: CD, A, C. y guardar los cambios con F10.
2. Ingresar el CD de Instalación del Asterisk at Home, se tecléa un Entrar y se espera por su instalación que no dura más de 15 minutos.
3. Se reinicia el PC y se cargan los servicios.
4. Para su ingreso se debe poner como USER: root y la clave por defecto es: password, la misma que debe ser cambiada en el momento que se ingresa por primera vez. En este caso la clave es: astbro8581.







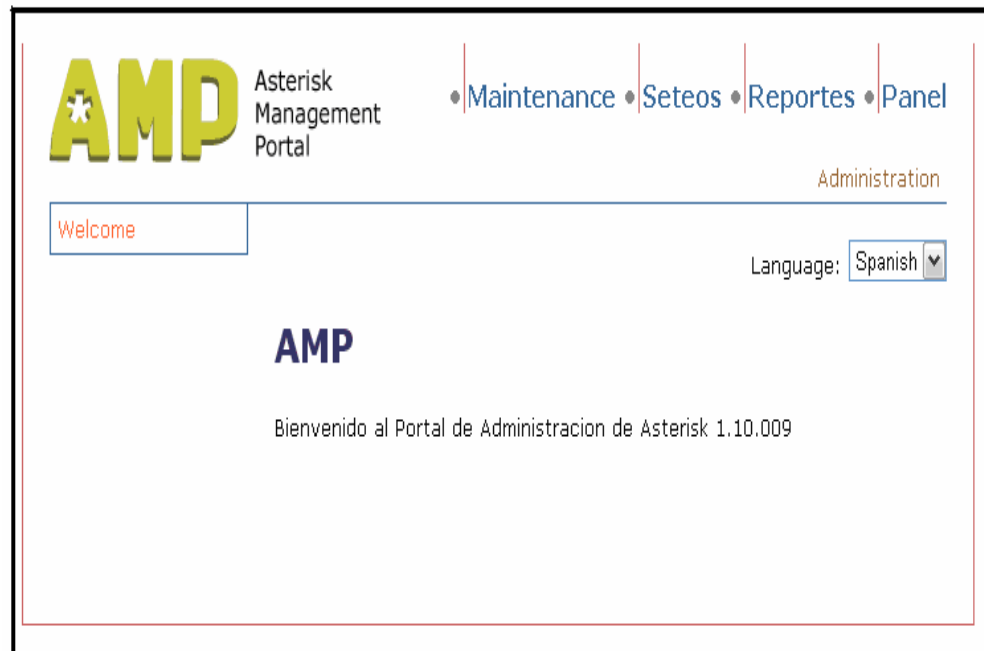
6. Ahora, el portal está listo para acceder a él.



**Figura 4.8** *Portal de Ingreso a Asterisk at home*

**Fuente:** Autores del proyecto

7. Desde otra PC con Windows que pertenezca a la red de la empresa, se ingresa al sistema con la dirección IP con la que se identifica al Asterisk.



**Figura 4.9** *Portal de Administración de Asterisk*

**Fuente:** Autores del proyecto

8. Para su respectivo ingreso al AMP (Asterisk Management Portal) se ingresa el respectivo usuario y clave.
  - a. Usuario: maint
  - b. Clave : password
  
9. Existen diversas opciones, tales como: SETUP, MAINTENANCE, REPORTS, y PANEL. Se ingresa en la segunda para verificar el funcionamiento del equipo, debemos obtener la siguiente pantalla.

**Asterisk@Home** • Maintenance • Setup • Reports • Panel

Maintenance

System Status
Cisco Config
Config Edit
phpMyAdmin
Sysinfo
Asterisk Info
Web Mail
Upload Audio File
Log Files
Backup

## System Status

Asterisk@Home version 2.0 BETA 4

Process Status

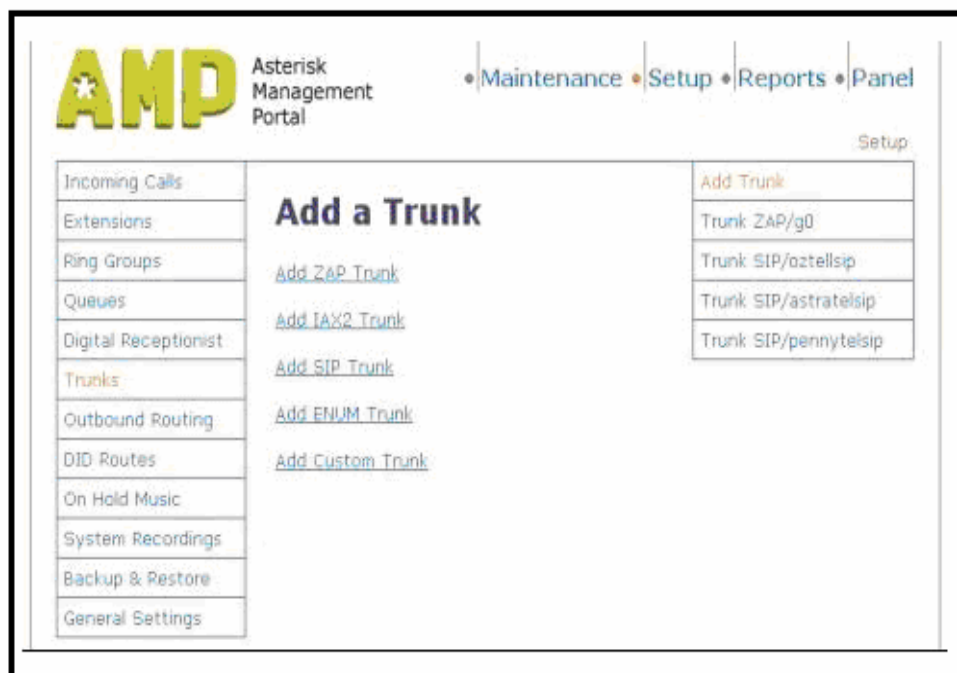
Asterisk	running
cron server	running
secure shell server	running
web server	running

Uptime: 13 minutes

**Figura 4.10** *Portal del Estado del Sistema*

**Fuente:** Autores del proyecto

10. Ahora se ingresa al **SETUP** y topamos las siguientes opciones que son la mayoría de las que podemos manipular:



**Figura 4.11** Portal de ingreso al SETUP

**Fuente:** Autores del proyecto

11. De las opciones que se pueden visualizar a la izquierda, se debe empezar con la opción de los Valores Generales en el que se va a poder definir:
  - a. El tiempo de timbrado del teléfono antes de enviarlo al correo de voz,
  - b. La extensión para marcado directo al correo de voz,
  - c. Ordenar a los usuarios del Directorio de la compañía por: nombre, apellido.
  - d. Sonar el número de extensión antes de transferir la llamada.

- e. Opciones de FAX.
- f. Cuando los datos estén ingresados, dé clic en **Submit Changes** para que los datos queden guardados.

The screenshot shows the AMP Asterisk Management Portal interface. At the top, there is a navigation menu with links for Maintenance, Seteos, Reportes, and Panel. The main content area is titled 'Configuraciones Generales' and is divided into several sections:

- Opciones de discado:** Includes a field for 'Segundos que los telefonos sonaran antes de enviar al llamante al correo de voz' set to 15, and a field for 'Prefijo de interno para acceder directamente al correo de voz' set to \*.
- Directorio de la empresa:** Includes a dropdown menu for 'Hallar usuarios en el Directorio de la empresa por:' set to 'apellido', and a checked checkbox for 'Reproducir numero de interno al llamante antes de transferir la llamada'.
- Maquina de FAX:** Includes a dropdown menu for 'Interno de maquina de fax para recibir faxes' set to 'sistema', and an email field for 'Direccion de email a la cual seran enviados los faxes:' containing 'johanna.barzallo@gmail.c'.

**Figura 4.12** Portal de valores generales

**Fuente:** Autores del proyecto

12. Ahora, podemos ingresar las extensiones deseadas de acuerdo a los requerimientos, se escoge
  - a. El protocolo con el que el teléfono funcionará,
  - b. Se asigna el número de extensión,
  - c. Una clave para la extensión,

- d. El nombre de la persona a la que le pertenece el anexo,
- e. Usted tiene la opción de decidir si las llamadas tanto entrantes como salientes, se van a grabar o no,
- f. Habilitar el correo de voz y el Directorio,
- g. Usa una clave en el caso de que se habilite el correo de voz,
- h. Asigna una dirección de correo para que se guarden los correos de voz,
- i. Puede elegir las diversas características para los mensajes de los correos de voz
- j. Una vez decidido los valores de las extensiones se puede dar clic en **Add Extension**, para guardar los datos.

The screenshot shows the AMP Asterisk Management Portal interface. The top navigation bar includes 'Maintenance', 'Seteos', 'Reportes', and 'Panel'. The main content area is titled 'Add SIP Interno' and features a sidebar with various system management options. The configuration form includes the following fields and options:

- Extension Number:** 201
- Display Name:** Michelle
- Outbound CID:** (empty field)
- Record Incoming:** On Demand (dropdown menu)
- Record Outgoing:** On Demand (dropdown menu)
- secret:** (empty field)
- dtmfmode:** rfc2833

**Figura 4.13** Portal de ingreso de extensiones

**Fuente:** Autores del proyecto

13. Ahora se accede a “Digital Receptionist” y aquí se tiene la opción de grabar un saludo para que las personas que se comuniquen lo escuchen, ustedes deciden como desean llamar a la grabación. Pueden habilitar el acceso al directorio mediante la tecla “#” para que las personas que llamen escuchen nombres con sus anexos relacionados y deciden cuantas de cuantas opciones va a constar el menú.

