

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA MULTISERVICIO CON TECNOLOGÍA
MMDS BIDIRECCIONAL PARA LA CIUDAD DE IBARRA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIEROS EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**FUERTES RIVERA CRISTIAN ALEXANDER
SARANGO CHALÁN JUAN LENIN**

DIRECTOR: ING. ERWIN BARRIGA

Quito, Junio 2004

DECLARACIÓN

Nosotros, Cristian Alexander Fuertes Rivera y Juan Lenin Sarango Chalán, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Cristian Alexander Fuertes Rivera



Juan Lenin Sarango Chalán

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Cristian Alexander Fuertes Rivera y Juan Lenin Sarango Chalán, bajo mi supervisión



Ing. Erwin Barriga

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a mis padres que con su apoyo brindado día a día han hecho que uno de mis objetivos se cumpla, agradezco también a mis familiares, a mi esposa, a mi hijo y compañeros de trabajo quienes me apoyaron para que pueda terminar este trabajo, y finalmente agradezco a Dios quien me fortaleció todo el tiempo para poder culminar esta carrera.

Cristian.

En primer lugar mi agradecimiento enorme va dirigido a Dios, a mis padres, familiares y amigos que con su esfuerzo y apoyo me permitieron concluir este trabajo. Por otra parte, también doy gracias todos los compañeros que encontré en la Dirección de Radiodifusión y Televisión de la Superintendencia de Telecomunicaciones, quienes unieron fuerzas para que siga adelante y concluya mi carrera.

Juan.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis queridos padres a mi amada esposa y a mi hijo Mateo que constantemente me apoyaron de forma incondicional para la realización de este trabajo.

Cristian.

Dedico este trabajo a mi esposa Marlene y a mi hija Daniela, que durante todo el tiempo que compartimos juntos, me han respaldado y luchado a mi lado dándome fuerzas para seguir adelante.

Juan.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	i
CERTIFICACIÓN	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
LISTADO DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
PRESENTACIÓN	xvii

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN AL SISTEMA MMDS (MULTIPOINT MULTICHANNEL DISTRIBUTION SYSTEM, SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN MULTIPUNTO MULTICANAL)

1.1	QUE SIGNIFICA MMDS?	1
1.1.1	ORÍGENES DE MMDS	1
1.1.1.1	Las Perspectivas	3
1.1.1.2	El sitio de Transmisión	4
1.1.1.3	Las Frecuencias Asignadas	4
1.2	CARACTERÍSTICAS DEL MMDS	5
1.2.1	TÉCNICAS PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO DEL ESPECTRO DE RF	6
1.3	ESPECTRO RADIOELÉCTRICO DEL SISTEMA MMDS	8
1.3.1	BANDAS DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO	9
1.4	MODULACIÓN DE MMDS	11
1.4.1	CONCEPTO DE MODULACIÓN	11
1.4.2	MODULACIÓN DIGITAL	11
1.4.2.1	Canal de transmisión	11
1.4.2.1.1	Capacidad del canal de comunicaciones	11
1.4.2.1.2	Velocidad de modulación	14
1.4.3	TIPOS DE MODULACIÓN UTILIZADA EN MMDS	14
1.4.3.1	PSK (Phase Shift Keying, modulación por corrimiento de fase)	14
1.4.3.2	BPSK (Binary Phase Shift Keying, modulación binaria por corrimiento de fase)	14
1.4.3.3	QPSK (Quadrature Phase Shift Keying, modulación en cuadratura por corrimiento de fase)	15
1.4.3.4	QAM (Quadrature Amplitude Modulation, modulación de amplitud por cuadratura)	16

1.4.3.5	DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum, Espectro Esparcido de Secuencia Directa)	17
1.5	CORRECCIÓN DE ERRORES Y COMPRESIÓN UTILIZADA EN MMDS	17
1.5.1	CORRECCIÓN DE ERRORES	17
1.5.2	COMPRESIÓN DIGITAL	18
1.5.2.1	Estándar MPEG	18
1.5.2.2	Audio MPEG 2	19
1.6	TECNOLOGÍA MMDS COMO ACCESO DE ÚLTIMA MILLA	20
1.6.1	FORMAS DE ACCESO Y TECNOLOGÍAS QUE SE APLICAN	21
1.6.1.1	Acceso por par de cobre	22
1.6.1.2	Acceso por cable coaxial	24
1.6.1.3	Acceso por enlace de radio	26
1.6.1.4	Acceso mediante fibra óptica	28
1.6.2	COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO	29
1.6.2.1	Ventajas y desventajas de MMDS frente a otras tecnologías	30
1.6.2.1.1	Ventajas	30
1.6.2.1.2	Desventajas	31
1.6.2.2	Comparación del sistema MMDS con otras tecnologías existentes en la ciudad de Ibarra	32
1.6.2.2.1	Televisión por suscripción	32
1.6.2.2.2	Internet de Banda Ancha	33
1.7	MMDS Y LA BANDA ANCHA	34
1.7.1	¿QUE ES BANDA ANCHA Y CUAL ES SU RELACIÓN CON ALTA VELOCIDAD?	34
1.7.2	RELATIVIDAD EN EL CONCEPTO DE BANDA ANCHA	35
1.7.3	TRANSMISIÓN INALÁMBRICA DE BANDA ANCHA	36
1.8	MMDS UNIDIRECCIONAL	37
1.9	MMDS BIDIRECCIONAL	38

CAPÍTULO 2.

SISTEMA MMDS BIDIRECCIONAL Y SUS APLICACIONES

2.1	ANÁLISIS DE LAS POSIBLES APLICACIONES MMDS EN LA CIUDAD DE IBARRA	39
2.2	SERVICIO DE TELEVISIÓN CODIFICADA TERRESTRE A TRAVES DE LA BANDA DE 2500-2686 MHz (MMDS)	39
2.2.1	TERMINOS Y DEFINICIONES UTILIZADOS EN LA TELEVISIÓN CODIFICADA TERRESTRE EN LA BANDA 2500-2686 MHz (MMDS)	40
2.2.1.1	Codificación	40

2.2.1.2	Decodificación	40
2.2.1.3	Cabecera (Head-end)	41
2.2.1.4	Programación de Televisión	41
2.2.1.5	Repetidora	41
2.2.1.6	Servicio de Televisión en MMDS Codificado	41
2.2.1.7	Sistema Codificado Terrestre	41
2.2.1.8	Convertidor de frecuencia	41
2.2.1.9	NTSC	41
2.2.2	CODIFICACIÓN DE UNA SEÑAL DE TELEVISIÓN	42
2.2.2.1	Métodos de codificación	42
2.2.2.1.1	Tono interferente	42
2.2.2.1.2	Supresión de la señal de sincronismo	43
2.2.2.1.3	Aleatorización analógica	43
2.2.2.1.4	Aleatorización digital	43
2.2.3	TELEVISION CODIFICADA TERRESTRE A TRAVÉS DE LA BANDA MMDS	43
2.2.3.1	Estación Central de Transmisión/Recepción	44
2.2.3.1.1	Recepción de la señal	44
2.2.3.1.2	Decodificación de la señal	45
2.2.3.1.3	Scrambling	45
2.2.3.1.4	Modulación de la señal	46
2.2.3.1.5	Combinación de la señal	46
2.2.3.1.6	Conversión de frecuencias	46
2.2.3.2	Transmisión	46
2.2.3.2.1	Transmisor MMDS	46
2.2.3.2.2	Antena de transmisión	47
2.2.3.3	Equipo de recepción para cada suscriptor	47
2.2.3.3.1	Antena receptora de suscriptor	47
2.2.3.3.2	Conversor de frecuencia	47
2.2.3.3.3	Decodificador	48
2.3	ACCESO A INTERNET DE ALTA VELOCIDAD VIA MMDS A TRAVÉS DE LA BANDA DE 2500-2686 MHz	48
2.3.1	GENERALIDADES DEL SISTEMA	48
2.3.2	FUNDAMENTOS DE LA TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN A TRAVÉS DEL INTERNET	49
2.3.3	FUNDAMENTOS DEL SISTEMA CABLE-MÓDEM Y EL MODEM DE CABLE	51
2.3.3.1	Sistema de Cable Módem	52
2.3.3.2	Módem de Cable	53
2.3.4	ARQUITECTURA DEL SISTEMA INALÁMBRICO DOWNSTREAM	55
2.3.5	RECEPCIÓN DE LA SEÑAL DESDE EL SUSCRIPTOR	56

2.3.6	OBTENCIÓN DE LA SEÑAL DEL TRANSMISOR INALÁMBRICO DE BANDA ANCHA	58
2.3.7	OPCIONES DEL CANAL DE RETORNO	59
2.3.7.1	Uso de las bandas de ISM	59
2.3.7.2	Uso de la señal QPSK de un modem de cable	60
2.4	VIDEO BAJO DEMANDA	62
2.4.1	INTRODUCCIÓN	62
2.4.2	¿QUÉ ES EL VÍDEO BAJO DEMANDA (VoD)?	64
2.4.3	TIPOS DE SERVICIOS INTERACTIVOS	65
2.4.3.1	La Transmisión Nvod (No-Vod, No Video-On-Demand)	65
2.4.3.2	Pague Por Ver (PPV, Pay-Per-View)	65
2.4.3.3	Cuasi Video Bajo Demanda (Q-Vod, Quasi Video-On-Demand)	65
2.4.3.4	Cerca Del Video Bajo Demanda (N-Vod, Near Video-On-Demand)	65
2.4.3.5	El Verdadero Video Bajo Demanda (T-Vod, True Video-On-Demand)	65
2.4.3.6	El Servicio U-Vod (Unified Video On Demand)	66
2.4.4	APLICACIONES DEL VÍDEO BAJO DEMANDA	67
2.4.4.1	Videotecas	67
2.4.4.2	Hoteles	68
2.4.4.3	Grandes Superficies, Museos, Parques Temáticos	68
2.4.4.4	Estaciones, Aeropuertos	68
2.4.4.5	Empresas e Instituciones	69
2.4.5	LA DIFERENCIA EN LA DESCARGA DEL CONTENIDO Y EL STREAMING	69
2.4.6	ELEMENTOS QUE COMPONEN UN SISTEMA DE VÍDEO BAJO DEMANDA	70
2.4.6.1	El Servidor de Vídeo	71
2.4.6.2	VDT Gateway	72
2.4.6.3	El servidor de aplicaciones	73
2.4.6.3.1	La aplicación de usuario	73
2.4.6.3.2	La aplicación de gestión	73
2.4.6.4	Unidad Set-Top	73
2.4.6.5	Los codificadores en línea	74
2.4.6.6	Los Terminales	74
2.4.6.7	Switching Office	74
2.4.6.8	Head-End	75
2.4.6.9	La Red	75
2.4.6.10	Red de Backbone	75
2.4.6.11	La Red Comunitaria - Community Network	75
2.4.7	CARACTERÍSTICAS QUE DEBE POSEER UN SISTEMA DE VIDEO BAJO DEMANDA	76
2.4.7.1	Escalable	76
2.4.7.2	Navegación Configurable	76

2.4.7.3	Gestión de Usuarios	76
2.4.7.4	Personalizable	76
2.4.7.5	Estándares Abiertos	77
2.5	APLICACIONES DE LA TECNOLOGIA MMDS Y SU POSIBLE IMPLEMENTACION EN EL ECUADOR	77
2.6	EMPRESAS QUE PRESTAN EL SERVICIO DE TELEVISIÓN CODIFICADA TERRESTRE EN LA BANDA DE 2500-2686 MHz (MMDS) EN EL ECUADOR	78

CAPÍTULO 3.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LOS SERVICIOS

3.1	DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD	80
3.1.1	DETERMINACIÓN DE LOS RECURSOS	80
3.1.1.1	Factibilidad Técnica	80
3.1.1.1.1	Tecnología Apropriada	81
3.1.1.2	Factibilidad Económica	83
3.2	ESTUDIO DE MERCADO	83
3.2.1	CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO	84
3.2.1.1	Segmentación del mercado que cubrirá el proyecto	84
3.2.1.2	Definición del servicio	86
3.2.1.2.1	Definición e Identificación del servicio	86
3.2.1.2.2	Clasificación del servicio	86
3.2.2	OFERTA	87
3.2.2.1	Oferta para Internet	87
3.2.2.2	Oferta para la Televisión por suscripción	90
3.2.3	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	90
3.2.3.1	Análisis de datos de Fuentes Primarias	91
3.2.3.2	Encuesta aplicada para cuantificar la utilización del servicio	91
3.2.3.2.1	Resultados de la encuesta para el acceso a Internet	91
3.2.3.2.2	Resultados de la encuesta para el servicio de TV por suscripción	94
3.2.3.3	Análisis de los resultados de las encuestas	96
3.2.3.3.1	Análisis de respuestas para el servicio de Internet	96
3.2.3.3.2	Análisis de las respuestas para el servicio de TV Por Suscripción	97
3.2.3.4	Análisis de la Demanda con fuentes secundarias	98
3.2.3.4.1	Análisis para el Internet	98
3.2.3.4.2	Análisis para la TV Por Suscripción	100
3.2.4	ANÁLISIS DE PRECIO	101
3.2.5	ANÁLISIS DE LA COMERCIALIZACIÓN	103

3.2.6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO	104
-------	---	-----

CAPÍTULO 4.

DISEÑO DEL SISTEMA DE ACCESO A INTERNET DE ALTA VELOCIDAD, TELEVISIÓN CODIFICADA Y AUDIO PARA LA CIUDAD DE IBARRA

4.1	PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA MMDS	105
4.1.1	CONSIDERACIONES GENERALES	105
4.1.1.1	Disponibilidad de energía eléctrica	105
4.1.1.2	Disponibilidad para la conexión a tierra	106
4.1.1.3	Factibilidad para instalar una o más antenas	106
4.1.1.4	Posibles futuras obstrucciones	106
4.1.2	CONDICIONES METEOROLÓGICAS	106
4.1.2.1	Lluvia y neblina	106
4.1.2.2	Absorción atmosférica	107
4.1.2.3	Viento	107
4.1.2.4	Rayos	107
4.1.3	INTERFERENCIA	108
4.1.3.1	Interferencia de canal adyacente y co-canal	108
4.1.4	ANTENAS	108
4.1.5	TORRES	109
4.1.6	PLANIFICACIÓN DE LA RUTA Y PRESUPUESTO DEL ENLACE	109
4.1.6.1	Parámetros involucrados para encontrar el Punto de Reflexión del Trayecto	110
4.1.6.2	Zona de Fresnel	112
4.1.6.3	Ganancias y pérdidas inmersas en el sistema de comunicación	113
4.1.6.3.1	Ganancias	113
4.1.6.3.2	Pérdidas	115
4.1.6.4	Umbral del Receptor, o Sensibilidad del Receptor	120
4.1.6.5	Potencia del transmisor	121
4.1.7	DISPONIBILIDAD	121
4.1.8	CANALIZACIÓN MMDS PARA EL PRESENTE PROYECTO	122
4.1.8.1	Frecuencias UPSTREAM en conflicto para el Ecuador	123
4.1.8.2	Aclaraciones de los Aspectos Legales	124
4.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS SITIOS	125
4.2.1	HEADEND	125
4.2.2	CENTRO DE OPERACIONES DE LA RED (NOC)	126
4.2.3	ESTACIÓN BASE	126

4.2.4	COMPONENTES DEL SITIO DE RECEPCIÓN	127
4.3	COBERTURA Y DISPONIBILIDAD DE DIFERENTES UBICACIONES DE CLIENTES	129
4.3.1	ZONAS A SER CUBIERTAS POR EL SISTEMA DE COMUNICACIONES	129
4.3.1.1	Zona urbana	129
4.3.1.2	Zona suburbana rural	130
4.3.2	CÁLCULO DE LA COBERTURA	130
4.3.2.1	Análisis del área de cobertura para seis puntos críticos dentro del sistema	133
4.4	DESCRIPCIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL SISTEMA MMDS	135
4.4.1	MÉTODOS Y FORMAS DE SEGURIDAD DEL SISTEMA	135
4.4.1.1	Seguridad entre el WMTS y los módems inalámbricos de MMDS	135
4.4.1.2	Seguridad para la TV	136
4.4.2	DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN PARA LA NAVEGACIÓN AÉREA	137
4.5	DISEÑO SISTEMA DE TELEVISIÓN CODIFICADA TERRESTRE EN LA BANDA 2500-2686 MHz (MMDS) PARA LA CIUDAD DE IBARRA	137
4.5.1	INTRODUCCIÓN	137
4.5.2	GENERALIDADES	138
4.5.3	ASIGNACIÓN DE CANALES	139
4.5.4	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO QUE SE OFRECERÁ A LOS USUARIOS DEL SISTEMA	140
4.5.5	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	142
4.5.6	PROCESOS DE RECEPCIÓN DE LA SEÑAL	144
4.5.6.1	Recepción de la señal	144
4.5.6.2	Decodificación de la señal	144
4.5.6.3	Scrambling	144
4.5.6.4	Modulación de la señal	145
4.5.6.5	Combinación de la señal	145
4.5.6.6	Transmisión	145
4.5.7	EQUIPO DE RECEPCIÓN EN EL CLIENTE	145
4.6	DISEÑO DEL SISTEMA DE ACCESO A INTERNET DE BANDA ANCHA EN LA BANDA 2500-2686 MHz (MMDS) PARA LA CIUDAD DE IBARRA	146
4.6.1	INTRODUCCIÓN	146
4.6.2	DISEÑO DEL SISTEMA	147
4.6.3	CONECTIVIDAD A INTERNET	149
4.6.4	RED LOCAL (Equipos de Trabajo)	151
4.6.5	RED DE SERVIDORES	152
4.6.6	SISTEMA OPERATIVO	153

4.6.7	SUSCRIPTOR	154
4.7	DISEÑO DEL RADIOENLACE ENTRE LOS ESTUDIOS (IBARRA) Y EL TRANSMISOR (CERRO YARACRUCITO)	156
4.7.1	GENERALIDADES	156
4.7.2	ENLACE DE MICROONDAS	156
4.7.2.1	Punto de Reflexión del Trayecto	157
4.7.2.2	Radio de la primera zona de Fresnel	159
4.7.2.3	Cálculo de ganancias y pérdidas del enlace	159
4.8	SELECCIÓN DE EQUIPOS	165
4.8.1	EVALUACIÓN DE LOS EQUIPOS	165
4.8.2	REQUERIMIENTOS MÍNIMOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS	166
4.8.2.1	Requerimientos para la selección de los equipos para la cobertura MMDS	166
4.8.2.2	Requerimientos para la selección de los equipos para en enlace de microondas	167
4.8.3	SELECCIÓN DEL EQUIPO PARA LA COBERTURA MMDS	167
4.8.3.1	Fabricantes de equipos tomados en cuenta para la selección	167
4.8.3.2	Características Técnicas	168
4.8.3.3	Soporte Técnico y Garantías	169
4.8.3.4	Garantía	169
4.8.3.5	Precio	170
4.8.3.6	Tratamiento de los resultado	171
4.8.4	SELECCIÓN DEL EQUIPO PARA LA RADIOENLACE	172
4.8.4.1	Fabricantes de equipos tomados en cuenta para la selección	172
4.8.4.2	Características Técnicas	172
4.8.4.3	Soporte Técnico y Garantías	172
4.8.4.4	Precio	173
4.8.4.5	Tratamiento de los resultados	174
4.8.5	SELECCIÓN DE EQUIPO PARA TELEVISIÓN POR SUSCRIPCIÓN	174

CAPÍTULO 5.

