



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

Tema:

SISTEMA DE COMUNICACIÓN UTILIZANDO TECNOLOGÍA WIRELESS PARA PROPORCIONAR SERVICIOS DE COMUNICACIÓN EN LAS ZONAS COMERCIALES DE LOS CANTONES DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

Proyecto de Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI. Trabajo Estructurado de Manera Independiente

AUTOR: Felipe Lescano.

TUTOR: Ing. Mario García.

Ambato - Ecuador

Julio - 2011

APROBACIÓN DEL TUTOR.

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema:

“SISTEMA DE COMUNICACIÓN UTILIZANDO TECNOLOGÍA WIRELESS PARA PROPORCIONAR SERVICIOS DE COMUNICACIÓN EN LAS ZONAS COMERCIALES DE LOS CANTONES DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”, del señor Felipe Ignacio Lescano Andaluz, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 57 del Capítulo IV TEMI, del Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Julio del 2011

EL TUTOR

Ing. Mario García

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: **Sistema de comunicación utilizando tecnología Wireless para proporcionar servicios de comunicación en las zonas comerciales de los Cantones de la Provincia de Tungurahua**. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Julio del 2011

Felipe Ignacio Lescano Andaluz
CC: 1804237467

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Eduardo Chaso e Ing. Geovanni Brito, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado “Sistema de comunicación utilizando tecnología Wireless para proporcionar servicios de comunicación en las zonas comerciales de los Cantones de la Provincia de Tungurahua”, presentado por el señor Felipe Lescano de acuerdo al Art. 57 del Reglamento de Graduación para obtener el título Terminal del tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. M. Sc. Oswaldo Paredes
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Eduardo Chaso
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Geovanni Brito
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA.

A Dios sobre todas las cosas, por haberme dado la oportunidad de existir como persona.

Este proyecto de grado va dedicado a mi familia, especialmente a mis padres quienes han sabido darme el apoyo y estímulo para continuar con mis estudios y superarme siempre a pesar de las dificultades que se han presentado, también agradezco a mi hermano por su apoyo y ayuda brindada cuando yo lo necesitaba.

Felipe Lescano

AGRADECIMIENTO.

Agradezco en primer lugar al señor dios todopoderoso por darme la capacidad de alcanzar este logro.

A mi familia por su apoyo incansable, siempre impulsándome cuando las fuerzas parecían faltar.

Al Ing. Vinicio Torres por darme la oportunidad de realizar el proyecto en su empresa.

Al Lic. Manuel Valle por la facilitación y ayuda brindada para obtener datos del INEC.

Y a la Universidad Técnica de Ambato en especial a la FISEI y todos los docentes por contribuir a mi formación académica y personal.

Felipe Lescano

ÍNDICE GENERAL.

	Pág.
Portada.....	i
Aprobación del tutor.....	ii
Autoría de la investigación.....	iii
Aprobación de la comisión calificadora.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice general.....	vii
Índice de tablas.....	xii
Resumen ejecutivo.....	xiv

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis Crítico.....	2
1.3 Prognosis.....	3
1.4 Formulación del Problema.....	3
1.5 Preguntas directrices.....	3
1.6 Delimitación del Problema.....	4
1.7 Justificación.....	4
1.8 Objetivos de la Investigación.....	5
1.8.1 Objetivo General.....	5
1.8.2 Objetivos Específicos.....	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos.....	6
2.2 Fundamentación.....	7
2.2.1 Fundamentación Legal.....	7

2.3	Categorías fundamentales	9
2.3.1.	Telecomunicaciones.....	10
2.3.1.1.	Clasificación.....	10
2.3.1.2.	Medios de transmisión.....	11
	A. Medios Guiados	11
	B. Medios no Guiados	16
2.3.2.	Redes de datos.....	18
2.3.2.1.	Tipos de transmisión de datos	19
	A. Transmisión Analógica	19
	B. Transmisión Digital.....	19
2.3.2.2.	Modulación Digital.....	20
2.3.3.	Comunicaciones Inalámbricas.....	22
2.3.3.1.	Señal Inalámbrica.....	22
2.3.4.	Redes Inalámbricas.....	22
2.3.4.1.	Topologías y Configuraciones.....	22
2.3.4.2.	Redes inalámbricas en bandas no licenciadas.....	26
2.3.4.2.1.	IEEE 802.11 Wi-Fi.....	26
	A. Estándares Wi-Fi.....	26
	B. Rango de flujo de datos.....	26
	C. Estándar 802.11 ^a	29
	D. Estándar 802.11b.....	30
	E. Estándar 802.11g.....	30
2.3.4.3.	Capa física.....	31
2.3.4.4.	Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (DSSS).....	32
2.3.4.5.	Espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS).....	33
2.3.4.6.	Tecnología de Infrerrojos.....	34
2.3.4.7.	La Capa MAC.....	35
2.3.4.7.1.	Mecanismos de Acceso.....	36
2.3.4.8.	Seguridad.....	36
2.3.4.9.	Funcionalidad adicional.....	37
2.3.4.10	Formato de Trama.....	37
2.3.4.11	IEEE 802.16 WiMAX	40

A. Características de WiMAX.....	41
B. Estándares de WiMAX.....	42
C. Bandas y Espectro de Frecuencias.....	42
D. Espectro sin licencia	43
E. Espectro con licencia.....	44
2.3.4.11.1. Capa Física Y Capa MAC.....	45
2.3.4.11.2. Modulación.....	47
2.3.4.11.3. Multiplexación	48
2.3.4.11.4. Seguridad.....	49
2.3.4.11.5. WiMAX Fijo.....	49
2.3.4.11.6. WiMAX Móvil.....	49
2.3.4.11.7. Estructura de la Trama 802.16.....	50
2.3.5. Red WLAN.....	51
2.3.5.1. Clientes.....	51
2.3.5.2. Nodos.....	51
2.3.5.3. Normalización.	52
2.3.5.4. Equipos y dispositivos Wireless.	53
2.3.5.5. Antenas.....	54
2.3.5.6. Arquitectura.	55
2.3.6. Prestaciones de Servicios.....	56
2.3.6. Servicios de comunicación.....	57
2.4. Hipótesis.....	57
2.5. Señalamiento de variables de la hipótesis.....	57
2.5.1 Variable independiente.....	57
2.5.2. Variable dependiente.....	57

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque.....	58
3.2 Modalidad básica de la investigación.....	58
3.2.1 Investigación de Campo.....	58
3.2.2 Investigación documental – bibliográfica.....	58

3.2.3 Proyecto factible.....	58
3.3 Nivel o tipo de investigación.....	59
3.3.1 Nivel exploratorio.....	59
3.3.2 Nivel descriptivo.....	59
3.3.3 Nivel Correlacional.....	59
3.4 Población y muestra.....	59
3.5 Operacionalización de las variables.....	64
3.6 Recolección de información.....	65

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados.....	64
4.1.1. Encuestas.....	66
4.1.2. Entrevista.....	73
4.1.3. Interpretación de resultados de la Entrevista.....	73
4.2 Interpretación de resultados	74
4.2.1 Método Chi-cuadrado.....	74
4.2.2 Aplicación del método.....	75

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	81
5.2 Recomendaciones.....	82

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos.....	83
6.2. Antecedentes de la propuesta.....	84
6.3. Justificación.....	84
6.4. Objetivos.....	85
6.5. Análisis de factibilidad.....	85
6.6. Fundamentación Científico-Técnica.....	85

6.6.1. Descripción del Diseño.....	86
6.6.2. Obtención de parámetros de diseño.....	86
6.7. Software de simulación a utilizarse.....	91
6.8. Descripción de los parámetros de radioenlace.....	93
6.8.1. Pérdida de espacio libre (FSL)	94
6.8.2. Zonas de Fresnel.....	95
6.8.3. Línea de Vista.....	96
6.8.4. Ganancia del sistema.....	96
6.8.5. Umbral de recepción (U_{RX}).....	97
6.8.6. Margen de desvanecimiento (FM)	98
6.8.7. Confiabilidad (Reliability R)	98
6.8.8. Requerimientos de la red inalámbrica.....	101
6.8.9. Estructura de la red	101
6.8.10. Consideraciones para la simulación.....	102
6.8.11. Parámetros de la Red inalámbrica.....	103
6.8.12. Requerimientos de la red del Nodo Central.....	121
6.8.13. Router Cisco 2800.....	123
6.8.14. Switch Cisco Catalyst 2960S	125
6.8.15. DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO.....	127
6.8.16. Políticas de Seguridad.....	128
6.8.16.1. Servicios de seguridad.....	128
6.8.16.2. Mecanismos de seguridad.....	129
6.8.16.3. MÉTODO DE FILTRADO MAC.....	129
6.8.16.4. MÉTODO RED PRIVADA VIRTUAL (VPN).....	130
6.8.17. Equipos a utilizarse en el diseño.....	131
6.8.17.1 Elección del punto de acceso.....	131
6.8.17.2. Acoplamiento WiMAX de Tsunami QB-8150.....	133
6.8.17.3. Estación base WiMAX Tsunami MP-8100-BSU-WD.....	134
6.8.17.4. Estación subscriptora WiMAX Tsunami MP-8150-SUR.....	136
6.8.17.5. Antenas direccionales.....	138
6.8.17.6. Antena Sectorial.....	139
6.8.18. Diagramas de esquemas.....	140

6.8.19. Presupuesto referencial.....	142
6.8.19.1 Costos de Operación en el Primer Año.....	146
6.8.19.2. Costo Total de la Inversión Inicial.....	147
6.8.19.3. Financiamiento.....	147
6.8.19.4. Planes Tarifarios.....	147
6.8.19.5. Proyección de Ingresos	148
6.8.19.6. Ingresos – Egresos.....	149
6.8.20. Indicadores de Rentabilidad.....	149
6.8.20.1 Valor Actual Neto (VAN)	149
6.8.20.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)	150
6.8.20.3. Relación Beneficio Costo (B/C)	151
6.9. Conclusiones.....	152
6.10. Recomendaciones.....	152
6.11. Referencia bibliográfica.....	153

Anexos

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 2.1 Rango de frecuencias del Espectro Radioeléctrico.....	10
Tabla 2.2 Características de los estándares Wi-Fi.	28
Tabla 2.3 Estándares Físicos.	29
Tabla 2.4 Estándar 802.11a.	30
Tabla 2.5 Estándar 802.11b.	30
Tabla 2.6 Estándar 802.11g.	31
Tabla 2.7 Frecuencias DSSS.....	33
Tabla 2.8 Frecuencias FHSS.	34
Tabla 3.2 Actividades que se destacan en la provincia.....	61
Tabla 3.2 Población activa en la provincia de Tungurahua.....	63
Tabla 4.1 Subdivisión de la muestra.....	75
Tabla 4.2 Resultados de encuestas chi-cuadrado.....	77
Tabla 4.3 Aplicando chi-cuadrado.....	77
Tabla 4.4 Cálculos de resultados chi-cuadrado.....	78
Tabla 4.5 Valor total de chi-cuadrado.....	79

Tabla 4.6 Operadoras a Nivel Nacional.....	80
Tabla 6.1 Distribución de la población de Tungurahua.....	88
Tabla 6.2 Población Económicamente Activa (PEA).....	89
Tabla 6.3 Datos geográficos de los Cerros.....	90
Tabla 6.4 Ubicación de municipios de la Provincia de Tungurahua.....	93
Tabla 6.5 Ubicación geográfica de los lugares de interés.....	93
Tabla 6.6 Perdidas por espacio libre.	95
Tabla 6.7 Nivel de la señal.	97
Tabla 6.8 Margen de desvanecimiento.	98
Tabla 6.9 Nivel de Confiabilidad.	99
Tabla 6.10 Nivel de Confiabilidad.	100
Tabla 6.11 Nivel de Confiabilidad.....	101
Tabla 6.12 Descripción de Nodos.....	120
Tabla 6.13 Especificaciones del Router Cisco.....	125
Tabla 6.14 Especificaciones del Router Cisco.....	125
Tabla 6.15 Comparativa de putos de Acceso.....	132
Tabla 6.16 Precios comerciales de torres y mástiles.....	142
Tabla 6.17 Costos de equipos y dispositivos (Nodos).....	143
Tabla 6.18 Costos de equipos y dispositivos (Suscriptores).....	144
Tabla 6.19 Precios comerciales de Equipos.....	145
Tabla 6.20 Promedios de Usuarios de la empresa.....	145
Tabla 6.21 Costos de diseño de la red.	146
Tabla 6.22 Costo de operación.	146
Tabla 6.23 Costo total del proyecto.....	147
Tabla 6.24 Planes tarifarios de Usuarios.....	147
Tabla 6.25 Proyecto de ingresos.	149
Tabla 6.26 Ingresos y Egresos.	149

RESUMEN EJECUTIVO.

En el primer capítulo se determina el problema, el cual radica en la falta de una red de comunicación en la Provincia de Tungurahua, lo que impide el desarrollo empresarial. Además se determinan los objetivos que se desea alcanzar con la misma, cuyo objetivo principal es el proponer un modelo de diseño de red.

En el capítulo dos se describen las bases teóricas para entender lo que posteriormente se plantea como solución al problema.

En el capítulo tres es decir la metodología se describe la forma y métodos de cómo se procedió para resolver el problema.

En el capítulo cuatro se describe la situación actual referente a comunicaciones de la Provincia y también se hace un análisis de los resultados de la encuesta aplicada entre los empleados de la empresa y las zonas comerciales de la Provincia.

Las conclusiones que se determinan se refieren principalmente a las necesidades que la Provincia tiene con respecto a comunicaciones, y a los conocimientos que se obtuvieron en el desarrollo de la investigación. Además se realizan recomendaciones con el fin de dar la solución apropiada al problema.

Y en el último capítulo se propone un modelo de diseño de red que en el futuro pudiera implementarse, para solucionar las deficiencias que en materia de comunicación la Provincia tiene, así mismo se describen equipos que podrían instalarse y un presupuesto aproximado de lo que podrían costar.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de investigación

“Sistema de comunicación utilizando tecnología wireless para proporcionar servicios de comunicación en las zonas comerciales de los cantones de la provincia de Tungurahua.”

1.2 Planteamiento del Problema.

1.2.1 Contextualización

A nivel mundial en la década de los noventa se rompió el paradigma de usar cables como medio de comunicación, En los últimos años las redes de área local inalámbrica (WLAN, Wireless Local Area Network) están ganando mucha popularidad, que se ve acrecentada conforme sus prestaciones aumentan y se descubren nuevas aplicaciones para ellas.

En el Ecuador ha tenido un gran desarrollo tecnológico en los medios de comunicación, es así que muchas empresas ofertan el servicio aprovechando los distintos medios posibles, esto ha llevado que las principales ciudades cuenten con todas las opciones de servicio de comunicación que existen en la actualidad. La posición geográfica del Ecuador permite que disfrute una gran variedad de productos agrícolas y marinos, por lo tanto estos productos son el principal punto económico del país.

La región sierra se caracteriza por ser zona muy comercial por la elaboración de productos agrícolas y artesanales. La provincia de Tungurahua es netamente productiva por ser zona céntrica del país y por su desempeño económico.

Por lo tanto las comunicaciones en los negocios es una herramienta fundamental para el desarrollo económico en cualquier sector. El perfil topográfico de la provincia de Tungurahua se caracteriza por su desigualdad territorial, es decir cada cantón está rodeado de cerros y montañas, que dificultan la comunicación entre estos sectores, produciendo retardo y desactualización de la información por los inadecuados sistemas de comunicación.

1.2.2 Análisis crítico

La carencia de proveedores de servicios locales de comunicación obligan a las empresas a utilizar proveedores de otras ciudades, lo cual generara moderados gastos económicos, y muchas veces la empresa requiere su propia red interna lo que representa un gasto adicional. Por lo tanto un proveedor que facilite estos servicios, captara fácilmente el mercado empresarial y comercial.

Generalmente las empresas a su poco tiempo de creación logran captar importancia en el mercado y la necesidad de una sucursal es obligatoria, esto provoca que el intercambio de información sea inadecuado. Además la información de la empresa se desactualiza, provocando que el control de calidad sea ineficiente. La carencia de una etapa de monitoreo general provoca que haya conflictos de producciones, entonces la comunicación es muy lenta, lo que conlleva a que las empresas realicen gastos moderados en servicios de comunicación.

En definitiva la población de los cantones y sectores rurales de nuestro país y en especial de nuestra provincia, tiene dificultades para el acceso a la información, lo que no les permite utilizar herramientas tecnológicas que en la actualidad disponemos, como es el servicio de internet, comunicación y otros servicios que puede ser la telefonía IP.

1.3 Prognosis

Si no se implementa una solución a este problema, ya sea con las tecnologías tradicionales o con un acceso inalámbrico utilizando tecnología actualizada, las

empresas pueden tener grandes pérdidas económicas por qué el intercambio de información será muy retardado, y están sujetas a usar equipos obsoletos que no proporcionan los servicios requeridos, entonces las empresas proporcionan un servicio inadecuado que conlleva a la insatisfacción de sus usuarios; provocando a que éstas pierden su prestigio y lo más importante están sujetas a perder a sus clientes, lo que llevaría a tener pérdidas de dinero. Además están expuestas al estancamiento tecnológico y a las prestaciones que hoy en día estas facilitan, de esta manera las empresas no se desenvolverían adecuadamente y su desarrollo no será el adecuado.

1.4 Formulación del problema

¿Qué incidencia tiene un sistema de comunicación con tecnología wireless en los servicios de comunicación en las zonas comerciales de los cantones de la Provincia de Tungurahua?

1.5 Preguntas directrices

- ✓ ¿Qué tipos de tecnología son requeridas para diseñar un sistema de comunicación inalámbrico?
- ✓ ¿Qué nivel de QoS se requiere para la red inalámbrica?
- ✓ ¿Qué políticas, normas y procedimientos requiere el sistema de comunicación inalámbrica?
- ✓ ¿Qué características deberá tener el sistema de comunicación inalámbrico?

1.6 Delimitación del objetivo de investigación

La investigación se desarrollará en el período comprendido entre el último trimestre del año 2010 y el primer mes del año 2011, se lo realizará en las zonas

comerciales de la provincia de Tungurahua. Se solucionará el problema aproximadamente en 6 meses Iniciando en el mes de Noviembre del 2010 concluyendo en el mes de Abril del 2011.

1.6.1 Delimitación

Campo: Telecomunicaciones

Área: Redes Inalámbricas

Aspecto: Tecnología Wireless

Debido a la extensión demográfica de la provincia y para optimizar recursos ya sean económicos o de diseño, el sistema de comunicación se centró en las zonas más comerciales de cada cantón y lugares de interés para la empresa, como son las entidades bancarias y el sector financiero. Es decir se buscará los sectores que se destaquen de cada cantón ya sea lugares turísticos, centros comerciales, zonas empresariales, cooperativas de transporte o de crédito, etc.

1.7 Justificación

En la actualidad la comunicación, el intercambio de información y los diferentes servicios que nos ofrece el internet es fundamental por no decirlo esencial lo cual se ha venido utilizando en las grandes ciudades.

En el sector rural por la poca difusión de estas tecnologías, la necesidad de implementación de servicios de comunicación se ha retardado por muchos aspectos, sin embargo el sector que más adolece es el comercial debido a los costos del servicio de comunicación por su complejidad y difícil factibilidad.

El planteamiento que se hace mediante este estudio es justamente para poder entregar una opción a la empresa SISTELDATA S.A. que miró la posibilidad de hacer una inversión inicial para brindar este servicio, inversión que comparada con otras tecnologías es económicamente conveniente, lo cual permitió que en el transcurso del tiempo puede ganar clientes o suscripciones, pues las necesidades

tecnológicas en los diferentes ámbitos cotidianos no se los puede evitar, lo cual a futuro podría consolidar el trabajo y las inversiones en la provincia.

En términos de demanda, el proyecto se centró en los factores de brindar conectividad (carrier) y principalmente a futuro el factor de Proveedor de Servicio de Internet (económico de alta velocidad). El proyecto permitió aplicar los conocimientos adquiridos durante estos años de estudio en la Facultad de Sistemas, Electrónica e Industrial, solucionando así los problemas.

1.8 Objetivos de la Investigación

1.8.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de comunicación utilizando tecnología Wireless para proporcionar servicios de comunicación en las zonas comerciales de los cantones de la provincia de Tungurahua.

1.8.2 Objetivos Específicos

1.8.2.1 Determinar las tecnologías requeridas para un sistema de comunicación inalámbrico.

1.8.2.2 Estructurar un esquema de QoS y limitación de ancho de banda.

1.8.2.3 Formular Políticas, Normas, Procedimientos de seguridad para la red inalámbrica.

1.8.2.4 Diseñar el sistema de comunicación con tecnología Wireless.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

Revisado los archivos de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato y se encontró trabajos similares al presente elaboradas por:

-Ing. Luis Eduardo Morales Perrazo con el Tema: “Análisis de factibilidad de implementación de redes inalámbricas utilizando tecnología de cuarta generación para el Municipio del Cantón Pelileo de la Provincia de Tungurahua”, en la que concluye que la red actual del Municipio de Pelileo está hecha con equipos que soporta la tecnología de cuarta generación, y se prevee que será un adelanto importante en las comunicaciones móviles, además está reúne servicios de voz, datos, video y multimedia que se puede utilizar de forma eficiente.

-Ing. Jhonny Javier Martínez Ulloa con el Tema: “Diseño de una red inalámbrica con tecnología Wi-Fi para Ciderúrgica Tungurahua S.A.”, en la que concluye que la vulnerabilidad y la interferencia en las redes inalámbricas son uno de los problemas más grandes que presentan dichas redes, y el mejor mecanismo de protección es el método mediante WEP con clave estática es el mínimo nivel de protección que debería existir en la red Wi-Fi.

Para la elaboración del presente trabajo se tomará en consideración las conclusiones por los autores anteriormente mencionados.

2.2. Fundamentación

2.2.1. Fundamentación legal

Las empresas de radiocomunicaciones para su funcionamiento deben cumplir con los artículos 1 y 2 del reglamento de derechos por concesión y tarifas para uso de frecuencias del espectro radioeléctrico. Artículo 1.- “Los derechos y tarifas establecidos en el presente Reglamento se aplicarán para el pago por la concesión, siempre que no existan procesos públicos competitivos o subastas públicas de frecuencias y por el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, respectivamente. Las frecuencias necesarias para el Servicio Móvil Marítimo serán explotadas por la Armada Nacional; y la concesión de frecuencias para los medios, sistemas y Servicios de Radiodifusión y Televisión, se regirán por la Ley de Radiodifusión y Televisión, y serán otorgadas por el CONARTEL.”