The screenshot displays the AMP Asterisk Management Portal interface. At the top left is the AMP logo and the text 'Asterisk Management Portal'. To the right are navigation links: Maintenance, Seteos, Reportes, and Panel. A 'Setup' link is located in the top right corner. On the left side, there is a vertical menu with the following items: Llamadas entrantes, Extensions, Grupos de llamadas, Colas, IVR, Troncales, Inbound Routing, Ruteo Saliente, Musica en espera, Grabaciones de sistema (highlighted in red), Backup & Restauracion, and Configuraciones Generales. The main content area is titled 'Grabacion:' and contains the following sections:

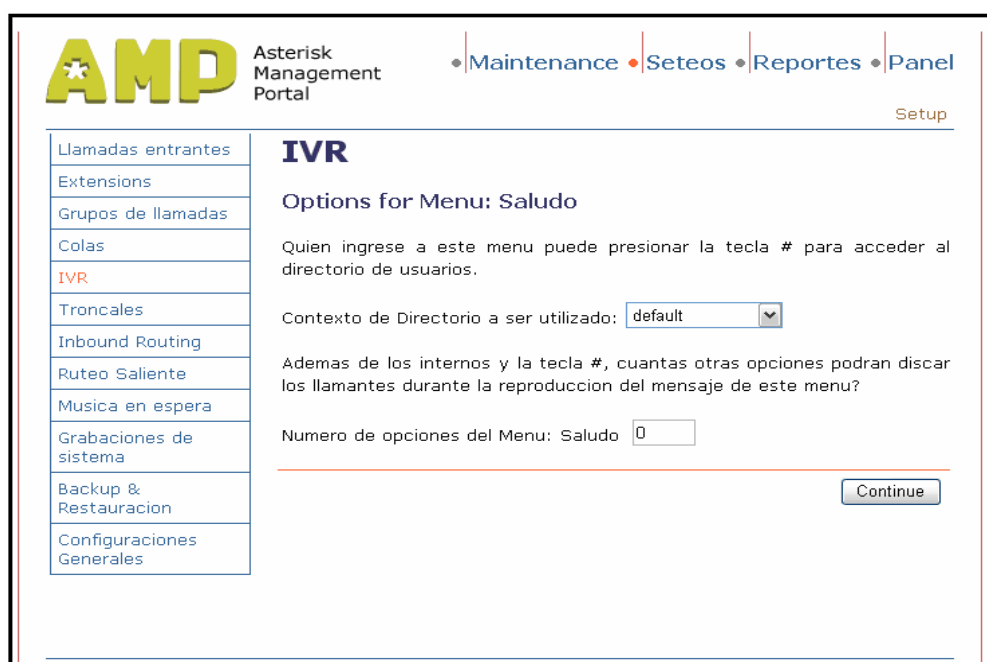
- Grabacion:** Includes a button 'Agregar Grabacion' and a text input field containing 'Saludo'.
- paso 1: Grabacion**: Instructions: 'Usando su telefono disque \*77 y diga el mensaje que desea grabar.' and 'Alternativamente, puede subir una grabacion en formato wav.:'. Below this is a text input field, an 'Examinar...' button, and an 'Upload' button.
- Paso 2: Verificacion**: Instructions: 'Luego de grabar o subir el archivo, disque \*99 para escuchar su grabacion.' and 'Si desea regrabar su mensaje, disque \*77 de nuevo.'
- Paso 3: Nombre**: A label 'Nombre de esta Grabacion:' followed by a text input field.

At the bottom of the main content area, there is a note: 'Click "SAVE" when you are satisfied with your recording' and a 'Save' button.

**Figura 4.14** Portal de grabación de la recepcionista digital

**Fuente:** Autores del proyecto

14. Cuando está en el menú se puede configurar que al marcar un número la llamada se direcciona a una extensión específica
15. Y se permite modificar, eliminar o crear un nuevo menú para las llamadas.



**Figura 4.15** Portal del IVR

**Fuente:** Autores del proyecto

16. Se continua con la configuración de las llamadas entrantes, se decide el horario y los días de trabajo para la recepción de llamadas, y en las siguientes opciones se elige como se desea que la llamada sea recibida, entre las que tenemos:
  - a. Recepcionista Digital,



- b. extensión específica, a todo un grupo definido, o que
  - c. se quede en cola.
17. Para las horas definidas fuera del horario de trabajo, usted puede grabar un mensaje distinto y desviar las llamadas al mismo, o decidir cualquiera de las otras opciones.

**Llamadas entrantes** Setup

**Enviar Llamadas entrantes desde la PSTN a:**

horario laboral: horas  dias  :

IVR - Preatendedor    
 Interno    
 Grupo de llamadas:   
 Cola:

despues de horas:

IVR - Preatendedor    
 Interno    
 Grupo de llamadas:   
 Cola:

**Anular configuraci?n de llamadas entrantes**

no anular (obedecer las reglas seteadas arriba)  
 forzar horario laboral  
 forzar despues de horas

**Figura 4.16** Portal de configuración de las llamadas entrantes

**Fuente:** Autores del proyecto

18. Existen muchas otras opciones, entre ellas está el ZAP Trunk, que es donde se agregan las troncales, es decir las líneas externas por donde se va a tener salida para las llamadas, aquí

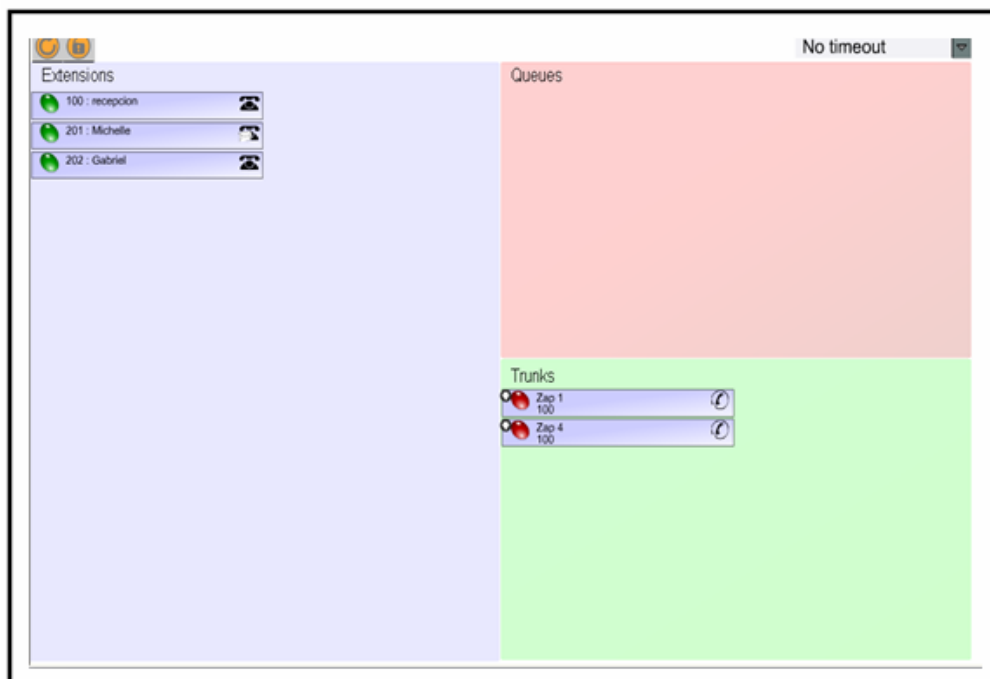
se definen ciertos parámetros como el número que se va a utilizar para dar tono de marcado, algunas reglas de marcado y se le asigna el nombre con que aparecerá la troncal.

The screenshot displays the AMP Asterisk Management Portal interface for adding a ZAP trunk. The top navigation bar includes 'Maintenance', 'Seteos', 'Reportes', and 'Panel'. The main content area is titled 'Add ZAP Trunk' and features a sidebar with various system configuration options. The 'Troncales' option is highlighted in red. The main configuration section is divided into three parts: 'Configuraciones Generales' with fields for 'Caller ID Saliente' (2286783) and 'Canales Maximos' (1); 'Reglas de Discado Saliente' with a 'Reglas de Discado' list and a 'Clean & Remove duplicates' button; and 'Seteos de salida' with a field for 'Identificador ZAP (nombre de la troncal)' set to 'g0'.