ESTUDIO ECONÓMICO Y ANÁLISIS FINANCIERO

5.1	GENERALIDADES	176
5.2	INTRODUCCIÓN	176
5.3	CLAUSULAS DE VENTA EN COMERCIO INTERNACIONAL	176
5.4	EVALUACIÓN FINANCIERA	178
5.4.1	ANÁLISIS DE LOS EGRESOS	178
5.4.1.1	Costos de los equipos	178

5.4.1.1.1	Equipo para el Sistema que requiere importación	178
5.4.1.1.2	Equipo para el Sistema que no requiere importación	179
5.4.1.2	Costos de las licencias y derechos de autor	180
5.4.1.3	Costos de la infraestructura física	181
5.4.1.4	Costos de interconexión del ISP con su proveedor de acceso a Internet	181
5.4.1.5	Costos por concesiones y utilización de frecuencias	182
5.4.1.5.1	Tarifas por concesión e imposición mensual del espectro en la banda de 2500 – 2686 MHz (MMDS)	182
5.4.1.5.2	Tarifas por concesión e imposición mensual del espectro para el enlace de microondas en la banda de 23 GHz	188
5.4.1.5.3	Pagos por permiso de prestación de servicios de valor agregado	191
5.4.1.6	Costo por pago a proveedores de la señal de televisión	191
5.4.1.7	Costos de operación	194
5.4.1.8	Costos por comercialización del servicio	195
5.4.1.9	Total egresos	195
5.4.2	ANÁLISIS DE LOS INGRESOS	197
5.4.2.1	Ingresos por el servicio de Televisión Codificada Terrestre	197
5.4.2.2	Ingresos por el servicio de Internet de Banda Ancha	198
5.4.2.3	Ingresos Totales	199
5.4.3	ÍNDICES DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN	199
5.4.3.1	Flujo de Caja	199
5.4.3.2	Valor presente neto (VPN)	201
5.4.3.3	Tasa interna de Retorno (TIR)	201
5.4.3.4	Relación Beneficio Costo (B/C)	203

CAPÍTULO 6.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	CONCLUSIONES	205
6.2	RECOMENDACIONES	207

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTADO DE ANEXOS

- ANEXO 1 ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE IBARRA, CON EL PROPÓSITO DE AVERIGUAR LAS APLICACIONES DEL SISTEMA MMDS BIDIRECCIONAL QUE DESEARÍAN RECIBIR EN ESTA CIUDAD DEL ECUADOR
- ANEXO 2 MODELO DE ENCUESTA PARA EL SERVICIO DE INTERNET PARA LA CIUDAD DE IBARRA
- ANEXO 3 CÁLCULOS DE LAS PROYECCIONES DE DEMANDA DE INTERNET PARA LA CIUDAD DE IBARRA
- ANEXO 4 PERFILES TOPOGRÁFICOS DE LA COBERTURA MMDS A SEIS (6) PUNTOS DIFERENTES DE LA CIUDAD DE IBARRA
- ANEXO 5 ALGORITMOS Y ESTÁNDARES UTILIZADOS PARA REALIZAR INTERCAMBIOS DE CLAVE ENTRE EL MÓDEM INALÁMBRICO Y EL WMTS
- ANEXO 6 REQUISITOS Y FORMATOS NECESARIOS PARA OBTENER LA AUTORIZACIÓN Y CONCESIÓN DE LA BANDA 2500 – 2686 MHZ (MMDS) EN EL ECUADOR PARA EXPLOTAR EL SERVICIO DE TELEVISIÓN CODIFICADA TERRESTRE, ADEMÁS DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL PERMISO PARA LA EXPLOTACIÓN DE SERVICIOS DE VALOR AGREGADO
- ANEXO 7 HOJAS DE DATOS QUE SE UTILIZARON EN LA SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL SISTEMA EN DISEÑO
- ANEXO 8 CLÁUSULAS DE VENTA EN COMERCIO INTERNACIONAL

RESUMEN

El acelerado crecimiento de las telecomunicaciones ha impulsado grandes procesos de transformación y desarrollo en las diferentes áreas tecnológicas. Dicho desarrollo converge básicamente en la prestación de varias aplicaciones a través de servicios inalámbricos, debido a las grandes ventajas y facilidades que brinda esta tecnología.

Estas tecnologías inalámbricas utilizan técnicas avanzadas de modulación que permiten un gran nivel de seguridad así como resistencia a la interferencia ocasionada por dispositivos electrónicos y por otras señales. Gracias a ésta tecnología la mayoría de los usuarios podrán compartir una banda de frecuencia sin interferencia.

El presente trabajo proporciona una visión general de una tecnología inalámbrica que permite al usuario recibir varios servicios sobre la misma plataforma. MMDS Bidireccional (Two-Way Multipoint Multichannel Distribution System) es una tecnología inalámbrica originalmente concebida para la distribución de vídeo en aquellas zonas en las que no es factible realizar un cableado convencional. En los Estados Unidos MMDS opera en la banda de 2150 a 2686 MHz, mientras que en el Ecuador se ha asignado la Banda de 2500 a 2686 MHz.

Por otra parte, se analiza los orígenes del Sistema MMDS, así como las características, ventajas y desventajas que tiene este sistema frente a otras tecnologías, para que de esta manera se pueda ver la factibilidad técnica y económica de implementarse en el Ecuador.

Para la realización del Proyecto "Diseño de un Sistema Multiservicio con Tecnología MMDS Bidireccional para la ciudad de Ibarra", se realizó encuestas a la población de dicha ciudad, con las cuales se pudo determinar las necesidades que esta ciudad tiene con respecto a los servicios de Televisión por suscripción e Internet, lo cual permitió dimensionar el sistema para su futura implementación.

Tomando como base el Estudio de Mercado se procedió a realizar el diseño del sistema, el cual está constituido básicamente por un Headend o Cabecera y el equipo de usuario. El Headend cumple varias funciones, como son la recepción, manipulación de los canales de Televisión/Audio, la distribución de estos hacia los diferentes usuarios, además de controlar el intercambio de información entre Cliente/Servidor en lo que respecta a Internet.

Finalmente, un estudio económico del proyecto permitió evaluarlo desde el punto de vista financiero y con la ayuda de herramientas económicas poder demostrar la factibilidad económica de instalación y explotación del Sistema Multiservicio, para la ciudad de Ibarra.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo se divide en seis capítulos con los cuales se pretende dar a conocer nuevos servicios que la tecnología inalámbrica fija MMDS puede proporcionar.

El capítulo uno presenta una visión general del sistema MMDS describiendo conceptos que se utilizarán en capítulos posteriores, así como sus orígenes, bandas de frecuencia utilizadas en el Ecuador y otros países, las diferentes técnicas de modulación que puede adoptar la señal. Se realiza también una comparación de MMDS frente a otras tecnologías y se hace mención a la relación que existe entre la banda ancha y el MMDS para finalmente terminar con una breve descripción de la Unidireccionalidad y Bidireccionalidad del sistema MMDS.

El capítulo dos inicia con una encuesta previa, realizada a la población de Ibarra con el fin de determinar las aplicaciones más relevantes que desearían recibir los habitantes de esta ciudad. Se continúa con una breve descripción de los conceptos y términos utilizados en una de las aplicaciones del sistema MMDS que es la Televisión, en esta sección también se indica la arquitectura general que se tendría para la distribución de este servicio. A continuación se describe los fundamentos y conceptos en lo que respecta a la distribución de Internet a través del sistema inalámbrico fijo. Por último se estudia la tercera aplicación que es Video Bajo Demanda, en donde se hace un análisis de los componentes básicos de este servicio.

En el capítulo tres se realiza un Estudio de Mercado, el cual permite conocer la oferta y demanda que tendrán los servicios de Televisión por suscripción e Internet de Banda Ancha. Dicho estudio se basó en dos encuestas realizadas a la población de Ibarra con el fin de dimensionar el sistema. En esta sección también se encuentran datos estadísticos acerca de la evolución de los dos servicios mencionados.

El capítulo cuatro inicia con la descripción de los puntos más importantes en la planificación de un sistema para de esta manera realizar el diseño de las dos aplicaciones seleccionadas, Televisión por suscripción e Internet de Banda Ancha. Además al final de este capítulo se realiza la selección de los equipos, basándose en los parámetros desarrollados en el diseño del sistema.

En el capítulo quinto se realiza un análisis financiero del proyecto, para determinar si este es financieramente factible y económicamente rentable. Esta valoración se la realiza basándose en un análisis de ingresos, egresos para que con la ayuda de índices financieros como el VPN, TIR, B/C se pueda determinar la rentabilidad del proyecto.

A más de los capítulo anteriormente mencionados se dispone de un Índice de Contenido y un Índice de Anexos que se describen en la parte inicial del documento. En la parte final, el documento se complementa con Referencias Bibliográficas y los Anexos.

Los Autores.

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN AL SISTEMA MMDS (MULTIPOINT MULTICHANNEL DISTRIBUTION SYSTEM, SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN MULTIPUNTO MULTICANAL)

1.1 QUE SIGNIFICA MMDS?

MMDS son las siglas que provienen de Multi-point Multichannel Distribution System, Sistema de Distribución Multipunto Multicanal. Este es un sistema inalámbrico para la difusión de datos mediante señales de radiocomunicaciones de microondas punto a multipunto. Funciona en la parte de ondas decimétricas del espectro radioeléctrico por debajo de 3 GHz y para distancias de hasta 50 Km. en terreno llano y menor en zonas onduladas o montañosas.

Cada abonado del sistema está equipado con una pequeña antena y un convertidor que puede situarse cerca del aparato receptor (televisor o PC) o encima del mismo. MMDS puede utilizarse para proporcionar comunicaciones integradas de voz, vídeo y datos, como se lo estudiará más adelante.¹

1.1.1 ORÍGENES DE MMDS

Los sistemas MMDS surgieron en los años 80 como una evolución de los sistemas MDS (Multi-point Distribution System, Sistema de Distribución Multipunto), que constituyeron la primera explotación comercial en la banda de 2 GHz para la distribución directa al abonado de un canal de televisión pagada².

La banda de frecuencia de 2500-2686 MHz se reservó inicialmente a las instituciones educativas para la transmisión sobre el aire de programas de televisión dedicadas a instruir. La transmisión era punto a punto, por ejemplo de campus a campus. De ahí el nombre: Televisión Instruccional de Servicio Fijo (ITFS: Instructional Television Fixes Service). La potencia autorizada fue por

¹ <http://www.ing.ula.ve/~albornoz/digirad.html>, Transmisión Inalámbrica de Banda Ancha.

² <http://www.ing.ula.ve/~albornoz/wlan.html>, Redes de área local inalámbricas

encima de los 100 vatios, lo cual permitió las separaciones del transmisor/receptor de 48 a 64 Km.

La banda comercial MDS (2150-2162 MHz) fue usada por los operadores comerciales para las transmisiones a través del aire del servicio "pague por ver", las antenas se ubicaban en la azotea en los edificios de apartamentos y las viviendas. Los transmisores eran similares a aquéllos utilizados para servicios de ITFS, y el rango de estas instalaciones también era de 48 a 64 Km. El sitio del transmisor se ubicaba en el centro del área de cobertura, normalmente una ciudad o una torre encima de un edificio alto.

Las antenas normalmente eran omnidireccionales para localizar a todos los subscriptores en el "radio de cobertura". De ahí el nombre: Sistema de Distribución Multipunto (MDS). Este servicio fue el inicio de lo que actualmente se conoce como "Cable Inalámbrico". MDS se concibió como una alternativa o complemento al cable convencional (CATV, Televisión por Cable). Este tuvo mayor éxito en áreas no cubiertas por CATV. Mientras que en las áreas donde ambos servicios estaban disponibles, MDS solo podía ofrecer dos canales de televisión, frente a las docenas de canales ofertados por CATV. De ahí que después de la novedad del sistema MDS, este fue decayendo. Claramente, la solución era más canales y los operadores inalámbricos comerciales examinaron con interés los canales del ITFS los cuales se encontraban reservados para los propósitos educativos.

Como resultado, el FCC (Federal Communications Comisión, Comisión Federal de Comunicaciones) reasignó ocho canales del ITFS (grupos E y F) para el uso y funcionamientos de televisión comercial pagada. De esta manera es como se permitió la transmisión simultánea de muchos más canales (una nueva forma de MDS), la práctica de usar estos nuevos canales se convirtió en lo que ahora se conoce como MMDS. Muchos operadores de MDS tuvieron que adquirir licencias de canales MMDS y, en algunos casos, los operadores de MMDS autorizados fueron adquiriendo operadores de MDS más viejas. Para los propósitos de describir los funcionamientos se debe considerar estos dos servicios técnicamente idénticos.

Casi simultáneamente, el FCC asignó 3 canales ITFS (en el grupo H) para el relativamente nuevo OFS (Operational Fixed Service, Servicio Fijo operacional). Éste es un servicio de transmisor/receptor de punto a punto usado principalmente para la transmisión de información comercial o negocios.

Es así como la tecnología MMDS tuvo su origen y en la actualidad, la mayor parte de las licencias en la banda MMDS están dedicadas a la transmisión de señales de televisión analógicas, aunque existen excepciones, como el acceso a Internet. Es por esta razón que este servicio ha venido denominándose también cable inalámbrico. Muchos observadores atribuyen la escasa penetración relativa de los sistemas MMDS al hecho de que los 186 MHz de ancho de banda disponible no permiten transmitir más de 25 o 30 canales analógicos, frente a los 80 canales analógicos disponibles en el cable y a los 150 canales de los sistemas digitales por satélite DTH (Direct To Home), por lo que no puede haber competencia respecto al tipo de servicio ofrecido. Por ello, los sistemas MMDS han tenido más éxito comercial en zonas rurales o zonas de baja densidad de abonados, donde la inversión necesaria para la distribución por cable no se justifica. Sin embargo, dadas las ventajas económicas comunes a todos los sistemas inalámbricos (baja inversión inicial en equipos y costos de implantación proporcionales al número de abonados), existe un número no despreciable de abonados en zonas urbanas y suburbanas, allí donde una estructura de precios permita que, con solamente unos 30 canales de televisión, el servicio resulte atractivo a un determinado sector del mercado.

1.1.1.1 Las Perspectivas

Quizás el factor más responsable para su supervivencia es que el sistema se ha concentrado en áreas de la población no cubiertas eficazmente por CATV convencional. En esta área no tiene que competir con CATV. El futuro de esta ventaja es incierto, ya que la industria del cable completa la instalación eléctrica de áreas urbanas y repasa las posibilidades comerciales en áreas de bajo servicio. Sin embargo, de momento, MMDS tiene una competencia pequeña cubriendo las áreas rurales, además en el Ecuador tomará mucho tiempo para

que CATV llegue a las zonas alejadas de las grandes ciudades, razón por la que en este país seguirá un paso adelante.