Artículo 2.- Las definiciones de los términos técnicos de telecomunicaciones serán las establecidas en la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, en el Presente Reglamento, en el Reglamento de Radiocomunicaciones, en el Plan Nacional de Frecuencias, en los Reglamentos Específicos de los Servicios de Telecomunicaciones, y en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.”
Conjuntamente se amparan de los derechos de concesión citados en el capítulo III de la ley del Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

Que sita en el Artículo 30.- “Los Derechos de Concesión de frecuencias del espectro radioeléctrico serán los aprobados por CONATEL en base de los estudios respectivos elaborados por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, para cada servicio, banda de frecuencias y sistema a operar.

Artículo 32.- “El CONATEL aprobará, en base de un estudio sustentado de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, los valores del Factor de Concesión de Frecuencias (Fcf) para cada Servicio y Sistema, de acuerdo a las bandas de frecuencias correspondientes y a las políticas de desarrollo del sector de las

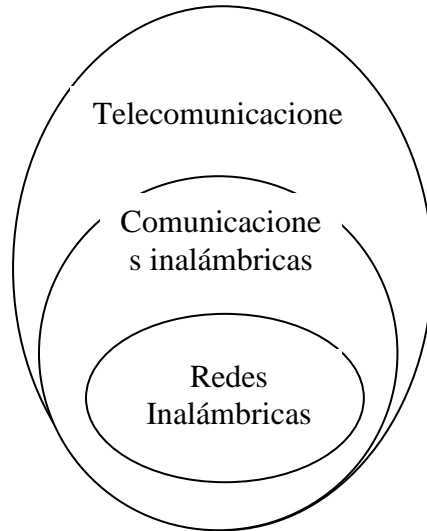
radiocomunicaciones que se determinen, dando prioridad a los proyectos desarrollados por el Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones.

Artículo 33.- El concesionario tiene el plazo de un año contado a partir de la firma del contrato para poner en operación el Sistema y firmar el Acta de Puesta en Operación con la Superintendencia de Telecomunicaciones, caso contrario se le retirará la concesión, previo informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

Artículo 34.- Los valores de los Derechos de Concesión que no se encuentren determinados en el presente Reglamento deberán ser fijados por el CONATEL, previo estudio técnico-económico sustentado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

2.3. Categorías fundamentales

GRÁFICO DE INCLUSIÓN DE VARIABLES



Variable Independiente



Variable dependiente

2.3.1. Telecomunicaciones.

La siguiente definición de telecomunicaciones se encuentra descrita en la página web: <http://es.wikipedia.org/wiki/Telecomunicaci%C3%B3n>:

“La telecomunicación (del prefijo griego tele, “distancia o lejos”) es una técnica consistente en transmitir un mensaje desde un punto a otro, normalmente con el atributo típico adicional de ser bidireccional.

El término telecomunicación cubre todas las formas de comunicación a distancia, incluyendo radio, telegrafía, televisión, telefonía, transmisión de datos e interconexión de ordenadores a nivel de enlace.

Telecomunicaciones es toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, datos, o información de cualquier naturaleza que sea efectuada a través de cables, radioelectricidad, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos.”

2.3.1.1. Clasificación

Las telecomunicaciones se clasifican según su medio de propagación de las cuales tenemos:

- **Telecomunicaciones terrestres.-** Su medio de propagación son líneas físicas, (cables de cobre, fibra óptica, cable coaxial, cable multipar, etc.), ejemplo las líneas telefónicas.
- **Telecomunicaciones radioeléctricas.-** Se utiliza como medio de propagación la atmósfera terrestre, realizando la transmisión de las señales de ondas; como por ejemplo las ondas de radio.
- **Telecomunicaciones satelitales.-** Se utiliza como medio de propagación la atmósfera terrestre y parte del espacio exterior es decir las diferentes capas de la atmósfera hasta llegar a la órbita geosíncrona ubicada a 36000 Km. Sobre el nivel del mar; un ejemplo son los enlaces VSAT.

2.3.1.2. Medios de transmisión

El medio de transmisión es el soporte físico que facilita el transporte de la información. Es una parte fundamental en la comunicación de datos. La calidad de la transmisión dependerá de sus características; Existen dos medios de transmisión los cuales son los medios guiados y los medios no guiados.

A. Medios Guiados

Los medios guiados son aquellos que llegan físicamente al transmisor y al receptor. Las ondas están confinadas en un medio sólido como por ejemplo el cable multipar, coaxial, STP, fibra óptica. El propio medio impone limitaciones a la transmisión.

a. Par trenzado

Consiste en dos cables de cobre aislados y trenzados para reducir la interferencia eléctrica externa y de pares adyacentes. Dos cables paralelos forman una antena. Si se trenzan se reduce la diafonía. Existen algunos tipos como son el cable UTP, cable STP, etc.

- **Cable UTP**

Es de los más antiguos en el mercado y en algunos tipos de aplicaciones es el más común. Consiste en dos alambres de cobre o a veces de aluminio, aislados con un grosor de 1 mm aproximadamente. Los alambres se trenzan con el propósito de reducir la interferencia eléctrica de pares similares cercanos.

Los pares trenzados se agrupan bajo una cubierta común de PVC (Policloruro de Vinilo) en cables multipares de pares trenzados (de 2, 4, 8, hasta 300 pares).

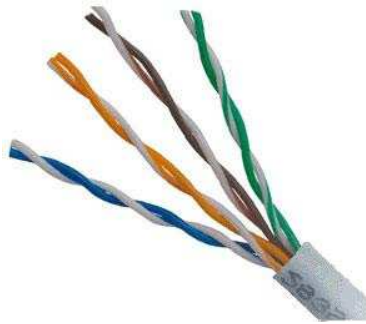


Figura 2.1 Cable UTP

Obtenida de: http://depaginas.com.mx/images/api/3/4/5/a/1803784560-cable_utp.jpg

- **Cable STP**

En este tipo de cable, cada par va recubierto por una malla conductora que actúa de pantalla frente a interferencias y ruido eléctrico. Su impedancia es de 150 Ohm. El nivel de protección del STP ante perturbaciones externas es mayor al ofrecido por UTP. Sin embargo es más costoso y requiere más instalación.

La pantalla del STP, para que sea más eficaz, requiere una configuración de interconexión con tierra (dotada de continuidad hasta el terminal), con el STP se suele utilizar conectores RJ49.

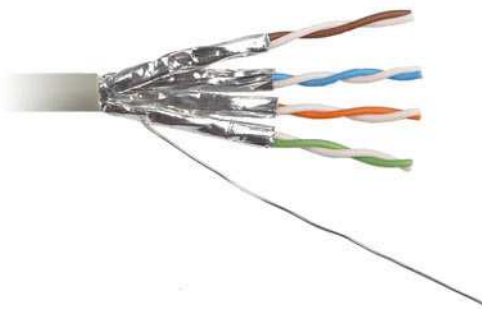


Figura 2.2 Cable STP

Obtenida de: <http://esp.hyperlinesystems.com/img/sharedimg/cable/stp4-c6-solid-ind.jpg>

- **Cable FTP**

En este tipo de cable como en el UTP, sus pares no están apantallados, pero sí dispone de una pantalla global para mejorar su nivel de protección ante interferencias externas. Su impedancia característica típica es de 120 ohmios y sus propiedades de transmisión son más parecidas a las del UTP. Además, puede utilizar los mismos conectores RJ45. Tiene un precio intermedio entre el UTP y STP.

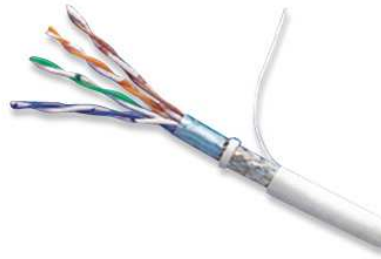


Figura 2.3 Cable FTP

Obtenida de: <http://www.hopcable.com/UploadFile/201011301020.jpg>

- b. Cable Coaxial**

Consiste de dos conductores, pero es construido de manera diferente para operar sobre un rango más alto de frecuencias. Un cable coaxial sencillo tiene un diámetro de 0.4 a 1 pulgada.

Su estructura interna consta con una vaina externa que es un aislador plástico que evita el desgaste ante la lluvia y la erosión; una malla que su función es evitar la interferencia electromagnética; y un dieléctrico que da la eficiencia del cable coaxial, mientras más puro sea, es mejor. Su función es impedir el paso de los electrones.

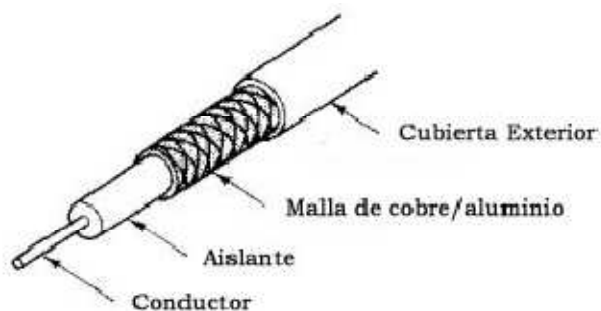


Figura 2.4 Cable Coaxial

Obtenida de: http://usuarios.lycos.es/pope_666/cable_coaxial.html

c. Fibra óptica

La fibra óptica es una delgada hebra de vidrio o silicio fundido que conduce la luz. Se requieren dos filamentos para una comunicación bi-direccional: transmisor y receptor. El grosor del filamento es comparable al grosor de un cabello humano, es decir, aproximadamente de 0,1 mm. Un cable de fibra óptica está compuesto por: Núcleo, manto, recubrimiento, tensores y chaqueta.

Como características de la fibra podemos destacar que son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad ya que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radiofrecuencia, dimensiones mucho menores que los sistemas convencionales, instalación de repetidores a lo largo de las líneas, etc.

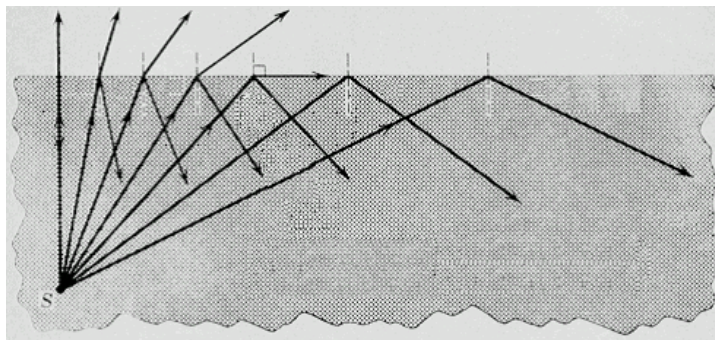


Figura 2.5 Modelo de reflexión de la señal en la fibra óptica

Obtenida de: <http://www.cienciorama.unam.mx/imagenes/fibra2.jpg>

- **Fibra Multimodo**

En este tipo de fibra viajan varios rayos ópticos reflejándose a diferentes ángulos, los diferentes rayos ópticos recorren diferentes distancias y se desfasan al viajar dentro de la fibra. Por esta razón, la distancia a la que se puede transmitir está limitada.

- **Fibra Multimodo con índice graduado**

En este tipo de fibra óptica el núcleo está hecho de varias capas concéntricas de material óptico con diferentes índices de refracción.

En estas fibras el número de rayos ópticos diferentes que viajan es menor y, por lo tanto, sufren menos el severo problema de las multimodales.

- **Fibra Monomodo**

Esta fibra óptica es la de menor diámetro y solamente permite viajar al rayo óptico central. No sufre del efecto de las otras dos pero es más difícil de construir y manipular.

Es también más costosa pero permite distancias de transmisión mayores.

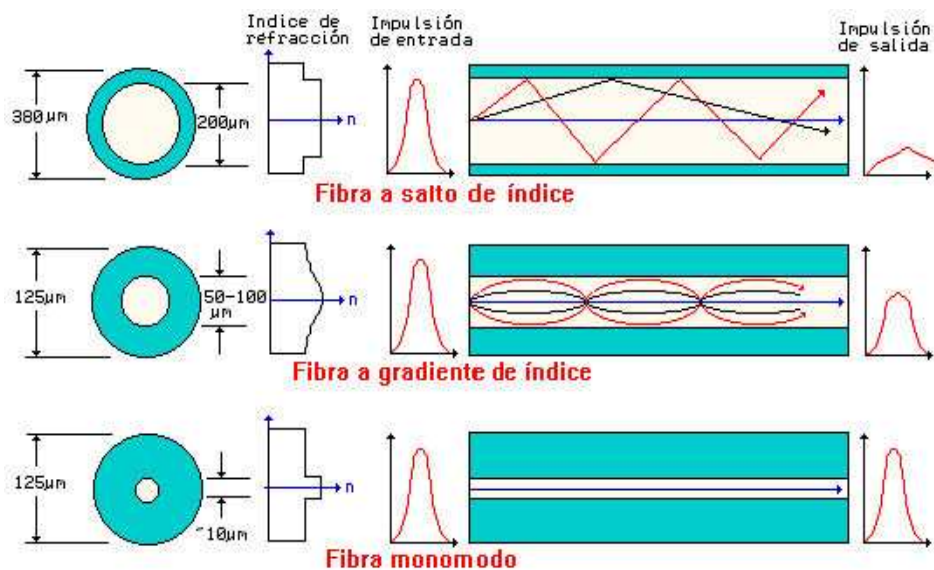


Figura 2.6 Tipos de fibra óptica

Obtenida de: <http://www.todomonografias.com/telecomunicaciones/fibra-optica/>

B. Medios no Guiados

Los medios de transmisión no guiados son los que no confinan las señales mediante ningún tipo de cable, sino que las señales se propagan libremente a través del medio. Entre los medios más importantes se encuentran el aire y el

vacío. Tanto la transmisión como la recepción de información se llevan a cabo mediante antenas.

A la hora de transmitir, la antena irradia energía electromagnética en el medio. Por el contrario en la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que la rodea. La configuración para las transmisiones no guiadas puede ser direccional y omnidireccional.

En la direccional, la antena transmisora emite la energía electromagnética concentrándola en un haz, por lo que las antenas emisora y receptora deben estar alineadas. En la omnidireccional, la radiación se hace de manera dispersa, emitiendo en todas direcciones pudiendo la señal ser recibida por varias antenas. Generalmente, cuanto mayor es la frecuencia de la señal transmitida es más factible confinar la energía en un haz direccional.

Banda de Frecuencia	Nombre	Modulación	Razón de Datos	Aplicaciones Principales
30-300 kHz	LF (low frequency)	ASK, FSK, MSK	0,1-100 bps	Navegación
300-3000 kHz	MF (medium frequency)	ASK, FSK, MSK	10-1000 bps	Radio AM Comercial
3-30 MHz	HF (high frequency)	ASK, FSK, MSK	10-3000 bps	Radio de onda corta
30-300 MHz	VHF (very high frequency)	FSK, PSK	Hasta 100 kbps	Television VHF, Radio FM
300-3000 MHz	UHF (ultra high frequency)	PSK	Hasta 10 Mbps	Television UHF, Microondas Terrestres
3-30 GHz	SHF (super high frequency)	PSK	Hasta 100Mbps	Microondas terrestres y por satélite
30-300 GHz	EHF (extremely high frequency)	PSK	Hasta 750 Mbps	Enlaces cercanos con punto a punto experimentales

Tabla 2.1 Rango de frecuencias del Espectro Radioeléctrico

Obtenida de: http://www.electronica2000.net/curso_elec/leccion60.htm

a. Guía de Onda

Es un medio hueco en su interior construido de aluminio con una impedancia característica de 500 ohms. Tiene tres modos de transmisión: Transversal

Eléctrico (natural 10), Transversal Magnético, y Transversal Electromagnético. Existen generalmente de dos tipos que son guías de ondas cilíndricas y guías de ondas rectangulares.

Una guía de onda sirve para la construcción de antenas y se la aplica en microondas, por lo cual la polarización es un factor importante ya que nos indica el comportamiento del campo eléctrico. La desventaja de una guía de onda es que soporta hasta 70 millas/hora el viento.



Figura 2.7 Guía de onda

Obtenida de: http://1.bp.blogspot.com/_87B2GCiHjIQ/SeerAqTIFwI/AAAAAAAAB0/MIRV_fpLHUw/s400/GUIA+DE+ONDA.png

b. Ondas de Radio

Igualmente este medio de transmisión ocupa el aire como medio de propagación, su rango de frecuencias es de 30 MHz a 1 GHz. Sirve para la transmisión de voz, datos, televisión, radio y utiliza antenas omnidireccionales. La frecuencia se divide en bandas para los radioaficionados: A, B y C.

c. Microondas

Es un medio que permite la transmisión de un punto a otro. Opera en frecuencias mayores a 1 GHz. Las frecuencias de 2 a 4 GHz se dividen en sub bandas: L, X. y emplea antenas direccionales, de rejillas, offset, y parabólicas.

Es necesario tener línea de vista y su confiabilidad es del 99% y tiene un retardo de 5 mseg. El uso principal de los sistemas de microondas terrestres son los servicios de telecomunicación de larga distancia

d. Satélites

Es un sistema electrónico complejo que se encuentra en la zona geoestacionaria o geosíncrona, ubicado a una altura de 36000 Km en la Troposfera, el mismo que debe ponerse en sincronía con la rotación de la Tierra girando a 6879 millas/hora. Tiene una frecuencia ascendente (uplink) y descendente (downlink). La frecuencia de subida es siempre mayor que la frecuencia de bajada debido a la presión presentada en la atmósfera.

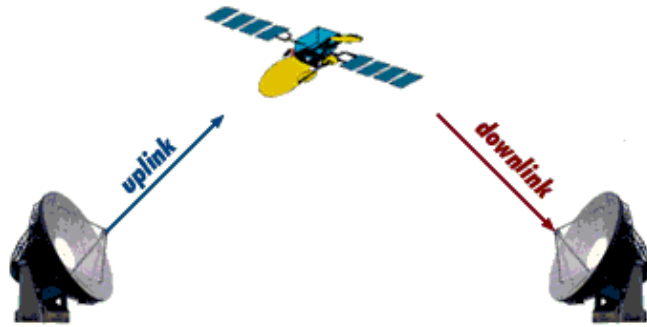


Figura 2.8 Enlace Satelital

Obtenida de: http://library.thinkquest.org/C0122480/img/up_downlink.gif

2.3.2. Redes de datos

Una red de datos es un sistema que enlaza dos o más puntos por un medio físico el cual sirve para enviar o recibir un determinado flujo de información.

La transmisión de datos de un lugar a otro se ha vuelto indispensable, para poder tener acceso a la información. En las redes de datos se pueden considerar 3 elementos básicos:

- ✓ Transmisor: Encargado de generar y adecuar la información a ser transmitida adaptándola al medio de transmisión requerido.
- ✓ Medio de transmisión: es el medio a través del cual viajará la información desde el transmisor hacia él, o los receptores.
- ✓ Receptor: Encargado de recibir y adecuar la información a ser utilizada, adaptándola nuevamente a la aplicación o utilidad requerida.

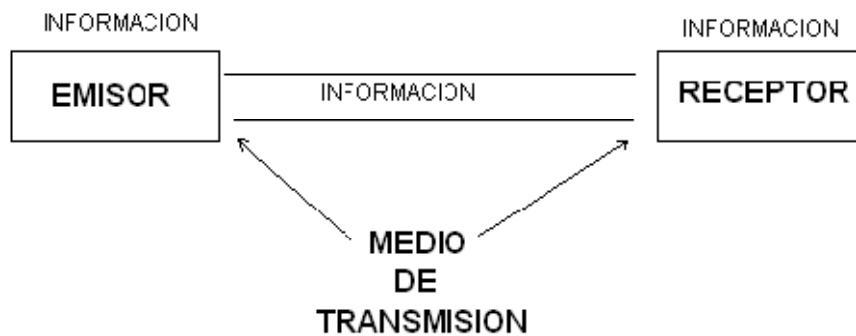


Figura 2.9 Modelo de comunicación de una red de datos

2.3.2.1. Tipos de transmisión de datos

A. Transmisión Analógica

La transmisión analógica de datos consiste en el envío de información en forma de ondas, a través de un medio de transmisión físico. Los datos se transmiten a través de una onda portadora, una onda simple cuyo único objetivo es transportar datos modificando una de sus características.

Se definen tres tipos de transmisión analógica, según cuál sea el parámetro de la onda portadora que varía:

- ✓ Transmisión por modulación de la amplitud de la onda portadora.
- ✓ Transmisión a través de la modulación de frecuencia de la onda portadora.
- ✓ Transmisión por modulación de la fase de la onda portadora.

B. Transmisión Digital

La transmisión digital es la transmisión de pulsos digitales, entre dos o más puntos, de un sistema de comunicación. En un sistema de transmisión digital, la información de la fuente original puede ser en forma digital o analógica.

Si está en forma analógica, tiene que convertirse a pulsos digitales, antes de la transmisión y convertirse de nuevo a la forma analógica, en el extremo de recepción.

2.3.2.2. Modulación Digital

Básicamente la modulación consiste en utilizar una señal de alta frecuencia como medio de transporte (carrier) de la información o datos que se desean enviar de un lugar a otro; estos últimos generalmente de una frecuencia más baja.

La modulación consiste entonces en mezclar dos señales: una de alta frecuencia (portadora o moduladora, F_p) y otra de baja frecuencia (envolvente o modulante, F_E). Los métodos de modulación más comunes son los siguientes:

- ✓ **Modulación ASK:** La modulación por desplazamiento de amplitud es una forma de modulación en la cual se representan los datos digitales como variaciones de amplitud de la onda portadora.

Los dos valores binarios se representan con dos amplitudes diferentes y es usual que una de las dos amplitudes sea cero.

Es decir uno de los dígitos binarios se representa mediante la presencia de la portadora a amplitud constante, y el otro dígito se representa mediante la ausencia de la señal portadora.

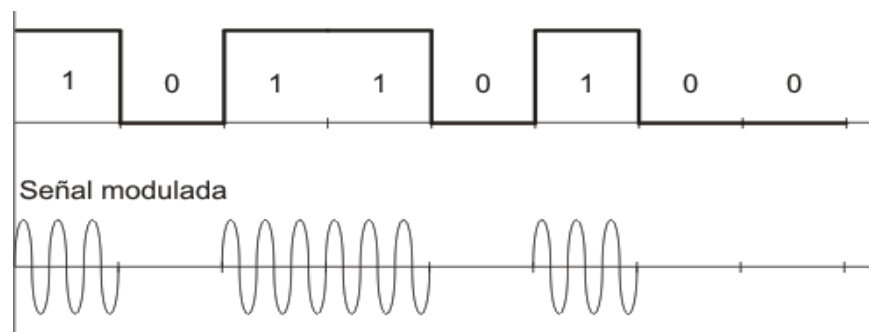


Figura 2.10 Modulación ASK

Obtenida de: <http://www.textoscientificos.com/imagenes/redes/modulacion-ASK.gif>

- ✓ **Modulación FSK:** Es una forma de modulación angular de amplitud constante, similar a la modulación en frecuencia convencional, excepto que la señal modulante es un flujo de pulsos binarios que varía, entre dos niveles de voltaje discreto, en lugar de una forma de onda analógica que cambia de manera continua.