**Figura 4.17** Portal de configuración de troncales Zapitel

**Fuente:** Autores del proyecto

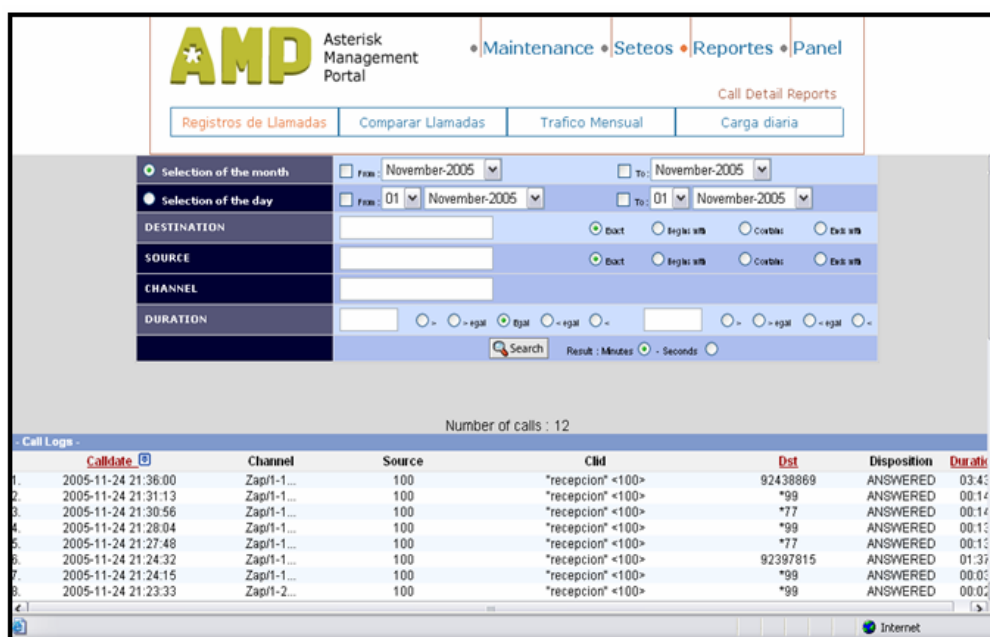
19. Entre otras de las opciones que encontramos en el Asterisk at home tenemos al Panel que es donde verificamos las extensiones creadas y las líneas troncales.



**Figura 4.18** Panel de control de extensiones, troncales y colas

**Fuente:** Autores del proyecto

20. Una gran ventaja de usar este administrador, es que se puede obtener reportes de diferentes tipos, con los datos registrados de las llamadas generadas, el tiempo de duración y el número digitado, se puede hacer reportes para verificar el tráfico mensual, comparar llamadas, verificar los datos del momento o del día.

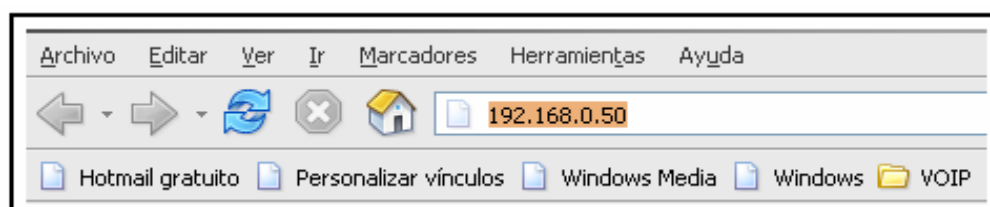


**Figura 4.19** Portal de Tipos de Reportes

**Fuente:** Autores del proyecto

#### 4.2.1. Configuración de los puntos de acceso

Para la configuración de los puntos de acceso se accede a la dirección IP asignada al equipo por medio del browser a la IP que viene configurada por defecto 192.168.0.50, como se muestra en la figura 4.20 a continuación.



**Figura 4.20** Dirección IP por defecto para acceso al AP

**Fuente:** Autores del proyecto

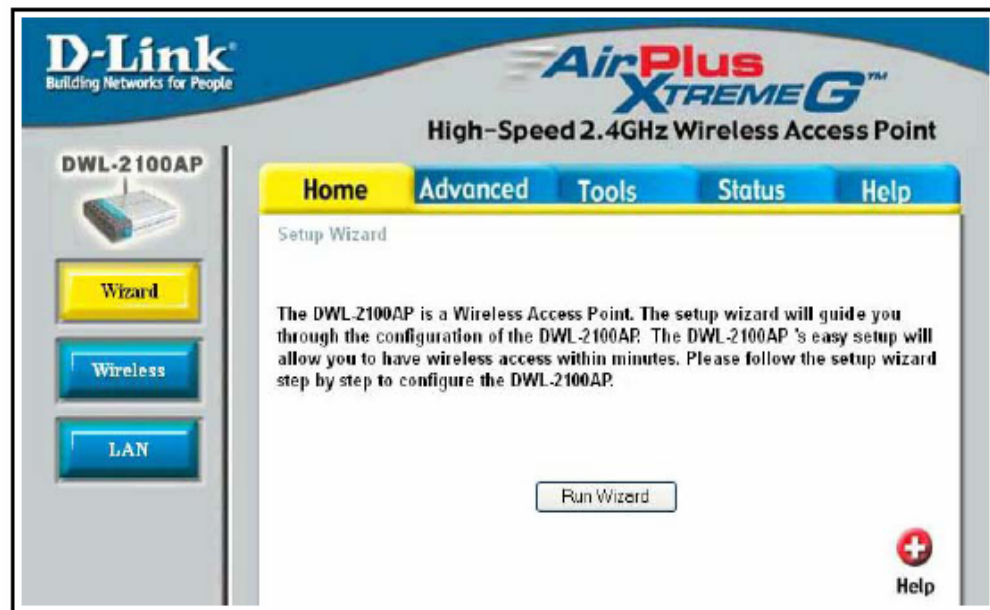
Luego se accede a la configuración ingresando un usuario y contraseña, los mismos que deben ser cambiados cuando se ingresa por primera vez por seguridad.



**Figura 4.21** *Ingreso de usuario y contraseña*

**Fuente:** Autores del proyecto

Cuando se ingresa por primera vez, se debe correr un wizard para su configuración paso a paso y de manera sencilla pulsando la tecla “run Wizard”.



**Figura 4.22** Ventana de wizard

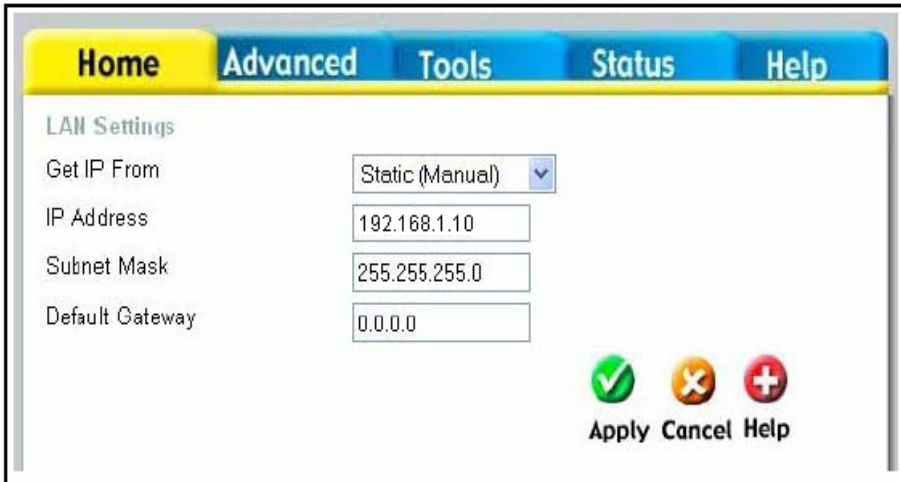
**Fuente:** Autores del proyecto

A continuación se llenan los datos solicitados y Aplicar.



**Figura 4.23** Ingreso de SSID

**Fuente:** Autores del proyecto



Home Advanced Tools Status Help

LAN Settings

Get IP From

IP Address

Subnet Mask

Default Gateway

**Figura 4.24** Ingreso de dirección IP

**Fuente:** Autores del proyecto

Ahora se elije la forma de funcionamiento del PA.



Home Advanced Tools Status Help

Wireless Band: IEEE802.11g

Access Point

PtP Bridge

Remote AP MAC Address

PtMP Bridge

Remote AP MAC Address

1  2

3  4

5  6

7  8

AP Repeater

Rest AP MAC Address

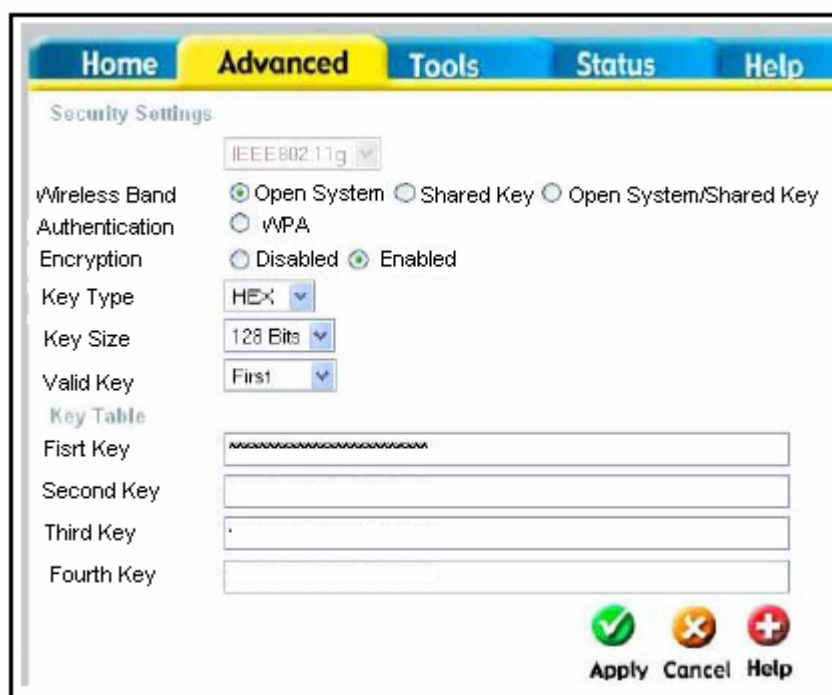
AP Client

Rest AP MAC Address

**Figura 4.25** Elección de modo de funcionamiento

**Fuente:** Autores del proyecto

PAs es su encriptación utilizada, pues es determinante al momento que alguien externo intente acceder a la red con malas intenciones.