1.1.1.2 El sitio de Transmisión

Para la simplicidad, se referirá a todos los sistemas sobre el aire como Inalámbrico, se entiende que esto incluirá todos los servicios que operan equipo idéntico e instalaciones, como MMDS, ITFS, OFS y MDS.

El operador Inalámbrico localiza la antena transmitiendo desde la elevación factible más alta. Las elevaciones de 152 m o más son comunes. Porque la transmisión del microonda se limita a línea de vista. Para minimizar el gasto, es práctica común arrendar el espacio en una torre existente o encima de un edificio alto.

1.1.1.3 Las Frecuencias Asignadas

La Tabla 1.1 muestra el esquema de frecuencia de la banda de ITFS americana original.

Tabla 1.1 Televisión Instruccional de Servicio Fijo (ITFS: Instructional Television Fixes Service).

A	A-1	2500-2506	E	E-1	2596-2602
	A-2	2512-2518		E-2	2608-2614
	A-3	2524-2530		E-3	2620-2626
	A-4	2536-2542		E-4	2632-2638
B	B-1	2506-2512	F	F-1	2602-2608
	B-2	2518-2524		F-2	2614-2620
	B-3	2530-2536		F-3	2626-2632
	B-4	2542-2548		F-4	2638-2644
C	C-1	2548-2554	G	G-1	2644-2650
	C-2	2560-2566		G-2	2656-2662
	C-3	2572-2578		G-3	2668-2674
	C-4	2584-2590		G-4	2680-2686
D	D-1	2554-2560	H	H-1	2650-2656
	D-2	2566-2572		H-2	2662-2668
	D-3	2578-2584		H-3	2674-2680
	D-4	2590-2596		H-4	no asignado

En este esquema de frecuencias se tiene 31 canales, de 6 MHz de ancho de banda, igual que los canales de la televisión VHF. Dentro de una banda, las situaciones relativas del video, el color y el audio también son idénticos, porque los canales son inmediatos (ninguna banda de separación entre ellos) y se dan las designaciones de grupo a los clusters (A, B, C, D, E, F, G y H) de 4 canales no adyacentes. Esto se facilita combinando varios transmisores, con técnicas de filtro factibles, con el propósito de usar una línea de transmisión que lleva a la antena de transmisión común.

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL MMDS³

El sistema MMDS se basa en una transmisión desde un punto, desde el cual se distribuyen las señales a los usuarios directamente. A este tipo de servicio también se lo conoce como "cable sin hilos", ya que al igual que la TV por cable, puede distribuir varias señales hacia sus abonados.

En un sistema MMDS, se instala un transmisor de potencia media con una antena de radiodifusión que puede ser de tipo omnidireccional en el punto topográfico más elevado de la zona de cobertura que se pretende servir, o cerca de dicho punto. El radio de cobertura puede ser de hasta 50 Km. en terreno llano (y bastante menor en zonas onduladas o montañosas).

Además en el sistema MMDS los datos son transmitidos vía microondas utilizando un esquema de multiplexación por división de tiempo (TDM, Time Division Multiplexing). En el acceso a Internet, que es una de las aplicaciones más importantes de esta tecnología, cada suscriptor dispone de un modem inalámbrico, el cual monitorea la señal recibida en espera de la información dirigida a un usuario particular. Los datos del canal de retorno (upstream, información dirigida al Transmisor) pueden ser enviados utilizando la línea telefónica o un canal de RF asignado para este propósito. El canal de downstream (información dirigida al usuario) está compartido, por lo que es necesario algún tipo de algoritmo para administrar el empleo del canal por parte de los suscriptores. Este algoritmo puede ser relativamente simple ya que sería

³ <http://www.wcai.com/mmds.htm>, MMDS Overview, La apreciación global del MMDS

ejecutado desde el extremo transmisor sin necesidad de realimentación por parte de los usuarios. Cada canal de 6 MHz podría ser modulado utilizando por ejemplo la técnica 64-QAM, lo cual representa una tasa de transmisión de 27 a 30 Mbps después de la respectiva corrección de errores.

MMDS es un sistema que permite la transmisión de vídeo en formato digital; de esta manera, es posible acomodar 5 canales de vídeo con la técnica de compresión MPEG2 y con resolución NTSC (National Television Systems Comité, Comité de Sistemas de Televisión Nacional), con calidad de video asociada a un canal convencional de televisión, en un canal de 6 MHz⁴.

En un sistema de este tipo el espectro disponible está limitado por las disposiciones de los organismos gubernamentales reguladores de las radiocomunicaciones, por lo que es imperativo utilizar algún método que permita aumentar la cobertura sin requerir frecuencias adicionales.

1.2.1 TÉCNICAS PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO DEL ESPECTRO DE RF

Uno de estos métodos es la sectorización, técnica en la cual se emplea un arreglo de antenas altamente direccionales para re-utilizar los canales de RF en una determinada zona geográfica. En este contexto, la re-utilización de frecuencias se refiere al envío de distinta información a diferentes usuarios utilizando varias veces los mismos canales de RF. Por ejemplo, supóngase que se dispone de un arreglo de antenas que permite dividir la zona a cubrir en 6 sectores de 60° cada uno; si se dispusiera solamente de un par de canales A y B, ello permitiría utilizar 3 veces cada canal para transmitir distinta información, lo cual triplica la capacidad de cada canal. En un esquema de sectorización existirá un compromiso entre el incremento de la capacidad asociado al número de sectores cubiertos y el incremento de la capacidad asociado a la utilización de esquemas de modulación cada vez más complejos, cuya susceptibilidad al ruido e interferencia será cada vez mayor. Cuando se utiliza la sectorización es necesario contar con una adecuada separación entre sectores adyacentes, lo cual puede

⁴ [http://www.domotica.net/LmdsBanda Ancha2.htm](http://www.domotica.net/LmdsBandaAncha2.htm).htm, LMDS y la Banda Ancha

lograrse utilizando antenas lo suficientemente directivas y polarizaciones alternas. Por lo general, en un entorno libre de obstáculos y de trayectorias múltiples, un aislamiento entre sectores de 30 dB suele dar resultados satisfactorios.

Otra técnica empleada para aumentar el rendimiento del espectro de RF es la celularización. En ella se utilizan múltiples transmisores para enviar información a grupos de suscriptores que están geográficamente dispersos; cada grupo de suscriptores se halla dentro de una región o celda. El incremento en la capacidad se produce al enviar diferente información de RF desde distintas celdas utilizando los mismos canales de RF. En la práctica se acostumbra utilizar una combinación de técnicas de sectorización y celularización. Para utilizar un esquema de celularización es necesario contar con un enlace de banda ancha entre la estación central y cada una de las estaciones base, el cual permitirá acomodar el crecimiento del ancho de banda provocado por la re-utilización de frecuencias. Dicho enlace suele ser de fibra óptica o microonda punto-a-punto. Por supuesto, es necesario diseñar tomando en cuenta la presencia de señales ajenas a la deseada en cada una de las celdas, lo que no es un problema tan grave como en el caso de la telefonía celular, en el que cada uno de los usuarios dispone de antenas omnidireccionales: en MMDS cada suscriptor emplea antenas altamente direccionales, dirigidas hacia la respectiva estación base.

En un sistema celularizado podrían emplearse dos técnicas básicas de multicanalización: multicanalización por división de frecuencias (FDM, Frequency Division Multiplexing) y multicanalización por división de tiempo (TDM, Time Division Multiplexing). La elección está dictada por el espectro disponible y el tamaño de las celdas a servir. Esto último es una función de factores tales como la potencia disponible para la transmisión, el formato de modulación, la ganancia de las antenas, el tipo de terreno, etc. Por razones de competitividad se requiere un tamaño de celda relativamente grande, ya que al reducir el tamaño de la celda suben los costos de infraestructura.

El empleo de MMDS no está de ninguna manera limitado a proveer Televisión pagada también pueden tenerse aplicaciones tales como acceso a Internet y otras

que requieren de un tráfico simétrico, tales como telefonía, videoconferencia e interconexión de LANs.

1.3 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO DEL SISTEMA MMDS

El Espectro Radioeléctrico es el medio o espacio por donde se propagan las ondas radioeléctricas. Ampliando el concepto de Espectro Radioeléctrico se puede decir que se trata de un conjunto de radiofrecuencias cuyo límite se fija convencionalmente por debajo de 3.000 GHz, como se lo puede apreciar en la Tabla 1.2.

El Espectro Radioeléctrico es un recurso natural de propiedad exclusiva del Estado y como tal constituye un bien de dominio público, inalienable e imprescriptible, cuya gestión, administración y control corresponde al Estado.⁵

Tabla 1.2 Banda de Frecuencias de Espectro Radioeléctrico

4	VLF	3	30 kHz	Ondas miriámétricas
5	LF	30	300 kHz	Ondas kilométricas
6	MF	300	3.000 kHz	Ondas hectométricas
7	HF	3	30 MHz	Ondas decamétricas
8	VHF	30	300 MHz	Ondas métricas
9	UHF	300	3.000 MHz	Ondas decimétricas
10	SHF	3	30 GHz	Ondas centimétricas
11	EHF	30	300 GHz	Ondas milimétricas
12		300	3.000 GHz	Ondas decimilimétricas

donde:

VLF	Frecuencia muy baja	VHF	Frecuencia muy alta
LF	Frecuencia baja	UHF	Frecuencia ultra alta
MF	Frecuencia mediana	SHF	Frecuencia super alta
HF	Frecuencia alta	EHF	Frecuencia extremadamente alta

⁵ Ley Especial de Telecomunicaciones _ Ecuador , Art.2, 2003

1.3.1 BANDAS DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

El espectro radioeléctrico se subdivide en nueve bandas radioeléctricas, que se designan por números enteros, en orden creciente (véase Tabla 1.2). Dado que la unidad de frecuencia es el hertzio (Hz), las frecuencias se expresan como sigue:

- En kilohertzios (KHz) hasta 3.000 KHz, inclusive;
- En megahertzios (MHz) por encima de 3 MHz hasta 3.000 MHz, inclusive;
- En gigahertzios (GHz) por encima de 3 GHz hasta 3.000 GHz inclusive.

Por otra parte, el sistema MMDS presente en los Estados Unidos de América entrega programas de video para el entretenimiento y, en cooperación con operadores de ITFS, puede entregar video para actividades dedicadas a la enseñanza a distancia. Actualmente la mayoría de los sistemas usa la transmisión analógica bajo los estándares del Comité de Sistemas de Televisión Nacional (NTSC) para entregar un programa de video a través de un canal de radio frecuencia (RF) de 6 MHz. El espectro del downstream disponible se lo puede apreciar en la Tabla 1.3 ⁶

Tabla 1.3 Espectro downstream presente en los Estados Unidos

Número de canales	Sistema	Grupos de video	Frecuencia
2	MDS	-	2150 - 2162
16	ITFS	A al D	2500 - 2596
8	MMDS	E y F	2596 - 2644
4 + 3	ITFS + MMDS	G + H	2644 - 2686

En varios países, una cantidad similar de espectro del downstream se ha asignado para MMDS usado dentro del rango de 2 GHz a 3 GHz.

En la Tabla 1.4 se puede apreciar la manera en la que se encuentra canalizada la Banda MMDS, y sus respectivas frecuencias tanto para VIDEO como para AUDIO, así como los grupos de cada uno de los 31 canales de la Banda.

⁶ www.supertel.gov.ec, Superintendencia de Telecomunicaciones, Quito-Ecuador, 2003

Tabla 1.4 Canalización de MMDS

A-1	1	2500-2506	2501.25	2505.75
B-1	2	2506-2512	2507.25	2511.75
A-2	3	2512-2518	2513.25	2517.75
B-2	4	2518-2524	2519.25	2523.75
A-3	5	2524-2530	2525.25	2529.75
B-3	6	2530-2536	2531.25	2535.75
A-4	7	2536-2542	2537.25	2541.75
B-4	8	2542-2548	2543.25	2547.75
C-1	9	2548-2554	2549.25	2553.75
D-1	10	2554-2560	2555.25	2559.75
C-2	11	2560-2566	2561.25	2565.75
D-2	12	2566-2572	2567.25	2571.75
C-3	13	2572-2578	2573.25	2577.75
D-3	14	2578-2584	2579.25	2583.75
C-4	15	2584-2590	2585.25	2589.75
D-4	16	2590-2596	2591.25	2595.75
E-1	17	2596-2602	2597.25	2601.75
F-1	18	2602-2608	2603.25	2607.75
E-2	19	2608-2614	2609.25	2613.75
F-2	20	2614-2620	2615.25	2619.75
E-3	21	2620-2626	2621.25	2625.75
F-3	22	2626-2632	2627.25	2631.75
E-4	23	2632-2638	2633.25	2637.75
F-4	24	2638-2644	2639.25	2643.75
G-1	25	2644-2650	2645.25	2649.75
H-1	26	2650-2656	2651.25	2655.75
G-2	27	2656-2662	2657.25	2661.75
H-2	28	2662-2668	2663.25	2667.75
G-3	29	2668-2674	2669.25	2673.75
H-3	30	2674-2680	2675.25	2679.75
G-4	31	2680-2686	2681.25	2685.75

1.4 MODULACIÓN DE MMDS

En la siguiente sección se presentará los conceptos básicos que tienen que ver con la modulación digital.

1.4.1 CONCEPTO DE MODULACIÓN⁷

Modulación es el proceso mediante el cual ciertas características de una onda denominada **portadora**, se modifican en función de otra señal digital denominada **moduladora**, que contiene la información a ser transmitida. La modificación debe hacerse de tal forma, que la información no se altere.

La modulación se requiere para adecuar la moduladora al medio de transmisión.

1.4.2 MODULACIÓN DIGITAL

Antes de iniciar con el desarrollo de los diferentes formatos de modulación utilizados en MMDS se realizará una descripción general acerca del canal de transmisión.

1.4.2.1 Canal de transmisión

Para poder entender el canal de transmisión, se deben tener claros dos conceptos fundamentales que se los enuncian a continuación:

1.4.2.1.1 *Capacidad del canal de comunicaciones*

Se denomina capacidad del canal a la velocidad a la cual los datos pueden ser transmitidos sobre un canal o ruta de comunicación de datos.

Se presentan 4 *parámetros* relacionados con la capacidad:

- *Ancho de Banda del canal de comunicaciones*

Es el máximo rango de frecuencias que el canal es capaz de transmitir sin distorsión. Este estará limitado por el transmisor y por la naturaleza del medio de transmisión; se expresa en ciclos por segundo o hertzios.

⁷ Stallings William, Comunicaciones y redes entre computadores, Prentice Hall, 1997

- *Velocidad de Transmisión*

Se denomina velocidad de transmisión en un canal de datos, al número de dígitos binarios transmitidos en la unidad de tiempo, independientemente de que los mismos lleven o no información. La velocidad binaria o de transmisión se mide en bits/segundo.

- *El ruido*

En cualquier dato transmitido, la señal recibida consistirá en la señal transmitida modificada, debido a las distorsiones introducidas por el sistema de transmisión, además de las señales no deseadas que se insertarán en algún punto entre el emisor y el receptor. A estas últimas señales no deseadas se les denomina ruido.

- *La tasa de bits errados*

Es la tasa a la que ocurren los errores. Se considera que ha habido un error cuando se recibe un 1 habiendo transmitido 0 o se recibe un 0 habiendo transmitido un 1.

En la práctica los canales de transmisión son de banda limitada y se consideran que a mayor ancho de banda requerido por un determinado servicio, mayor será el costo. Por esta razón, dado un cierto ancho de banda se tratará de usarlo de la forma más eficiente, esto es tratando de lograr la máxima velocidad para un límite de tasa de error; pero el mayor inconveniente para conseguir este propósito es el ruido.

En el caso de un canal sin ruido, la limitación en la velocidad de los datos será simplemente el ancho de banda de la señal ($AB_{\text{señal}}$). Según Nyquist si la velocidad de transmisión de la señal es $2 AB_{\text{señal}}$ entonces una señal con frecuencias no superiores a AB es suficiente para conseguir esta velocidad de datos⁸. La limitación es debido a la interferencia íter símbolo (ISI), la cual es producida por el retardo de distorsión.

⁸ Stallings William, Comunicaciones y redes entre computadores, Prentice Hall, 1997

No obstante se puede usar señales con más de dos niveles, en donde cada elemento de la señal (símbolo) puede transportar más de un bit. Por ejemplo con cuatro niveles se puede representar dos bits por símbolo. Para el caso de señales multinivel Nyquist formuló la ecuación 1.

$$V_{tx} = 2 AB_{señal} \log_2 M \quad (1)$$

donde:

V_{tx} :	Velocidad de transmisión
AB :	Ancho de Banda de la señal
M :	Número de señales discretas o niveles de tensión

Si se aumenta M se lograría incrementar la velocidad de transmisión, pero el ruido y otras alteraciones en la línea de transmisión limitarán en la práctica el valor de M .