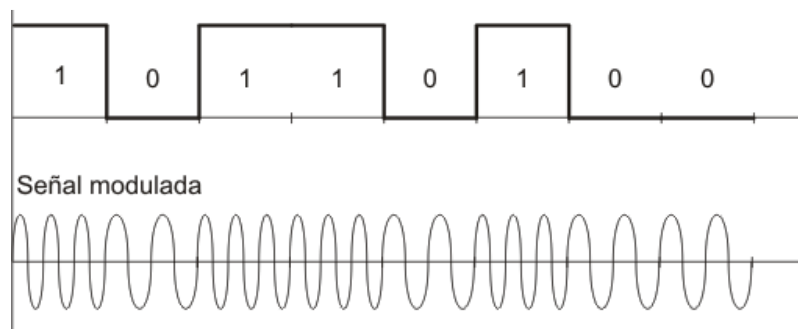


Figura 2.11 Modulación FSK

Obtenida de: <http://www.textoscientificos.com/imagenes/redes/modulacion-FSK.gif>

- ✓ **Modulación PSK:** Se caracteriza porque la fase de la portadora representa cada símbolo de información de la moduladora, con un valor angular que el modulador elige entre un conjunto discreto de "n" valores posibles. La modulación PSK también se denomina “por desplazamiento” debido a los saltos bruscos que la moduladora digital provoca en los correspondientes parámetros de la portadora. Un modulador PSK representa directamente la información mediante el valor absoluto de la fase de la señal modulada, valor que el demodulador obtiene al comparar la fase de esta con la fase de la portadora sin modular.

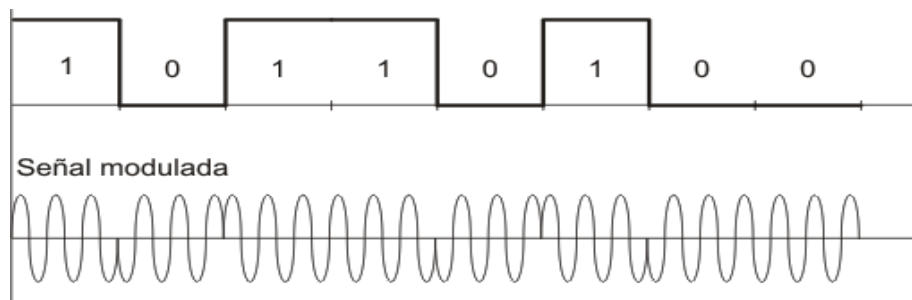


Figura 2.12 Modulación PSK

Obtenida de: <http://www.textoscientificos.com/imagenes/redes/modulacion-PSK.gif>

2.3.3. Comunicaciones Inalámbricas

Es un tipo de comunicación sin cables, es decir, la información se transfiere desde un transmisor hacia un receptor teniendo como medio de transmisión el aire. Se utilizan ondas electromagnéticas, debido a que al transmisor o al receptor no hay

un medio físico. La característica de una onda electromagnética es que su Campo Eléctrico es perpendicular al Campo Magnético ($\vec{E} \perp \vec{B}$). Para la transmisión es necesario técnicas de modulación como: FM, AM, PM; además se usan antenas omnidireccionales y direccionales. Los dispositivos físicos se encuentran solamente en el transmisor y el receptor, por ejemplo: antenas, computadores, PDA, teléfonos móviles, etc.

2.3.3.1. Señal Inalámbrica

Una señal inalámbrica debe poseer tres factores importantes los cuales son: rapidez es decir la tasa de datos que puede conseguir; alcance que se refiere la distancia que se puede colocar las unidades, manteniendo la tasa de datos máxima; y la cantidad, cuantos usuarios pueden existir.

2.3.4. Redes Inalámbricas.

Al igual que las redes cableadas tradicionales vamos a clasificar a las redes inalámbricas en tres categorías.

2.3.4.1. Topologías y Configuraciones

La versatilidad y flexibilidad de las redes inalámbricas es el motivo por el cual la complejidad de una LAN implementada con esta tecnología sea tremendamente variable. Esta gran variedad de configuraciones ayuda a que este tipo de redes se adapte a casi cualquier necesidad.

Estas configuraciones se pueden dividir en dos grandes grupos, las redes peer to peer y las que utilizan Puntos de Acceso.

- **Redes ad-hoc**

También conocidas como redes ad-hoc, es la configuración más sencilla, ya que en ella los únicos elementos necesarios son terminales móviles equipados con los correspondientes adaptadores para comunicaciones inalámbricas.

En este tipo de redes, el único requisito deriva del rango de cobertura de la señal, ya que es necesario que los terminales móviles estén dentro de este rango para que la comunicación sea posible. Por otro lado, estas configuraciones son muy sencillas de implementar y no es necesario ningún tipo de gestión administrativa de la red.



Figura 2.13 Conexión peer to peer

Obtenida de: <http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/inalambrica.htm>

- **Punto de Acceso**

Estas configuraciones utilizan el concepto de celda, una celda podría entenderse como el área en el que una señal radioeléctrica es efectiva.

A pesar de que en el caso de las redes inalámbricas esta celda suele tener un tamaño reducido, mediante el uso de varias fuentes de emisión es posible combinar las celdas de estas señales para cubrir de forma casi total un área más extensa.

La estrategia empleada para aumentar el número de celdas, y por lo tanto el área cubierta por la red, es la utilización de los llamados puntos de acceso, que funcionan como repetidores, y por tanto son capaces de doblar el alcance de una red inalámbrica, ya que ahora la distancia máxima permitida no es entre estaciones, sino entre una estación y un punto de acceso.



Figura 2.14 Utilización del punto de acceso

Obtenida de: <http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/inalambrica.htm>

Además del evidente aumento del alcance de la red, con la utilización de varios puntos de acceso, y por lo tanto del empleo de varias celdas que colapsen el lugar donde se encuentre la red, permite lo que se conoce como roaming.

Es decir que los terminales puedan moverse sin perder la cobertura y sin sufrir cortes en la comunicación. Esto representa una de las características más interesantes de las redes inalámbricas.

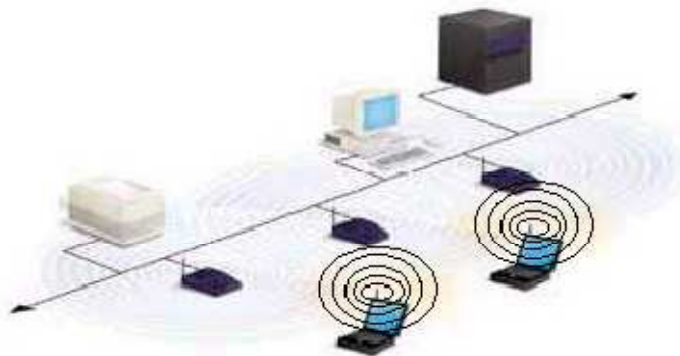


Figura 2.15 Utilización de varios puntos de accesos

Obtenida de: <http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/inalambrica.htm>

- **Otras configuraciones. Interconexión de redes**

Las posibilidades de las redes inalámbricas pueden verse ampliadas gracias a la interconexión con otras redes, sobre todo con redes no inalámbricas. De esta forma los recursos disponibles en ambas redes se amplían.

Mediante el uso de antenas (direccionales u omnidireccionales) es posible conectar dos redes separadas por varios cientos de metros, como por ejemplo dos redes locales situadas en dos edificios distintos.

De esta forma, una LAN no inalámbrica se beneficia de la tecnología inalámbrica para realizar interconexiones con otras redes, que de otra forma serían más costosas, o simplemente imposibles.



Figura 2.16 Interconexión de LAN mediante antenas direccionales

Obtenida de: <http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/inalambrica.htm>

Al observar detenidamente las topologías de las redes inalámbricas, se descubre cual es el verdadero potencial de este tipo de redes.

Su flexibilidad y versatilidad justifican perfectamente su existencia, ya que en circunstancias muy concretas las redes inalámbricas son casi la única solución, permitiendo además una gran variedad de configuraciones.

2.3.4.2. Redes inalámbricas en bandas no licenciadas

2.3.4.2.1. IEEE 802.11 Wi-Fi

El estándar 802.11 es muy similar al 802.3 (Ethernet) con la diferencia que tiene que adaptar todos sus métodos al medio no guiado de transmisión. En este estándar se encuentran las especificaciones tanto físicas como a nivel MAC.



Figura 2.17 Ejemplo de una red inalámbrica

Obtenida de: <http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/inalambrica.htm>

Las redes inalámbricas son la alternativa ideal para hacer llegar una red tradicional a lugares donde el cableado no lo permite. En general las WLAN se utilizarán como complemento de las redes fijas.

A. Estándares Wi-Fi

El estándar 802.11 en realidad es el primer estándar y permite un ancho de banda de 1 a 2 Mbps. El estándar original se ha modificado para optimizar el ancho de banda (incluidos los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g, denominados estándares físicos 802.11) o para especificar componentes de mejor manera con el fin de garantizar mayor seguridad o compatibilidad.

La tabla a continuación muestra las distintas modificaciones del estándar 802.11 y sus significados:

<i>Nombre del estándar</i>	<i>Nombre</i>	<i>Descripción</i>
802.11 a	Wi-Fi 5	Admite Ancho de Banda superior (rendimiento máximo es de 54 Mbps aunque en la práctica es de 30 Mbps). Provee 8 Canales de Radio en la Banda de frecuencia de 5 GHz.

802.11 b	Wi-Fi	Más utilizado actualmente. Ofrece un rendimiento máximo de 11 Mbps (6 Mbps prácticamente) y tiene un alcance de 300 metros en espacio abierto. Su rango de frecuencia es de 2.4 GHz con 3 canales de radio disponibles.
802.11 c	Combinación del 802.11 y el 802.1d	No ofrece ningún interés para el público general. Solo permite combinar el 802.1d con dispositivos compatibles 802.11 (en el nivel de enlace de datos).
802.11 d	Internacionalización	Está pensado para permitir el uso internacional de las redes 802.11 locales. Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permita en el país de origen del dispositivo.
802.11 e	Mejora de la calidad de servicio	Está destinado a mejorar la calidad del servicio en el nivel de capa de enlace de datos. El objetivo es definir los requisitos de diferentes paquetes en cuanto al ancho de banda y al retardo de transmisión.
802.11 f	Itinerancia	Es una recomendación para proveedores de puntos de acceso que permiten que los productos sean más compatibles. Utiliza el protocolo IAPP que le permite a un usuario itinerante cambiarse de claramente de un punto de acceso a otro mientras está en movimiento.
802.11 g	Itinerancia	Ofrece un ancho de banda muy elevado 54 Mbps en el rango de 2,4 GHz Es compatible con el 802.11b, significa que los dispositivos trabajan con los dos estándares.

802.11 h	Itinerancia	Tiene como objetivo unir el 802.11 con el estándar europeo (HiperLAN 2) y cumplir con las regulaciones europeas relacionadas con el uso de las frecuencias y el rendimiento energético.
802.11 i	Itinerancia	Está destinado a mejorar la seguridad en la transferencia de datos (al administrar y distribuir claves, y al implementar el cifrado y la autenticación). Este estándar se basa en el AES (estándar de cifrado avanzado) y puede cifrar transmisiones que se ejecutan en las tecnologías 802.11 a/b y g.
802.11 lr	Itinerancia	El estándar 802.11r se elaboró para que pueda usar señales infrarrojas. Este estándar se ha vuelto tecnológicamente obsoleto.
802.11 j	Itinerancia	Este estándar es para la regulación japonesa lo que la 802.11h es para la regulación europea.
802.11 n	Itinerancia	Suministra velocidades de 100Mbps. Para alcanzar estas velocidades utiliza el algoritmo MIMO, que envía señal a 2 o más antenas y luego las recoge y re-convierte en una.

Tabla 2.2 Características de los estándares Wi-Fi.

B. Rango de flujo de datos

Los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g, llamados "estándares físicos", son modificaciones del estándar 802.11 y operan de modos diferentes, lo que les permite alcanzar distintas velocidades en la transferencia de datos según sus rangos.

Estándar	Frecuencia	Velocidad	Rango
Wi-Fi a (802.11a)	5 GHz.	54 Mbit/s	10 m
Wi-Fi b (802.11b)	2,4 GHz.	11 Mbit/s	100 m
Wi-Fi g (802.11g)	2,4 GHz.	54 Mbit/s	100 m

Tabla 2.3 Estándares Físicos.

C. Estándar 802.11a

El estándar 802.11a tiene en teoría un flujo de datos máximo de 54 Mbps, cinco veces el del 802.11b y sólo a un rango de treinta metros aproximadamente. El estándar 802.11a se basa en la tecnología llamada OFDM (multiplexación por división de frecuencias ortogonales). Transmite en un rango de frecuencia de 5 GHz y utiliza 8 canales no superpuestos.

Es por esto que los dispositivos 802.11a son incompatibles con los dispositivos 802.11b. Sin embargo, existen dispositivos que incorporan ambos chips, los 802.11a y los 802.11b y se llaman dispositivos de "banda dual".

Velocidad hipotética (En ambientes cerrados)	Rango
54 Mbit/s	10 m
48 Mbit/s	17 m
36 Mbit/s	25 m
24 Mbit/s	30 m
12 Mbit/s	50 m

Tabla 2.4 Estándar 802.11a.

D. Estándar 802.11b

El estándar 802.11b permite un máximo de transferencia de datos de 11 Mbps en un rango de 100 metros aproximadamente en ambientes cerrados y de más de 200 metros al aire libre (o más que eso con el uso de antenas direccionales).

Velocidad hipotética (En ambientes cerrados)	Rango (Ambientes cerrados)	Rango (Aire libre)
11 Mbit/s	50 m	200 m
5,5 Mbit/s	75 m	300 m
2 Mbit/s	100 m	400 m
1 Mbit/s	150 m	500 m

Tabla 2.5 Estándar 802.11b.

E. Estándar 802.11g

El estándar 802.11g permite un máximo de transferencia de datos de 54 Mbps en rangos comparables a los del estándar 802.11b. Además, y debido a que el estándar 802.11g utiliza el rango de frecuencia de 2.4 GHz con codificación OFDM, es compatible con los dispositivos 802.11b con excepción de algunos dispositivos más antiguos.

Velocidad hipotética (En ambientes cerrados)	Rango (Ambientes cerrados)	Rango (Aire libre)
54 Mbit/s	27 m	75 m
48Mbit/s	29 m	100 m
36 Mbit/s	30 m	120 m
24 Mbit/s	42 m	140 m

12 Mbit/s	64 m	250 m
9 Mbit/s	75 m	350 m
6 Mbit/s	90 m	400 m

Tabla 2.6 Estándar 802.11g.

2.3.4.3. Capa física

La Capa Física de cualquier red define la modulación y la señalización características de la transmisión de datos. IEEE 802.11 define tres posibles opciones para la elección de la capa física:

- ✓ Espectro expandido por secuencia directa o DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
- ✓ Espectro expandido por salto de frecuencias o FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), ambas en la banda de frecuencia 2.4 GHz ISM.
- ✓ Luz infrarroja en banda base (es decir sin modular).

En cualquier caso, la definición de tres capas físicas distintas se debe a las sugerencias realizadas por los distintos miembros del comité de normalización, que han manifestado la necesidad de dar a los usuarios la posibilidad de elegir en función de la relación entre costes y complejidad de implementación, por un lado, y prestaciones y fiabilidad, por otra.

2.3.4.4. Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (DSSS)

En esta técnica se genera un patrón de bits redundante (señal de chip) para cada uno de los bits que componen la señal. Cuanto mayor sea esta señal, mayor será la resistencia de la señal a las interferencias.

El estándar IEEE 802.11 recomienda un tamaño de 11 bits, pero el óptimo es de 100. En recepción es necesario realizar el proceso inverso para obtener la información original.

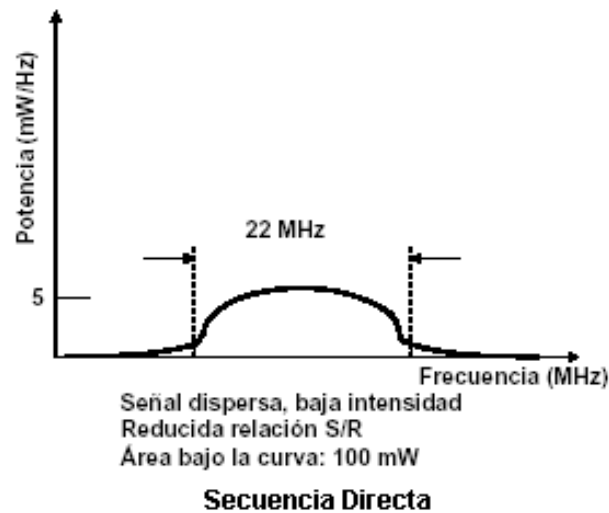


Figura 1.18 Gráfico de DSSS

Obtenida de: Apuntes 8º Semestre FISEI

En el caso de Estados Unidos y Europa la tecnología DSSS utiliza un rango de frecuencias que va desde los 2,4 GHz hasta los 2,4835 GHz, lo que permite tener un ancho de banda total de 83,5 MHz. Este ancho de banda se subdivide en canales de 5 MHz, lo que hace un total de 14 canales independientes.

En configuraciones donde existan más de una celda, estas pueden operar simultáneamente y sin interferencias siempre y cuando la diferencia entre las frecuencias centrales de las distintas celdas sea de al menos 30 MHz, lo que reduce a tres el número de canales independientes y funcionando simultáneamente en el ancho de banda total de 83,5 MHz.

Esta independencia entre canales nos permite aumentar la capacidad del sistema de forma lineal. La técnica de DSSS podría compararse con una multiplexación en frecuencia.

Canal	Frec. U.S.A	Frec. Europa	Frec. Japón
1	2412 MHz	N/A	N/A
2	2417 MHz	N/A	N/A
3	2422 MHz	2422 MHz	N/A
4	2427 MHz	2427 MHz	N/A
5	2432 MHz	2432 MHz	N/A
6	2437 MHz	2437 MHz	N/A
7	2442 MHz	2442 MHz	N/A
8	2447 MHz	2447 MHz	N/A
9	2452 MHz	2452 MHz	N/A
10	2457 MHz	2457 MHz	N/A
11	2462 MHz	2462 MHz	N/A
12	N/A	N/A	2484 MHz

Tabla 2.7 Frecuencias DSSS.

2.3.4.5. Espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS)

La tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia (FHSS) consiste en transmitir una parte de la información en una determinada frecuencia durante un intervalo de tiempo llamada dwell time e inferior a 400 ms.

Pasado este tiempo se cambia la frecuencia de emisión y se sigue transmitiendo a otra frecuencia. De esta manera cada tramo de información se va transmitiendo en una frecuencia distinta durante un intervalo muy corto de tiempo.

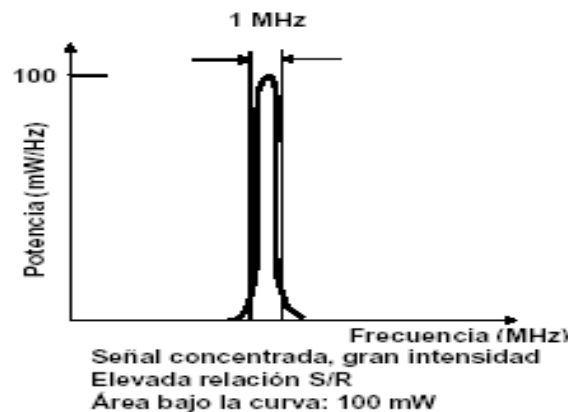


Figura 2.19 Gráfico de FHSS

Obtenida de: Apuntes de 8º semestre FISEI.

Si se mantiene la sincronización en los saltos de frecuencias se consigue que, aunque en el tiempo se cambie de canal físico, a nivel lógico se mantiene un solo canal por el que se realiza la comunicación.

Esta técnica también utiliza la zona de los 2.4GHz, la cual organiza en 79 canales con un ancho de banda de 1MHz cada uno. El número de saltos por segundo es regulado por cada país.

El estándar IEEE 802.11 define la modulación aplicable en este caso. Se utiliza la modulación en frecuencia FSK (Frequency Shift Keying), con una velocidad de 1Mbps ampliable a 2Mbps, para el caso del Ecuador el rango regulatorio es igual al de América del Norte.

Limite inferior	Limite superior	Rango regulatorio	Área geográfica
2.402 GHz	2.480 GHz	2.400-2.4835 GHz	América del Norte
2.402 GHz	2.480 GHz	2.400-2.4835 GHz	Europa
2.473 GHz	2.495 GHz	2.471-2.497 GHz	Japón
2.447 GHz	2.473 GHz	2.445-2.475 GHz	España
2.448 GHz	2.482 GHz	2.4465-2.4835 GHz	Francia

Tabla 2.8 Frecuencias FHSS.

2.3.4.6. Tecnología de Infrarrojos.

La verdad es que IEEE 802.11 no ha desarrollado todavía en profundidad esta área y solo menciona las características principales de la misma:

- ✓ Entornos muy localizados, un aula concreta, un laboratorio, un edificio.
- ✓ Longitudes de onda de 850 a 950 nanómetros de rango.
- ✓ Frecuencias de emisión entre $3.15 \cdot 10^{14}$ Hz y $3.52 \cdot 10^{14}$ Hz.

Las WLAN por infrarrojos son aquellas que usan el rango infrarrojo del espectro electromagnético para transmitir información mediante ondas por el espacio libre. Los sistemas de infrarrojos se sitúan en altas frecuencias, justo por debajo del rango de frecuencias de la luz visible.

Las propiedades de los infrarrojos son, por tanto, las mismas que tiene la luz visible. De esta forma los infrarrojos son susceptibles de ser interrumpidos por cuerpos opacos pero se pueden reflejar en determinadas superficies. Para la capa infrarroja tenemos las siguientes velocidades de transmisión:

- ✓ 1 y 2 Mbps Infrarrojos de modulación directa.

- ✓ 4 Mbps mediante Infrarrojos portadora modulada.
- ✓ 10 Mbps Infrarrojos con modulación de múltiples portadoras.



Figura 2.20 Transmisión por infrarrojos.

Obtenida de: <http://www.canal-ayuda.org/a-informatica/inalambrica.htm>.

2.3.4.7. La Capa MAC

Diseñar un protocolo de acceso al medio para las redes inalámbricas es mucho más complejo que hacerlo para redes cableadas. Ya que deben de tenerse en cuenta las dos topologías de una red inalámbrica, tanto ad-hoc como basadas en infraestructura.

Además de los dos tipos de topología diferentes se tiene que tener en cuenta:

- ✓ Perturbaciones ambientales (interferencias)
- ✓ Variaciones en la potencia de la señal
- ✓ Conexiones y desconexiones repentinas en la red
- ✓ Roaming. Nodos móviles que van pasando de celda en celda.