**Figura 4.26** *Tipo de encriptación*

**Fuente:** Autores del proyecto

## **4.2.2. Configuración de las aplicaciones utilizadas**

### **4.2.2.1 CYBER GAUGE**

Iniciar el CyberGauge haciendo doble clic en el icono de la aplicación.



Cuando lo inicie la primera vez, debe ingresar una dirección IP o nombre del dispositivo que se desea monitorear.



**Figura 4.27** *Ventana inicial del CyberGauge*


**Fuente:** Autores del proyecto

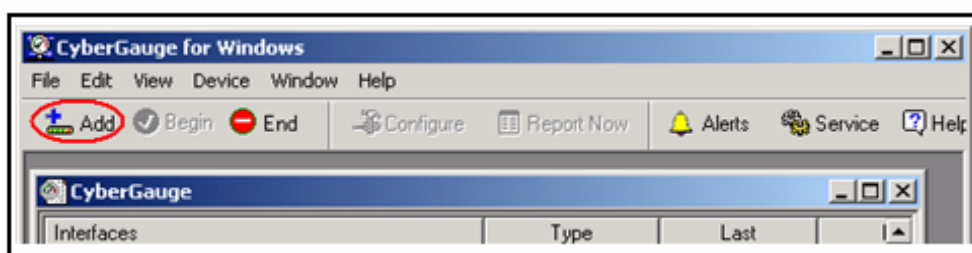
Luego seleccione el dispositivo a monitorear para esto simplemente ingrese el nombre del DNS o la dirección IP, y luego la comunidad para el dispositivo. La mayoría de estos utilizan como comunidad a la que viene por defecto “public”. Si no es así entonces se debe saber cual es la clave o comunidad en la que trabaja. En este proyecto usamos la que viene señalada por defecto.



**Figura 4.28** Datos ingresados para la instalación

**Fuente:** Autores del proyecto

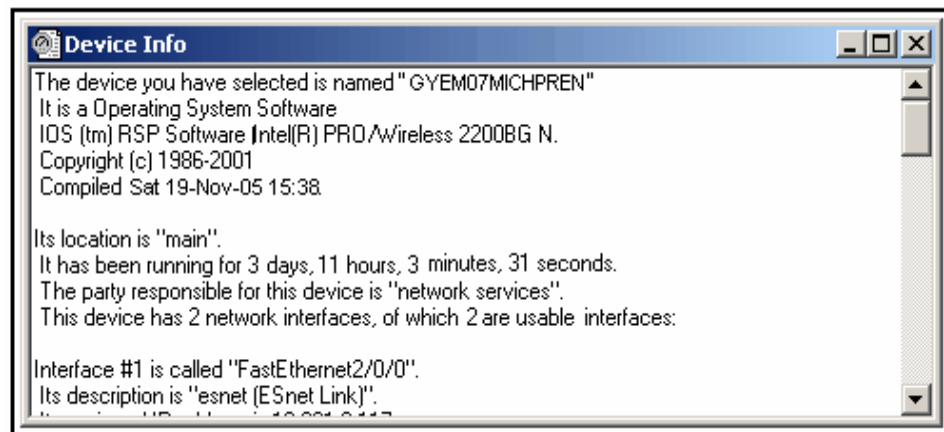
Ahora, se da un clic en el pequeño botón  o seleccione "Add Device" desde el menú "Device"



**Figura 4.29** Selección del dispositivo para agregar

**Fuente:** Autores del proyecto

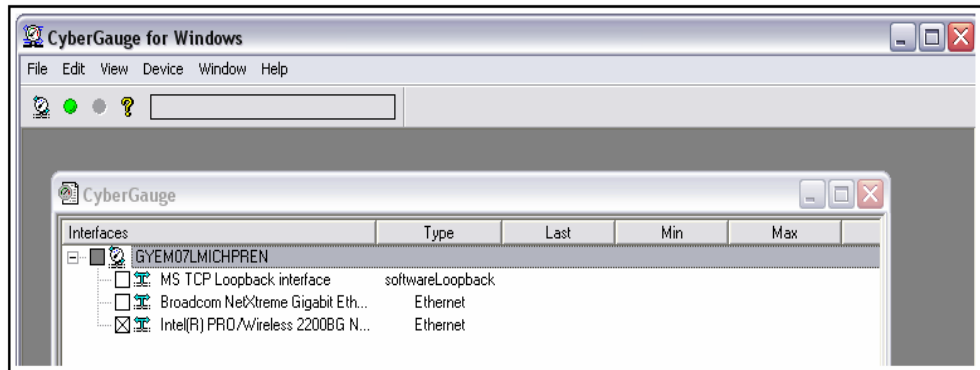
Después de que se ingresa la información CyberGauge muestra una ventana "Device Info" y la lista de interfases con sus dispositivos listos. Esta información mostrada da información de la interfaces que se tiene



**Figura 4.30** Ventana de información del dispositivo a monitorear


**Fuente:** Autores del proyecto

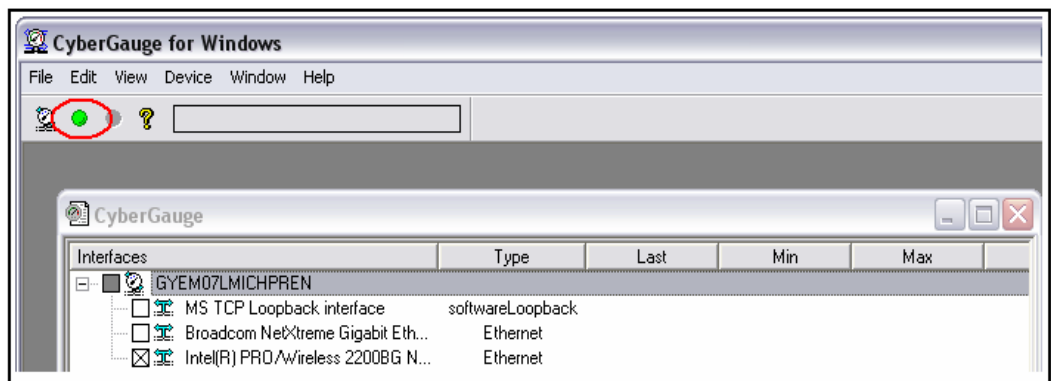
Seleccionar las interfases para monitorear. CyberGauge permite monitorear cualquier interfase o todas las interfases para cualquier dispositivo que se escoja para monitorear. Simplemente se debe hacer clic en el recuadro que se encuentra a lado del nombre de la interfaz que se desea monitorear.



**Figura 4.31** Ventana de selección del dispositivo a monitorear

**Fuente:** Autores del proyecto

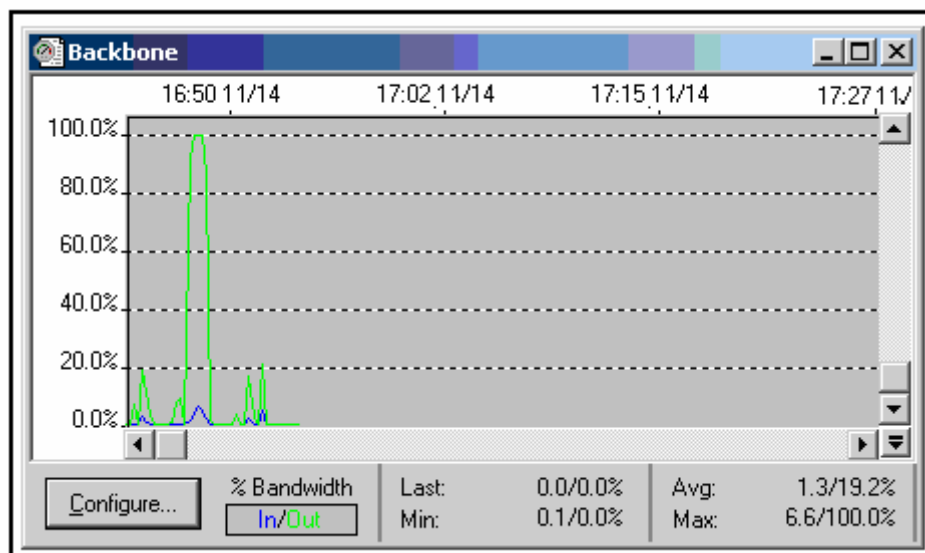
Para finalizar se da un clic en el botón  para empezar a monitorear.



**Figura 4.32** Ventana con dispositivo a monitorear

**Fuente:** Autores del proyecto

CyberGauge calibrará el gráfico y empezará a monitorear su dispositivo.



**Figura 4.33** Datos de dispositivo monitoreado

**Fuente:** Autores del proyecto

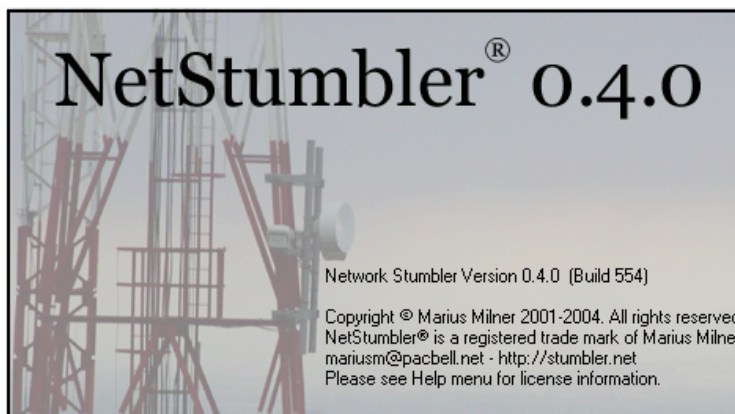
Otra de las aplicaciones que se utiliza para realizar la comunicación entre localidades, son los teléfonos virtuales que sirven para crear las extensiones tipo SIP en los computadores de uso.