Claude Shannon determina la máxima capacidad de un canal en un ambiente de ruido (ecuación 2).

$$C = 2 AB_{canal} \log_2 (1 + SNR) \quad (2)$$

donde:

C :	Capacidad del canal
AB :	Ancho de Banda de la señal
SNR :	(Signal to Noise Ratio) es la relación señal-ruido, que se define como el cociente entre la potencia de la señal y la potencia del ruido presente en un punto determinado en el medio de transmisión

En la transmisión digital otro parámetro importante es la eficiencia espectral que está dada por:

$$d = \frac{V_{tx}}{AB} \left[\frac{bps}{Hz} \right] \quad (3)$$

donde:

d :	Eficiencia espectral
-------	----------------------

1.4.2.1.2 Velocidad de modulación

Es el número de momentos, símbolos o estados de modulación que se transmiten en la unidad de tiempo.

La velocidad de modulación se expresa en baudios y se la puede encontrar como el inverso de la duración de un estado de la señal (ecuación 4)⁹.

$$V_m = 1/T \text{ (seg)} \quad (4)$$

donde:

V_m :	Velocidad de modulación o velocidad de señalización
T :	Duración del estado de la señal

1.4.3 TIPOS DE MODULACIÓN UTILIZADA EN MMDS

MMDS puede utilizar diferentes tipos de modulación, entre las cuales se encuentran las que se describen a continuación.

1.4.3.1 PSK (Phase Shift Keying, modulación por corrimiento de fase)

En este esquema de modulación, la fase de la señal portadora se desplaza de acuerdo a la señal en banda base, para representar con ello a los datos digitales.¹⁰

Se puede tener modulación PSK convencional, DPSK (PSK Diferencial), Modulación Multifase y Multinivel como 4PSK (QPSK), 16PSK

1.4.3.2 BPSK (Binary Phase Shift Keying, modulación binaria por corrimiento de fase)

BPSK es una alternativa pobre dado que la eficiencia espectral es la mitad de la correspondiente a QPSK con poca ventaja en cuanto a la relación señal/ruido.

⁹ http://www.geocities.com/alejandro_alonso/pagina_nueva_3.htm#1, Transmisión

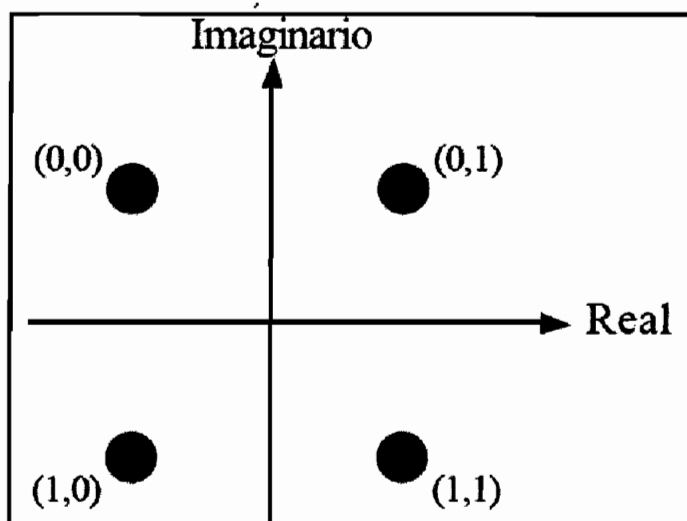
¹⁰ Stallings William, Comunicaciones y redes entre computadores, Prentice Hall, 1997

1.4.3.3 QPSK (Quadrature Phase Shift Keying, modulación en cuadratura por corrimiento de fase)

La modulación QPSK utiliza un set de cuatro señales sinusoidales, para codificar dígitos binarios. En el transmisor los dígitos binarios son tomados de dos a la vez, instruyendo al modulador, el cual decidirá cual de las cuatro señales enviar (dependiendo de la forma de la constelación elegida), lo cual implica 4 estados de modulación (4 niveles)¹¹.

Un diagrama de constelación llamado también diagrama de espacios de estado de señal, es similar a un diagrama fasorial, excepto que el fasor completo no está dibujado, en un diagrama de constelación solo se muestran las posiciones relativas de los picos de los fasores. Para el caso de QPSK, en el diagrama de constelación, la amplitud de la portadora de salida para cada posición o estado es representado por la distancia entre esa posición y el punto central de los ejes. La fase de cada estado es representada por el ángulo entre esa posición y el eje real (horizontal), como se lo puede apreciar en la Figura 1.1.

Figura 1.1 Diagrama de constelación QPSK

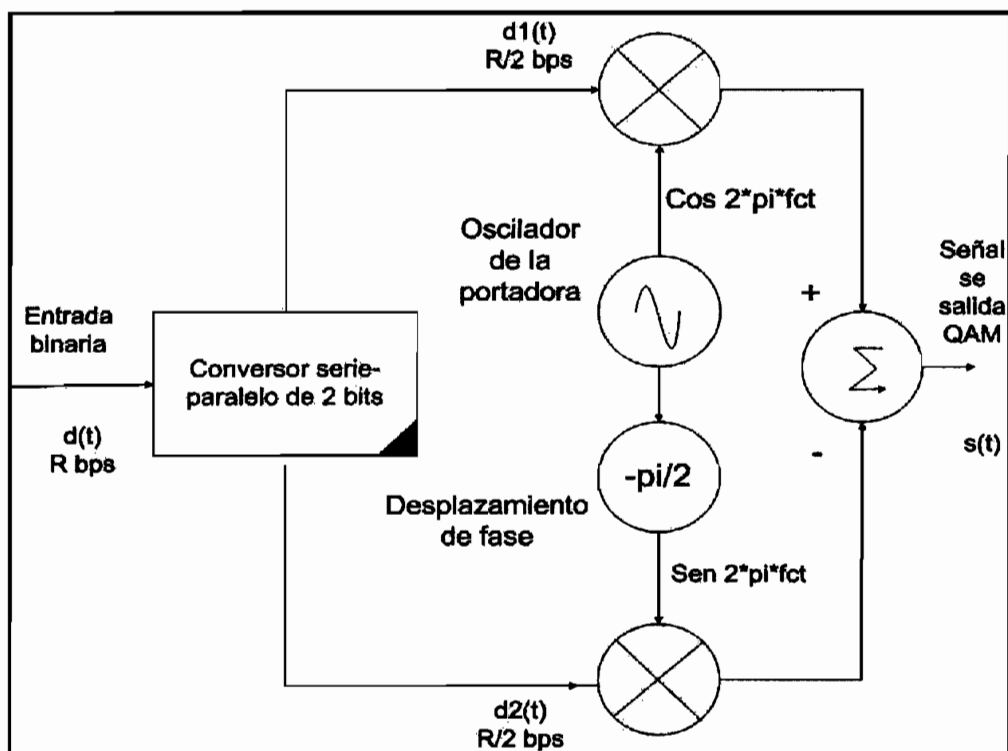


¹¹ <http://www.canal9-mendoza.com.ar/Esquemas%20Modulacion.pdf>, Esquemas de modulación digital

1.4.3.4 QAM (Quadrature Amplitude Modulation, modulación de amplitud por cuadratura)¹².

Esta técnica de modulación combina la modulación en fase y en amplitud. QAM aprovecha la posibilidad de enviar dos señales diferentes sobre la misma portadora en forma simultánea, usando dos réplicas de la misma desplazadas entre sí 90° . En QAM cada una de las dos portadoras se modula en ASK. Las dos señales independientes se transmiten sobre el mismo medio. En recepción, las dos señales se remodulan, combinándose para reproducir la señal binaria de entrada.

Figura 2.1 Modulador QAM



En la Figura 2.1 se muestra en general un esquema de modulación QAM. La entrada de una cadena de bits con velocidad R bps es separada en dos secuencias de $R/2$ bps cada una, tomando bits alternativos. En esta figura, la secuencia de arriba se modula mediante ASK sobre una portadora de frecuencia f_c . Esta misma portadora se desplaza en 90° y a su vez se usa para la

¹² http://www.albertomurillo.com/MOD_Digital.htm, Esquemas de modulación digital M-QAM

modulación ASK de la secuencia binaria de abajo. Las dos señales moduladas se suman y posteriormente se transmiten, para finalmente expresarse como se aprecia en la ecuación 5.

$$s(t) = d_1(t)\cos 2\pi f_c t + d_2(t)\sin 2\pi f_c t \quad (5)$$

QAM parece ser el estándar adoptado por la industria del MMDS, ya que permite obtener un elevado rendimiento en cuanto a velocidad de transmisión.

1.4.3.5 DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum, Espectro Esparcido de Secuencia Directa)

DSSS genera un patrón de bits redundante para cada bit que sea transmitido. Este patrón de bit es llamado código chip. Entre más grande sea este chip, es más grande la probabilidad de que los datos originales puedan ser recuperados (pero, por supuesto se requerirá más ancho de banda). Más sin embargo si uno o más bits son dañados durante la transmisión, técnicas estadísticas embebidas dentro del radio transmisor podrán recuperar la señal original sin necesidad de retransmisión. DSSS se utilizará comúnmente en aplicaciones punto a punto¹³.

DSSS es una técnica que permitiría obtener un rendimiento aún mayor del espectro radioeléctrico, a pesar de lo cual no ha sido aún adoptada por los fabricantes, debido a problemas existentes con la legislación vigente en cada país.

1.5 CORRECCIÓN DE ERRORES Y COMPRESIÓN UTILIZADA EN MMDS

1.5.1 CORRECCIÓN DE ERRORES¹⁴

Los errores son comunes en los accesos de última milla (local loops) y en la transmisión inalámbrica, para ello existen métodos para la detección y corrección de errores como los que se describen a continuación.

¹³ <http://www.eveliux.com/articulos/wlans.html>, El ABC de las redes inalámbricas [WLANs]

¹⁴ Wayne Tomasi, Sistemas de comunicaciones electrónicas, Prentice may, 1994

Petición automática para retransmisión (ARQ), como su nombre lo indica, es volver a enviar un mensaje, cuando es recibido un error, y la terminal de recepción automáticamente pide la retransmisión de todo el mensaje, además este método utiliza códigos de detección de errores, llamados códigos de bloque lineales. Los más populares son los códigos de redundancia cíclica.

Otro método es la corrección de error hacia delante (FEC) el cual utiliza un código detector y corrector de errores que calcula de tal forma la secuencia de bits a transmitirse que se permite la localización y corrección de el o los bits erróneos en recepción sin necesidad de retransmisión. Emplean códigos convolucionales, de Hamming, Golay, Reed Solomon y otros.

Se utiliza también sistemas híbridos, que combinan esquemas FEC Y ARQ.

1.5.2 COMPRESIÓN DIGITAL

1.5.2.1 Estándar MPEG¹⁵

Los estándares MPEG (Motion Picture Experts Group, grupo de expertos en imágenes en movimiento) son algoritmos creados desde 1993 y son usados para comprimir tanto audio como video digital.

MPEG 1 fue creado para suplir compresión de datos a velocidades de 1.5 Mbps para imágenes almacenadas. MPEG 2, fue diseñada para generar velocidades de píxel entre 5 y 10 Mbps, para videos de mejor calidad en CATV y HDTV, entre otros.

MPEG 1 y MPEG 2, constan de tres partes o estándares, cubiertas por la: ISO/IEC 13818-1 Sistemas MPEG-2 (Draft ITU-T Rec. H.222), ISO/IEC 13818-2 Vídeo MPEG-2 (Draft ITU-T Rec. H.262) e ISO/IEC 13818-3 Audio MPEG-2.

El registro ITU-T H.262 (Video) trata con codificación de vídeo de alta calidad con posible vídeo entrelazado de NTSC , PAL o Televisión de Alta Definición (HDTV). Esto es un intento para operar en un rango de 2 a 15 Mbps. Sin embargo puede

¹⁵ <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No1/Mpeg2.htm>, Descripción del estándar MPEG-2

funcionar a velocidades superiores de 100 Mbps. Un amplio rango de aplicaciones, velocidades, resolución calidades de las señales y servicios son direccionados, incluyendo todas las formas de medios de almacenamiento digital, televisión (incluyendo HDTV), broadcasting y comunicaciones.

Al igual que el H.261 y JPEG (Joint Photographic Expert Group), el estándar MPEG 2 es un esquema híbrido de compresión para imágenes en pleno movimiento que usa codificación inter-trama y codificación intra-trama y combina la codificación predictiva con la codificación con la transformada DCT 8x8 (Discrete Cosine Transform, Transformada Discreta de Coseno). La DCT es un algoritmo matemático (conversión del dominio del tiempo hacia el dominio de la frecuencia), que es aplicado típicamente a un bloque de 8x8 elementos de imagen, dentro de un cuadro. La DCT elimina redundancia en la imagen a través de la compresión de la información contenida en 64 píxeles. El cuantizador otorga los bits para los coeficientes DCT más importantes, los cuales son transmitidos.

El concepto de MPEG 2 es similar al MPEG 1, pero incluye extensiones para cubrir un amplio rango de aplicaciones. La principal aplicación destinada durante el proceso de definición de MPEG 2 fue todas las transmisiones de vídeo con calidad de TV codificadas a velocidades entre 5 y 10 Mbps.

Sin embargo, la sintaxis del MPEG 2 ha sido descubierta para ser eficiente para otras aplicaciones como las de altas velocidades binarias y velocidades de muestreo (HDTV). La característica más resaltante con respecto a MPEG 1 es la sintaxis para codificación eficiente de vídeo entrelazado.

1.5.2.2 Audio MPEG 2¹⁶

El sistema de multiplexaje MPEG 2, soporta cualquier número de canales de entrada de audio tan largos que la velocidad de transporte seleccionada pueda soportar la suma de datos. Los usuarios tienen la flexibilidad para seleccionar su propio algoritmo de compresión de audio, tales como: Audio MPEG 2, MUSICAM, DOLBY AC-2 o AC-3. Los canales pueden ser configurados independientemente

¹⁶ <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No1/Mpeg2.htm>, Descripción del estándar MPEG-2

o en pares estéreo. Diferentes velocidades de audio es otra de las características del sistema. Una vez más, la velocidad también está asociada con la calidad.

La compresión de audio MPEG 2 es un algoritmo que, como el vídeo MPEG 2, explota las limitaciones del sistema humano, en este caso el oído. Como en la compresión de vídeo, el algoritmo de compresión de audio también elimina la información irrelevante dentro de la señal de audio. La información irrelevante es cualquier señal imperceptible. Por ejemplo, en presencia de una señal fuerte, todas las señales vecinas flojas son enmascaradas y aunque son parte del espectro, no son percibidas por el oído. El algoritmo MPEG 2 es del tipo "lossy" o con pérdidas pero la distorsión insertada por la señal será inaudible.

La configuración básica del audio MPEG 2 ofrece seis canales de audio. Esta característica debe ser usada para distribuir tres pares de estéreos (o seis canales mono) para aplicaciones multilingües o para crear un sistema estereofónico multicanal. Lo anterior crea una realidad como a la de un campo de audio. La recomendación de cornetas configuradas para sistemas estereofónicos multicanales es conocido como *estéreo -p/q* , donde p es el número de cornetas en el frente y q es el número de cornetas en el fondo. Por ejemplo un *estéreo-3/2* proveerá un sistema con canales al frente en la derecha, centro y a la izquierda más 2 canales posteriores que rodean el área y ofrecen un mejor e impresionante realismo a la audiencia.

La tecnología de compresión digital de canales de TV es la que permitió multiplicar la capacidad de los sistemas MMDS de 31 a 155 canales (compresión 5:1).

1.6 TECNOLOGÍA MMDS COMO ACCESO DE ÚLTIMA MILLA

Un método de difusión que está empezando a tener bastante aceptación, consiste en utilizar las microondas dentro de un entorno más o menos limitado. Mediante las microondas es posible facilitar el acceso a Internet, transmisión de datos a gran velocidad, difusión de televisión, etc. a un gran número de usuarios.

MMDS como su nombre lo indica, es un “servicio múltiple (o multipunto) multicanal de distribución” de señales. El hecho es que desde un punto se distribuyen las señales a los usuarios directamente. Hay quien le llama el servicio de “cable sin hilos”, ya que al igual que la TV por cable, puede distribuir varias señales simultáneamente hacia sus abonados. Se basa en una transmisión de microondas, lo que requiere de una tecnología aún más compleja y refinada que la del cable y que la de VHF y/o UHF empleada por la TV terrena. Por tratarse de microondas, no debe haber obstáculos físicos (enlace visual) entre la antena emisora y la receptora, lo que en algunos casos es un grave inconveniente. Para obtener la máxima eficiencia, el equipo transmisor debe instalarse en el punto de cota de terreno más alto posible. Con MMDS se alcanzan distancias de hasta 50 Km. utilizando frecuencias en la banda de 2GHz, y se puede difundir información desde un punto central a múltiples usuarios, que necesitan hacer uso de otros medios para enviar información de retorno. La velocidad de bajada puede alcanzar los 10 Mbps.

Con la eficiencia espectral que se alcanza con la compresión del vídeo digital, varios canales de RF por sistema MMDS se pueden dedicar a proporcionar servicios de datos de alta velocidad (>10 Mbps) a usuarios de Internet. Utilizando la misma codificación que para las imágenes de TV, un canal de 6 MHz puede proporcionar un flujo de datos bajante en torno a los 30Mbps¹⁷.