A pesar de todo ello la norma IEEE 802.11 define una única capa MAC (divida en dos subcapas) para todas las redes físicas. Ayudando a la fabricación en serie de chips.

2.3.4.7.1. Mecanismos de Acceso

Se tiene dos tipos:

- ✓ Protocolos con arbitraje (FDMA - Frequency Division Multiple, Access TDMA - Time Division Multiple Access).
- ✓ Protocolos de contienda (CDMA/CA - Carrier-Sense, Múltiple Access, Collision Avoidance), CDMA (Code Division, Multiple Access) y el CDMA/CD (detección de colisión).

2.3.4.8. Seguridad

En el estándar se dirigen suministros de seguridad como una característica optativa para aquellos afectados por la escucha secreta. Incluye dos aspectos básicos: autenticación y privacidad.

La seguridad de los datos se realiza por una compleja técnica de codificación, conocida como WEP (Wired Equivalent Privacy Algorithm). WEP se basa en proteger los datos transmitidos en el medio RF, usando clave de 64 bits y el algoritmo de encriptación RC4 que es de los protocolos de cifrado más comunes, entre los factores principales que han ayudado a que RC4 esté en un rango tan amplio de aplicaciones son su increíble velocidad y simplicidad.

La implementación tanto en software como en hardware es muy sencilla de desarrollar y son muy pocos los recursos necesarios para obtener un rendimiento eficiente.

La clave se configura en el punto de acceso y en sus estaciones (clientes wireless), de forma que sólo aquellos dispositivos con una clave válida puedan estar asociados a un determinado punto de acceso.

WEP, cuando se habilita, sólo protege la información del paquete de datos y no protege el encabezamiento de la capa física para que otras estaciones en la red puedan escuchar el control de datos necesario para manejar la red. Sin embargo, las otras estaciones no pueden distinguir las partes de datos del paquete. Se utiliza la misma clave de autenticación para encriptar y desencriptar los datos, de forma que solo las estaciones autorizadas puedan traducir correctamente los datos.

2.3.4.9. Funcionalidad adicional

La capa MAC, además de efectuar la función de controlar el acceso al medio, desempeña otras funciones:

- ✓ Fragmentación
- ✓ Control de flujo
- ✓ Manejo de múltiples tasas de transmisión
- ✓ Gestión de potencia

En los diferentes tipos de LAN por cable es posible usar tramas grandes gracias a errores de bit bajos, bajo (10^{-9} a 10^{-11}). En las LAN inalámbricas, el multicamino y las interferencias pueden elevar considerablemente los valores de errores de bit (10^{-3} a 10^{-5}).

Para poder transmitir eficientemente por estos medios, hay que reducir el tamaño de las tramas. La capa MAC se encarga de fragmentar las tramas en otras más pequeñas antes de transmitir las por el medio inalámbrico. De la misma manera deberá ensamblar las tramas para obtener la trama original antes de entregarla a la capa superior.

También debe cumplir un control de flujo, cada vez que un segmento se pase a la capa física, deberá esperar que este sea transmitido antes de enviar el próximo segmento.

2.3.4.10. Formato de Trama

Las tramas MAC se pueden clasificar según tres tipos:

- ✓ Tramas de datos: Son las tramas que llevan la información.
- ✓ Tramas de control: Son las tramas de reconocimiento: ACK's, las tramas para multiacceso RTS y CTS, y las tramas libres de contienda.
- ✓ Tramas de gestión: Como ejemplo se puede citar los diferentes servicios de distribución, como el servicio de Asociación, las tramas de Beacon16 o portadora y las tramas de tráfico pendiente en el punto de acceso.

El formato de la trama MAC tiene el siguiente aspecto:

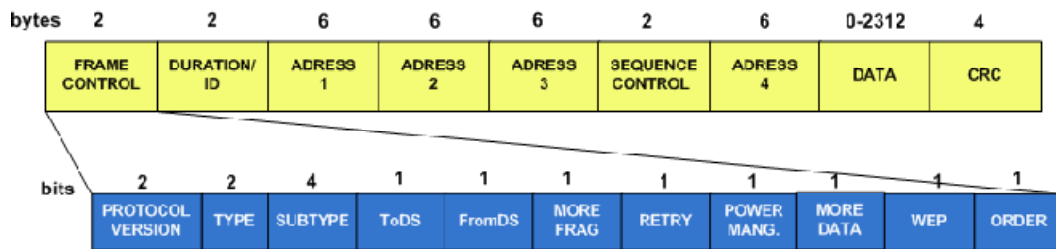


Figura 2.21 Formato de la trama.

Obtenida de: <http://www.interwifisa.com/estander802a.11.htm>

Los campos que componen esta trama son:

A. Campo de control

El campo control tiene los siguientes campos:

- ✓ Protocol Versión: Indica la versión del protocolo.
- ✓ Type: Define si la trama es de datos, control o gestión.
- ✓ Subtype: Identifica cada uno de los tipos de tramas del campo type.
- ✓ ToDS/FromDS: Identifica si la trama se envía o se recibe al/del sistema de distribución. En redes ad-hoc, tanto ToDS como FromDS están a cero. El caso más complejo contempla el envío entre dos estaciones a través del sistema de distribución. Para ello se sitúa a uno tanto ToDS como FromDS.
- ✓ More Fragment: Se activa si se usa fragmentación.
- ✓ Retry: Se activa si la trama es una retransmisión.
- ✓ Power Management: Se activa si la estación utiliza el modo de economía de potencia.
- ✓ More Data: Se activa si la estación tiene tramas pendientes en un punto de acceso.
- ✓ WEP: Se activa si se usa el mecanismo de autenticación y encriptado.
- ✓ Order: Se utiliza con el servicio de ordenamiento estricto, en el cual no se detendrá.

B. Duration / ID

En tramas del tipo PS (Power-Save) para dispositivos con limitaciones de potencia, contiene el identificador de estación. En el resto, se utiliza para indicar la duración del periodo que ha reservado una estación.

C. Campos address1- 4

Contiene direcciones de 48 bits donde se incluirán las direcciones de la estación que transmite, la que recibe, el punto de acceso origen y el punto de acceso destino.

D. Campo de control de secuencia

Contiene tanto el número de secuencia como el número de fragmento en la trama que se está enviando.

E. Cuerpo de la trama

Varía según el tipo de trama que se quiera enviar.

F. FCS (Forward CheckSum)

Una secuencia checksum que contiene un código de redundancia CRC (Cyclic Redundancy Checking) de 32 bits.

2.3.4.11. IEEE 802.16 WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local, que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio.

El protocolo que caracteriza esta tecnología es el IEEE 802.16. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cobre, cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados (zonas rurales).

Actualmente se recogen dentro del estándar 802.16 dos variantes, que son WiMAX de acceso fijo y con movilidad completa. Acceso fijo, (802.16d), establece un enlace de radio entre la estación base y un equipo de usuario situado en el domicilio del usuario, Para el entorno fijo, las velocidades teóricas máximas que se pueden obtener son de 70 Mbps con un ancho de banda de 20 MHz.

Sin embargo, en entornos reales se han conseguido velocidades de 20 Mbps con radios de célula de hasta 50 Km, ancho de banda que es compartido por todos los usuarios de la célula.

Movilidad completa (802.16e), permite el desplazamiento del usuario de un modo similar al que se puede dar en GSM/UMTS, el móvil, aun no se encuentra desarrollado y actualmente compite con las tecnologías LTE, (basadas en femtocelulas, conectadas mediante cable), por ser la alternativa para las operadoras de telecomunicaciones que apuestan por los servicios en movilidad, este estándar, en su variante "no licenciado", compite con el WiFi IEEE 802.11n, ya que la mayoría de los portátiles y dispositivos móviles, empiezan a estar dotados de este tipo de conectividad.

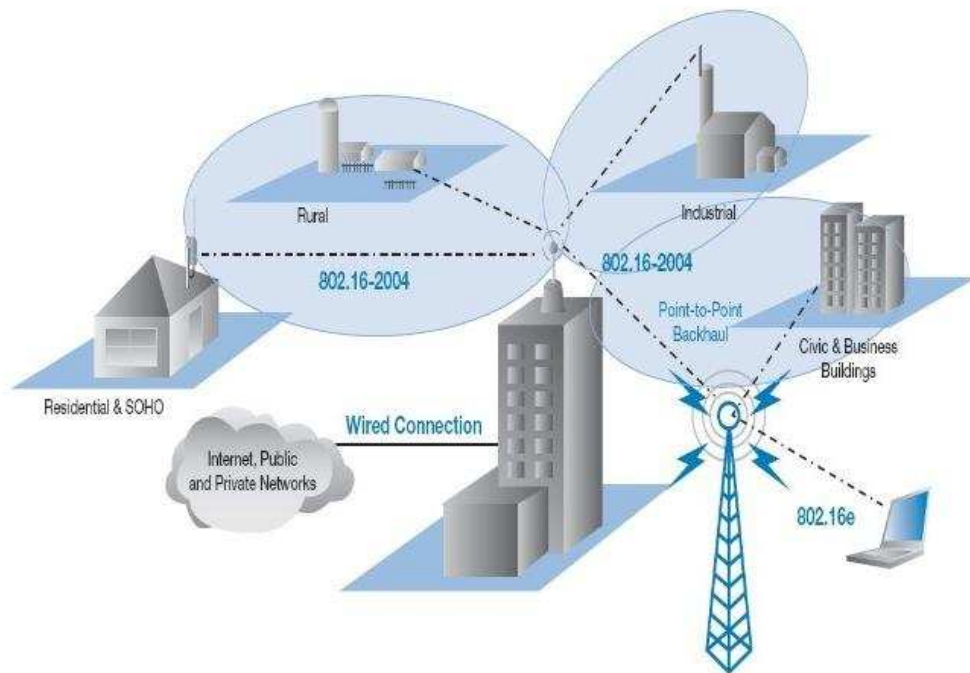


Figura 2.22 Diagrama de red WiMAX.

Obtenida de: <http://sx-de-tx.wikispaces.com/file/view/redes.JPG/100309203/-redes.JPG>

A. Características de WiMAX

- ✓ Capa MAC con soporte de múltiples especificaciones físicas (PHY).
- ✓ Distancias de hasta 50 kilómetros, con antenas muy direccionales y de alta ganancia.
- ✓ Velocidades de hasta 70 Mbps, 35+35 Mbps, siempre que el espectro este completamente limpio.
- ✓ Facilidades para añadir más canales, dependiendo de la regulación de cada país.
- ✓ Anchos de banda configurables y no cerrados, sujeto a la relación de espectro.

B. Estándares de WiMAX

<i>Nombre del estándar</i>	<i>Descripción</i>
802.16	Utiliza espectro no licenciado en el rango de frecuencias 10 a 66 GHz, necesita línea de visión directa, con una capacidad de hasta 134 Mbps en celdas de 2 a 5 millas. Soporta calidad de servicio.
802.16 a	Aplicación del estándar 802.16 hacia bandas de 2 a 11 GHz, con sistemas NLOS (Cercana línea de Visión) y LOS(Línea de Visión), y protocolo PTP(Punto a punto) y PTMP(Punto a Multipunto).
802.16 c	Aplicación del estándar 802.16 para definir las características y especificaciones en las bandas de 10 a 66 GHz. Publicado en Enero del 2003.
802.16 d	Revisión de los estándares 802.16 y 802.16a para añadir los perfiles aprobados por WiMAX Forum. Aprobado como 802.16-2004 en Junio del 2004.
802.16 e	Extensión del 802.16 que incluye conexiones de banda ancha nómada para elementos portables del estilo notebooks. Publicado en Diciembre del 2005.

Tabla 2.9 Características de los estándares WiMAX.

C. Bandas y Espectro de Frecuencias

WiMAX opera en la banda de 10 a 66 GHz y de los 2 a 11GHz y en frecuencia libres (5,8 GHz) y en otras bandas actualmente de sistemas de distribución local de multipuntos en sus siglas LMDS (Local multipoint Distribution System) de 3,5 GHz.

Utiliza también un rango de frecuencias de 2 a 11 GHz, la cual requiere línea de vista entre el emisor y el receptor, esta es utilizada para la transmisión entre antenas, también utiliza la banda entre 2 y 6 GHz para la distribución directa hacia los abonados (usuarios finales).

Se tiene que tomar en cuenta que a frecuencias altas, la transmisión es de menor calidad ya que es más vulnerable al tipo de clima, pero se logra mayor velocidad de comunicación.

En la siguiente tabla se muestra la asignación mundial de bandas autorizadas para la tecnología WIMAX.

Área geográfica	Bandas utilizadas
Norte América y México	2,5 y 5,8 GHz.
Central y América del Sur	2,5; 3,5 y 5,8 GHz.
Europa	3,5 y 5,8 GHz.
Pacífico Asiático	3,5 y 5,8 GHz.

La banda ancha extiende el alcance y variedad de la comunicación personal a fin de incluir VoIP eficiente, videoconferencias, mensajería instantánea y rápido acceso a correo electrónico, la banda de 3.5 GHz, es la considerada la de mayor calidad y mejor desempeño para WIMAX.

D. Espectro sin licencia

En la mayoría de los mercados, el espectro que no requiere licencia y que podría emplearse para WIMAX es 2.4GHz y 5.8GHz. Existen algunas desventajas relacionadas con el uso del espectro que no requiere licencia como son:

a. Interferencias

Debido a que el espectro que no requiere licencia puede ser utilizado por varios sistemas diferentes de RF, hay altas probabilidades de que ocurran interferencias. Los sistemas de RF que no requieren licencia pueden incluir desde las redes rivales de WIMAX o los puntos de acceso de Wi-Fi.

Tanto WIMAX como Wi-Fi soportan la DFS (Dynamic Frequency Selection- Selección Dinámica de Frecuencia) que permite que se utilice un nuevo canal si fuera necesario (por ejemplo, cuando se detectan interferencias).

No obstante, DFS también puede introducir una mayor latencia que, a su vez, afecta las aplicaciones en tiempo real como VoIP.

b. Competencia

Los operadores que utilizan el espectro que no requiere licencia tienen que asumir que otro operador fácilmente podría ingresar en el mercado empleando el mismo espectro. En gran medida, el número relativamente alto de puntos de acceso públicos Wi-Fi se debe a este hecho. No obstante, los gastos de capital relacionados con la instalación de un punto de acceso Wi-Fi de carácter comercial son relativamente triviales (cientos de dólares, cuanto mucho) en comparación con el costo relacionado con desplegar una red WIMAX, que podría ser equivalente al costo de desplegar una red celular.

c. Potencia limitada

Los entes reguladores del gobierno por lo general limitan la cantidad de potencia que puede transmitirse. Esta limitación es especialmente importante en 5.8GHz, donde la mayor potencia podría compensar la pérdida de propagación relacionada con el espectro en frecuencias más altas. En nuestro país la Ley General de Telecomunicaciones permite un máximo de irradiación de 30 dBm es decir 1W, en estas frecuencias.

E. Espectro con licencia

El espectro que requiere licencia tiene un precio potencialmente alto, pero bien lo vale, en especial cuando la oferta del servicio requiere una alta calidad de servicio. La mayor ventaja de tener el espectro que requiere licencia es que el licenciatarario tiene uso exclusivo del espectro.

Está protegido de la interferencia externa, mientras que sus competidores sólo pueden ingresar en el mercado si también poseen o tienen un permiso de uso del espectro. El espectro que requiere licencia se encuentra en 700MHz, 2.3GHz, 2.5GHz y 3.5GHz; de éstas, las últimas dos bandas de frecuencia son las que en la actualidad reciben mayor atención.

2.3.4.11.1. Capa Física Y Capa MAC

Un aspecto importante del 802.16x es que define una capa MAC (Media Access Control) que soporta especificaciones de diferentes capas físicas (PHY). Esta característica es fundamental a la hora de que los fabricantes de equipos puedan diferenciar ofertas, sin dejar de ser interoperables, para que puedan adecuar los equipos en una determinada banda de frecuencias. WiMAX pretende desarrollar un estándar interoperable entre fabricantes, de modo que se propicie un fuerte desarrollo del mercado.

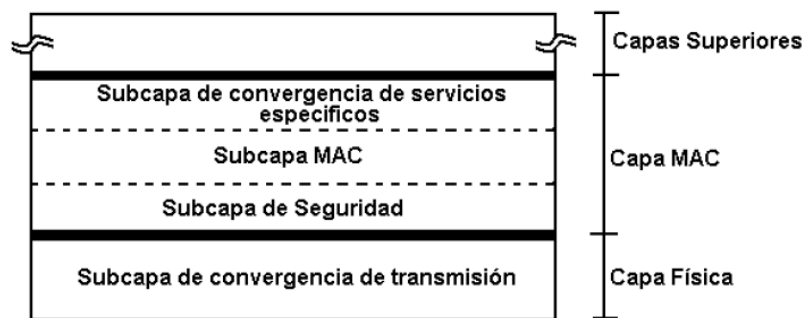


Figura 2.22 Subcapas MAC.

A. Capa Física

El estándar 802.16 de la IEEE está siendo desarrollado para un amplio rango de frecuencias, un primer rango es el de las bandas licenciadas entre 10 y 66 GHz.

El otro incluye bandas de libre uso y bajo licencia, comprendiendo frecuencias entre 2 y 11 GHz. Para el primer rango de frecuencias, 10 a 66 GHz, la necesidad de LOS es prácticamente necesaria.

El primer tipo de modulación implementado fue el SC (single carrier), con lo cual la interfaz fue llamada Wireless MAN-SC. Para aumentar la flexibilidad del uso del espectro, este tipo de interfaz soporta duplexación en el tiempo y en la frecuencia (TDD y FDD respectivamente), ambos tipos de transmisión a su vez soportan modulación y esquemas de codificación adaptivos para cada SS. En el caso de FDD se provee de la capacidad de comunicación full y half duplex.

El método de acceso de esta interfaz está basado en una combinación de TDMA y DAMA. Esto porque en el enlace UL se divide en un número de time slots, el cual es controlado por la capa MAC en la BS, y pudiendo variar para mejorar el desempeño.

Por otro lado el enlace DL usa TDM, la BS (estación base) multiplexa la información de todos los SSs dentro de un flujo de datos, por lo tanto la información de todos los SSs es recibido por todos los SSs dentro del sector cubierto por la BS. El desarrollo de interfaces aéreas en el rango de 2 a 11 GHz nació de la necesidad de operar en condiciones de NLOS.

Esto porque se espera llegar al usuario residencial, por lo tanto el techo de éstos, donde se ubicara la antena del CPE, puede estar demasiado bajo como para que exista LOS. Las interfaces de aire especificadas son Wireless MAN-SCa, Wireless MAN-OFDM, Wireless MANOFDMA y Wireless HUMAN.

B. Capa MAC

Dado que la capa Física de WiMAX es inalámbrica, la capa MAC se centra en administrar en forma eficiente los recursos de la interfaz de aire. El protocolo MAC fue diseñado, desde un principio, para soportar aplicaciones punto a multipunto (PMP) de banda ancha, tanto en el enlace DL como en el UL, y modelos con arquitectura mesh.

Además soporta servicios de distintos requerimientos, desde voz sobre IP (VoIP) hasta transmisión de datos sobre IP, a los cuales se les exigirán distintos niveles de QoS.

A la vez el protocolo MAC debe soportar diversas tecnologías en el backhaul, que conectará las BS con el núcleo de la red, incluyendo ATM y protocolos basados en el concepto de paquetes. Es por esto que en la parte superior de la capa MAC se encuentra una subcapa de convergencia.

La seguridad es un elemento importantísimo en cualquier tipo de comunicación, y más aún en redes inalámbricas en donde el medio de propagación no se puede

controlar y puede ser fácilmente intervenido, es por lo cual dentro de la capa MAC existe una subcapa de seguridad que permite la autenticación, tanto para el acceso a la red como para el establecimiento de una conexión, permitiendo además la encriptación de datos.

2.3.4.11.2. Modulación

WIMAX utiliza la tecnología de Multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), logrando así una ventaja competitiva con respecto a su competencia, ya que esta tecnología utiliza 256 subportadoras.

Esta técnica de modulación es la que también se emplea para la TV digital, sobre cable o satélite, lo que permite a WIMAX alcanzar una velocidad hasta 75 Mbit/s, también soporta los modos FDD (Frequency Division Duplexing) y TDD (Time Division Duplexing) para facilitar su interoperabilidad con otros sistemas celulares o inalámbricos.

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

El 802.16e utiliza Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Vector Ortogonal (OFDMA) y puede servir a múltiples usuarios en forma simultánea asignando grupos de “tonos” a cada usuario.

Para mejorar condiciones de fading (debilitamiento progresivo de una señal) y aumentar las capacidades del sistema, se requieren dos antenas transmisoras y al menos una receptora, el transmisor genera dos señales diferentes que se transmiten sincronizadamente.

2.3.4.11.3. Multiplexación

Dúplex por divisiones de tiempo (TDD) y dúplex de división de frecuencia (FDD) son soportadas por el estándar 802.16-2004. Las soluciones con licencia usan dúplex de división de frecuencia (FDD) mientras que las soluciones exentas de licencia usan dúplex por división de tiempo (TDD).

A. FDD (dúplex de división de frecuencia)

Requiere dos canales que son separados para minimizar la interferencia, uno para transmisión y otro para recepción. La mayoría de las bandas FDD son asignadas a voz porque la arquitectura bi-direccional de FDD permite manejar la voz con demoras mínimas. Sin embargo, FDD tiene componentes adicionales al sistema y esto eleva los costos.

B. TDD (Dúplex por divisiones de tiempo)

Es útil en ambientes donde los pares de canales no están disponibles debido a restricciones legales, o donde pueden usarse frecuencias exentas de licencia. TDD ofrece un único canal para transmisiones upstream (de carga) y downstream (de descarga). Un sistema TDD puede asignar dinámicamente ancho de banda upstream y downstream, según su tráfico.

La transferencia asimétrica es apropiada para el tráfico de Internet en el que hay grandes volúmenes de datos en downstream. Un sistema TDD funciona transmitiendo primero upstream de una estación base a la estación del abonado.

Después de poco tiempo de guarda, generalmente un milisegundo, la estación del abonado transmite en la misma frecuencia en la dirección upstream.

2.3.4.11.4. Seguridad

Por el momento WiMAX incorpora el estándar de encriptación triple de información por sus siglas 3DES (Triple Data Encryption Standard), pero se prevee que se incorpore el estándar de encriptación avanzada por sus siglas AES (Advanced Encryption Standard).

Cuando comience su comercialización a gran escala e incluye medidas para la autenticación de usuarios y la encriptación de los datos mediante los algoritmos Triple DES (128 bits) y RSA (1.024 bits).