#### 4.2.2.2 NETSTUMBLER

Esta aplicación es muy útil cuando se trata de monitorear los puntos de accesos en el área, cual es su estado y es capaz de dar datos de su funcionamiento en la red, y su instalación es muy sencilla.

Para empezar se debe aceptar la licencia, que es gratuita pues

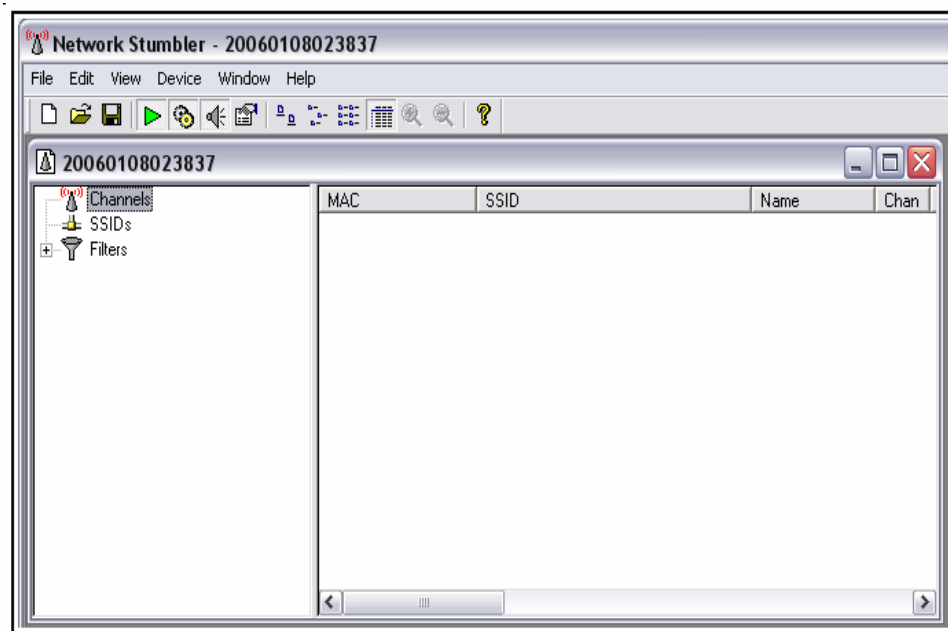
su uso no tiene prohibiciones y se lo puede encontrar fácilmente en Internet en la dirección [www.netstumbler.com](http://www.netstumbler.com).



**Figura 4.34** Ventana de información del NetStumbler

**Fuente:** Autores del proyecto

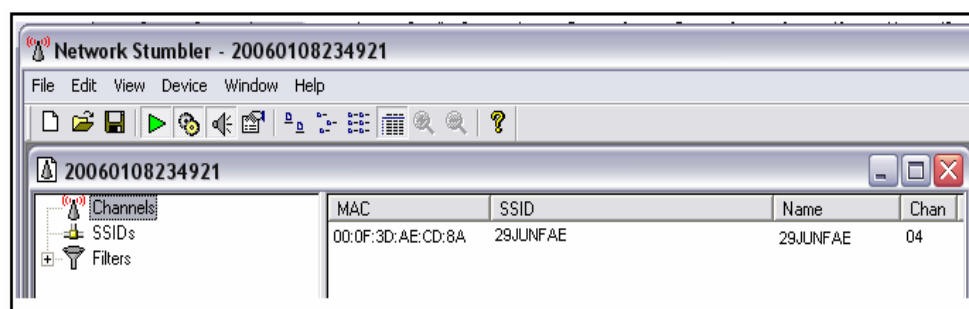
Al iniciar la aplicación se mostrará la ventana el a figura 4.35.



**Figura 4.35** Ventana de inicio del NetStumbler

**Fuente:** Autores del proyecto

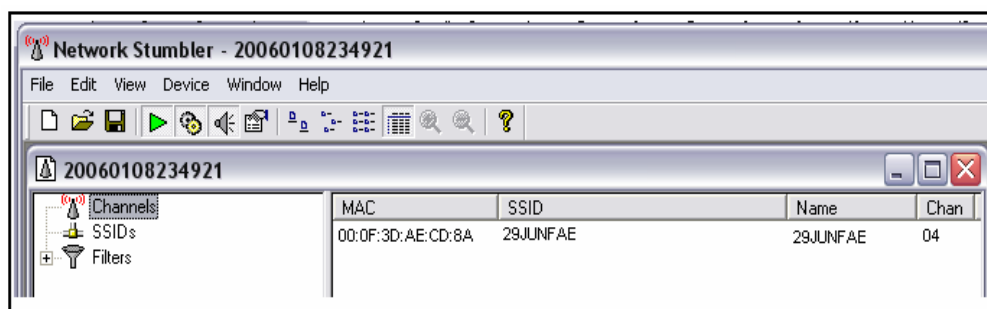
En la figura 4.35 se aprecia una imagen más precisa de las características que posee esta aplicación. Aquí se puede ver que entre los datos mostrados por el programa tenemos el SSID del PA, los canales con los que trabaja, los filtros que posee y por cada PA mostrado se puede distinguir información como el nombre con el que se identifica el PA, la MAC que usa, el canal, si usa encriptación o no, la velocidad, la relación SNR, la señal percibida por el PA, el ruido, la dirección IP, la sub-red, entre otros.



**Figura 4.36** PAs monitoreado por el NetStumbler

**Fuente:** Autores del proyecto

La información obtenida por el NetStumbler de los PAs encontrados se pueden ver en la figura 4.36 que se presenta. El que tiene nombre 29JUNFAE es el de nuestro interés, pues este es el que pertenece al enlace entre las localidades.



**Figura 4.37** Datos obtenidos por el NetStumbler

**Fuente:** Autores del proyecto

#### 4.2.2.3 X-LITE

Para trabajar con este sistema y aprovechar el servicio de VoIP, se utiliza un teléfono virtual denominado X-Lite, el mismo que es muy útil para la comunicación a través de la red por medio de las extensiones SIP.

Para configurar el X-Lite, solo basta descargar el software desde Internet, instalarlo en los computadores donde vaya a ser requerido su uso y configurarlo de una manera adecuada para su automatismo.



Para usar este teléfono en la comunicación debe tener configurado básicamente los campos que aparecen en la ventana de menú, donde se ingresa la red, un Proxy, una clave y un nombre para identificarlo.



**Figura 4.38** Configuración básica del teléfono virtual X-Lite

**Fuente:** Autores del proyecto

### ▪ **Características del Teléfono Virtual**

El X-Lite posee muchas características interesantes que pueden brindarnos grandes ventajas que debemos tener en cuenta cuando se va a configurar uno de estos teléfonos. Entre las principales se pueden mencionar:

- Soporta señalización SIP y H.323
- Interoperabilidad con más servicios de VoIP, IP-PBXs y Puertas de Enlace.
- Avanzado motor multimedia de buena calidad de audio
- Múltiples perfiles de soporte de servicios
- Detección automática de NAT
- Múltiples opciones DTMF
- Codecs: G.711 A/u; GSM, Speex, iLBC, G.729
- Sistemas Operativos: Windows 2K/XP, Pocket PC, MAC OS X, Linux.
- Notificación de actualización.
- Integración con más teléfonos USB
- Diferentes tipos de máscaras
- Registro automático de usuarios
- Características de PBX: transferir, retener, devolver llamada, y silencio.

- Registro de llamadas
- Diferentes tipos de tonos.

Después de una correcta configuración de este teléfono se puede utilizar para la comunicación y pruebas durante la implementación.

#### **4.3. Cronograma de Actividades**

El proyecto consta de un cronograma de actividades para trabajar, el mismo que se ha dividido en tareas de manera tal, que su avance sea progresivo y sus resultados sean los mejores.

A continuación se mostrará el cronograma planificado para la implementación del proyecto WAN y VoIP. El mismo que se hizo con el propósito de tener una implementación con menor posibilidad de cometer errores en el orden de ejecución.





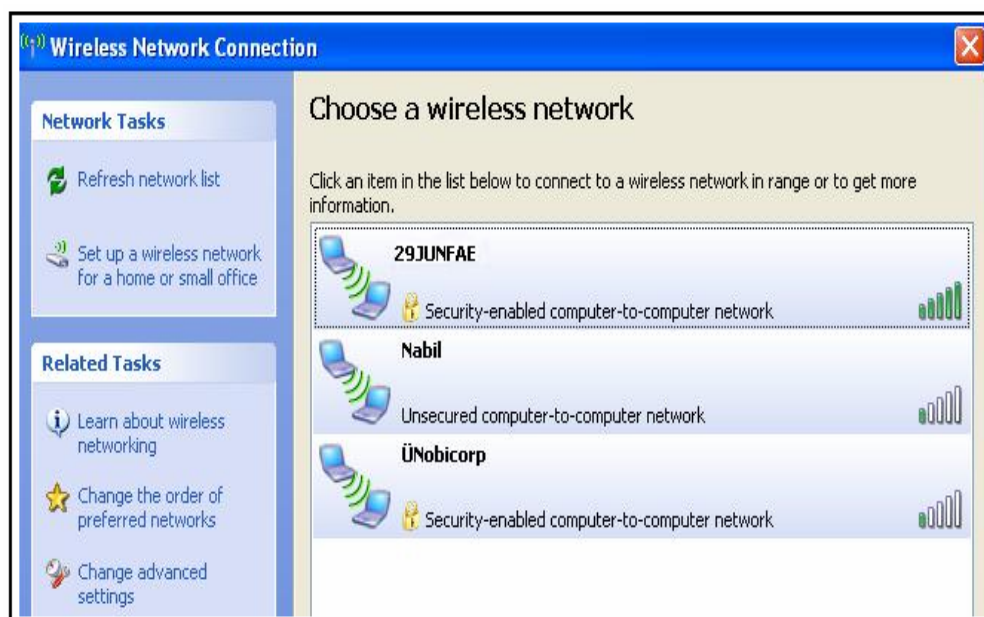




#### 4.4. Resultado del Proyecto

Para poder analizar el resultado del proyecto se realizan algunas pruebas, entre ellas:

- **Pruebas de Site Survey**, convenientes para poder observar la señal entre las localidades, de las que se puede decir que tienen un valor aceptable para la transmisión de datos y voz, a pesar de la existencia de otros PAs en el lugar, los resultados los se pueden observar a continuación.