1.6.1 FORMAS DE ACCESO Y TECNOLOGÍAS QUE SE APLICAN

Cada modo de acceso presenta características distintas y, en función de ellas, el usuario particular o la empresa deberán decidir sobre cuál es el idóneo para cubrir sus necesidades. Así, unos son muy sencillos pero tienen una capacidad limitada de ancho de banda, mientras que otros son más complejos, y en consecuencia más costosos, pero ofrecen una capacidad casi ilimitada de ancho de banda.

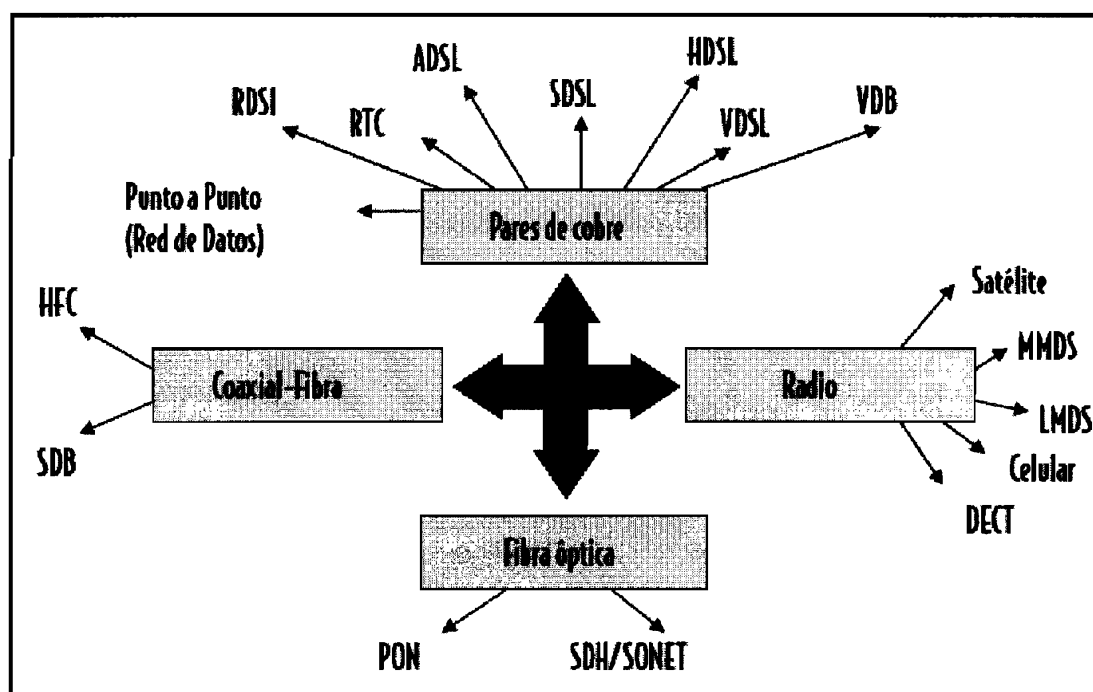
En esta sección se examina las diferentes formas de acceso, sus características técnicas fundamentales y el área de aplicación.

¹⁷ http://www.mundo-electronico.com/sumaris/1999/sum_1999.html, José Manuel Hidrobo, Soluciones de acceso a Internet

Como formas de acceso hay cuatro grupos, que se pueden dividir según las particularidades que presente el medio de conexión; el acceso por par de cobre, híbrido fibra y coaxial, por radio (inalámbrico y celular) y por fibra óptica.

En la Figura 1.3 se presenta cada una de las formas de acceso con las diferentes tecnologías que se aplican.

Figura 1.3 Alternativas para el acceso de Última Milla



1.6.1.1 Acceso por par de cobre

El acceso o última milla, concretamente al nodo del proveedor de servicio, se puede hacer de una manera muy sencilla a través de la red telefónica.

El nodo de acceso podrá estar localizado más o menos cerca del usuario y en función de ello y de otras circunstancias, habrá que pasar o no por redes intermedias, en este caso existen tres posibles alternativas:

Empleo de la **RTC** (Red Telefónica Conmutada) mediante módems. Utilización de la **RDSI** (ISDN, Integrated Services Digital Network, Red Digital de Servicios

Integrados). Uso del bucle de abonado con tecnologías **xDSL** (Digital Subscriber Line, Línea de Suscriptor Digital)

Con la **RTC** se emplea un módem, la información digital se convierte en una señal analógica que puede transportarse en el ancho de banda reservado para la voz, y la red telefónica trata esa señal analógica como si efectivamente se tratara de voz. En la actualidad, es la forma más habitual de conectarse a Internet. La velocidad máxima (56 Kbps) es bastante reducida si se la compara con la de otras tecnologías de acceso.

RDSI proporciona un camino de transmisión digital durante toda la duración de la llamada y es adecuada para voz (que se envía digitalmente), videoconferencia, acceso remoto a redes, acceso a Internet y transmisión de imágenes y fax (este último también debe ser especial). Con RDSI, un solo par de cobre permite transportar voz y datos simultáneamente, así como conexiones de datos de mayor velocidad que la que permite un acceso analógico. Hay dos modalidades de RDSI:

1. Acceso básico (2B+D). Orientado al mercado doméstico. Ofrece una velocidad máxima de hasta 128 kbps.
2. Acceso primario (30B+D). Orientado al mercado de empresas. La velocidad máxima es de 2048 kbps.

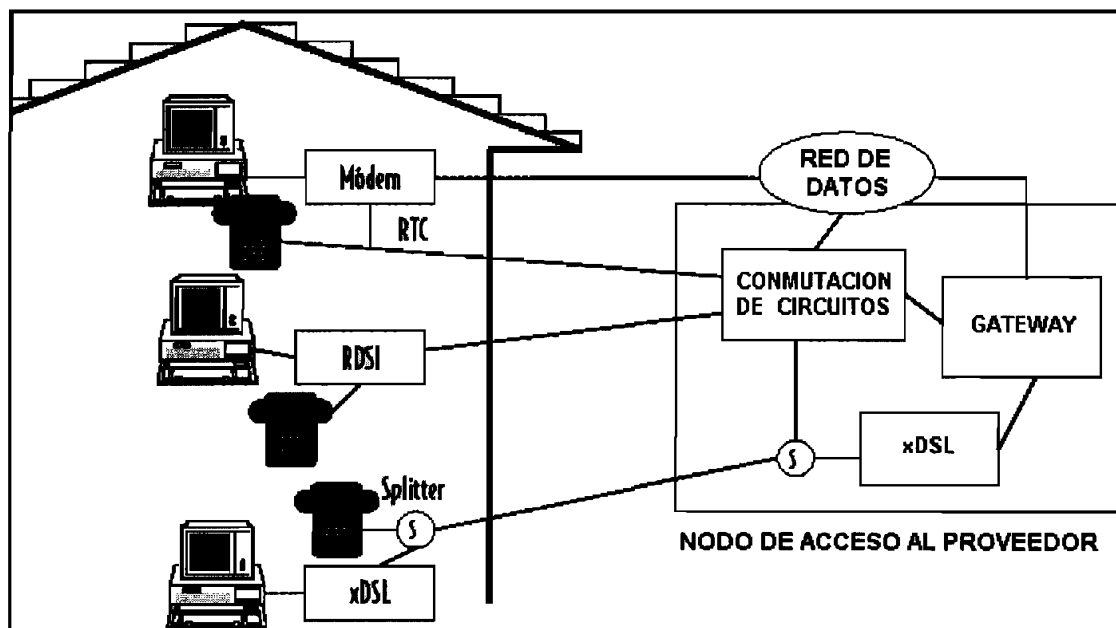
Dadas las limitaciones, en cuanto a la velocidad que admiten las líneas telefónicas, se empiezan a utilizar tecnologías, denominadas genéricamente **xDSL** que permiten grandes flujos de información sobre el par de abonado, en medios de acceso punto a punto dedicados de alta velocidad y capaces de ofrecer una variedad de servicios que requieren gran ancho de banda tales como: acceso a Internet de alta velocidad, Video Bajo Demanda, Multimedia, etc.

El principio de funcionamiento de las tecnologías **xDSL** (ADSL, VDSL, HDSL, SDSL, etc.) se basa en que el ancho de banda de un cable de cobre es prácticamente muy superior al impuesto por la red telefónica a un canal de voz, que se limita a 4 kHz, por lo que colocando los dispositivos adecuados, uno en el

domicilio del usuario y otro en la terminación del bucle de abonado, se puede tener un enlace con una capacidad de varios Mbps (hasta 8 Mbps en sentido descendente y 640 Kbps en sentido ascendente); si se separa y desvía el tráfico de datos del de voz en la central telefónica, se puede tener un acceso al ISP, mediante una red de datos, a muy alta velocidad.

En la Figura 1.4 se puede apreciar los diferentes tipos de acceso mediante pares de cobre.

Figura 1.4 Acceso por pares de cobre



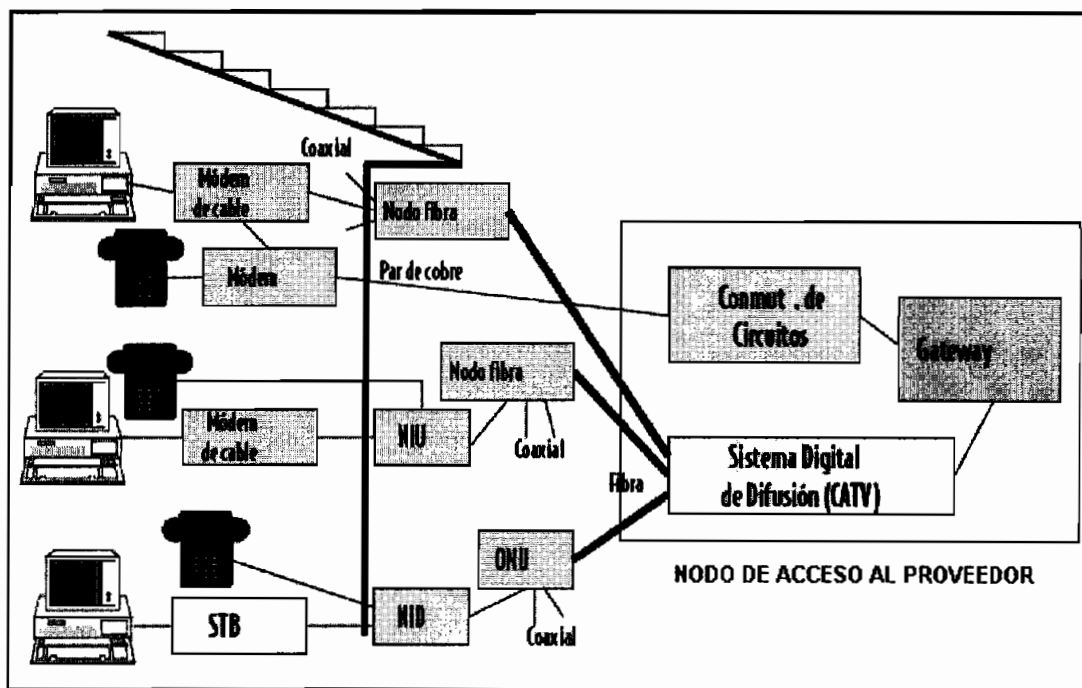
1.6.1.2 Acceso por cable coaxial

Otra alternativa a considerar frente al acceso a través de la red telefónica básica es hacer uso de las redes híbridas de fibra y coaxial (HFC), que están desplegando los nuevos operadores de cable, en su origen previstas para la difusión de señales de vídeo y TV, pero que están capacitadas para ofrecer cualquier otro servicio, como pueda ser el telefónico o la transmisión de datos.

Estas redes, que ya tienen solucionado el problema del retorno de señal, constituyen una alternativa real, haciendo uso de los módem de cable que disponen de una salida directa al PC o una Ethernet para LAN, muy válida para el acceso a Internet, ya que proporcionan un gran ancho de banda y una gran

fiabilidad y permiten conectar varios usuarios en red local. Su interés se centra principalmente en el gran público y la comercialización del servicio se suele hacer en un paquete que engloba al servicio telefónico básico, numerosos canales de TV y el acceso a Internet. En la Figura 1.5 se puede apreciar un acceso híbrido, en el cual se tiene fibra óptica y cable coaxial.

Figura 1.5. Acceso híbrido fibra-coaxial



Existen tres posibles formas de conexión:

Unidireccional HFC. El sistema clásico de CATV solamente permite la difusión de información en un único sentido, utilizando el ancho de banda de una canal de TV (6 MHz). Mediante el uso de un módem de cable se puede proporcionar la transmisión de datos y acceso a Internet a velocidades de hasta 30 Mbps, siendo necesario para el envío de información, a baja velocidad, en el sentido usuario-red disponer de un enlace convencional a través de la red conmutada o cualquier otra.

Bidireccional HFC. Los nuevos sistemas de cable para configuraciones multiusuario permiten el flujo de información en ambos sentidos, aunque asimétrico. De esta manera, se incrementa la capacidad en ambos sentidos y los

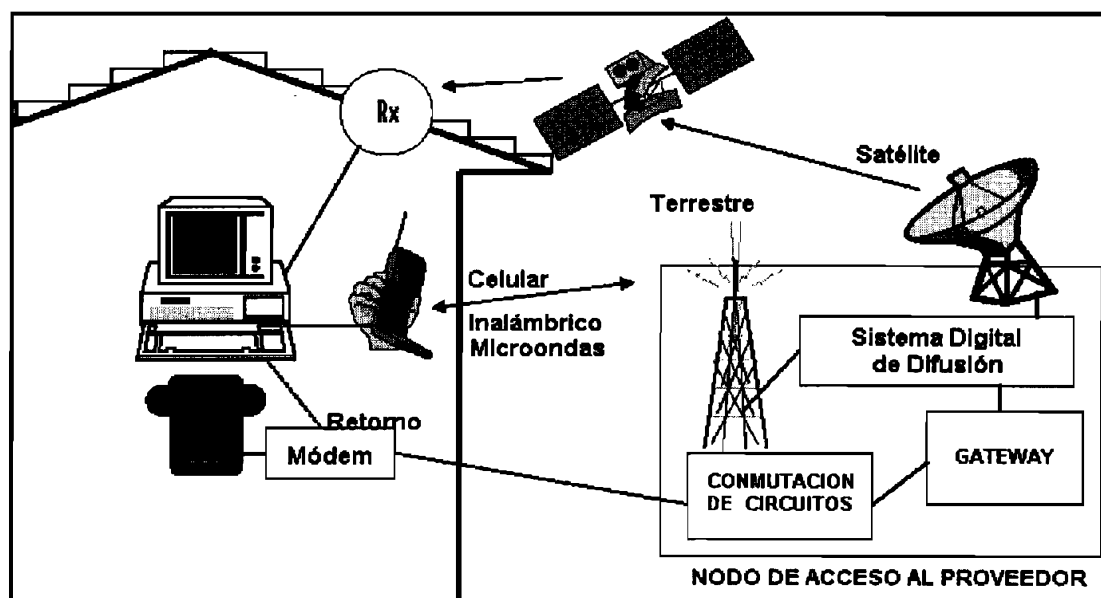
usuarios pueden disfrutar de un acceso rápido a Internet a la vez que disponen del servicio de difusión canales de vídeo y del telefónico.

Una tercera posibilidad es la que proporciona los sistemas denominados **SDB** (Switched Digital Broadband) que acercan la fibra óptica máximo hasta el usuario, clasificados como sistema banda base con una capacidad descendente de hasta 50 Mbps y ascendente de 1.5 Mbps en configuraciones punto a punto.

1.6.1.3 Acceso por enlace de radio

El acceso por radio tal como se indica en la Figura 1.6 se impone por la facilidad de despliegue que supone al no tener que conectar los usuarios uno a uno y el poder atender la demanda con una gran flexibilidad, ya que las infraestructuras son compartidas y no dedicadas. Atendiendo a la tecnología empleada hay varias posibilidades.

Figura 1.6. Acceso por radio



En la Figura 1.6 se puede apreciar las diferentes formas de acceso por radio.

Celular. El acceso a Internet se puede facilitar haciendo uso de la capacidad de transmisión de datos que tienen los sistemas digitales, mediante el empleo de un módem, típicamente PCMCIA (PC-Card) colocado en un PC portátil.

Actualmente, con 3 GSM, CDMA (Code Division Multiple Access, Acceso Múltiple por División de Código) se consiguen velocidades de 384 Kbps e incluso llegar a los 2 Mbps, con la aceptación de los estándares para UMTS (Universal Mobile Telephone Service). Otra modalidad que se puede englobar en esta categoría es la de acceso inalámbrico empleando tecnologías como *DECT*, que resulta muy adecuada para cubrir áreas con una gran densidad de usuarios, aunque su alcance viene limitado y por tanto es más bien para uso en zonas restringidas, como pueden ser recintos de ocio, aeropuertos, oficinas comerciales, etc.