2.3.4.11.5. WiMAX Fijo

Los elementos dentro de esta incluyen lo siguiente:

- ✓ Definiciones TDD y FDD, una de las cuales debe ser soportada.
- ✓ Enlace ascendente TDMA.
- ✓ Enlace descendente TDM o TDMA.
- ✓ Modulación adaptiva y codificación FEC para los enlaces ascendente y descendente.
- ✓ Estructuras de entramado que habilitan ecualización optimizada y mejora de estimación de canal sobre ambientes NLOS y ambientes con proliferación de retardo extendido.

2.3.4.11.6. WiMAX Móvil

Basada en modulación OFDM, está diseñada para operación NLOS en las bandas de frecuencia bajo 11 GHz. Para bandas licenciadas, los anchos de banda de canal asignados serán limitados por el ancho de banda provisto por la regulación divididos para una potencia de 2 no menor que 1 MHz.

La MS puede implementar un mecanismo de escaneo y búsqueda para detectar la señal DL cuando esté llevando a cabo el ingreso a la red.

2.3.4.11.7. Estructura de la Trama 802.16

Todas las MAC comienzan con un encabezado genérico. A éste le sigue una carga útil y una suma de verificación (CRC) opcionales. La carga útil no es necesaria en las tramas de control, por ejemplo, en las que solicitan ranuras de canal.

La suma de verificación también es opcional, debido a la corrección de errores en la capa física y al hecho de que nunca se realiza un intento por retransmitir tramas en tiempo real.



Figura 2.23 a) Trama genérica b) Trama de solicitud de ancho de banda
 Obtenida de: http://ariadna.ii.uam.es/wiki/wiki_ar1/lib/exe/fetch.php?media=tema5_dibujo57.jpg

En la Figura 1.23 (a): El bit EC indica si la carga útil está encriptada. El campo Tipo identifica el tipo de trama e indica principalmente si hay empaquetamiento y fragmentación.

El campo CI indica la presencia o ausencia de la suma de verificación final. El campo EK indica cuál de las claves de encriptación se está utilizando. El campo Longitud proporciona la longitud exacta de la trama incluyendo el encabezado.

El Identificador de conexión indica a cuál conexión pertenece esta trama. Por último, el campo CRC de encabezado es la suma de verificación solo del encabezado.

En la Figura 1.23 (b) se muestra un segundo tipo de encabezado, para tramas que solicitan ancho de banda. Comienza con un bit 1 en lugar de uno 0 y es similar al encabezado genérico, excepto que el segundo y tercer bytes forman un número de 16 bits, lo que indica la cantidad de ancho de banda necesaria para transmitir el número de bytes especificados. Las tramas de solicitud de ancho de banda no transmiten datos útiles o un CRC de la trama completa.

2.3.5. Red WLAN

Una red de área local por radio frecuencia o WLAN (Wireless LAN) puede definirse como una red local que utiliza tecnología de radiofrecuencia para enlazar los equipos conectados a la red, en lugar de los cables.

Las WLAN han surgido como una opción dentro de la corriente hacia la movilidad universal en base a una filosofía "seamless" o sin discontinuidades, es decir, que permita el paso a través de diferentes entornos de una manera transparente.

Para ser considerada como WLAN, la red tiene que tener una velocidad de transmisión de tipo medio (el mínimo establecido por el IEEE 802.11 es de 1 Mbps, aunque las actuales tienen una velocidad del orden de 2 Mbps), y además deben trabajar en el entorno de frecuencias de 2,45 GHz.

2.3.5.1. Clientes

Los clientes son aquéllos que se conectan a un nodo de la red. El modo de trabajar con ellos es muy simple: la primera vez se configuran y una vez hecho esto, la conexión se realizará automáticamente en el futuro.

Para la conexión de los clientes al nodo se usa DHCP, un protocolo sencillo y cómodo para el usuario, ya que configura automáticamente los parámetros necesarios y asigna IP, ruta por defecto y servidores de nombres sin la necesidad de que haya configuración manual en la máquina cliente.

DHCP es, por otro lado, muy sencillo de configurar en el nodo y las experiencias con él se han ido mostrando satisfactorias.

2.3.5.2. Nodos

Los nodos forman la infraestructura de la red. Su importancia es capital, porque de hecho son los que nos harán dar el paso de una red de área local a poder formar una red de área metropolitana. Esto se hace mediante la interconexión de diferentes nodos entre sí.

En las propuestas de redes formadas por grupos Wireless, los nodos serán gestionados por sus dueños, que serán los encargados de configurarlos,

suscribirlos a la red y tomar las decisiones de servicio que crean convenientes. Estará en su mano si además de proporcionar acceso a la red local (o metropolitana), ofrecerán acceso a Internet.

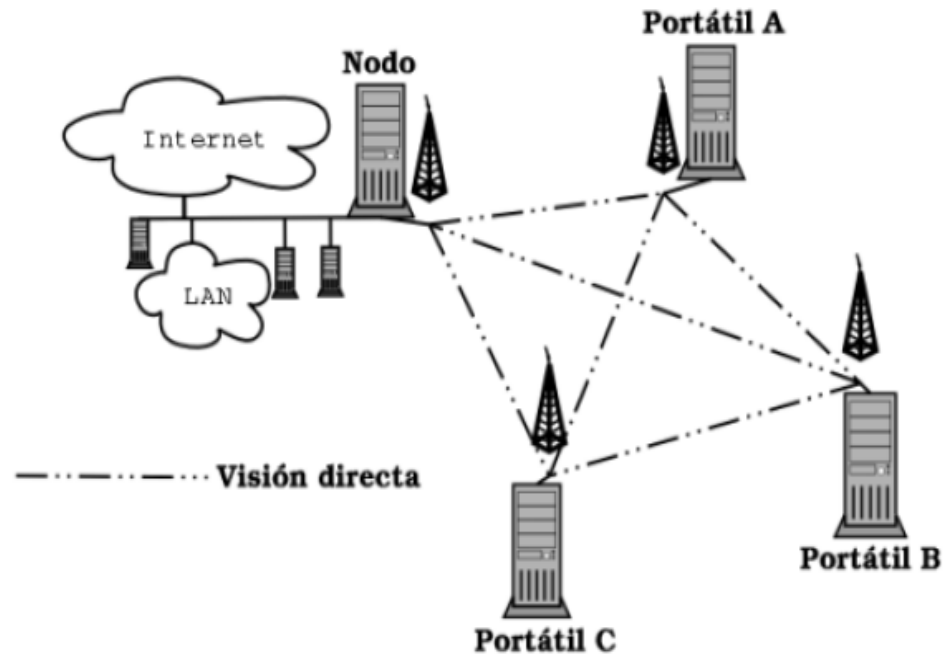


Figura 2.24 Diagrama de Nodos.

2.3.5.3. Normalización.

En 1990, en el seno de IEEE 802, se forma el comité IEEE 802.11, que empieza a trabajar para tratar de generar una norma para las WLAN. Pero no es hasta 1994 cuando aparece el primer borrador, y en junio de 1997 que se da por finalizada la norma.

En 1992 se crea Winforum, consorcio liderado por Apple y formado por empresas del sector de las telecomunicaciones y de la informática para conseguir bandas de frecuencia para los sistemas PCS (Personal Communications Systems).

En ese mismo año, la ETSI (European Telecommunications Standards Institute), a través del comité ETSI-RES 10, inicia actuaciones para crear una norma a la que denomina HiperLAN

(High Performance LAN) para, en 1993, asignar las bandas de 5,2 y 17,1 GHz. En 1993 también se constituye la IRDA (Infrared Data Association) para promover el desarrollo de las WLAN basadas en enlaces por infrarrojos.

En 1996, finalmente, un grupo de empresas del sector de informática móvil y de servicios forman el Wireless LAN Interoperability Forum (WLI Forum) para potenciar este mercado mediante la creación de un amplio abanico de productos y servicios interoperativos.

Entre los miembros fundadores de WLI Forum se encuentran empresas como ALPS Electronic, AMP, Data General, Contron, Seiko, Epson y Zenith Data Systems. Esa cultura constituye el caldo de cultivo para generar una demanda de más y más sofisticados servicios y prestaciones, muchos de los cuales han de ser proporcionados por las WLAN.

2.3.5.4. Equipos y dispositivos Wireless.

Las redes inalámbricas hacen uso de la pila de protocolos TCP/IP. El formato de paquetes utilizado es la versión 4 de IP, la que se utiliza mayormente en Internet en la actualidad. En un futuro, se prevee dar el salto a la versión 6 de IP (IPv6).

Uno de los objetivos que se persiguen para conseguir una red de área metropolitana es que la intervención por parte de los dueños de los nodos para tareas de gestión, administración y configuración tienda a ser mínima.

La solución además debe pasar por el uso de estándares abiertos y por asegurar la escalabilidad de la red. El enrutamiento automático entre nodos se hace en este caso imprescindible si queremos que toda la red sepa de cambios en su topología sin intervención humana directa.

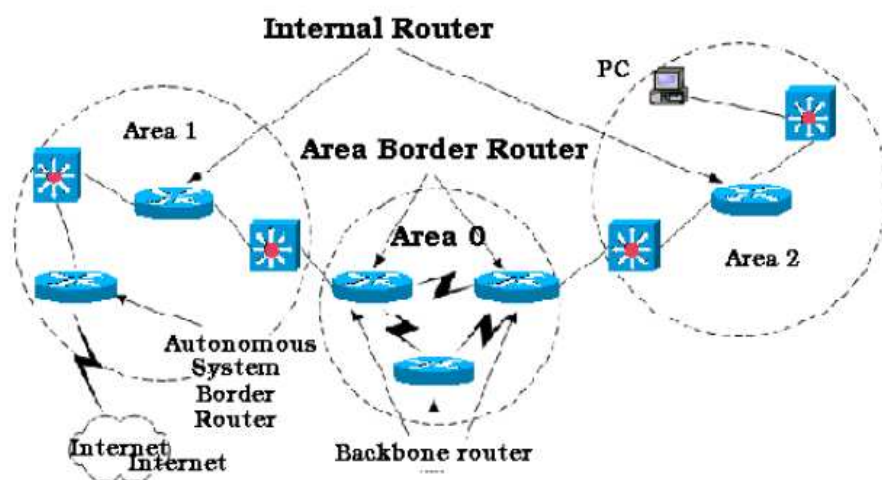


Figura 2.25 Diagrama de Red y enrutamiento.

2.3.5.5. Antenas

El uso de antenas es imprescindible si se quiere ofrecer un servicio de calidad en un radio aceptable. Además, la interconexión entre nodos distantes requerirá el uso de las mismas.

De la teoría de antenas sabemos que dependiendo de la zona de cobertura que queramos establecer, se necesita un tipo de antena diferente: omnidireccionales, multidireccionales o unidireccionales.

La distancia depende de la antena (y eventualmente de un amplificador) utilizada: de 2 a 300 metros con una antena omnidireccional; 1 kilómetro con una direccional; de 2 a 3 km con una omnidireccional amplificada (200mW); algunos kilómetros con una antena parabólica 50 a 60 kilómetros con una antena parabólica o direccional amplificada (algunos vatios).

Estos datos han sido tomados del Inalámbrico COMO que se referencia al final del documento. Hay que tener en cuenta que la amplificación puede violar las especificaciones FCC/CEPT y otras leyes locales, por lo que hay que procurar tener información concisa sobre la legislación vigente.

Existen antenas prefabricadas que se pueden adquirir en las tiendas especializadas, aunque de modo anecdótico en este documento se va a mostrar un tipo de antena, que podríamos denominar "caseras", y que se "fabrican" a partir de los botes de una conocida marca de patatas fritas.

Estas antenas se pueden catalogar como antenas direccionales tipo Yagi, aunque estrictamente hablando sea un híbrido entre varios tipos de antenas diferentes. En las siguientes fotografías se plasma cómo son este tipo de antenas. El lector podrá encontrar entre las referencias una a una página web donde se detalla el proceso de "fabricación" de este tipo de antenas.

2.3.5.6. Arquitectura.

Para el resto de servicios (sobre todo los que requieran gran ancho de banda y tiempos de interconexión grandes), las redes inalámbricas tienen cierta ventaja si los grupos locales que las soportan logran organizarse de manera conveniente.

La siguiente figura pretende resumir de manera concisa la comparación que se ha realizado:

Wireless		3G
Ancho de banda	Movilidad	Cobertura
Costes	Seguridad	QoS
Autonomía	Costumbre	Lobby
Servicios		

Figura 2.26 Diagrama de Comparación.

A nadie se le escapa que las operadoras son grandes compañías que pueden ejercer oportunamente presión sobre los estamentos legisladores para que la regulación cambie.

Los operadores de tercera generación que ven compatibilidad entre las dos tecnologías auguran un futuro como el que se puede observar en la siguiente figura:



Figura 2.26 Diagrama de Red UMTS.
 Obtenida de: http://lh6.ggpht.com/_t7heG8GISSo/TKkvFCSUK4I/AAAAAAAAADzo/OZ_wltNHtjg/umts.png

2.3.6. Prestaciones de Servicios

Se le puede definir que es similar a un contrato mediante el cual una persona, normalmente un profesional en cualquier área que se desempeñe, se compromete con respecto a otra a realizar una serie de servicios a cambio de un precio. Es importante señalar que el pago es dirigido al cumplimiento de metas, horas, objetivos, proyectos; etc. el incumplimiento de dichas metas no obliga al pago Proporcional.

También se considerará prestación de servicios el suministro de productos o equipos que hayan sido confeccionados o adquiridos, previo encargo de su destinatario conforme a las especificaciones de éste, así como aquellos otros que sean objeto de adaptaciones sustanciales necesarias para el uso por su destinatario

2.3.7. Servicios de comunicación

Básicamente es el Intercambio, sobre algún medio de transmisión (guiado o no guiado), de información codificada que ha sido o va a ser procesada por algún sistema informático, que las empresas ofrecen este servicio según los requerimientos de comunicación del cliente.

2.4. Hipótesis

La creación de un Sistema de Comunicación utilizando tecnología wireless permitirá establecer servicios de comunicación en las zonas comerciales de los cantones de la provincia de Tungurahua.

2.5. Señalamiento de variables de la hipótesis

2.5.1. Variable independiente

Sistema de comunicación utilizando tecnología wireless.

2.5.2. Variable dependiente

Servicios de comunicación.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Enfoque

La investigación tuvo un enfoque cuali-cuantitativo: es cualitativa por lo que se concentró en buscar la mejor forma de solucionar el requerimiento de comunicaciones que la empresa SISTELDATA S.A. va a proveer a las zonas comerciales de los cantones de la provincia de Tungurahua, es cuantitativa por qué el proceso de la investigación se realizó con personal técnico de la empresa en mención y personas del sector comercial de la provincia de Tungurahua.

3.2 Modalidad básica de la investigación

3.2.1 Investigación de campo

La investigación es de campo debido a qué se acudió a los cantones de la provincia y descubrir las zonas más comerciales donde se encuentre los posibles usuarios y potenciales nuevos clientes para la empresa SISTELDATA S.A.

3.2.2 Investigación bibliográfica

Se realizó investigación bibliográfica para obtener conceptos, características, descripción de equipos, etc., además se recopila información de las empresas mediante el SRI y el INEC para analizar las zonas comerciales y posibles sectores de mercado en la provincia de Tungurahua.

3.2.3 Proyecto factible

Es un proyecto factible porque se desarrolló el trabajo y variables en un tiempo determinado y con los recursos con que dispone la empresa ya que con mis años de estudio en la Carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, estoy capacitado para resolver el problema enunciado en el tiempo estimado.

3.3 Nivel o tipo de investigación

3.3.1 Nivel exploratorio

La investigación que se efectuó nos permitió conocer los problemas y las características de captar el mercado consiguiendo de esta manera percibir la factibilidad del proyecto.

3.3.2 Nivel descriptivo

Los problemas se ocasionaban por la carencia de redes de comunicación que tenga cobertura en toda la provincia de Tungurahua, por lo tanto las empresas soportaban un retardo en su información. En la actualidad el crecimiento de una empresa es necesario para prestar sus servicios, esto conllevaba a que la creación de sucursales en los diferentes cantones de la provincia es obligatoria. Este punto obligaba a tener comunicación entre las sucursales y la carencia de no tener una red de comunicación provocaba que no exista transmisión de datos en las empresas de la provincia de Tungurahua.

3.3.3 Nivel Correlacional

Al adecuar puntos de acceso en cada sucursal de una empresa e interconectarles a una red de comunicación mediante enlaces de radio o redes inalámbricas en general, dicha empresa utilizará los servicios de red y al adecuar, distribuir y agrupar las redes entre toda la provincia, la empresa SISTELDATA S.A. puede realizar una red wireless y cubrir la necesidad de comunicación en las zonas comerciales de la provincia de Tungurahua.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Durante el desarrollo del proyecto se trabajó con una población de 23192 personas de las zonas comerciales de la provincia de Tungurahua, dado que la población de dicha provincia es 441034 habitantes según el Censo, pero para ser más viable el estudio, se subdividió en sectores para las zonas comerciales de cada cantón, mismos que se visualizan de acuerdo a la siguiente tabla:

Características Comerciales de los Cantones

Según el artículo Estrategia Agropecuaria de Tungurahua 2007, destaca las siguientes actividades y negocios que realiza cada cantón:

Actividad Zona	Agropecuaria	Artesanal
Pillaro	Ganado Bovino (Leche), Cuyes, Porcinos, Papas, Cebolla, Frutales.	Queserías rurales, Cooperativas de ahorro y crédito, Entidades Bancarias.
Zona Sur Occidental: Cevallos, Quero, Mocha, Tisaleo.	Papas, Frutales, Cebolla, Cebada, Maíz, Arvejas, Habas, Ganado (Porcino, Bovino), Cuyes.	Queserías rurales, Zapatería, Carpinterías, Cooperativas de ahorro y crédito, Entidades Bancarias.
Ambato	Papa, Cebolla, Haba, Frutales, Hortalizas.	Zapatería, Textiles, Comercio, Servicios, Parque Industrial Cooperativas de ahorro y crédito, Entidades Bancarias.
Patate	Frutas, Planteles Avícolas, Ganado, Cuyes.	Licores de fruta, Agroturismo, Piscicultura, Cooperativas de ahorro y crédito, Entidades Bancarias.
Baños	Caña de azúcar y derivados (Dulces, manjares, etc.)	Dulces de melcochas, Turismo, Cooperativas de ahorro y crédito, Entidades Bancarias.
Pelileo	Cebolla, Tomate de árbol, Maíz suave, Cebada.	Jeans (Pantalones), Ropa, Pasteurizadora de leche, Licores de fruta. Cooperativas de ahorro y crédito, Entidades Bancarias.
Sectores de interés: Pilahuín (Pasa,	Papas, Habas, Cebada, Oca, Melloco, Ganado, ovino y bovino (Lechero y	Artículos de cuero, Cooperativas de ahorro y crédito, Entidades

Pallatanga, Santa Rosa, Quisapincha, San Fernando.	de engorde), Mora	Bancarias.
Huambaló		Muebles, Cooperativas de ahorro y crédito, Entidades Bancarias.
Salasaca	Maíz, Trigo, cebada, Avena, papas, melloco, Oca, haba, Ganado bovino, Chanchos, Cuyes, Conejos, Tomates de árbol y de riñón.	Tejidos, Tinturado de lana, artesanías de cabuya, calzado, Cooperativas de ahorro y crédito, Entidades Bancarias.

Tabla 3.1 Actividades que se destacan en la Provincia de Tungurahua.

Ahora se va a determinar las zonas comerciales de los cantones, analizando todos los datos obtenidos anteriormente, como del INEC y de las diferentes municipalidades de la Provincia se establece las siguientes zonas y lugares de cada cantón:

Cantón Ambato

En este cantón se tiene las siguientes zonas: Ambato (Centro), Parque Industrial, Atahualpa, Huachi Grande, Izamba, Pinllo, Santa Rosa, Quisapincha, Pasa, y Pallatanga.

En estos lugares estamos hablando de un total aproximado de 17.284 empresas laborando.

Cantón Baños de Agua Santa

En este cantón se conoce que su única zona más importante se encuentra en el centro de baños, especialmente en las Av. Oriente s/n entre Tomás Halflants y Eloy Alfaro y sus alrededores, donde existen cooperativas, bancos, Agencias de viaje, cooperativas de transporte, etc. En este Cantón se habla que de un total aproximado de 1.552 empresas laborando.

Cantones como Cevallos, Mocha, Quero y Tisaleo

En estos cantones se tiene que las zonas importantes se encuentran alrededor de los mercados debido a las ferias que se realizan en estos. Además se tiene un crecimiento micro empresarial referente a la producción de agrícola y artesanal. Se tiene una población empresarial de 1148.

Cantón Patate

En este cantón es muy similar a los anteriormente mencionados a diferencia que aquí se encuentran algunas empresas de licores Frutales. En esta zona se tiene una población de 346.

Cantón Pelileo

En este cantón se tiene las siguientes zonas: Pelileo Centro, Salasaca, Humbalo y García Moreno. En estos lugares estamos hablando de un total aproximado de 1.763 empresas laborando.

Cantón Pillaro

En este cantón se tiene las siguientes zonas: Baquerizo Moreno, San Miguelito, Urbina y San Andrés. En estos lugares estamos hablando de un total aproximado de 1.099 empresas laborando.

A continuación según del INEC (Anexo 1) encontramos los siguientes datos:

Ciudad, Parroquia, localidad	Población Humana (Personas)	Población Económica Activa (Personas)	Población Empresarial (Empresas o Instituciones)
Ambato	287.282	127.889	15420
Parque Industrial			117
Atahualpa			267
Huachi Grande			162
Izamba			462
Pinllo			198
Santa Rosa			299
Quisapincha			359

Baños	16.112	7.188	1552
Cevallos	6.873	2.517	290
Mocha	6.371	2.760	247
Patate	11.771	5.374	346
Quero	18.167	8.120	419
Pelileo	48.988	22.950	1321
Salasaca			121
Humbalo			223
G. Moreno			98
Pillaro	34.925	15.285	1099
Tisaleo	10.525	4.950	192
		Total =	23192

Tabla 3.2 Resumida de la población activa en la provincia de Tungurahua

Como se observa en la tabla, a toda la población se la divide en todas las personas activas económicas, es decir personas que tienen algún tipo de ingreso; después se divide en número de empresas o instituciones que estas se encuentran en las zonas detalladas de la Provincia.

Entonces, después de haber encontrado las zonas destacadas y hacer una aproximación de las personas que existen en dichas zonas, se concluye que nuestra población es de 23192.

3.4.2 Muestra

Como la población es muy grande se procedió a calcular la muestra con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq}$$

De Donde:

n= Tamaño de la muestra;

Z= Nivel de Confianza, en este caso se utilizó que representa el 95%, entonces debe ser un valor de Z tal que $P(-Z < z < Z) = 0.95$.

Utilizando la función de Excel DISTR.NORM.ESTAND.INV(), el valor de Z es 1.96;

p= Variedad positiva, en este caso es de 0,05 debido a que según datos del INEC (Anexo 1), divide en 21 actividades empresariales.

q= Variedad negativa, en este caso es 0,95 calculado mediante la fórmula de probabilidad: $1 = p + q$.