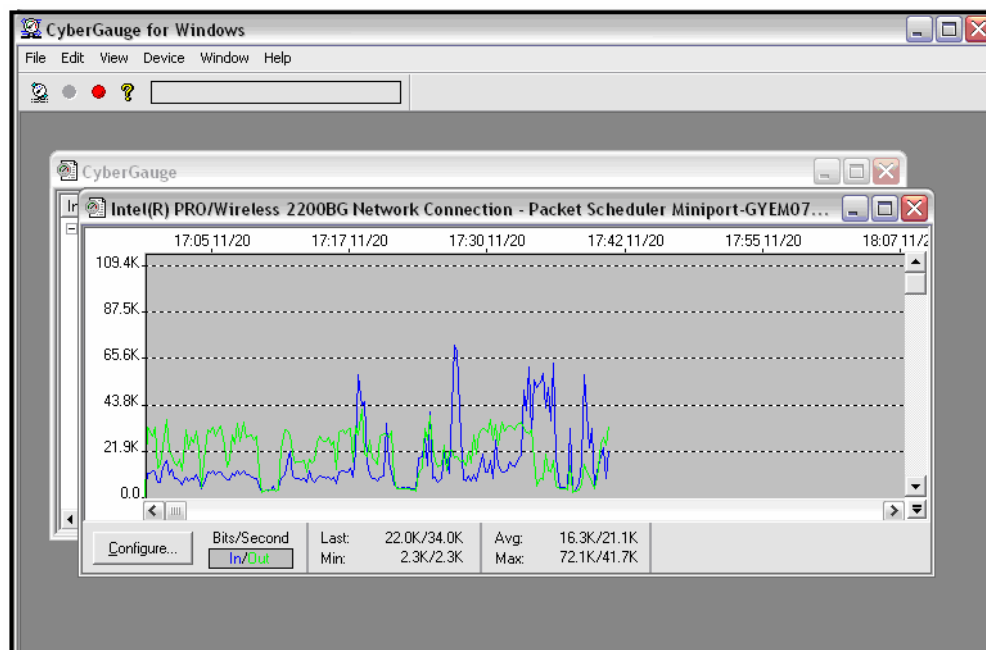


**Figura 4.39** Captura de los puntos de acceso encontrados

**Fuente:** Autores de proyecto



- **Pruebas de Calidad de Servicio**, para verificar que la calidad de transmisión de voz y datos sea eficiente, se realiza una prueba, utilizando recursos de la red de ambas localidades de la siguiente forma: Se prueba haciendo una conversación a través de la red, y con la ayuda del software CyberGauge pudimos observar el comportamiento del uso de la red de manera gráfica, los mismo que se pueden verificar en siguiente figura 4.40.



**Figura 4.40** *Captura del tráfico de la red*

**Fuente:** Autores de proyecto

#### **4.5. Funcionalidad y Desempeño**

Durante el tiempo de la implementación se realizan diferentes estudios para poner a prueba el correcto funcionamiento de los equipos instalados. Como es de esperarse se presentan algunos inconvenientes, los mismos que se resuelven durante la ejecución del proyecto.

Actualmente el servicio de VoIP está en correcto funcionamiento en la parte de implementación de la red y la instalación de los equipos, la misma que ha generado una reducción de costos en cuanto a la comunicación entre localidades se refiere, y ahora la empresa consta con la facilidad de tener crecimiento potencial sin un alto costo, esto gracias a la implementación de un PBX basado en IP para aprovechar la tecnología de Voz sobre IP.

Durante este período se puede decir que el proyecto ha tenido un buen desempeño, durante las pruebas realizadas, y se comprobó que la funcionalidad del mismo se encuentra en un rango aceptable.

#### **4.6. Costos – Beneficios**

El costo de los equipos implementados en el proyecto son comparativamente bajos y se los consideran una inversión a mediano plazo, esto gracias a que:

- El costo de planillas telefónicas bajará significativamente debido a que la comunicación entre localidades será mediante la red de Internet.
- El servicio a los clientes será más eficiente dado que la empresa contará con un sistema de PBX basado en IP.
- Contará con un sistema de registro de llamadas que permitirá llevar un control en el consumo telefónico.
- Posee compatibilidad con otras tecnologías que permitirá su integración en caso de que así se requiera.
- Se manejará una red que sea de voz y datos en una sola, optimizando su administración.

#### **4.7. Ventajas y desventajas del proyecto**

Entre las principales ventajas:

- Las localidades contarán con un nuevo sistema de comunicación basado en tecnología nueva como es VoIP.
- Contará con un sistema IPBX para brindar mejor servicio de atención a sus clientes.
- La comunicación entre localidades se realizará mediante la red de Internet, lo que representa un ahorro significativo en el consumo telefónico.
- Con el nuevo sistema, se cuenta con facilidad de expansión sin grandes inversiones.
- Gran compatibilidad con diversas tecnologías, gracias a la arquitectura con la que está diseñada la tarjeta.
- Los costos de hardware son significativamente considerables en comparación con otros.

Entre las principales desventajas están:

- La implementación realizada, se hizo en base a una tarjeta básica, lo que significa que la empresa tendrá que invertir para adecuarla a sus requerimientos, pues actualmente se cuenta con una línea externa de teléfono y tan solo una extensión TDM que están pasando por el IPBX.
- En caso de un fallo de energía o daño del computador, la persona a la que está asignada la extensión creada en el computador por medio del teléfono virtual quedará sin extensión.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez finalizada la implementación de la red inalámbrica podemos destacar algunos puntos que se trazaron como objetivos al iniciar nuestro diseño, los cuales nos permitieron concluir con lo siguiente:

- Cuando se analiza una posible solución inalámbrica para aplicaciones de voz, que satisfaga las necesidades de comunicación de las personas, es muy importante tener en cuenta los tipos de tecnologías, así como de estándares que gocen de reconocimiento y aceptación en el mercado. Esta sabia decisión ahorrará dinero, tiempo y problemas en la implementación del mismo y además nos permitirá gozar de una comunicación rápida, eficiente y transparente.
- Los costos de los elementos y dispositivos (hardware y software) con que se realizó la implementación de la red hemos notado que han disminuido considerablemente respecto de los años anteriores, aunque la Asterisk *TDM11B* tiene un precio superior a cualquier otro hardware de su tipo debido a su arquitectura. La creciente demanda de este tipo de redes han producido que en el mercado nacional el precio de equipos necesarios para este tipo de red se hayan reducido notablemente.
- Como experiencia personal y como regla general, comprobada, para todas las redes de área local inalámbricas (WLANs), el rendimiento de

datos disminuye mientras la distancia entre el punto de acceso WLAN y el cliente, en este caso de tipo inalámbrico, aumenta.

- La velocidad a la que la WLAN se desempeña depende de muchas circunstancias, desde el tipo de diseño, hasta el tipo de WLAN utilizada, esto pudimos verificarlo durante la implementación, ya que para nuestro caso el diseño es sencillo porque solo se enlazan dos lugares de manera inalámbrica y además el número de dispositivos conectados en cada red es muy limitado.
- Del sector dependerá bastante la eficiencia con que se transmiten los datos, en nuestro proyecto el sector en donde se realizó el montaje de la red estaba congestionado, es decir que existían mas redes inalámbricas operando en la banda de 2.4 GHz., produciendo una disminución en el rendimiento de la comunicación, pero sin dejar de existir una conectividad aceptable para la aplicación específica del proyecto que es el de transmitir voz.

Como recomendaciones tenemos:

- Es necesario tener muy en cuenta el tipo de equipos y las aplicaciones específicas necesarias para poder obtener un óptimo desempeño de la comunicación, en este caso el de voz.

- Aunque las WLANs ofrecen por lo pronto una comunicación eficiente tanto en interiores como exteriores, todavía existen varios obstáculos que hay que vencer como la seguridad y la interferencia que siempre dependerá del medio en donde montemos nuestra red.



## ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	EN INGLÉS	EN ESPAÑOL
AMP	Asterisk Management Portal	Portal de Administración de Asterisk
AP	Access Point	Punto de Acceso
ATA	Analog Telephone adapter	Adaptador de teléfono analógico
BSS	Basic service set	Estación de Servicio Básico
CTI	Computer Telephony Integration	Integración de computadores con telefonía
CDMA	Code division Multiple Access	Acceso múltiple por división de código en secuencia directa
DHCP	Dinamic Host Configuration Protocol	Protocolo de configuración dinámica de
DTMF	Dual Tone Multifrequency	Multi-frecuencia de doble tono
FHSS	Spectrum Hopping Frequency	Espectro diverso por salto de frecuencias
FXO	Foreign eXchange Office	Oficina de intercambio remoto
FXS	Foreign eXchange Station	Estación de intercambio remoto
GPL	General Public License	Licencia Genral Pública
IBSS	Independent Basic Service Set	Estación de Servicio Básico Independiente
ICMP	Internet Control Message	Protocolo de Internet de

	Protocol	control de mensajes
ICR	intelligent call routing	Asignación de Ruta de llamada inteligente
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IP	Internet Protocol	Protocolo de Internet
IVR	Interactive Voice Response	Respuesta Interactiva de Voz
LAN	Local Area Network	Red de Area Local
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	Multiplexación de división de frecuencia Ortogonal
PBX	Private Branch eXchange	Sistema Privado de conmutación de teléfonos
PDA	Personal Digital Assistant	Asistente Personal Digital
POTS	Plain Old Telephone Services	Servicios Telefónicos Planos Antiguos
PSTN	Public Switched Telephone Network	Red de telefonía pública conmutada
QoS	Quality of Service	Calidad de Servicio
STUN	Simple Traversal of UDP over NATs	Simple Traspaso de UDP sobre Nats,
VoIP	Voice over IP	Voz sobre el protocolo de Internet
WAN	Wide Area Network	Red de área extensa

## GLOSARIO

**Ad-Hoc:** Modo de conexión en una red wireless que define que nuestro equipo (PDA, ordenador portátil o de sobremesa) se conectará directamente a otro equipo, en vez de hacerlo a un Punto de Acceso.

**AP:** Es el dispositivo que hace de *punte* entre la red cableada y la red inalámbrica. Se puede pensar que es, de alguna manera, la *antena* a la que los usuarios se conectan.

**ATA:** Adaptador telefónico analógico. Permiten conectar teléfonos analógicos a una red IP, ofrecen interfaces FXO y FXS, puertos para LAN y WAN.

**AWGN:** Ruido Gaussiano Blanco Auditivo

**Bluetooth:** Norma para la transmisión de voz y datos de manera inalámbrica a un máximo de 10 metros de distancia.

**Backbone:** Es la columna vertebral de una red, una línea de alta velocidad o una serie de conexiones que forman un mayor ancho de banda dentro de una red.

**Bandwidth** : Ancho de Banda. Término técnico que determina la cantidad de información que puede circular por un medio de comunicación de datos, es decir, la capacidad de la conexión. Cuanto más ancho de banda se tenga, mayor es la velocidad de acceso. Su unidad de medida es en Hertz o Bps (Bits por segundo).

**BSS:** Un conjunto de estaciones inalámbricas que se comunican con otras por medio de un punto de acceso.

**Carrier:** Operador que transporta redes de comunicaciones.

**CONATEL:** Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

**DHCP:** Son las siglas en inglés de Protocolo de configuración dinámica de servidores (). Es un protocolo de red en el que un servidor provee los parámetros de configuración a las computadoras conectadas a la red informática que los requieran (máscara, puerta de enlace y otros) y también incluye un mecanismo de asignación de direcciones de IP.

**DSSS:** El espectro ensanchado por secuencia directa, también conocido en comunicaciones móviles como DS-SS (acceso múltiple por división de código en secuencia directa), es uno de los métodos de modulación en espectro ensanchado para transmisión de señales digitales sobre ondas radiofónicas que más se utilizan. Mezcla la información de datos digital con una secuencia pseudos-aleatoria 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.

**DTMF:** Son los tipos de señales de audio que se generan cuando se presionan los botones del teléfono. Cada número u opción del teléfono tiene su tono que es identificado en la telefonía.

**Encriptar:** Proteger archivos expresando su contenido en un lenguaje cifrado. Tratamiento de datos que impide que los mismos puedan ser leídos.

**FHSS:** Técnica de ensanchamiento en el cual la frecuencia portadora convencional es desplazada dentro de la banda varias veces por segundo de acuerdo a una lista de canales pseudos-aleatoria. El tiempo de permanencia en un canal es generalmente menor a 10 milisegundos.

**FODETEL:** Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano-Marginales.

**Frecuencia Hopping:** Frecuencia Saltada, es decir que se usa en diferentes partes de la frecuencia.

**Frecuencia Asignada.** Centro de la banda de frecuencias asignadas a una estación.

**FXO:** Interfase que se conecta a la PSTN.

**FXS:** Interfase donde se puede conectar teléfonos analógicos, faxes y puertos CO (Oficina Central) de un PBX.

**Gateway:** Pasarela entre dos redes, cuando se habla de telefonía IP, se entiende por un dispositivo que actúa de pasarela entre la red telefónica y una red IP.

**GPL:** Licencia que permite el uso de determinadas aplicaciones basadas en código de libre uso.

**IBSS:** Un conjunto de estaciones inalámbricas que se comunican entre ellas sin necesidad de un punto de acceso

**ICM (Aplicaciones industriales, científicas y médicas):** Aplicación de equipos o de instalaciones, destinados a producir y utilizar, en un espacio reducido, energía radioeléctrica con fines industriales, científicos, médicos, domésticos o similares, con exclusión de todas las aplicaciones de *telecomunicación*.

**ICMP:** Es un protocolo de control usado en el nivel de red. Este protocolo se usa principalmente por los routers de Internet, para informar de sucesos inesperados, errores, etc. También se usa para hacer pruebas sobre la red (local o Internet), por ejemplo enviando un comando de petición de eco (ping) a un ordenador, y esperar que responda.

**ICR:** Asignación de ruta de una llamada inteligente.

**IP:** Protocolo de Internet que fue definido por el RFC 791 y confirmado como el estándar de comunicaciones de Internet. Es el numerito que identifica a una computadora dentro de una red, ya sea LAN/WAN.

**IVR:** Respuesta de Voz Interactiva, consiste en un conjunto de mensajes de voz y marcación de tonos desde un teléfono, permitiendo obtener información y/o realizar transacciones automatizadas.

**LAN:** Red de Área Local. Red de computadoras interconectadas, distribuida en la superficie de una sola oficina o edificio. También llamadas redes privadas de datos. Su principal característica es su alta velocidad de conexión.

**Latencia:** Es el tiempo promedio de viaje que toma un paquete para pasar a través de una red, a menor latencia, mejor calidad de voz.

**Linux:** Sistema Operativo completo de código abierto y libre distribución. Comúnmente llamado "Linux".

**LiveCD o CDvivo:** es una característica para permitir ejecutar un sistema operativo desde un medio de almacenamiento normalmente CD-ROM o disquete de forma temporal a modo de demostración.

**Luz infrarroja:** Se dice de la radiación del espectro electromagnético de mayor longitud de onda que el rojo y de alto poder calorífico.

**Máscara de subred:** Es un código numérico que forma parte de la dirección IP de los ordenadores, de tal manera que será la misma para ordenadores de una misma red.

**NAT:** Traducción de direcciones de Red, estándar de internet que le permite a una red local (LAN) usar un grupo de direcciones IP para el tráfico interno y otro grupo de direcciones para el tráfico externo. Sirve

para tres propósitos principales : proveer un tipo de firewall al ocultar las direcciones IP internas, usar más direcciones IP internas, combinar varios tipos de conexiones (normalmente RDSI) con una sola conexión de internet.

**NetBSD:** Es un sistema operativo tipo de UNIX, libre, seguro y altamente portable, disponible para multitud de plataformas desde AlphaServers a 64-bits y sistemas de escritorio hasta dispositivos de mano y empotrados.

**OpenBSD:** Es un sistema operativo libre tipo Unix, multiplataforma, basado en 4.4BSD, es un descendiente de NetBSD, centrado en seguridad y criptografía.

**PBX:** Es un sistema privado de conmutación de teléfonos que permite tener una serie de extensiones que es utilizado en compañías y organizaciones para manejar llamadas internas y externas.

**PCMCIA:** Dispositivo del tamaño de una tarjeta de crédito que contiene diferentes periféricos (como discos duros, fax-módem o conexiones a redes locales) para su uso con computadores portátiles. La sigla PCMCIA significa "Personal Computer Memory Card International Association", que es el nombre del grupo de fabricantes que apoya ese estándar de dispositivos.

**PDA:** Programa que se encarga de atender a un usuario concreto en tareas como búsquedas de información o selecciones atendiendo a criterios personales del mismo

**Proxy:** Software que permite a varios ordenadores acceder a Internet a través de una única conexión física. Según lo avanzado que sea, puede permitir acceder a páginas Web, FTP, correo electrónico, etc. Es frecuente que también incluyan otros servicios, como cortafuegos (FireWalls).

**PSTN:** Red Telefónica Convencional, es el servicio de telefonía analógico que comúnmente usamos para hacer llamadas.

**QoS:** Su función es garantizar que el tráfico del paquete para la voz tenga una prioridad más alta que el tráfico convencional de Internet para así no obtener llamadas cortadas.

**Radiocomunicación:** Toda telecomunicación transmitida por medio de ondas radioeléctricas.

**Radiofrecuencia:** Cada una de las frecuencias de las ondas electromagnéticas empleadas en la radiocomunicación.

**Servidores DNS:** Es un conjunto de protocolos y servicios sobre una red TCP/IP, permite a los usuarios de red utilizar nombres jerárquicos sencillos para comunicarse con otros equipos, en vez de memorizar y usar sus direcciones IP. Este sistema es muy usado en Internet y en muchas de las redes privadas actuales.