Esta modalidad resulta muy sencilla para cualquier usuario y con la introducción de terminales que utilizan un interface radio o de infrarrojos para la comunicación PC-teléfono, aún más, difusión terrestre. Hay un método de difusión que está empezando a tener bastante aceptación, y consiste en utilizar las microondas, dentro de un entorno más o menos limitado. Mediante las microondas es posible facilitar el acceso a Internet, a un gran número de usuarios y a gran velocidad.

En este caso hay dos modalidades, la denominada MMDS y LMDS (Local Multipoint Distribution System, Sistema de Distribución Multipunto Local). El MMDS ya se revisó en puntos anteriores, por lo cual se pasará a desarrollar el sistema LMDS. Con LMDS se proporciona un servicio similar al de MMDS, pero sobre distancias más cortas, típicamente se cubren áreas de hasta 5 Km. de radio, ya que emplea frecuencias en la banda de 28 GHz. Su capacidad de servicio a los usuarios es del orden de cuatro veces superior, dado el mayor ancho de banda, pero presenta el inconveniente de necesitar un enlace visual entre el emisor y el receptor. Está sujeto a interferencias por la lluvia. Con la eficiencia espectral que se alcanza con la compresión del vídeo digital, varios canales de RF por sistema MMDS se pueden dedicar a proporcionar servicios de datos de alta velocidad (>10 Mbps) a usuarios de Internet. Utilizando la misma codificación que para las imágenes de TV, un canal de 6 MHz puede proporcionar un flujo de datos bajante en torno a 30 Mbps.

Difusión por satélite. Para atender zonas remotas de difícil acceso o con usuarios muy dispersos, ésta es una de las mejores alternativas, la amplia cobertura que proporcionan los sistemas VSAT. La velocidad de acceso (downstream), aquella

que va desde el proveedor hacia el usuario, no suele ser muy elevada en ningún caso, hasta 1 Mbps. Como canal de retorno se puede utilizar el medio inalámbrico (esta alternativa representa mayor costo para el cliente, debido a la utilización del espectro) o se suele emplear un medio terrestre (mediante par de cobre, por ejemplo) para no elevar en exceso el costo del terminal.

Mediante la utilización de la tecnología de constelaciones de satélites, se facilitará el acceso para comunicaciones de voz y datos, empleando terminales telefónicos similares a los actuales, aunque eso sí, mucho más caros, lo que limitará su difusión. A manera de ejemplo se puede citar al sistema Iridium (sistema de telefonía móvil satelital, fundado en 1991, que consistía en 66 satélites ubicados a una distancia aproximada de la tierra de 1000 Km, cubriendo todo el planeta), cuyo objetivo fue ofrecer conexión inalámbrica entre dos puntos cualesquiera de la Tierra, sin embargo las tarifas de Iridium eran disparatadas, aunque en 1998, se redujeron en un 65%: tres mil dólares por cada terminal, 45 y 65 dólares al mes por el mantenimiento de la línea y entre 3 y 8 dólares por minuto de llamada. Hasta que durante el mes de agosto de 1999 tuvo que declararse en bancarrota al no poder cumplir con sus compromisos financieros.

1.6.1.4 Acceso mediante fibra óptica

La instalación de redes de fibra óptica que utilizan la tecnología de transmisión SDH o SONET, junto con protocolos potentes como es el caso de ATM (Asynchronous Transfer Mode, Modo de Transferencia Asíncrono), constituye la principal red de acceso para las empresas y otras entidades que tienen necesidad de grandes transferencias de información y un rápido tiempo de respuesta. Ésta es quizá la manera menos común de acceder a Internet, pero es una posibilidad de hay que considerar ya que poco a poco se van extendiendo las llamadas Redes Ópticas Pasivas (PON, Passive Optic Networks) para proporcionar servicios varios a zonas residenciales y de negocios.

En el caso de usuarios residenciales se instala la fibra hasta su domicilio (FTTH, Fiber To The Home, Fibra hasta el Hogar) y, mediante el empleo de una unidad denominada ONU (Optical Network Unit, Unidad de Red Óptica) se le proporciona

el servicio de vídeo a través del STB (Set Top Box, Equipo para la recepción de Televisión) conectado a la TV, y telefónico o de transmisión de datos. En este caso la técnica de transmisión empleada es la WDM (Wave Division Multiplexing, Multiplexado por Longitud de Onda) y la configuración punto a punto¹⁸.

Los usuarios de negocios o comunidades científicas o educativas se suelen conectar a un anillo de distribución SDH (Europa) o SONET (EE.UU.) que permite velocidades de varios cientos de Mbps y, que está compartido por varios clientes.

Al ser toda la infraestructura de fibra óptica, se proporciona una transmisión muy segura y libre de errores, con una alta capacidad de transferencia si se emplea, por ejemplo, un protocolo como ATM. Al anillo se puede conectar una LAN (Local Area Network, Red de área Local) a través de un cortafuego (firewall), para separar la Intranet de Internet, algo que también se puede hacer en los casos anteriores.

Cualquiera de las opciones comentadas es válida, pero los usuarios deben valorar, además de su disponibilidad, la seguridad que ofrece y el costo de cada una de ellas, en función de sus necesidades y de lo crítico que sea para él el servicio.

En las empresas, una combinación entre dos modos de acceso a Internet quizá sea la solución más adecuada, ya que permite repartir el tráfico en función de las necesidades al mismo tiempo que se proporciona una vía de salvaguarda por si alguna de ellas fallase.

1.6.2 COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO

En la Tabla 1.5 se observa las ventajas, desventajas y usos principales de las diferentes tecnologías de acceso nombradas en las secciones anteriores, como son el par de cobre, cable coaxial, radio y fibra óptica.

¹⁸ http://www.mundo-electronico.com/sumaris/1999/sum_1999.html, José Manuel Hidrobo, Soluciones de acceso a Internet

Tabla 1.5 Comparación de las Tecnologías de Acceso

Tecnologías	Ventajas	Inconvenientes	Uso principal
Par de cobre - RTC - RDSI - xDSL	Accesibilidad. Muchos proveedores Uso de la RTC. Terminales sencillos y bajo costo de la comunicación.	Baja velocidad. Errores en la Tx. Saturación de la RTC. Poca infraestructura xDSL.	Residencial y Empresas
Cable coaxial	Alta velocidad. Gran calidad. Tarifa plana (dependiendo del proveedor).	Escasa penetración. Limita la movilidad. Requiere terminales específicos (cable- modem)	Residencial
Radio: - Celular - Microondas - Satélite	Fácil despliegue de Infraestructura. Permite la movilidad del usuario.	Alto costo de la comunicación. Canal de retorno. Baja velocidad en GSM.	Usuarios de negocios
Fibra óptica	Alta velocidad y fiabilidad.	Pocos proveedores. Requiere despliegue de infraestructura SDH. Alto costo.	Centros educativos y de investigación.

1.6.2.1 Ventajas y desventajas de MMDS frente a otras tecnologías

1.6.2.1.1 Ventajas

La ventaja clara de este tipo de sistemas es la reducción de los costos de infraestructura, además del pequeño margen de tiempo necesario para su funcionamiento, puesto que en el momento en que se dispone de la antena, se llega inmediatamente a miles de usuarios.

Permite ofrecer servicios de banda ancha donde el cable o xDSL no están disponibles.

Debido a que las antenas de recepción de abonados son mucho menores, se ha pensado en utilizar como una alternativa al satélite.

Se puede ofrecer el servicio y generar ingresos mucho antes en toda el área de cobertura (de 6 a 18 meses, frente a 5-7 años para completar una red de cable).

Se puede ofrecer el servicio de forma económicamente viable, si no al 100% de la población, si a grandes franjas de población dispersa a las que en ningún caso se puede dar servicio con cable de forma rentable (es decir, que, o no les llegarían nunca las "autopista de la información", o el sobre costo necesario lo pagarían los poderes públicos, o lo pagarían el resto de los abonados al cable).

Comparando LMDS con MMDS, este último logra una mayor zona de cobertura, e inmunidad a la lluvia. Por último, pero no menos importante, el operador con MMDS tendría mucho menores costos de reparaciones en planta exterior y mantenimiento, al no haber prácticamente red que mantener.

1.6.2.1.2 Desventajas

El enfoque de utilizar MMDS frente al satélite tiene su punto débil en la cobertura y calidad de la señal. Las situaciones particulares de la orografía de cada terreno han de tenerse en cuenta a la hora de instalarlo como sustituto del satélite.

A la hora de instalar un sistema MMDS en una comunidad que posea una red de cable consolidada, se establece una competencia desde el primer momento, ya que precisamente nació como sustituto de este. La competencia con un sistema que posee un número de abonados importante exige un esfuerzo importante.

La programación se basa en gran medida en los canales de satélite. Si se desea restringir el acceso hay que añadir un equipo de decodificación en el receptor.

En un sistema de este tipo el espectro disponible está limitado por las disposiciones de los organismos gubernamentales reguladores de las radiocomunicaciones, por lo que es imperativo utilizar algún método que permita aumentar la cobertura sin requerir frecuencias adicionales.

MMDS tiene mucho menor ancho de banda disponible que LMDS (sólo 200 MHz frente a 1 GHz en LMDS), la necesidad de visibilidad directa entre emisor y receptores (lo que en LMDS no es en muchos casos necesario por los rebotes del haz de microondas en obstáculos naturales), la dificultad en MMDS para reutilizar frecuencias entre células adyacentes -que sí es posible con LMDS¹⁹.

1.6.2.2 Comparación del sistema MMDS con otras tecnologías existentes en la ciudad de Ibarra

En esta sección se presentará la comparación del Sistema MMDS frente a otros sistemas presentes en la ciudad de Ibarra, en cuanto a Internet de Banda Ancha y Televisión por suscripción.

1.6.2.2.1 Televisión por suscripción

Cabe mencionar que hasta la fecha de culminación del presente proyecto de titulación, se encontró que solo existe un operador de Televisión por suscripción en la ciudad de Ibarra, éste es TVCable, el cual brinda un único paquete conformado por 42 canales nacionales e internacionales.²⁰

Por otra parte, sobre el servicio de Televisión Satelital, el cual se encuentra cubriendo todo el Ecuador incluyendo suscriptores en la ciudad de Ibarra, no se tiene registros oficiales en los Organismos de Control respectivos (SUPTEL Ecuador) del número de personas suscritas a este tipo de servicio.

En la Tabla 1.6 se presenta una comparación entre sistema existente de Televisión por suscripción (TVCable) y el sistema propuesto (MMDS) para la ciudad de Ibarra.

¹⁹ www.coit.es/publicac/publbit/bit99/lmds.htm, Alejandro Macarrón y José Fabián Plaza, LMDS: Tras las autopistas de la información

²⁰ Superintendencia de Telecomunicaciones, Departamento de Radiodifusión y Televisión, 2004

Tabla 1.6 Comparación del cable inalámbrico (MMDS) frente al cable (TV Cable) en la ciudad de Ibarra

MMDS		
Fiabilidad de la señal	Las transmisiones MMDS son inalámbricas, se realizan desde su transmisor directamente a los suscriptores sin ningún tipo de cables como, líneas de polo, cables o dispositivos subterráneos.	Todos los dispositivos entre el headend y el suscriptor, como cables, amplificadores y repetidores, son susceptibles a daños causados por el tiempo, el vandalismo, cables cortados por accidente o excavación.
Capacidad del canales	Más de 100 canales digitales	Promedio de 42 canales de cable.
Disponibilidad para acceder al servicio	Los suscriptores pueden recibir el servicio si su antena tiene línea de vista directa al transmisor.	Sólo suscriptores dentro del área que se encuentra cableada pueden acceder el servicio de TV. Debido al tiempo y costo de las instalaciones del cable, algunas áreas nunca serán factibles de acceder.
Costo de operación y requerimiento de capital	El sistema inalámbrico típicamente puede construirse con un 25% menos del costo de un sistema alambrado.	La troncal y las zonas cableadas requieren mantenimiento regular y reparaciones frecuentes. Además que se debe pagar un rubro al Municipio de la ciudad por el uso de los postes. La instalación del cable, amplificadores y distribuidores toman tiempo considerable e inversión. Aunque los costos del headend y del equipo del suscriptor son similares a aquéllos de un sistema inalámbrico, el costo de sistema de transmisión de cable es el que marca la diferencia.

1.6.2.2 Internet de Banda Ancha

En la ciudad de Ibarra, existen varias operadoras de Internet, las cuales se mencionarán en el capítulo del Estudio de Mercado (Tabla 3.6), sin embargo en este apartado se describirá en forma general sobre las ventajas que tiene el Internet de Banda Ancha Inalámbrico sobre el resto de modalidades de acceso a Internet en esta ciudad.

En la Tabla 1.7 se presenta una comparación entre el Sistema propuesto y dos tecnologías de acceso a Internet presentes en la ciudad de Ibarra.

Tabla 1.7 Comparación entre el Acceso a Internet mediante MMDS y las tecnologías presentes actualmente en la ciudad de Ibarra

	MMDS	
Velocidades de subida y bajada en la navegación en Internet	Desde 64 hasta 1536 Kbps	Navega máximo hasta 56 Kbps
Uso de línea telefónica	No ocupa la línea telefónica	Ocupa la línea telefónica
Tipo de Conexión	Conexión dedicada 24 hrs./día x 365 días / año	--

	Internet por Banda Ancha (MMDS)	
Tecnología	Tecnología superior	La tecnología de cable modem es la utilizada por las empresas de cable
Interferencia	El sistema sufre de poca interferencia en condiciones extremas de lluvias	En ADSL los problemas de interferencia es mayor, ya que en la ruta del par de cobre también se encuentran cables de energía eléctrica, cables de CATV, iluminarias, etc., lo cual perjudica los niveles de la señal

1.7 MMDS Y LA BANDA ANCHA

1.7.1 ¿QUE ES BANDA ANCHA Y CUAL ES SU RELACIÓN CON ALTA VELOCIDAD?

Banda Ancha tiene que ver con frecuencia. Alta Velocidad tiene que ver con bits por segundo. Típicamente se entiende que es de alta velocidad cuando maneja varios Megabits por segundo, es decir, se refiere a la velocidad de transmisión de la información. Y es de Banda Ancha cuando requiere de varios Megahertz de espectro de frecuencia, lo que significa que la señal que se transmite requiere un espectro de frecuencia amplio, por ejemplo, la TV requiere de muchos Megahertz. Usualmente suelen usarse indistintamente estos conceptos.

De esta manera se diría que a partir de 2 Mbps hasta 34 Mbps, sería Wide Band (Banda Ancha), y por encima de 34 Megabits sería realmente Banda Ancha. Pero esa es una clasificación muy estricta. Eso viene de la visión de la ISDN de banda ancha y de ATM, ya que en ATM, que es realmente la tecnología de banda ancha, empieza en 155 Megabits, que era lo que se entendía por banda ancha cuando se empezó a hablar de este concepto. Se toma el valor entre 2 MB y 34MB porque 2 MB es la velocidad de un enlace digital E1, que lleva 30 canales; y 34 MB es la velocidad de un enlace E3, que lleva 16 E1.

En cuanto a la televisión digital, se necesita típicamente 34 MB por segundo. Pero se ha abusado del término y ya resulta muy difícil definir qué es banda ancha. Razón por la cual no se puede decir que 256 Kbps es banda ancha, sin embargo, se dice que es de Banda Ancha.

A nivel del backbone de la red de transporte de los carrier, cuando se habla de banda ancha, se tiene SDH, con una capacidad de transporte de 622 MB ó de 2,4 Gigabits por segundo.

1.7.2 RELATIVIDAD EN EL CONCEPTO DE BANDA ANCHA

El concepto de Banda Ancha es relativo porque viene asociado a varios factores como desarrollo tecnológico, económico, social y densidad de población. Así por ejemplo en los EE.UU., La Comisión Federal de Comunicaciones define la banda ancha como un servicio de información con una capacidad de carga por encima de los 200 Kbps tanto al cargar como al descargar la información²¹. Por otra parte, para el Ecuador, se puede definir banda ancha a partir de 64 Kbps (para el downstream) y desde 32 Kbps (para el upstream); estos valores están siendo considerados como banda ancha por los proveedores de Internet en el país, además las velocidades efectivas para descargar archivos desde la web con los valores mencionados anteriormente (64/32), son considerablemente mayores a las que se tiene en las conexiones dialup.

²¹ http://www.intel.com/espanol/personal/do_more/broadband/speedtest.htm, Ponga a prueba la Banda Ancha

1.7.3 TRANSMISIÓN INALÁMBRICA DE BANDA ANCHA

Una de las áreas de mayor potencial en la evolución futura de las telecomunicaciones es la transmisión inalámbrica digital de banda ancha. Idealmente, un sistema inalámbrico de banda ancha permitiría la transmisión de cualquier tipo de información digitalizada (audio, vídeo, datos) desde cualquier lugar y en cualquier momento, con posibilidad de transmitir en tiempo real de ser necesario.

Entre las ventajas de un sistema inalámbrico sobre uno cableado podemos mencionar:

- Movilidad, la cual apoya la productividad y la efectividad con que se presta el servicio.
- Aunque los costos iniciales son mayores que los que supondría un sistema cableado, a lo largo del tiempo los gastos de operación pueden ser significativamente menores.
- Menor tiempo de instalación y puesta en marcha del sistema. La instalación es más sencilla.
- Existe completa flexibilidad en cuanto a la configuración del sistema. Se pueden tener diversas topologías para satisfacer los requerimientos de aplicaciones e instalaciones específicas.