N= Tamaño de la población.

E= Precisión de error, en este caso es 5% dato que generalmente se utiliza.

Cálculo de la muestra:

$$n = \frac{1,96^2 * 0,05 * 0,95 * 23203}{23203 * 0,05^2 + 1,96^2 * 0,05 * 0,95}$$

$$n = 72,76$$

Por lo tanto el tamaño recomendado de la muestra es de 73 personas.

3.5 Operacionalización de las variables

Variable independiente: Sistema de comunicación utilizando tecnología wireless.

Variable independiente: Sistemas de comunicación				
Conceptualización	Categorías	Indicadores	Items	Tec-Inst
Es un conjunto de dispositivos Electrónicos interconectados entre sí por medios fijos ó inalámbricos	Conjunto de Dispositivos electrónicos	Dispositivos	¿Cuáles son los dispositivos y red de datos que cuenta la empresa o negocio?	Encuestas y Entrevistas
		Tipos de Dispositivos	¿Los dispositivos de comunicación con los que cuenta la empresa permiten la comunicación con una o varias sucursales?	
	Medios Inalámbricos	Microondas Terrestres	¿Conoce las ventajas de una red inalámbrica?	

		Microondas Satelitales	¿Le gustaría contar con un servicio de red fijo o inalámbrico?	
--	--	---------------------------	--	--

Variable dependiente: Servicios de comunicación.

Variable independiente: Sistemas de comunicación				
Conceptualización	Categorías	Indicadores	Items	Tec-Inst
Es el intercambio, sobre algún medio de transmisión, de información codificada que ha sido o va a ser procesada por algún sistema informático	Medios transmisión	Medios Guiados	¿Cuáles son los medios de transmisión o red de la empresa o negocio?	Encuestas y Entrevistas
		Medios no Guiados	¿Qué servicio de comunicación utiliza la empresa o negocio?	
	Codificación y procesamiento de información	Modulación	¿La empresa o negocio utiliza un sistema de comunicación contratado?	
			¿Qué tipos de servicios adicionalmente contrariara su empresa o negocio?	

3.6 Recolección de información

Para la recolección de la información se utilizó datos técnicos proporcionados por la empresa SISTELDATA S.A., y bibliografía sobre los diferentes servicios de comunicación, para el diseño se realizó una verificación física de los lugares, se consultó al personal operacional y administrativo, de las necesidades que tiene la empresa en el campo de los servicios de comunicación.

3.6.1 Plan para recolectar la información

- **Entrevista**

La entrevista es una conversación que se entabló con el Gerente de la empresa SISTELDATA S.A Ing. Vinicio Torres, para conocer las características de la empresa y de la problemática de la misma en el desempeño de los servicios de comunicación que presta, ya que se encuentran a diario inmiscuidos en la misma, de igual forma las opiniones, razonamientos y consejos en relación al manejo y desempeño de la empresa que se consideren importantes serán anotados y grabados.

- **Encuestas**

Las encuestas es un estudio observacional, los datos se obtiene a partir de realizar un conjunto de preguntas dirigidas a una muestra con el fin de conocer estados de opinión, características o hechos específicos. Estas encuestas están dirigidas a las personas que trabajan en las zonas comerciales de los cantones de la provincia de Tungurahua.

CAPITULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de los resultados

4.1.1. Encuestas

Las encuestas (Anexo 2) se realizó a los municipios cantonales, empresas o instituciones que estén dentro de las zonas comerciales y de interés. Cabe recalcar que al realizar las encuestas, algunas fueron duplicadas por formar parte de la misma empresa como por ejemplo la cooperativa OSCUS tiene sucursales en Ambato sur, Patate, Pelileo, Baños y Pillaro.

Mientras que para los municipios no solo se acudió a realizar las encuestas sino también a consultar un aproximado de las zonas importantes de cada Cantón. Y para algunas empresas que no quisieron participar debido a políticas de la misma, se duplico las respuestas relacionándolas con una empresa similar.

Tomando todos los antecedentes anteriormente mencionados los resultados se presentan a continuación:

- 1.- **¿La institución o empresa cuenta con una red de datos interna?**
Si (68) NO (5)
- 2.- **¿Existe transmisión de datos entre las sucursales?**
Si (45) NO (28)
- 3.- **¿La empresa que le otorga el servicio de transmisión de datos es local?**
Si (23) NO (50)
- 4.- **¿Está conforme con el servicio prestado por la empresa?**
Si (33) NO (40)
- 5.- **¿Cómo califica el tiempo de demora en solucionar problemas?**
Muy Lento (18) Lento (43) Rápido (12)
- 6.- **¿Qué servicios le gustaría adicional a la transmisión de datos?**
Telefonía (47) Voz IP (33) Video conferencia (15)
- 7.- **¿Estaría dispuesto a adquirir el servicio de transmisión de datos a un costo razonable?**
Si (65) NO (8)
- 8.- **¿Qué importancia tiene para usted la transmisión de datos en su empresa?**
Importante (28) No necesaria (45)
- 9.- **¿Conoce las ventajas de una red inalámbrica?**
Si (59) NO (14)
- 10.- **¿Tiene sucursales a nivel de la provincial?**
Si (53) NO (20)

Tabulando las respuestas de los participantes de esta encuesta, se puede obtener los siguientes gráficos:

1.- ¿La institución o empresa cuenta con una red de datos interna?

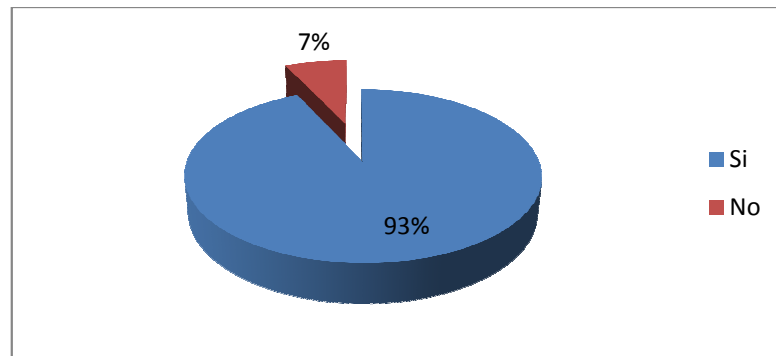


Gráfico 11. Interpretación de datos de la pregunta 1.

Como se observa en la gráfica el 93 % de las empresas constan con una red, mientras que el 7% no la tienen. Por lo tanto se puede decir que la mayoría de empresas tienen una red interna, por más pequeña que esta sea.

2.- ¿Existe transmisión de datos entre las sucursales?

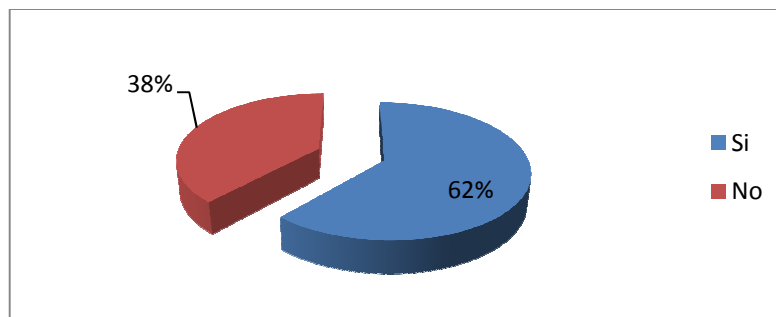


Gráfico 12. Interpretación de datos de la pregunta 2.

Como se observa en la gráfica el 62 % de las empresas tiene sucursales y se comunican con ellas, el 38% no tiene sucursales. Entonces dentro del 38% también se encuentran empresas que sí tienen sucursales pero no constan con transmisión de datos.

3.- ¿La empresa que le otorga el servicio de transmisión de datos es local?

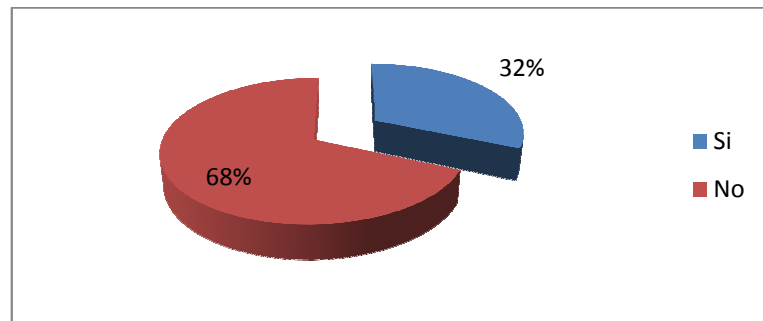


Gráfico 13. Interpretación de datos de la pregunta 3.

Como se observa en la gráfica el 68 % de los servidores son de otra ciudad y solo el 32% es local. En este punto se nota la diferencia entre los servidores de red.

4.- ¿Está conforme con el servicio prestado por la empresa?

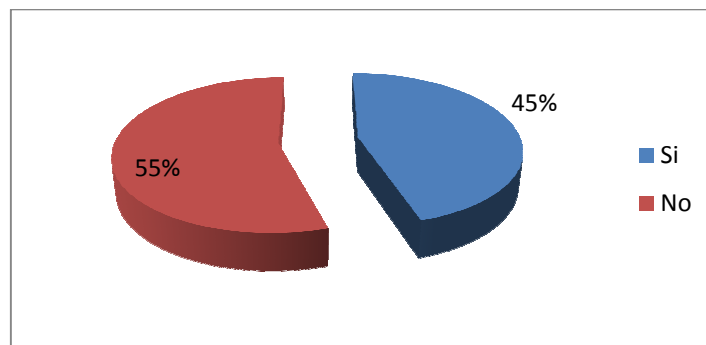


Gráfico 14. Interpretación de datos de la pregunta 4.

Como se observa en la gráfica el 55 % de las empresas no están conformes, mientras que el 45% si lo está. Claramente no se establece una gran diferencia en cuanto al servicio prestado.

5.- ¿Cómo califica el tiempo de demora en solucionar problemas?

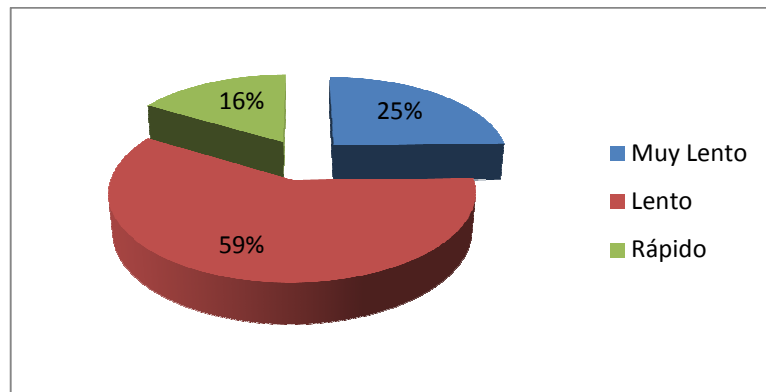


Gráfico 15. Interpretación de datos de la pregunta 5.

Como se observa en la gráfica el 59 % calificó que el servicio es lento, el 25% calificó que es muy lento y solo el 16% dijo que es rápido. Aquí se encuentra el principal problemas de los servidores extranjeros.

6.- ¿Qué servicios le gustaría adicional a la transmisión de datos?

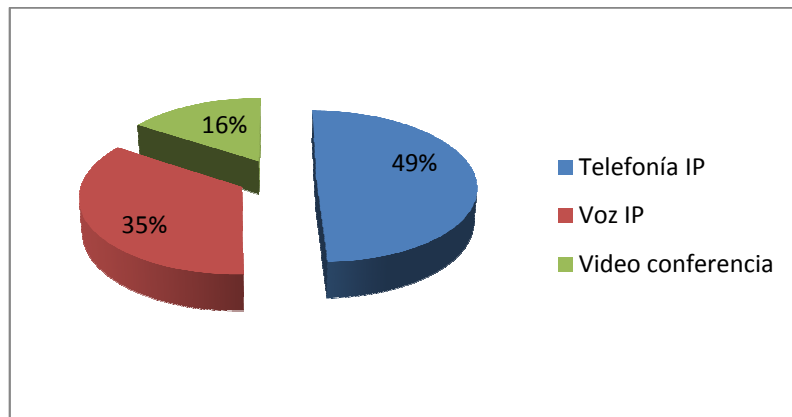


Gráfico 16. Interpretación de datos de la pregunta 6.

Como se observa en la gráfica el 49 % le gustaría telefonía IP, el 35% Voz IP y el 16% Video conferencia. Por lo tanto a las empresas les es atractivo todo sobre IP.

7.- ¿Estaría dispuesto a adquirir el servicio de transmisión de datos a un costo razonable?

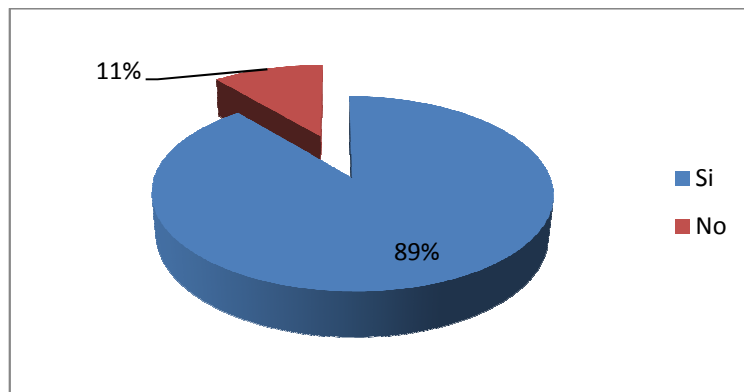


Gráfico 17. Interpretación de datos de la pregunta 7.

Como se observa en la gráfica el 89 % de las empresas está dispuesto a adquirir el servicio, mientras que solo el 11% no lo está. Si SISTELDATA S.A logra ofrecer el servicio al menor costo, ganará muchos usuarios.

8.- ¿Qué importancia tiene para usted la transmisión de datos en su empresa?

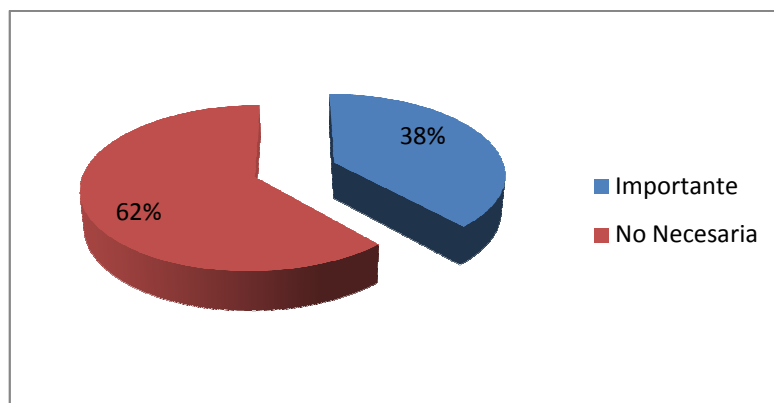


Gráfico 18. Interpretación de datos de la pregunta 8.

Como se observa en la gráfica el 62 % no considera necesaria tener una red dedicada a la transmisión de datos, mientras que el 38% dijo que es importante. En este punto se observa que muchas empresas no ven la importancia de tener una red de transmisión de datos.

9.- ¿Conoce las ventajas de una red inalámbrica?

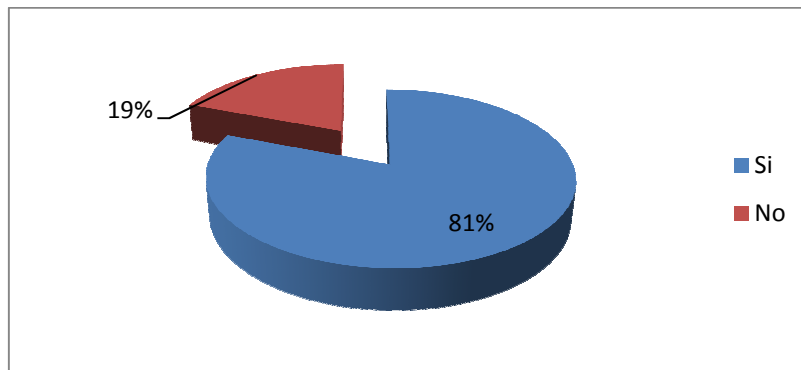


Gráfico 19. Interpretación de datos de la pregunta 9.

Como se observa en la gráfica el 81 % conoce las características de una red inalámbrica y solo el 19% no conoce. Por lo tanto la mayoría de empresas sabe qué servicio va ofrecer SISTELDATA S.A.

10- ¿Tiene sucursales a nivel de la provincial?

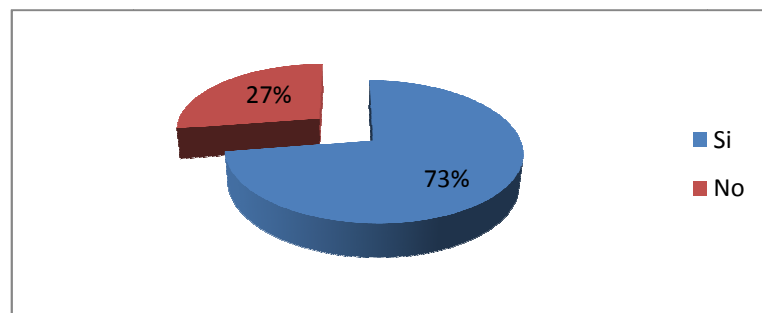


Gráfico 20. Interpretación de datos de la pregunta 10.

Como se observa en la gráfica el 73 % de las empresas tiene sucursales, mientras que el 27% no lo tiene. Como se observa hay muchas empresas que por lo menos tienen una sucursal a nivel Provincial.

4.1.2. Entrevista

La entrevista (En Anexo 2), fue dirigida el gerente de la empresa SISTELDATA S.A. para obtener datos necesarios e identificar los requerimientos que la empresa necesita para lograr la obtención de potenciales clientes.

4.1.3. Interpretación de resultados de la Entrevista

Después de dialogar con el gerente de la empresa SISTELDATA S.A. (Anexo 2) y tomando en cuenta los puntos más importantes que se necesita para realizar el diseño de la red, podemos resumir en los siguientes puntos:

- ✓ La provincia de Tungurahua tiene grandes deficiencias en telecomunicaciones por no tener empresas de comunicación locales y personal inadecuado.
- ✓ La mayoría de empresas ha optado por adquirir los servicios de comunicación de empresas extranjeras, es decir servidores a nivel nacional. Lo que dificulta el mantenimiento o reparación del servicio.
- ✓ La empresa SISTELDATA aprovecho esas desventajas de las empresas de comunicación extranjeras y así pudo captar el mercado, debido a que para la reparación del servicio la empresa de comunicación extranjera demoraba aproximadamente 48 o 72 horas; mientras que SISTELDATA realiza la reparación en 1 hora aproximadamente por ser vecino de las empresas de la Provincia de Tungurahua.
- ✓ Las empresas han considerado que la tecnología es un rubro importante dentro de una empresa por lo que están dispuestas a invertir en el sector de la comunicación. También tomando en cuenta que la empresa recuperaba la inversión rápidamente.
- ✓ Debido a estos puntos las empresas han decidido contratar servidores de comunicación dentro de la misma Provincia y lograr su desarrollo no solo tecnológico sino además desarrollo económico y empresarial especialmente en el campo financiero.
- ✓ Gracias al desarrollo tecnológico se puede ofrecer mayores servicios a las empresas como telefonía y voz IP, videoconferencia, etc, y brindar estos servicios a los menores costos posibles.

4.2. Interpretación de los resultados

4.2.1. Método Chi-cuadrado

La prueba de ajuste chi-cuadrado se emplea para decidir cuando un conjunto de datos se apega a una distribución de probabilidad dada. La tabla chi-cuadrado (X^2) se utiliza principalmente:

- ✓ Para probar si una serie de datos observados, concuerdan con el modelo (serie esperada) de la información.
- ✓ Para probar las diferencias entre las proporciones de varios grupos (tabla de contingencia).

Pasos para realizar la tabla de contingencias X^2 :

1. Planear las hipótesis : $H_0 = p_1 = p_2 = \dots = p_k$
2. Construir la tabla que contenga los valores observados.
3. Sumar los totales de los renglones y columnas de los valores observados.
4. Debajo de cada valor observado poner el valor esperado utilizando la fórmula:

$$E_{ij} = \frac{(\text{total de } i - \text{ésimo renglon} \times \text{total de } j - \text{ésima columna})}{n}$$

5. Calcular el valor del estadístico de la prueba usando la fórmula:

$$X^2 = \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Dónde: O_{ij} = Valor observado de la celda ij .

E_{ij} = Valor esperado de la celda ij .

6. Determinar los grados de libertad: $gl = (r - 1)(c - 1)$

Donde, r = número de renglones

c = número de columnas

7. Calcular el valor crítico en la tabla X^2
8. Criterio de decisión: si el valor crítico $<$ valor del estadístico de prueba rechazamos H_0 .

4.2.2. Aplicación del método

Antes de iniciar la aplicación del método vamos a subdividir la muestra, para optimizar la utilización del chi-cuadrado:

Cuidad	Porcentaje Provincial	Muestra	Equivalente
Ambato	64,90%	73	47
Baños	3,60%		3
Cevallos	1,30%		1
Mocha	1,50%		1
Patate	2,70%		2
Pelileo	11,60%		8
Pillaro	7,80%		6
Quero	4,10%		3
Tisaleo	2,50%		2

Tabla 4.1 Subdivisión de la muestra.

1. Formular la hipótesis estadística y la hipótesis alternativa; utilizando H para denotar Hipótesis.

H.estadística: $X^2 = 0$

Esto quiere decir que no existe relación entre los sistemas de comunicación y los servicios de comunicación.

H.alternativa: $X^2 > 0$

Es decir, existe una relación entre los sistemas de comunicación y los servicios de comunicación.

2. Distribución muestral

$$gl = (f - 1)(c - 1)$$

$$gl = (9 - 1)(9 - 1)$$

$$gl = 64$$

3. Nivel de significancia

$$\alpha = 0,05 \text{ (no direccional)} \quad ; \quad gl = 64$$

$$\text{Valor crítico de la prueba: } X^2 = 92$$

Según la tabla de valores cuantiles de la distribución chi-cuadrado (Anexo 4)

4. Observaciones

Efectos de la prueba y estadístico de la prueba:

$$X^2 = \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Dónde: O_{ij} = Valor observado de la celda ij .

E_{ij} = Valor esperado de la celda ij .