**SINR:** Relación Señal a Ruido

**SSID:** Es el identificador único adjunto a la cabecera de paquetes enviados sobre la WLAN que actúa como clave cuando un dispositivo móvil intenta conectarse al BSS.

**STUN:** Es un protocolo de red que ayuda a muchos tipos de software y hardware a recibir datos UDP apropiadamente a través de routers de banda ancha que usan NAT.

**SUPTEL:** Superintendencia de Telecomunicaciones.

**T1:** Línea digital de alta velocidad, capaz de transmitir datos a 1,544,000 Bps



**T3:** Línea dedicada capaz de transferir datos a 44,736,000 Bps

**TR:** serán los que tengamos integrados en nuestro ordenador, o bien conectados mediante un conector PCMCIA ó USB

**Trunk, Troncal:** Enlace de Telefonía

**VoIP:** La habilidad de transportar voz, al estilo de la telefonía normal, sobre internet basado en IP con funcionalidad, confiabilidad y calidad de voz similar a la tecnología POTS.

**WAN:** Red de computadoras conectadas entre sí en un área geográfica relativamente extensa. Este tipo de redes suelen ser públicas, es decir, compartidas por muchos usuarios; y pueden extenderse a todo un país o a muchos a través del mundo.

**WEP:** (Wired Equivalent Privacy), es un protocolo de seguridad que está destinado a proveer una WLAN con un nivel de seguridad y privacidad comparable a la red cableada LAN que usa encriptación para la transmisión de datos.

**5-UP:** 5-GHz Unified Protocol (5-UP), Protocolo Unificado de 5 GHz propuesto por Atheros Communications

## **BIBLIOGRAFÍA**

[Gast, 2002] Mathew S. Gast, 802.11 Wireless Networks: The definitive Guide, O'Reilly, 2002

[Kumar, Corp. And Sengodan, 2001] Vineet Kumar, Markku Corp. And Senthil Sengodan, IP Telephony with H.323; Architectures for Unified Networks and Integrated Services, Wiley Computer Publishing, USA, 2001

[Black, 2002] Uyles Black, Voice over IP Second Edition, Prentice Hall, New Jersey 2002

[Ohrtman and Roeder, 2003] Frank Ohrtman and Honrad Roeder, Wi-Fi Handbook: Building 802.11b Wireless Networks, Mcgraw-Hill, USA, 2003

[Minoli, 2003] Daniel Minoli, Hotspot Networks: Wi-Fi for Public Access Locations, Mc Graw-Hill, USA, 2003

[Khan and Khwaja, 2003] Jahanzeb Khan and Anis Khwaja, Building Secure wireless Networks with 802.11, Wiley Computer Publishing, USA, 2003

[Khasnabish, 2003] Bumip Khasnabish, Implementing Voice over IP, Wiley, 2003

[Ohrtman, 2004] Frank Orhtman, Voice over 802.11, Artech House, Noewood, 2004

[Flannang, 2001] Michael E. Flannagan, Administering CISCO QoS in IP Networks, Syngress, 2001

[Flannagan, 2002] Michael E. Flannagan, Configuring CISCO Voice over IP, Syngress, 2002

[Cisco Press, 2000] Voice over IP Fundamentals, Cisco Press 2000

[Olexa, 2005] Ron Olexa, Implementing 802.11, 802.16, and 802.20  
Wireless Networks: Planning, Troubleshooting and Operations, Newnes,  
Oxford, 2005

IEEE Wireless Standards Zone

<http://standards.ieee.org/wireless>

Hiperlan2 Global Forum

<http://www.hiperlan2.com/>

Atheros Communications

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

HomeRF Working Group

<http://www.homerf.org/>

Wi-Fi, el standard inalámbrico

<http://www.baquia.com/noticias.php?id=7771>

Introducción a Voz sobre IP

<http://www.monografias.com/trabajos3/voip/voip.shtml>

Concepto de WI-FI

<http://www.mailxmail.com/curso/informatica/wifi/capitulo11.htm>

Productos D-link

<http://www.delinklatinamerica.com>

Cómo montar una red Wi-Fi

[http://www.pdaexpertos.com/Tutoriales/Comunicaciones/como\\_montar\\_una\\_red\\_wifi\\_en\\_casa.shtml](http://www.pdaexpertos.com/Tutoriales/Comunicaciones/como_montar_una_red_wifi_en_casa.shtml)

Técnicas de comunicación: Espectro Diverso

<http://www.xs4all.nl/~bslash/muren/spectrum.htm>

Traductor de las direcciones de red: NAT

<http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2004/noviembre/videoconf.htm>

Proyecto Open H323

<http://www.openh323.org/>

Información general de la ITU

<http://www.itu.int>

Conceptos Básicos de comunicaciones inalámbricas

[http://64.233.187.104/search?q=cache:1fqtIqMyHO4J:www.forohxc.com/wifi/Taller/contenidos/Taller\\_Wi-](http://64.233.187.104/search?q=cache:1fqtIqMyHO4J:www.forohxc.com/wifi/Taller/contenidos/Taller_Wi-Fi1.pdf+factores+de+atenuaci%C3%B3n+de+WI-FI&hl=es&lr=lang_es)

[Fi1.pdf+factores+de+atenuaci%C3%B3n+de+WI-FI&hl=es&lr=lang\\_es](http://64.233.187.104/search?q=cache:1fqtIqMyHO4J:www.forohxc.com/wifi/Taller/contenidos/Taller_Wi-Fi1.pdf+factores+de+atenuaci%C3%B3n+de+WI-FI&hl=es&lr=lang_es)

Recursos de VoIP

<http://www.recursosvoip.com/b2/noticias.php?m=200201>

¿Que es SIP?

[http://www.tsares.net/VoIP/FAQ\\_VoIP.htm#queessip](http://www.tsares.net/VoIP/FAQ_VoIP.htm#queessip)

Información Básica de Bandas de Frecuencia

[http://www.supertel.gov.ec/radiodifusion/info\\_frec-aux3.htm](http://www.supertel.gov.ec/radiodifusion/info_frec-aux3.htm)

Revista Judicial del Organismo del Gobierno del Ecuador

<http://www.dlh.lahora.com.ec/paginas/judicial/paginas/R.O.Mayo.10.2000.htm>

Glosario de Conatel

<http://www.conatel.gov.ec/espanol/glosario/contenidoglosario.htm>

Revista de la Asociación de Empresas de Electrónica, tecnologías de la información y telecomunicaciones de España

[www.aniel.es/docs/04\\_02\\_20wifi.pdf](http://www.aniel.es/docs/04_02_20wifi.pdf)

Guía básica para Internet

<http://library.albany.edu/internet/internet.html>

Multimedia sobre IP

<http://www.rediris.es/mmedia/>

Estándares WLAN

<http://www.eveliux.com/articulos/estandareswlan.html>

Revolución Wireless, la diferencia de la cobertura

[http://softwarelibre.inictel.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=33&Itemid=2](http://softwarelibre.inictel.net/index.php?option=com_content&task=view&id=33&Itemid=2)

Información de productos Wireless en la banda de 5.8 GHz

<http://www.eyespyvideo.com/wireless/58ghz/rx-5800.htm>

Secretaría de Estado de Telecomunicaciones. Información para la sociedad

[http://www.setsi.mcyt.es/espectro/notas\\_un02/un51\\_60\\_02.htm](http://www.setsi.mcyt.es/espectro/notas_un02/un51_60_02.htm)

¿Qué es una red inalámbrica?

<http://escanda.riot-city.de/escanda/proyectos/inalambrico/inalfaq1.php>

El mundo sobre las redes Wireless

[http://www.wirelessmundi.com/Dealer\\_02\\_2.shtml](http://www.wirelessmundi.com/Dealer_02_2.shtml)

Función Ejecutiva del Tribunal Constitucional

<http://www.dlh.lahora.com.ec/paginas/judicial/paginas/R.O.Agosto.5.2003.htm>

Datos de propagación y modelos de propagación para el diseño de sistemas de comunicaciones y acceso inalámbricos de corto alcance

<http://www.itu.int/itudoc/itu-r/publica/que/rsg3/que211-2-es.html>

VoIP terminará siendo tan natural como el correo electrónico

<http://www.el-mundo.es/navegante/2004/05/14/entrevistas/1084522811.html>

Resumen de los mecanismos de QoS y cómo interoperan

<http://www.microsoft.com/latam/technet/articulos/windows2k/qosmech/>

Interferencias en WLAN

[http://www.e-advento.com/tecnologia/wlan\\_intro.php](http://www.e-advento.com/tecnologia/wlan_intro.php)

Cálculos de diversos tipos.

<http://www.e-advento.com/tecnologia/calculos.php>

Diseño de una red

<http://www.microsoft.com/latam/technet/articulos/wireless/pgch03.msp>

Redes de Acceso de Banda Ancha - ntroducción a la tecnología WLAN

[http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/WLAN/WLAN\\_index.htm](http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/pfc/redaccna/Tecnologias%20de%20Acceso/WLAN/WLAN_index.htm)

Información sobre Codecs

<http://www.ilbcfreeware.org/>

VoIP GSM Gateway

<http://voip-info.org/wiki-GSM+Codec>

Speex, el código libre de compresión de voz

<http://www.speex.org/>

Introducción a los Codecs

<http://compare.ozvoip.com/codecs.php>

Información sobre Digium, el sponsor de Asterisk

<http://www.linux-support.net>

Página principal de Asterisk

<http://www.asterisk.org>