La aparición de un sistema de esta naturaleza requiere la conjunción de varios factores, entre las que podemos mencionar:

- Utilización de técnicas de espectro esparcido, que en combinación con esquemas de sectorización y/o celularización (explicadas anteriormente) permitirán un uso más eficiente del cada vez más congestionado (y costoso) espectro radioeléctrico.
- Desarrollo de sistemas de microondas económicos y compactos que operen a frecuencias cada vez más altas.
- Nuevos y mejores modelos de propagación que permitan una mejor predicción de los factores que afectan la calidad del servicio, tales como los

efectos de trayectorias múltiples, pérdidas por ocultamiento y atenuación por lluvia, entre otros.

- Desarrollo de "antenas inteligentes" que compensen las variaciones en el canal de transmisión y que minimicen los efectos de la interferencia co-canal.
- Técnicas de modulación robustas que permitan altas velocidades de transmisión con bajo BER en presencia de condiciones adversas.
- Esquemas de enrutamiento apropiados que garanticen cobertura adecuada y al mismo tiempo calidad de servicio
- Nueva legislación conducente a una mejor administración y control del espectro radioeléctrico.

Aunque no todos los factores se encuentran actualmente utilizados, un sistema inalámbrico es en muchos casos la alternativa más atractiva en aplicaciones tales como telefonía, interconexión de redes, acceso a Internet de alta velocidad, teleconferencia, etc.

1.8 MMDS UNIDIRECCIONAL

La más importante aplicación del sistema MMDS Unidireccional es la televisión analógica, debido a que el sentido de la transmisión de los contenidos o programas se origina desde el radiodifusor u operador de red hacia el televidente. La actitud de este último es meramente pasiva y no puede ejercer ninguna acción directa sobre dichos contenidos; el servicio no es interactivo. Estas limitaciones requieren buscar soluciones que permitan la prestación de servicios audiovisuales, manteniendo sus características de manejo de altos volúmenes de información y añadiendo la personalización del servicio. Es decir, lo que se desea en un futuro es que el usuario controle lo que ve y cuándo lo quiere ver, interactuando desde su domicilio a través de las redes con un servidor de vídeo digital.

1.9 MMDS BIDIRECCIONAL

MMDS Bidireccional, es un sistema capaz de entregar tanto TV multicanal, acceso a Internet de banda ancha, servicios de transferencia de información, así como otros servicios interactivos, en una plataforma de microondas terrestres, haciendo uso de los canales de retorno.

En 1996, los avances tecnológicos habían hecho posible la compresión digital de canales de vídeo en la industria de la comunicación de Banda Ancha. En Octubre de 1996, la FCC dio vía libre para que los operadores de cable inalámbrico usaran su espectro para aplicaciones digitales de alta velocidad, incluyendo acceso a Internet²².

En Marzo de 1997, la Asociación Internacional de Cable Inalámbrico (WCA, Wireless Cable Association International), junto con más de cien compañías, solicitó a la FCC otorgar a la industria el derecho de usar el espectro MMDS para el acceso bidireccional o de doble vía.

En la actualidad, el equipo normal para acceder Internet y bajar la información, trabaja a una velocidad de hasta 27 Mbps, usando una vía telefónica de retorno.

En ocasiones, algunas redes de cable se ven obligadas a dar servicio a zonas de difícil acceso. En ellas, se sustituye la red de distribución en bus de coaxial por un sistema de distribución basado en microondas (sistemas MMDS). El canal de retorno puede en estos casos materializarse a través de la RTC como se lo estudió en puntos anteriores, o bien puede emplearse un sistema vía radio (una adaptación del sistema GSM de telefonía móvil, o bien, algún sistema de telefonía fija inalámbrica). Los dos sistemas hasta ahora comentados tienen como principal inconveniente su baja capacidad. Como ventaja fundamental, el retorno vía RTC es barato y relativamente sencillo de realizar²³. Por otra parte el retorno *inalámbrico* representa mayor costo para el cliente, debido a la utilización del espectro.

²² www.terra.com.mx/tecnologia/articulo/128070/, La nueva TV Inalámbrica

²³ <http://www.internautas.org> Asociación de internautas, La activación del canal de retorno no es un juego de niño

CAPÍTULO 2.

SISTEMA MMDS BIDIRECCIONAL Y SUS APLICACIONES

2.1 ANÁLISIS DE LAS POSIBLES APLICACIONES MMDS EN LA CIUDAD DE IBARRA

En la ciudad de Ibarra se realizó una encuesta previa para averiguar sobre los servicios que la población desearía recibir, a través del sistema MMDS Bidireccional. El formato de la encuesta se encuentra en el Anexo 1, la misma que se realizó a una muestra poblacional de 50 personas, incluyendo usuarios residenciales y de pequeñas empresas.

Entre los servicios se encuentran los que se describen a continuación en la Tabla 2.1, además el número de respuestas favorables a cada uno de estos servicios.

Tabla 2.1 Aceptación de los servicios MMDS propuestos para la ciudad de Ibarra

Servicio	N° de respuestas
Televisión Codificada Terrestre Digital	35
Acceso a Internet de Banda Ancha	40
Video Bajo Demanda	20
Telefonía Fija Inalámbrica.	5

De los resultados obtenidos en la tabla 2.1, se desprende que la ciudad de Ibarra desearía tener básicamente tres servicios: Televisión Codificada Terrestre Digital, Internet de Banda Ancha y Video Bajo Demanda. A continuación se describe estos tres servicios con mayor detalle.

2.2 SERVICIO DE TELEVISIÓN CODIFICADA TERRESTRE A TRAVÉS DE LA BANDA DE 2500-2686 MHz (MMDS)

La digitalización y compresión de la información permite soñar con una nueva televisión. Analizar la evolución de la televisión desde sus orígenes hasta la actualidad, obliga a mirar hacia atrás y observar los cambios que han ocurrido en

la comunicación social y el papel que ha desempeñado históricamente la innovación tecnológica.

2.2.1 TÉRMINOS Y DEFINICIONES UTILIZADOS EN LA TELEVISIÓN CODIFICADA TERRESTRE EN LA BANDA 2500-2686 MHz (MMDS).

A continuación se presenta los términos y definiciones utilizados en la Televisión Codificada Terrestre en la banda MMDS Unidireccional, los cuales son aplicables para el Ecuador. Además, debido a que en el Ecuador no existe Reglamento o Norma Técnica referente al sistema MMDS Bidireccional, dichos términos serán útiles para futuras referencias.

Según el proyecto de Norma Técnica MMDS (30 de julio del 2003), elaborado por la Dirección de Radiodifusión y Televisión de la Superintendencia de Telecomunicaciones SUPTEL-Ecuador, las definiciones y términos técnicos para la aplicación de la presente Norma Técnica, son los que constan en el Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y su reglamento, y los que se describen a continuación¹:

2.2.1.1 Codificación

Proceso preestablecido y controlado aplicado a una señal de televisión o a la señal de sonido asociada durante su generación y que altera sus características originales, dificultando el entendimiento de la información, para que personas no suscritas al servicio no puedan recibir o robar esta señal.

2.2.1.2 Decodificación

Proceso inverso al de codificación de la señal, aplicado durante su recepción y que restablece las características originales de la señal, posibilitando el entendimiento de la información por parte de los suscriptores.

¹ http://www.conartel.gov.ec/reg_te01.html, Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión - CONARTEL, Ecuador, 2003

2.2.1.3 Cabecera (Head-end)

Es el conjunto de antenas receptoras, transmisores, codificadores, sistemas de administración, sistema radiante e instalaciones accesorias, necesarias para prestar un servicio de televisión por suscripción, en una determinada área de servicio.

2.2.1.4 Programación de Televisión

Es la señal de audio y video que contiene la información de sonido e imágenes que se desea transmitir.

2.2.1.5 Repetidora

Sistema de transmisión adicional, para cubrir zonas de sombra en el área de cobertura autorizada o incrementar su área de cobertura a otras ciudades.

2.2.1.6 Servicio de Televisión en MMDS Codificado

Sistema codificado terrestre que utiliza los canales comprendidos entre los 2500 a 2686 MHz

2.2.1.7 Sistema Codificado Terrestre

Aquel que utiliza como medio de transmisión el espectro radioeléctrico mediante enlaces terrestre tipo punto multipunto.

2.2.1.8 Convertidor de frecuencia

Dispositivo conectado entre la antena de recepción y el receptor asociado, que convierte (cambia) la frecuencia de la señal recibida al rango de frecuencias compatibles con el mencionado receptor.

2.2.1.9 NTSC

National Television Standards Comité, Comité de Estándares de Televisión Nacional

2.2.2 CODIFICACIÓN DE UNA SEÑAL DE TELEVISIÓN

Como se dijo anteriormente, la codificación de una señal televisiva consiste en un proceso aleatorizador (scrambler) que perturba el contenido de la información de audio y/o video que emite el transmisor.

De tal forma, se hace necesario un equipamiento especial en el terminal receptor a fin de recuperar la señal original (decodificador). Sin este equipo, no tendrá significado alguno el video y/o audio, tanto sea la señal radiodifundida o guiada por un medio físico.

Este sistema fue ideado para establecer un servicio exclusivo para suscriptores, en el que el prestador del servicio asegura la protección de la señal frente a intentos de piratería.

2.2.2.1 Métodos de codificación

Entre los métodos de codificación se encuentran los que se describen a continuación:

2.2.2.1.1 *Tono interferente*

Resulta ser el más simple, se lo conoce como método trampa ya que la interferencia puede eliminarse mediante el empleo de filtros trampa de onda. Presenta 2 variantes: trampa positiva y trampa negativa. La trampa positiva consiste en el agregado de uno o más tonos interferentes a la señal de RF (no se necesita aplicar el proceso en banda base, y esto es una ventaja); en el receptor se eliminan estos tonos por un filtro notch (ranura) produciéndose solo un pequeño deterioro de la señal original. La protección resulta mínima pues para eliminar la codificación basta conocer la frecuencia del tono interferente. La trampa negativa se emplea comúnmente en circuitos de distribución por cable de CATV, donde se elimina la portadora de video filtrándola con un dispositivo ranura, ubicado fuera del alcance del usuario. Para recuperar la información hace falta reinyectar la portadora, en coherencia de fase y frecuencia.

2.2.2.1.2 *Supresión de la señal de sincronismo*

Es el método más popular actualmente. Se suprimen los pulsos de sincronismo horizontal y vertical pero se envía la información de la temporización necesaria para recuperarlas en el terminal receptor mediante una portadora piloto de señalización. Desde el punto de vista técnico, esta portadora piloto se puede enviar dentro o fuera del canal protegido, aunque la reglamentación exige que sea de modo intracanal.

2.2.2.1.3 *Aleatorización analógica.*

Este método requiere disponer necesariamente de la banda base. La aleatorización agrega perturbaciones a la integridad de la señal, especialmente variaciones de fase, siguiendo algún algoritmo. En el receptor se tiene conocimiento de este algoritmo perturbador y se reconstruye la fase original.

2.2.2.1.4 *Aleatorización digital*

Luego de la necesaria conversión A/D otorga versatilidad y confiabilidad al método de perturbación. Dentro del método digital, se destacan las técnicas siguientes²:

- Segmentación de líneas.
- Entremezclado de líneas.
- Segmentación y entremezclado de líneas.

Estas técnicas precisan almacenamiento de información de líneas en el decodificador, aunque el proceso se realiza en tiempo cuasi-real.

2.2.3 TELEVISION CODIFICADA TERRESTRE A TRAVÉS DE LA BANDA MMDS

La configuración de un Sistema de Televisión Codificada Terrestre que utiliza la banda de frecuencias de 2500 – 2686 MHz es el que se indica en la Figura 2.1.

² <http://www.monografias.com/trabajos5/mejortv/mejortv.shtml>, Mejoras en TV color

Figura 2.1 Configuración de un Sistema de Televisión Codificada Terrestre

Figura 2.1.a Estación de Rx/Tx

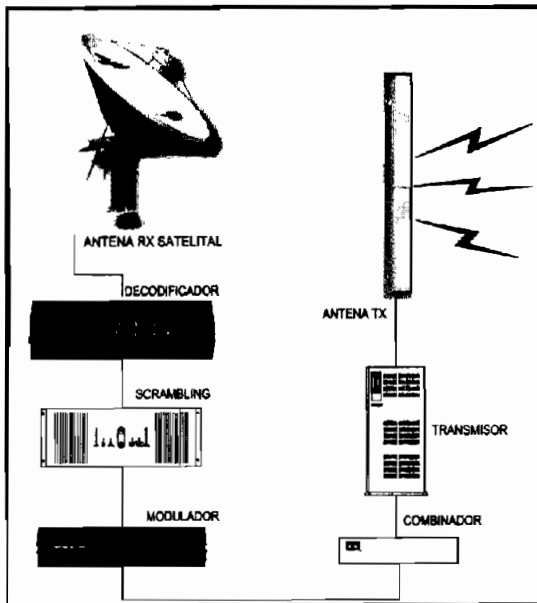
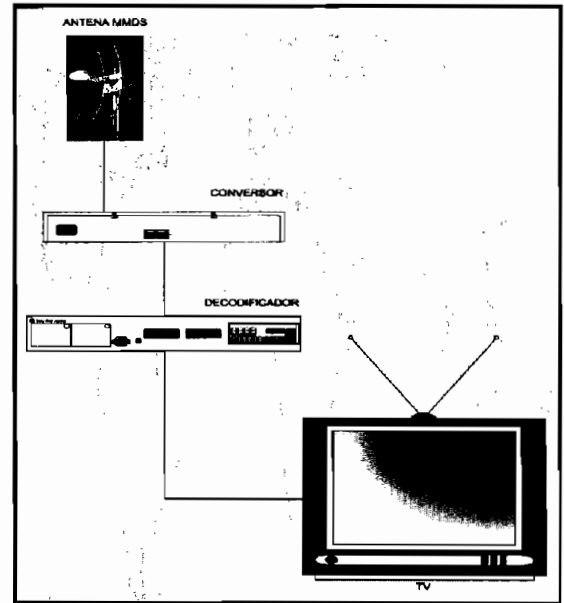


Figura 2.1.b Suscriptor



El sistema de televisión codificada terrestre está constituido de una estación Central de Recepción y Transmisión (Rx/Tx) en donde se realizan los procesos de recepción, decodificación, scrambling, modulación, combinación y transmisión de señales de televisión internacional codificada. Y del equipo de suscriptor, el cual recibirá la señal y convertirá la frecuencia de recepción en frecuencia de operación en CATV mediante el uso de un convertidor de bajada.

2.2.3.1 Estación Central de Transmisión/Recepción

2.2.3.1.1 Recepción de la señal

La señal de televisión internacional, transmitida vía satélite, será recibida con antenas parabólicas las cuales operan de acuerdo a la Banda en la cual se encuentran dichos canales, dependiendo de las indicaciones dadas por el proveedor de la señal internacional, estas antenas estarán equipadas con dispositivos LNB (Low Noise Block, Amplificadores de Bajo Ruido en Bloque) para recepción de la señal digital, y por lo general se encuentran a 17° K de sensibilidad³. Este proceso se lo puede apreciar en la Figura 2.1.a

³ Wayne Tomasi, Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, 2da edición, México 1996

Los receptores satelitales que se utilizan en los sistemas de televisión codificada, son equipos que recomiendan los proveedores de la señal internacional de acuerdo al formato de codificación que utiliza la señal.

Entre las características más relevantes que se debe tomar en cuenta en los equipos Receptores Satelitales, se tiene:

- Formato de decodificación/ decompresión digital
- Formato de compresión de audio
- Técnicas de múltiplexación que maneja para mejorar la calidad del video
- Formatos de video NTSC/PALM
- Bandas de trabajo C/Ku, entre otros.

2.2.3.1.2 Decodificación de la señal

Luego de que la señal es recibida en el LNB, ingresa mediante cable coaxial a la sala de equipos (caseta), en donde con la ayuda de dispositivos divisores de señal con bloqueo de corriente continua (Splitters) se divide e ingresa a cada uno de los decodificadores necesarios para cada canal del sistema (No. de decodificadores = No. de canales internacionales a recibir). La entrada a los decodificadores contiene las señales de audio y video de cada canal en banda base, luego de ser decodificada, la salida se encuentra en RF donde la portadora de audio está separada de la portadora de video.

2.2.3.1.3 Scrambling

Con ayuda de Scrambler (aleatorizador) la señal de audio + video es alterada en sus características originales. Este es un mecanismo de seguridad emprendido con el afán de dificultar el entendimiento por parte de terceros (no suscriptores).

El sistema de Scrambling tiene por objeto categorizar el servicio en diferentes niveles para ofrecer al usuario una mayor variedad de opciones. Además este sistema permite controlar más eficientemente la utilización del servicio por parte del suscriptor. Este sistema de Scrambling debe ser implementado en la estación central como en el punto del suscriptor.