Se obtiene la siguiente tabla:

		Ambato	Baños	Cevallos	Mocha	Patate	Peñileo	Pillaró	Quero	Tisaleo	Total
Pregunta 1	Si	29	2	1	1	1	5	3	2	1	45
	No	18	1	1	1	1	3	2	1	0	28
Pregunta 2	Si	14	1	1	1	1	2	2	1	0	23
	No	32	2	1	1	1	6	4	2	1	50
Pregunta 6	Telefonía	30	2	1	1	1	5	4	2	1	47
	Voz IP	21	1	1	1	1	3	3	1	1	33
	Video	9	0	0	1	1	2	1	1	0	15
Pregunta 8	Importante	18	1	1	0	1	3	2	1	1	28
	Innecesaria	29	2	1	1	1	5	3	2	1	45
Total		200	12	8	8	9	34	24	13	6	314

Tabla. 4.2 Resultado de encuestas chi-cuadrado.

Ahora debemos hallar el valor estimado para realizar el cálculo con el método del chi-cuadrado. De la misma manera el valor estimado E es:

		Ambato	Baños	Cevallos	Mocha	Patate	Pelileo	Pillaro	Quero	Tisaleo	Total
Pregunta 1	Si	14,33	0,86	0,57325	0,573	0,645	2,436	1,72	0,932	0,43	45
	No	8,917	0,535	0,35669	0,357	0,401	1,516	1,07	0,58	0,268	28
Pregunta 2	Si	7,325	0,439	0,29299	0,293	0,33	1,245	0,879	0,476	0,22	23
	No	15,92	0,955	0,63694	0,637	0,717	2,707	1,911	1,035	0,478	50
Pregunta 6	Telefonía	14,97	0,898	0,59873	0,599	0,674	2,545	1,796	0,973	0,449	47
	Voz IP	10,51	0,631	0,42038	0,42	0,473	1,787	1,261	0,683	0,315	33
	Video	4,777	0,287	0,19108	0,191	0,215	0,812	0,573	0,311	0,143	15
Pregunta 8	Importante	8,917	0,535	0,35669	0,357	0,401	1,516	1,07	0,58	0,268	28
	Innecesaria	14,33	0,86	0,57325	0,573	0,645	2,436	1,72	0,932	0,43	45
Total		200	12	8	8	9	34	24	13	6	628

Tabla. 4.3 Aplicando chi-cuadrado

Ya conocido los valores Observados y Estimados, podemos realizar los cálculos para determinar los valores de chi-cuadrado.

			Ambato	Baños	Cevallos	Mocha	Patate	Pelileo	Pillaró	Quero	Tisaleo
Pregunta 1	Observado (O)	Si	29	2	1	1	1	5	3	2	1
		No	18	1	1	1	1	3	2	1	0
	Esperado (E)	Si	14,3312102	0,85987261	0,57324841	0,57324841	0,64490446	2,43630573	1,71974522	0,93152866	0,42993631
		No	8,91719745	0,53503185	0,3566879	0,3566879	0,40127389	1,51592357	1,07006369	0,57961783	0,26751592
[(O - E)]			14,6687898	1,14012739	0,42675159	0,42675159	0,35509554	2,56369427	1,28025478	1,06847134	0,57006369
			9,08280255	0,46496815	0,6433121	0,6433121	0,59872611	1,48407643	0,92993631	0,42038217	-0,26751592
Pregunta 2	Observado (O)	Si	14	1	1	1	1	2	2	1	0
		No	32	2	1	1	1	6	4	2	1
	Esperado (E)	Si	7,32484076	0,43949045	0,29299363	0,29299363	0,32961783	1,24522293	0,87898089	0,47611465	0,21974522
		No	15,9235669	0,95541401	0,63694268	0,63694268	0,71656051	2,70700637	1,91082803	1,03503185	0,47770701
[(O - E)]			6,67515924	0,56050955	0,70700637	0,70700637	0,67038217	0,75477707	1,12101911	0,52388535	-0,21974522
			16,0764331	1,04458599	0,36305732	0,36305732	0,28343949	3,29299363	2,08917197	0,96496815	0,52229299
Pregunta 6	Observado (O)	Telefonía	30	2	1	1	1	5	4	2	1
		Voz IP	21	1	1	1	1	3	3	1	1
		Video	9	0	0	1	1	2	1	1	0
	Esperado (E)	Telefonía	14,9681529	0,89808917	0,59872611	0,59872611	0,67356688	2,54458599	1,79617834	0,97292994	0,44904459
		Voz IP	10,5095541	0,63057325	0,42038217	0,42038217	0,47292994	1,7866242	1,2611465	0,68312102	0,31528662
		Video	4,77707006	0,2866242	0,1910828	0,1910828	0,21496815	0,81210191	0,57324841	0,31050955	0,1433121
[(O - E)]			15,0318471	1,10191083	0,40127389	0,40127389	0,32643312	2,45541401	2,20382166	1,02707006	0,55095541
			10,4904459	0,36942675	0,57961783	0,57961783	0,52707006	1,2133758	1,7388535	0,31687898	0,68471338
			4,22292994	-0,2866242	-0,1910828	0,8089172	0,78503185	1,18789809	0,42675159	0,68949045	-0,1433121
Pregunta 8	Observado (O)	Importante	18	1	1	0	1	3	2	1	1
		Innecesaria	29	2	1	1	1	5	3	2	1
	Esperado (E)	Importante	8,91719745	0,53503185	0,3566879	0,3566879	0,40127389	1,51592357	1,07006369	0,57961783	0,26751592
		Innecesaria	14,3312102	0,85987261	0,57324841	0,57324841	0,64490446	2,43630573	1,71974522	0,93152866	0,42993631
[(O - E)]			9,08280255	0,46496815	0,6433121	-0,3566879	0,59872611	1,48407643	0,92993631	0,42038217	0,73248408
			14,6687898	1,14012739	0,42675159	0,42675159	0,35509554	2,56369427	1,28025478	1,06847134	0,57006369

Tabla.4.4 Calculos de resultados chi-cuadrado.

N°	Operador	Fecha de suscripción	Cobertura	Ciudad sede	Web side
1	CNT S.A.	29-dic-97	Nacional	Quito	www.andinadatos.com.ec
2	CONECEL S.A.	09-dic-94	Nacional	Quito	www.porta.net
3	EcuadorTELECOM S.A.	15-oct-02	Nacional	Guayaquil	www.ecutel.net
4	Global Crossing	26-jun-94	Nacional	Quito	
5	Megadatos S.A.	03-jul-95	Nacional	Quito	www.ecua.net.ec
6	OTECCEL S.A.	22-abr-02	Nacional	Quito	www.telefonica.com.ec
7	Puntonet S.A.	05-may-05	Nacional	Quito	www.punto.net.ec
8	Suratel S.A.	09-dic-94	Nacional	Quito	www.suratel.com
9	Telconet S.A.	22-abr-02	Nacional	Guayaquil	www.telconet.net
10	Transnexa S.A.	22-may-03	Nacional	Quito	
11	Teleholding S.A.	28-abr-04	Nacional	Quito	www.teleholding.com

Tabla 4.6 Operadores a Nivel Nacional.

Tomando en cuenta estos datos podemos concluir que la mayoría de proveedores son de empresas de otras ciudades, por lo que favorece a la empresa SISTELDATA para dar servicio de portador en la provincia de Tungurahua. A continuación tomaremos en cuenta todos los puntos anteriormente mencionados para la obtención del diseño de la red.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La Provincia de Tungurahua se caracteriza por ser una zona muy comercial y por su desempeño económico para el país, por lo tanto las comunicaciones en los negocios es una herramienta fundamental para el desarrollo empresarial.

Las empresas al adquirir servicios de comunicaciones en la Provincia, tendrán más diversidad de proveedores y mejorar los servicios de comunicación, lo cual brindara un desarrollo continuo a las empresas y sin la necesidad de invertir mucho dinero.

Las empresas de otras ciudades que prestan los servicios de comunicación en la Provincia de Tungurahua, tienen en tiempo de demora alto, por el mismo hecho de ser de otra ciudad, lo que hace perder recursos y tiempo a sus usuarios.

A la mayoría de empresas están interesadas no solo en el servicio de transmisión de datos, sino que les gustaría adicionar telefonía y Voz sobre IP.

Ofrecer los servicios anteriormente mencionados a un costo razonable, casi todas las empresas encuestadas están dispuestas a adquirir el servicio, logrando que SISTELDATA S.A cubra un mayor mercado y aumentar su número de usuarios.

5.2.Recomendaciones

Realizando visitas técnicas a la empresa SISTELDATA S.A se pudo aclarar los requerimientos que necesarios para la red inalámbrica y las prestaciones que esta debe tener.

Es aconsejable saber la expectativa que tiene la empresa al realizar el proyecto para definir y conocer los objetivos necesarios para cumplir satisfactoriamente el trabajo.

Se recomienda realizar visitas a las estaciones bases y puntos de enlaces de las empresas de comunicaciones para familiarizarse con los equipos, estructuras, tecnologías, herramientas, etc.

Para la implementación del proyecto con cualquiera de las dos tecnologías se recomienda tener una política de instalación de la tecnología principal y secundaria, implementación de sitios, fase de pruebas y políticas de seguridad y localización de fallas.

Cuando la población en muy pequeña, recomiendo como mejor herramienta para obtener todos los datos informativos, datos bibliográficos, estatus de la empresa, etc., realizar entrevista dirigida a la persona encargada de la empresa.

CAPITULO VI PROPUESTA

6.1. Datos informativos

6.1.1 Tema

“Sistema de comunicación utilizando tecnología Wireless para proporcionar servicios de comunicación en las zonas comerciales de los cantones de la provincia de Tungurahua”

6.1.2 Institución Ejecutora

Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

6.1.3 Beneficiarios

Investigador, SISTELDATA S.A, zonas comerciales de los cantones de la provincia de Tungurahua y estudiantes de la FISEI.

6.1.4 Ubicación

Provincia: Tungurahua.

Cantón: Ambato.

Parroquia: San Bartolomé

Dirección: El Ollero 06-85 y Aguacollas

6.1.5 Equipo Técnico Responsable

Ingeniero Mario García, Ingeniero Vinicio Torres, Felipe Lescano.

6.2. Antecedentes de la propuesta

La provincia de Tungurahua tiene grandes deficiencias en lo que corresponde a telecomunicaciones, ya que se utilizaba módems los cuales usa las líneas telefónicas y provocaba que las comunicaciones sean muy lentas, o enlaces dedicados como la tecnología frame relay la cual era muy costosa.

Las empresas ambateñas no estaban calificadas para dar este tipo de servicio y la carencia de personal calificado, obligaba a que las empresas contrataran servidores de otras ciudades. Esto provocaba que el servicio de comunicación sea muy costoso.

6.3. Justificación

La tecnología inalámbrica en la actualidad brinda una gran variedad de productos y servicios, dando así una solución rentable y óptima para el desarrollo de redes de comunicación. En la actualidad la Provincia de Tungurahua tiene un gran crecimiento micro empresarial ya sea en el sector comercial, artesanal, agrícola y financiero. El desarrollo de un diseño de una red de comunicación inalámbrica para la empresa SISTELDATA S.A, es de gran utilidad porque busca brindar servicios de transmisión de datos entre las empresas de la provincia de Tungurahua.

Cumpliendo así la demanda de comunicación y aprovechando los recursos que esto conlleva, lo cual es de gran importancia para el desarrollo empresarial.

6.4. Objetivos

General:

- Diseñar una red inalámbrica para brindar servicios de comunicación como voz, video y transmisión de datos, a las zonas más comerciales de la Provincia de Tungurahua.

Específicos:

- Establecer los nodos centrales que permitan cubrir todos los sectores de interés y cubrir todos los cantones de la provincia.
- Definir qué tipo de tecnología inalámbrica es óptima y apropiada para cumplir con los requerimientos necesarios para el diseño de la red.

6.5. Análisis de factibilidad

La propuesta se enmarca dentro de un proyecto factible porque el diseño de un sistema de comunicación inalámbrico permitirá proporcionar este servicio a las empresas de la Provincia de Tungurahua, solucionado así los problemas de comunicación en la provincia.

Además se optimizará el diseño para evitar inversiones innecesarias, desperdicios de recursos y adquisición de equipos inadecuados, con estos parámetros podemos ofrecer un servicio adecuado y accesible por los bajos costos que estos representan, lo cual permitirá captar la mayoría del sector empresarial.

6.6. Fundamentación Científico-Técnica

La propuesta ofrece mejorar las comunicaciones entre las empresas y zonas comerciales de la provincia ya que utilizando la tecnología inalámbrica permite acceder a los lugares complejos y por la prohibición de tender cable en las zonas centrales de los cantones, está es la mejor vía. Consiguiendo así captar el mercado de la Provincia y permitir el desarrollo de la empresarial.

6.6.1. Descripción del Diseño

El proyecto de un sistema de comunicación utilizando tecnología wireless para proporcionar servicios de comunicación en las zonas comerciales de los cantones de la provincia de Tungurahua, facilita los requerimientos deseados por las empresas. Logrando captar el mercado debido a que los costos sean más económicos de lo normal y garantizando aspectos como conectividad, seguridad, accesibilidad y escalabilidad de la red.

Se presenta una solución sustentada bajo un estudio que permite una descripción detallada de esta propuesta y ventajas que se obtienen sobre la nueva red.

6.6.2. Obtención de parámetros de diseño

Introducción

En el presente ítem se presentará las coordenadas exactas de los cantones, zonas, establecimientos y lugares de interés, redes inalámbricas instaladas en la provincia y requerimientos técnicos para el desarrollo futuro acorde a las necesidades de los usuarios de la red, que se obtuvieron mediante la visita e información.

Antecedentes

La provincia de Tungurahua se encuentra ubicada en el centro de la Sierra Ecuatoriana, su capital es Ambato. Posee una superficie de 3.334 kilómetros cuadrados y se encuentra a 2.557 metros de altitud. Tungurahua se encuentra ubicado en los hemisferios Sur y Occidental, está comprendida entre los paralelos 00°55'00"S y 01°35'00" y los meridianos 78°06'51" y 78°55'49", según el INEC.



Figura 6.1 Mapa de Ecuador.

Obtenida de: http://www.inec.gob.ec/preliminares/base_presentacion.html

En el último periodo según estadísticas del INEC y resultados parciales del CENSO 2010 la población ha crecido a un 11,16 % relacionado al censo anterior. Es decir la provincia de Tungurahua tiene 500.755 habitantes. La provincia de Tungurahua se divide en 9 cantones los cuales son: Ambato, Baños, Cevallos, Mocha, Patate , Quero, Pelileo, Píllaro y Tisaleo.



Figura 6.2 Mapa de la Provincia de Tungurahua.

Obtenida de: http://www.tungurahua.gob.ec/inicio/images/stories/Mapa_Tungurahua.jpg

Según el INEC con datos del Censo del 2001 tenemos la siguiente distribución de la población de la provincia:

Población

<i>Cantones</i>	<i>Población</i>		<i>Extensión</i>	<i>Densidad</i>
	<i>Total</i>	<i>%</i>	<i>Km2</i>	<i>Hab / Km2</i>
<i>Total</i>	<i>441.034</i>	<i>100</i>	<i>3,334</i>	<i>130,9</i>
<i>AMBATO</i>	<i>287.282</i>	<i>65</i>	<i>1.008,80</i>	<i>284,8</i>
<i>BAÑOS</i>	<i>16.112</i>	<i>3,7</i>	<i>1.064,60</i>	<i>15,1</i>
<i>CEVALLOS</i>	<i>6.873</i>	<i>1,6</i>	<i>18,8</i>	<i>365,6</i>
<i>MOCHA</i>	<i>6.371</i>	<i>1,4</i>	<i>86,2</i>	<i>73,9</i>
<i>PATATE</i>	<i>11.771</i>	<i>2,7</i>	<i>314,7</i>	<i>37,4</i>
<i>PELILEO</i>	<i>48.988</i>	<i>11</i>	<i>201,5</i>	<i>243,1</i>
<i>PILLARO</i>	<i>34.925</i>	<i>7,9</i>	<i>442,8</i>	<i>78,9</i>
<i>QUERO</i>	<i>18.167</i>	<i>4,1</i>	<i>173,3</i>	<i>104,9</i>
<i>TISALEO</i>	<i>10.525</i>	<i>2,4</i>	<i>58,7</i>	<i>179,3</i>

Tabla 6.1 Distribución de la población en la provincia de Tungurahua.

Características Económicas

La Población Económicamente Activa (PEA) es aquella que interviene en la producción de bienes y servicios. Según el VI Censo de Población y V de Vivienda del año 2001, la población económicamente activa de 12 años y más de edad de la provincia de Tungurahua es de 195198, representando el 59.25 por ciento de la población.

Por sectores económicos, la población económicamente activa está dividida en sector primario, secundario y terciario. El sector económico primario corresponden las actividades como agricultura, caza, pesca, y explotación de minas y canteras. Al sector económico secundario pertenecen las actividades relacionadas a la industria manufacturera, electricidad, gas y agua, y construcciones. Y sector económico terciario pertenecen las actividades referentes al comercio, transporte, almacenamiento y comunicación, establecimientos financieros y seguros, y servicios.

Actividad Cantón	Número	%	Sector Primario	Sector Secundario	Sector Terciario	No Especificado	Trabajador Nuevo
Ambato	127.889	64,9	29.269	32.277	58.737	7.043	563
Baños	7.188	3,6	2.331	903	3.332	596	26
Cevallos	2.517	1,3	846	616	918	124	13
Mocha	2.760	1,5	1.736	403	527	88	6
Patate	5.374	2,7	3.892	376	978	123	5
Pelileo	22.950	11,6	11.657	5.625	4.959	640	69
Pillaro	15.285	7,8	8.704	2.330	3.842	378	31
Quero	8.120	4,1	6.345	471	1.085	206	13
Tisaleo	4.950	2,5	2.962	1.033	738	206	11

Tabla 6.2 Población Económicamente Activa (PEA).

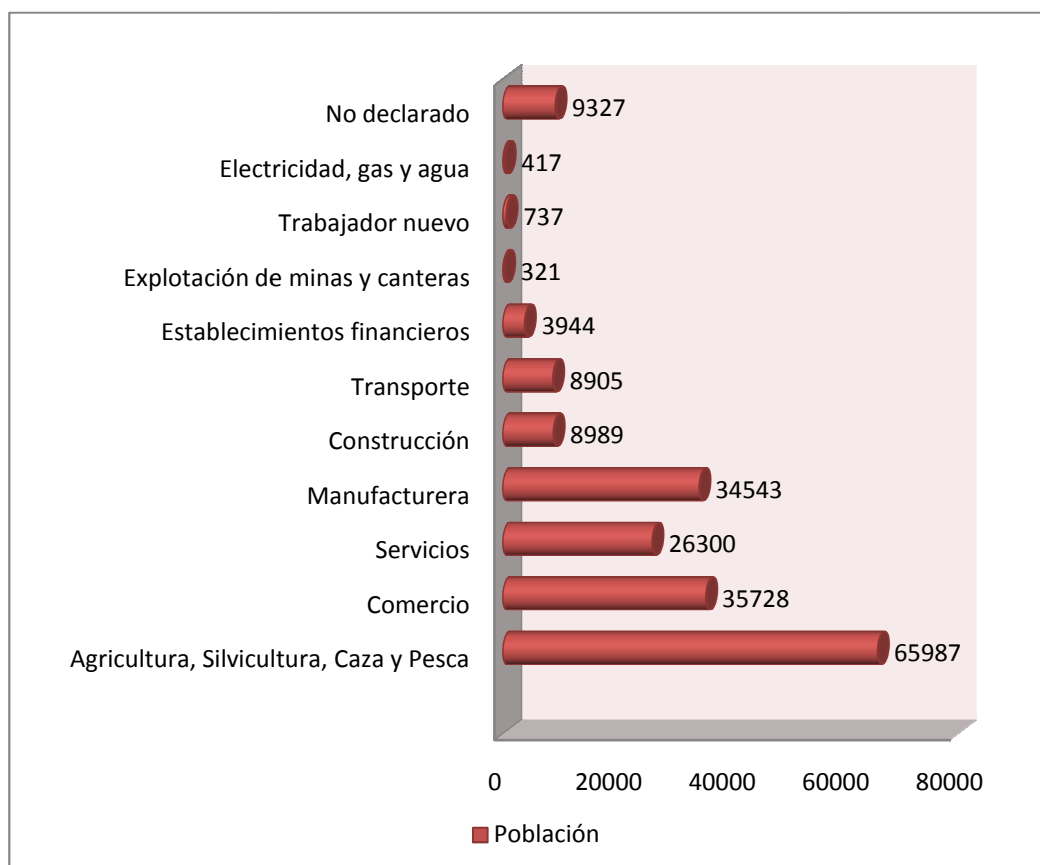


Figura 6.3 Distribución según su actividad comercial.

Obtenida de: INEC: Resultados definitivos del VI Censo de Población (año 2001).

Estudio de terreno

En este punto se va identificar los lugares más apropiados para colocar las estaciones bases o llamados nodos centrales y así proporcionar un servicio óptimo a los potenciales clientes, utilizando el software Google Earth, el cual nos permite observar los lugares de interés de manera interactiva.

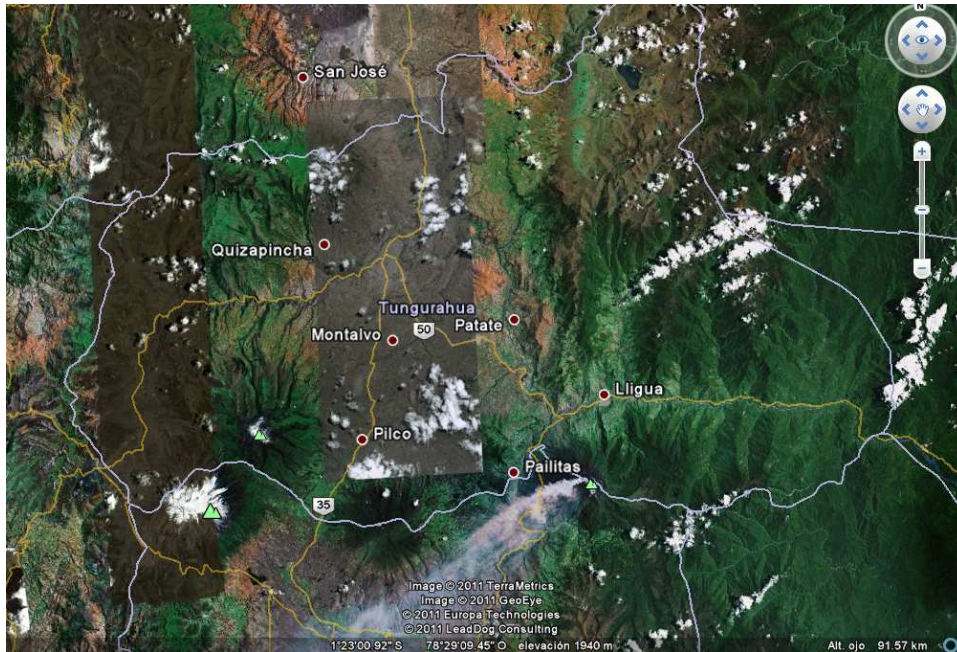


Figura 6.4 Mapa de la Provincia de Tungurahua.

Obtenida de: Google Earth

A continuación vamos a ubicar los nodos centrales de la red con los cerros que se van a utilizar para dar la cobertura a todos los cantones de la Provincia de Tungurahua, y sus datos son los Sigüientes:

Nombre	Ubicación	Latitud	Longitud	Altura (m)
Cerro Pilisurco	Ambato	01°09'17,2"S	78°39'58,0"O	4095,2
Cerro Niton	Pelileo	01°16'41,6"S	78°32'10,2"O	3050
Cerro Llimpe	Quero	01°22'59,1"S	78°34'26,6"O	3693,9
Central SISTELDATA	Ambato	01°14'15,1"S	78°38'13,5"O	2650,7

Tabla 6.3 Datos geográficos de los Cerros

Los Cerros utilizados proporcionan cobertura a casi toda la provincia, así justificamos la creación de estaciones Bases en estos lugares.

6.7. Software de simulación a utilizarse

El software a utilizarse para la simulación de la red es el programa Radio Mobile. Radio Mobile es un programa informático utilizado para el diseño y simulación de sistemas inalámbricos; ayuda a conocer las prestaciones de radio enlaces utilizando información acerca del equipamiento a instalarse y un mapa digital del área.

Este programa permite simular sistemas que trabajan entre los 20 MHz a 40 GHz; construye automáticamente un perfil entre dos puntos en el mapa digital mostrando el área de cobertura y la primera zona de Fresnel, permite además la visualización del perfil topográfico, la intensidad de señal y pérdida en el trayecto en cualquier punto del enlace.

Para la realización de estos cálculos utiliza mapas digitales de la zona de trabajo, la obtención de estos mapas puede realizarse directamente desde una opción del software que permite descargarlos de Internet; hay tres tipos de mapas disponibles: los SRTM, los GTOPO30 y los DTED.

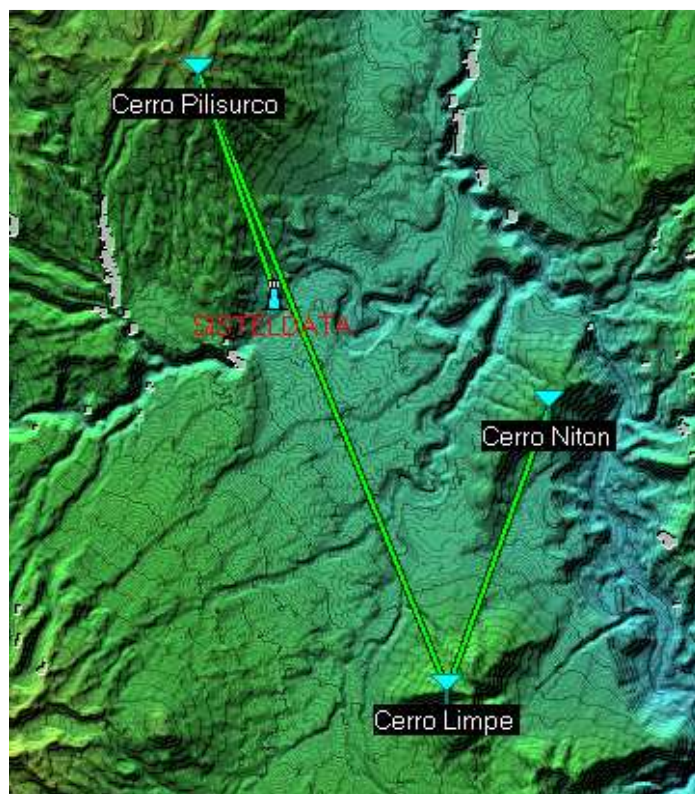


Figura 6.5 Mapa de la red principal de la Provincia de Tungurahua.

Obtenida de: Radio Mobile

Como se observa en la figura tenemos el perfil de la Provincia de Tungurahua, a continuación vamos a describir los cantones, cerros, lugares que vamos a utilizar, ya sea para enlaces de radio o estaciones bases para la distribución de la red.

Para la facilitación del diseño de la red se va tomar en cuenta los centros municipales de los cantones como puntos referenciales, es decir vamos a ubicar la estación base local (suscriptora) en cada edificio de su respectiva municipalidad:

Datos de los Municipios de la Provincia

Lugar	Latitud	Longitud	Altura (m)	Descripción
Municipio de Ambato	01°15'20,7" S	78°37'20,3" O	2679	Estación Suscriptora
Municipio de Baños	01°24'38,9" S	78°25'37,0" O	2488,6	Estación Suscriptora
Municipio de Cevallos	01°21'16,2" S	78°36'53,2" O	2887,2	Estación Suscriptora

Municipio de Mocha	01°25'10,9" S	78°40'0,01" O	3294,8	Estación Suscriptora
Municipio de Patate	01°19'6,7" S	78°30'31,1" O	2173,2	Estación Suscriptora
Municipio de Pelileo	01°20'57,9" S	78°33'38,1" O	2888,6	Estación Suscriptora
Municipio de Pillaro	01°10'32,7" S	78°35'1,8" O	2667,4	Estación Suscriptora
Municipio de Quero	01°22'48,0" S	78°36'26,0" O	2956,4	Estación Suscriptora
Municipio de Tisaleo	01°20'50,0" S	78°40'6,0" O	3229,8	Estación Suscriptora

Tabla 6.4 Ubicación geográfica de los municipios de la Provincia de Tungurahua

Además tenemos los siguientes lugares:

Lugares de Interés

Lugar	Latitud	Longitud	Altura (m)	Descripción
Quisapincha	01°13'55,9" S	78°41'3,8" O	3096,4	Estación Suscriptora
Pasa	01°16'8,9" S	78°43'49,3" O	3093,4	Estación Suscriptora
Pallalanga	01°17'27,8" S	78°45'38,0" O	3451,4	Estación Suscriptora
Salasaca	01°20'3,32" S	78°33'51,77" O	3294,8	Estación Suscriptora

Tabla 6.5 Ubicación geográfica de los lugares de interés.

6.8. Descripción de los parámetros de radioenlace

Todas las comunicaciones inalámbricas hacen uso de las ondas electromagnéticas para enviar señales a través de largas distancias, y como una etapa previa al diseño se realiza el cálculo del balance de los enlaces radioeléctricos que es el procedimiento que se utiliza normalmente para estimar si un radio enlace funcionará correctamente.

Debido a que se trata de cálculos teóricos, en la práctica puede tener variaciones debido a múltiples factores, como interferencias, problemas de apuntamiento de antenas, etc. La propagación de ondas de radio en espacios libres es afectada por los siguientes factores:

6.8.1. Pérdida de espacio libre (FSL)

La potencia de una señal de radio se atenúa en el vacío o en el aire. La pérdida de espacio libre mide la dispersión de la potencia en un espacio libre sin obstáculo alguno a medida que la onda se esparce sobre una superficie mayor. La señal de radio se debilita mientras se expande en una superficie esférica. La pérdida de potencia de las ondas electromagnéticas en el espacio libre es proporcional al cuadrado de la distancia y también proporcional al cuadrado de la frecuencia. La atenuación en el espacio libre estimada en decibeles (dB), viene dada por:

$$FSL = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + K$$

Dónde:

d = distancia

f = frecuencia

K = constante que depende de las unidades usadas para d y f

Si expresamos la distancia en kilómetros y la frecuencia en GHz la fórmula es:

$$FSL = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + 92,4$$

Respecto a las frecuencias no licenciadas en el país, sabemos que la frecuencia 2,4 GHz y la 5,8 GHz son libres. Pero por los siguientes aspectos:

- Cuanto más larga es la longitud de onda, más lejos llega.
- Cuanto más larga es la longitud de onda, mejor viaja a través de y alrededor de obstáculos.
- Cuanto más corta es la longitud de onda, puedes transportar más datos

Viendo que la longitud de onda de una frecuencia de 2.4Ghz es de aproximadamente unos 12cm y la longitud de onda de una frecuencia de 5.8ghz es de aproximadamente unos 6cm.

Entonces la banda de 5.8GHz requiere de una mejor línea de vista para tratar de minimizar esos problemas de difracción, absorción, reflexión pues en esta frecuencia tenemos una menor zona de fresnel que ya de por si es una ventaja,

mientras más alta sea la frecuencia tendremos menos valor del mismo. Optamos por realizar el diseño con la frecuencia de 2,4 GHz. Utilizando la formula tenemos la siguiente tabla:

Enlace	Distancia(Km)	Frecuencia (GHz)	FSL [dB]
Pilisorco --- M. Pillaro	9,43	2,4	119,49
Pilisorco --- Niton	19,92	2,4	125,99
Pilisorco --- Llimpe	27,35	2,4	128,74
Pilisorco --- Sisteldata	9,74	2,4	119,77
Pilisorco --- Pallatanga	18,42	2,4	125,31
Llimpe --- M. Baños	16,63	2,4	124,42
Llimpe --- M. Cevallos	5,53	2,4	114,86
Llimpe --- M. Mocha	11,07	2,4	120,89
Llimpe --- M. Quero	3,7	2,4	111,37
Llimpe --- M. Tisaleo	11,21	2,4	121
Llimpe --- Niton	12,39	2,4	121,86
Llimpe --- Quisapincha	20,77	2,4	126,35
Llimpe --- Sisteldata	17,63	2,4	124,93
Niton --- M. Patate	5,42	2,4	114,68
Niton --- M. Pelileo	8,36	2,4	118,45
Pallalanga --- Pasa	4,14	2,4	112,34

Tabla 6.6 Perdidas por espacio libre.

6.8.2. Zonas de Fresnel

La teoría de la zona de Fresnel consiste en examinar el enlace entre dos puntos cualesquiera. Algunas ondas viajan directamente desde un punto a otro, mientras que otras lo hacen en trayectorias indirectas. Consecuentemente, su camino es más largo, introduciendo un desplazamiento de fase entre los rayos directos e indirectos. Tomando este enfoque, y haciendo los cálculos, nos encontramos con que hay zonas anulares alrededor de la línea directa entre dos puntos que contribuyen a que la señal llegue al punto.

Estos cálculos lo realizaremos con el software Radio Mobile debido a que nos facilita el perfil y los cálculos necesarios para obtener las zonas de fresnel.

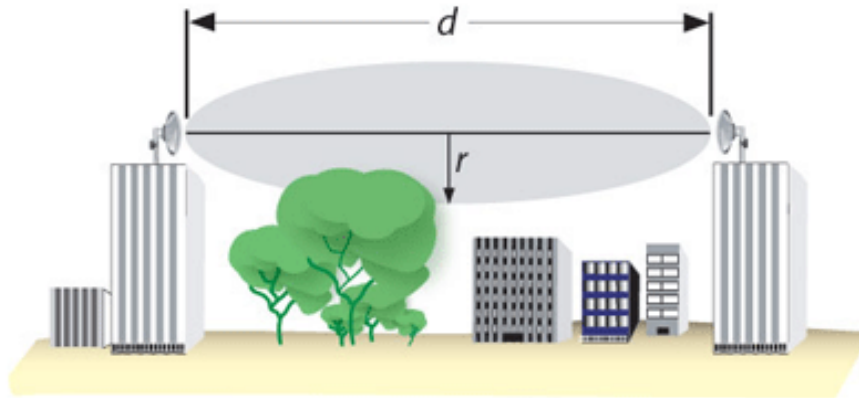


Figura 6.6 Diagrama de Zona de Fresnel.

Obtenida de: <http://asterion.almadark.com/wp-content/uploads/2008/11/fresnel.gif>

6.8.3. Línea de Vista

Línea de vista se refiere a un trayecto directo, sin obstrucciones, entre las antenas transmisoras y receptoras. Para que exista la mejor propagación de las señales RF de alta frecuencia, es necesaria una Línea de vista sólida (limpia – sin obstrucciones). Para determinar la línea de vista entre los puntos, utilizaremos el software Radio Mobile ya que nos facilita la línea de visión.

6.8.4. Ganancia del sistema

Para calcular el nivel de recepción que se obtendría en el lado del esclavo se utilizará la fórmula:

$$\text{Nivel de señal RX [dB]} = \text{potencia de transmisión [dBm]} - \text{perdidas en el cable TX [dB]} + \text{ganancia de antena TX [dBi]} - \text{pérdida en la trayectoria del espacio abierto [dB]} + \text{ganancia de antena RX [dBi]} - \text{pérdida de cable RX [dB]}$$

Para los enlaces, se tendrán los siguientes datos generales y sugeridos por el fabricante:

Potencia de transmisión: 38,5 dBm

Pérdidas en el cable TX: 0,01

Ganancia de la Antena de TX: 28 dBi

Pérdida en la trayectoria el Espacio Abierto: Calculados anteriormente

Ganancia de Antena RX: 28 dBi

Pérdidas en el cable RX: 0,01

Enlace	Potencia de TX [dBm]	Perdida cables TX [dB]	Ganancia de la antena TX [dBi]	FSL [dB]	Ganancia de la antena RX[dBi]	Perdida cables RX [dB]	Ganancia Total [dB]
Pilisurco --- M. Pillaro	38,5	0,01	28	119,49	28	0,01	-25,01
Pilisurco --- Niton	38,5	0,01	28	125,99	28	0,01	-31,51
Pilisurco --- Llimpe	38,5	0,01	28	128,74	28	0,01	-34,26
Pilisurco --- Sisteldata	38,5	0,01	28	119,77	28	0,01	-25,29
Pilisurco --- Pallatanga	38,5	0,01	28	125,31	28	0,01	-30,83
Llimpe --- M. Baños	38,5	0,01	28	124,42	28	0,01	-29,94
Llimpe --- M. Cevallos	38,5	0,01	28	114,86	28	0,01	-20,38
Llimpe --- M. Mocha	38,5	0,01	28	120,89	28	0,01	-26,41
Llimpe --- M. Quero	38,5	0,01	28	111,37	28	0,01	-16,89
Llimpe --- M. Tisaleo	38,5	0,01	28	121	28	0,01	-26,52
Llimpe --- Niton	38,5	0,01	28	121,86	28	0,01	-27,38
Llimpe --- Quisapincha	38,5	0,01	28	126,35	28	0,01	-31,87
Llimpe --- Sisteldata	38,5	0,01	28	124,93	28	0,01	-30,45
Niton --- M. Patate	38,5	0,01	28	114,68	28	0,01	-20,2
Niton --- M. Pelileo	38,5	0,01	28	118,45	28	0,01	-23,97
Pallalanga --- Pasa	38,5	0,01	28	112,34	28	0,01	-17,86

Tabla 6.7 Nivel de la señal.

6.8.5. Umbral de recepción (U_{RX})

El umbral de recepción, es un valor referencial de potencia que el equipo receptor dispone. Valores de señal por encima de este, lograrán establecer una comunicación inalámbrica confiable.

Teniendo $U_{RX} = -90$ dB

6.8.6. Margen de desvanecimiento (FM)

El cálculo del margen de desvanecimiento es importante pues nos muestra la fluctuación del nivel recibido en el receptor por debajo del nivel teórico de recepción calculado. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$FM = P_{RX} - U_{RX}$$

Entonces tenemos:

Enlace	Ganancia Total [dB]	FM [dB]
Pilisurco --- M. Pillaro	-25,01	74,99
Pilisurco --- Niton	-31,51	68,49
Pilisurco --- Llimpe	-34,26	65,74
Pilisurco --- Sisteldata	-25,29	74,71
Pilisurco --- Pallatanga	-30,83	69,17
Llimpe --- M. Baños	-29,94	70,06
Llimpe --- M. Cevallos	-20,38	79,62
Llimpe --- M. Mocha	-26,41	73,59
Llimpe --- M. Quero	-16,89	83,11
Llimpe --- M. Tisaleo	-26,52	73,48
Llimpe --- Niton	-27,38	72,62
Llimpe --- Quisapincha	-31,87	68,13
Llimpe --- Sisteldata	-30,45	69,55
Niton --- M. Patate	-20,2	79,8
Niton --- M. Pelileo	-23,97	76,03
Pallalanga --- Pasa	-17,86	82,14

Tabla 6.8 Margen de desvanecimiento.

6.8.7. Confiabilidad (Reliability R)

La confiabilidad permite determinar el porcentaje de tiempo que el radio enlace estará disponible.

$$R = 1 - P$$

$$P = 6 \times 10^{-7} * C * f * d^3 * 10^{-FM/10}$$

Dónde:

f = frecuencia en GHz

d = distancia Km.

FM = margen de desvanecimiento

C = factor dependiente del tipo de terreno

C =1/4 terreno montañoso/clima seco (buenas condiciones de propagación)

Enlace	FM [dB]	F [GHz]	D [Km]	P
Pilisorco --- M. Pillaro	74,99	2,4	9,43	9,128 E-12
Pilisorco --- Niton	68,49	2,4	19,92	4,028 E-10
Pilisorco --- Llimpe	65,74	2,4	27,35	1,964 E-9
Pilisorco --- Sisteldata	74,71	2,4	9,74	1,124 E-11
Pilisorco --- Pallatanga	69,17	2,4	18,42	2,724 E-10
Llimpe --- M. Baños	70,06	2,4	16,63	1,633 E-10
Llimpe --- M. Cevallos	79,62	2,4	5,53	6,645 E-13
Llimpe --- M. Mocha	73,59	2,4	11,07	2,136 E-11
Llimpe --- M. Quero	83,11	2,4	3,7	8,911 E-14
Llimpe --- M. Tisaleo	73,48	2,4	11,21	2,275 E-11
Llimpe --- Niton	72,62	2,4	12,39	3,746 E-11
Llimpe --- Quisapincha	68,13	2,4	20,77	4,961 E-10
Llimpe --- Sisteldata	69,55	2,4	17,63	2,188 E-10
Niton --- M. Patate	79,8	2,4	5,42	6,002 E-13
Niton --- M. Pelileo	76,03	2,4	8,36	5,247 E-12
Pallalanga --- Pasa	82,14	2,4	4,14	1,561 E-13

Tabla 6.9 Nivel de Confiabilidad.

Reemplazando P en la Formula: $R=1-P$; tenemos:

Enlace	FM [dB]	F [GHz]	D [KM]	P	R
Pilisorco --- M. Pillaro	74,99	2,4	9,43	9,128 E-12	0,99996
Pilisorco --- Niton	68,49	2,4	19,92	4,028 E-10	0,99992
Pilisorco --- Llimpe	65,74	2,4	27,35	1,964 E-9	0,99996
Pilisorco --- Sisteldata	74,71	2,4	9,74	1,124 E-11	0,99996
Pilisorco --- Pallatanga	69,17	2,4	18,42	2,724 E-10	0,99992
Llimpe --- M. Baños	70,06	2,4	16,63	1,633 E-10	0,99993

Llimpe --- M. Cevallos	79,62	2,4	5,53	6,645 E-13	1
Llimpe --- M. Mocha	73,59	2,4	11,07	2,136 E-11	0,99994
Llimpe --- M. Quero	83,11	2,4	3,7	8,911 E-14	1
Llimpe --- M. Tisaleo	73,48	2,4	11,21	2,275 E-11	0,99994
Llimpe --- Niton	72,62	2,4	12,39	3,746 E-11	0,99994
Llimpe --- Quisapincha	68,13	2,4	20,77	4,961 E-10	0,9999
Llimpe --- Sisteldata	69,55	2,4	17,63	2,188 E-10	0,99992
Niton --- M. Patate	79,8	2,4	5,42	6,002 E-13	1
Niton --- M. Pelileo	76,03	2,4	8,36	5,247 E-12	0,99998
Pallalanga --- Pasa	82,14	2,4	4,14	1,561 E-13	1

Tabla 6.10 Nivel de Confiabilidad.

Para determinar la confiabilidad en minutos realizamos lo siguiente:

$$1 \Rightarrow 100\% (525600 \text{ minutos})$$

$$0,99998 \Rightarrow x$$

$$x = \frac{525600 \text{ min.} * 0,99998}{1}$$

$$x = 10,512 \text{ min.}$$

Lo que significa que: en todo el año solo 10,512 minutos el sistema dejara de funcionar. Realizando los demás cálculos obtenemos los siguientes datos:

Enlace	D [KM]	P	R	Confiabilidad en min.
Pilisorco --- M. Pillaro	9,43	9,128 E-12	0,99996	21,024
Pilisorco --- Niton	19,92	4,028 E-10	0,99992	42,048
Pilisorco --- Llimpe	27,35	1,964 E-9	0,99996	210,24
Pilisorco --- Sisteldata	9,74	1,124 E-11	0,99996	21,024
Pilisorco --- Pallatanga	18,42	2,724 E-10	0,99992	42,048
Llimpe --- M. Baños	16,63	1,633 E-10	0,99993	36,792
Llimpe --- M. Cevallos	5,53	6,645 E-13	1	1
Llimpe --- M. Mocha	11,07	2,136 E-11	0,99994	31,536
Llimpe --- M. Quero	3,7	8,911 E-14	1	1
Llimpe --- M. Tisaleo	11,21	2,275 E-11	0,99994	31,536
Llimpe --- Niton	12,39	3,746 E-11	0,99994	31,536
Llimpe --- Quisapincha	20,77	4,961 E-10	0,9999	52,56
Llimpe --- Sisteldata	17,63	2,188 E-10	0,99992	42,048

Niton --- M. Patate	5,42	6,002 E-13	1	1
Niton --- M. Pelileo	8,36	5,247 E-12	0,99998	10,512
Pallalanga --- Pasa	4,14	1,561 E-13	1	1

Tabla 6.11 Nivel de Confiabilidad.

6.8.8. Requerimientos de la red inalámbrica

Tomando en cuenta las necesidades de los potenciales clientes o usuarios, plantearemos los requerimientos de la red en función de las aplicaciones a utilizarse y las condiciones de arquitectura que deberá cumplir la misma, estos parámetros serán la base del diseño, y la posterior selección de los equipos a utilizarse.

Otro punto a tomar en cuenta es que las redes inalámbricas requieren de planificaciones especiales, considerando varios factores como: la cobertura, usuarios beneficiados, seguridad, rendimiento, etc. Para lo cual realizamos el estudio de los lugares de instalación y planificar la integración con redes.

6.8.9. Estructura de la red

La red estará constituida por un nodo principal con tecnología WiMAX, el punto inicial de la red está ubicado en el las instalaciones de la empresa SISTELDATA S.A como se muestra en la figura 6.5 y los cerros mencionados anteriormente tienen conectividad mediante enlaces punto a punto.

Desde los cerros se creará estaciones bases punto a multipunto donde se proveerá el servicio de comunicación a toda la red, además estará constituida por estaciones suscriptoras a lo largo de la Provincia que permitirá el punto de acceso a la red del usuario final.