2.2.3.1.4 Modulación de la señal

Las portadoras de audio y video que salen de los decodificadores, ingresan a la etapa de modulación, donde se desplaza el rango de frecuencias de cada uno de los canales del sistema a la banda de frecuencia correspondiente.

Es decir, los equipos moduladores tienen como propósito la redifusión de una señal de televisión en un formato y rango de frecuencias diferente a los que originalmente se encontraba.

2.2.3.1.5 Combinación de la señal

Una vez que las señales de TV son moduladas, estas se combinan para tener como resultado una sola señal en banda ancha que contiene las portadoras de audio y video de cada uno de los canales modulados.

2.2.3.1.6 Conversión de frecuencias

La señal combinada en RF, que contiene todos los canales del sistema, pasa por el dispositivo "Up Converter" que eleva a la frecuencia de RF, a la banda de 2500 – 2586 MHz (Sistema MMDS).

2.2.3.2 Transmisión

La señal de microonda (2500-2560 MHz) que contiene todos los canales del sistema en alta frecuencia, pasa al equipo transmisor donde es amplificada en potencia y dirigida finalmente a una antena de transmisión mediante el uso de cable coaxial.

2.2.3.2.1 Transmisor MMDS

El transmisor MMDS y convertidor de frecuencia de subida debe ser un equipo de estado sólido diseñado para ser utilizado en la banda MMDS, capaz de combinar las señales de las canales de televisión, de audio y video moduladas, para posteriormente convertir la señal de 222-408 MHz a 2500-2686 MHz. En este nivel la señal será amplificada y posteriormente transmitida.

2.2.3.2.2 Antena de transmisión

La antena de transmisión es el elemento que se encargará de irradiar la señal en la banda MMDS, desde el punto central de Rx/Tx (Cabecera) hacia la zona de cobertura deseada (Localidad o ciudad).

2.2.3.3 Equipo de recepción para cada suscriptor

A cada uno de los suscriptores se le instala una antena para la recepción de la señal operando en el rango de 2500 a 2686 MHz (Ver Figura 2.1.b). Luego de la antena, se instala un downconverter para volver a bajar la señal a IF y decodificar nuevamente los canales en la banda CATV de operación del sistema.

2.2.3.3.1 Antena receptora de suscriptor

Al lado del suscriptor es necesario instalar una antena directiva de alta ganancia con dirección hacia el centro de Rx/Tx (Cabecera) que opere en la banda de los 2500 – 2686 MHz (MMDS).

Tabla 2.2 Tipos de reflectores utilizados en el sistema MMDS

Antena	Ganancia (dB)
De malla en forma de rejilla	25
De Rayo directivo	15
De esquina reflectora	12
Yagi	18

Dependiendo de la distancia y de la línea de vista disponible desde el punto del suscriptor hasta el centro de Rx/Tx, se podría utilizar diferentes tipos de reflectores para obtener mayor o menor ganancia. En la Tabla 2.2 se indican los tipos de reflectores más usados en el sistema MMDS.

2.2.3.3.2 Conversor de frecuencia

El conversor de frecuencia de bajada es el corazón del sistema del suscriptor. Este dispositivo se encarga de bajar la frecuencia de la banda de 2500-2686 MHz a la banda de operación de los equipos de televisión en los canales requeridos.

2.2.3.3.3 *Decodificador*

A más de la antena y conversor de frecuencia, en el lado del suscriptor es necesaria la instalación del equipo decodificador, el cual descifrará la señal codificada que sale del centro de Rx/Tx y hará perceptible la información contenida en cada uno de los canales de televisión del sistema.

Hay varios tipos de decodificadores que pueden ser utilizados en el sistema MMDS, algunos son diseñados para operar en la intemperie mientras que otros pueden hacerlo dentro del sitio de la instalación, junto al equipo de televisión.

2.3 ACCESO A INTERNET DE ALTA VELOCIDAD VIA MMDS A TRAVÉS DE LA BANDA DE 2500-2686 MHz

Con el crecimiento del Internet y la demanda elevada para el acceso a Internet de alta velocidad se ha generado mucho interés en el uso de MMDS como la solución de "última-milla" para el hogar y el acceso a pequeñas y medianas empresas.

2.3.1 GENERALIDADES DEL SISTEMA

Una conexión de MMDS en el lado del cliente es como cualquier otra conexión a un ISP, normalmente un puerto del router conectado a la red externa del ISP. En el caso de MMDS, es típicamente una conexión Ethernet a un módem inalámbrico. Una antena se conecta a una radio y a través de un cable va hacia el módem. Pueden combinarse la antena y la radio en una unidad compacta. El tamaño de la antena es relativamente pequeño, aproximadamente 30 cm. de diámetro. Esta antena está directamente montada en el edificio o en un mástil y apuntada a la torre del proveedor de servicio. Las versiones futuras de la tecnología omitirán el requisito de la línea de vista según la telefónica estadounidense Sprint⁴.

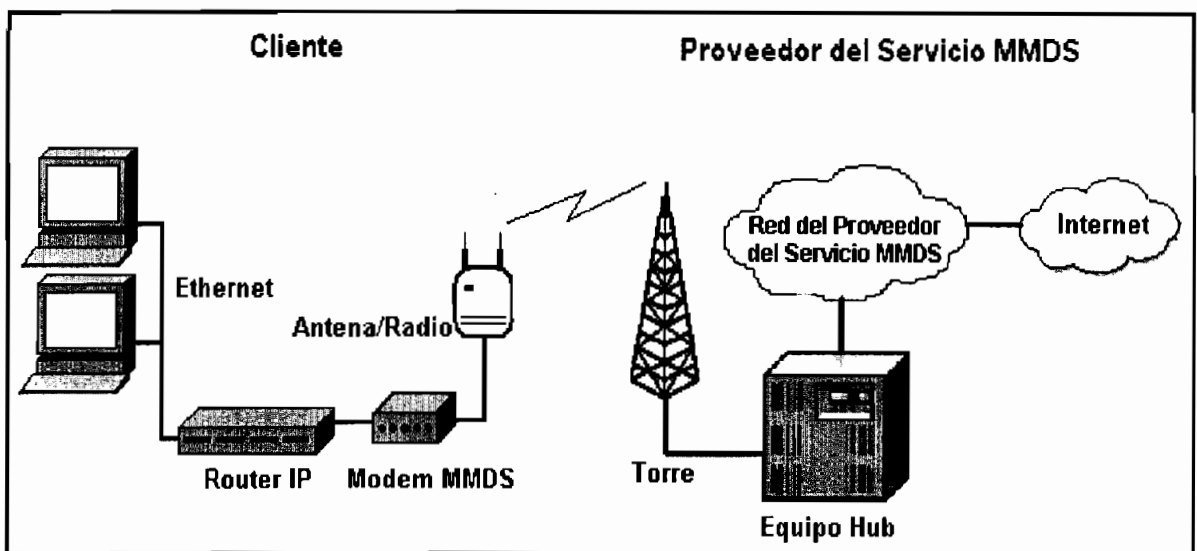
⁴ <http://www.networkcomputing.com/1222/1222f3.html>, Rysavy Peter, MMDS Struggles to Find a Foothold, 2001

En la torre del ISP está un equipo hub en la arquitectura punto-multipunto que multiplexa las comunicaciones de los múltiples usuarios. Este acceso difiere de muchas otras conexiones inalámbricas de banda ancha que operan en una base punto a punto. La torre tiene una conexión a la red del portador MMDS, y la red del portador interconecta con el Internet. Esta arquitectura es fundamentalmente igual que otras conexiones de ISP, con el enlace inalámbrico que reemplaza al DSL, E1 dedicado o un enlace frame relay.

Los módems inalámbricos de banda ancha ubicados en el cliente, ofrecen un funcionamiento similar a la operación de los módems por cable sobre el sistema de televisión por cable (CATV).

En la Figura 2.2 se indica un esquema general de la arquitectura MMDS para el acceso a Internet de Banda Ancha.

Figura 2.2 Arquitectura de MMDS para acceso a Internet de banda ancha



2.3.2 FUNDAMENTOS DE LA TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN A TRAVÉS DEL INTERNET

En esta sección se presentará puntos importantes como para entender las diferencias básicas entre el Internet y la transmisión de datos continua. Aunque no necesariamente se explicará como trabaja el Internet.

Los conceptos de la transferencia de datos continuos tales como el ancho de banda asignado a cada usuario llegan a no tener sentido, por lo menos para el tráfico del Internet. El Internet proporciona ancho de banda bajo demanda a menos que realmente transfiera paquetes en ráfagas. Habrá retraso en la recepción de un archivo o de una ráfaga de datos si hay muchos usuarios. Estos retrasos que aumentan con la carga del tráfico, son una medida de la calidad del servicio (QoS). Cada servicio se puede caracterizar por una QoS. Algunos servicios son confiables en el sentido de que nunca pierden datos. Usualmente, un servicio confiable se implementa haciendo que el receptor acuse el recibo de cada mensaje, de modo que el emisor este seguro de que llegó. El proceso de acuse de recibo introduce una sobrecarga y retardos que con frecuencia valen la pena, pero que algunas veces son intolerables⁵. En otras palabras significa proporcionar servicios satisfaciendo los requerimientos de aplicación de red.

La mayoría de las formas de transferencia de un archivo en Internet requieren los reconocimientos del protocolo IP (Internet Protocol, Protocolo Internet) y los ACKs (Acknowledge, Acuses de recibo). El retraso o la latencia en volver los ACKs de nuevo hacia la fuente de información, retarda la transferencia de archivo en sentido descendente.

La comunicación en sentido descendente utiliza el protocolo TCP/IP (Transmission Control Protocol, Protocolo para el Control de la Transmisión/ Internet Protocol, Protocolo Internet). El host del cliente reconoce la recepción de paquetes enviando una señal ACK hacia el proveedor. TCP utiliza una forma de control de flujo de datos llamado protocolo de ventana deslizante. Esto permite que las ráfagas rápidas en el sentido descendente se ajuste a la alta velocidad binaria del canal descendente. Lo cual optimiza la comunicación de ráfagas donde el tiempo de latencia o demora en la recepción de los ACK impacta la velocidad descendente.

Los siguientes puntos son efectos del protocolo TCP/IP en el sistema de cable módem:

⁵ Tanenbaum Andrew, Redes de computadoras, 3ra edición, 1997

- TCP/IP es mucho más tolerante a las pérdidas ocasionales de la comunicación descendente, causadas por la interferencia de una señal de televisión ya que esto puede solicitar retransmisiones.
- En una trayectoria de vuelta es necesario reconocer los paquetes transmitidos así como los archivos pedidos.
- Una trayectoria en sentido descendente con retorno por canal telefónico es una manera viable de proporcionar servicio.

En la actualidad las opciones del canal de retorno están en su infancia debido al costo del equipo y al limitado ancho de banda disponible. Estos ofrecen una latencia más baja y en la mayoría de los casos una alta velocidad en el canal de retorno para las transferencias de archivo en aplicaciones de negocio.

- El canal de retorno telefónico o inalámbrico pueden introducir factores adicionales que causan alta latencia dando como resultado velocidades bajas en sentido descendente. Por ejemplo, los módems telefónicos V.34 28.8 Kbps tienen mayor latencia que los módems telefónicos V.32 14.4 Kbps. Similarmente, algunos servicios de datos inalámbricos celulares o satelitales tienen latencia extrema y, consecuentemente, la transferencia de archivos es lenta.

El sistema de módems de banda ancha puede contribuir con latencia de ida-vuelta que varían a partir de los 25 milisegundos para el retorno inalámbrico y por encima de los 125 milisegundos para el retorno telefónico. El ACK es cerca de 40 bytes de largo para los sistemas de retorno telefónico y cerca de 80 bytes de largo para el retorno inalámbrico debido a sus diversos protocolos.

2.3.3 FUNDAMENTOS DEL SISTEMA CABLE-MÓDEM Y EL MODEM DE CABLE

En esta sección se explicará la forma en que opera el sistema de cable-modem, lo cual permitirá comprender de mejor manera el funcionamiento del sistema "cable inalámbrico" ya que existen muchas similitudes entre estas dos tecnologías como por ejemplo, las dos permiten el acceso a Internet, trabajan bajo variaciones del

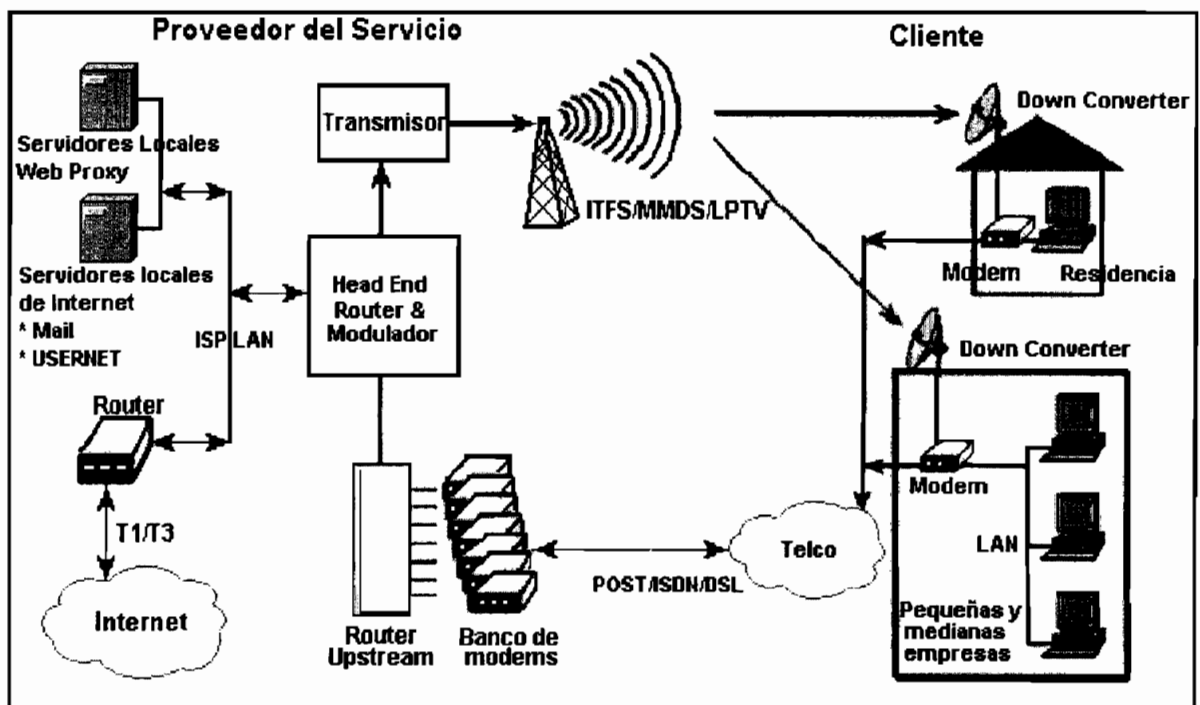
estándar DOCSIS (Data Over Cable Service Interfaz Specifications, Datos sobre la especificación de Interfase del servicio de cable), la arquitectura de los Head-End son similares, entre otras.

2.3.3.1 Sistema de Cable Módem

La figura 2.3 es usada para poner en evidencia los puntos aplicables a la parte inalámbrica. La arquitectura del módem cliente servidor, proporciona al operador el control de los módems (clientes) desde el extremo principal o head-end.

Comenzando con el proveedor de servicio, se requiere una conexión al Internet además de un número de servidores locales, tales como e-mail, dns y un servidor de depósito de páginas web (caching server), para que las páginas visitadas con frecuencia en vez de solicitarlas en varias ocasiones a la red (Internet), sean solicitadas a este servidor.

Figura 2.3 Sistema de cable módem



De cierta forma un router en sentido descendente esta conectado con la red LAN. La salida digital es convertida por un modulador de 64QAM, que proporcione una señal de frecuencia intermedia a 44-MHz (SI) al transmisor. Esta señal ocupa un

ancho de banda de 6 MHz. (el tipo de modulación y el tamaño del canal varía según el proveedor.) El cliente recibe la señal siempre y cuando su antena tenga línea de vista (LOS) hacia el transmisor, y el módem de cable está conectado por un cable Ethernet con la computadora o las computadoras múltiples en un LAN Ethernet.

La trayectoria de vuelta del módem en este diagrama está sobre la red telefónica dial up a un banco de módems y a un router upstream. Esta trayectoria de retorno lleva tanto las peticiones y los reconocimientos ACK de los paquetes descendentes.

Conectar la trayectoria de retorno directamente con la LAN del proveedor proporcionará mayor rapidez de transferencia de los archivos desde los servidores locales. El banco de módems podría también estar en un sitio remoto conectado por las instalaciones digitales tradicionales. (Los bancos de módem se podrían también conectar con otro punto de acceso del Internet. Esto no diferencia el tráfico del Internet pero podría retardar la transferencia de los servidores locales debido al retardo de Internet de ACKs.)

Cada canal de 6 MHz puede soportar cerca de 9000 suscriptores. El número varía según al tipo de tráfico y de uso. Esto puede ser aumentado usando en el transmisor antenas direccionales en vez de las antenas omnidireccionales de modo que diversos sectores sean servidos por diversos transmisores.

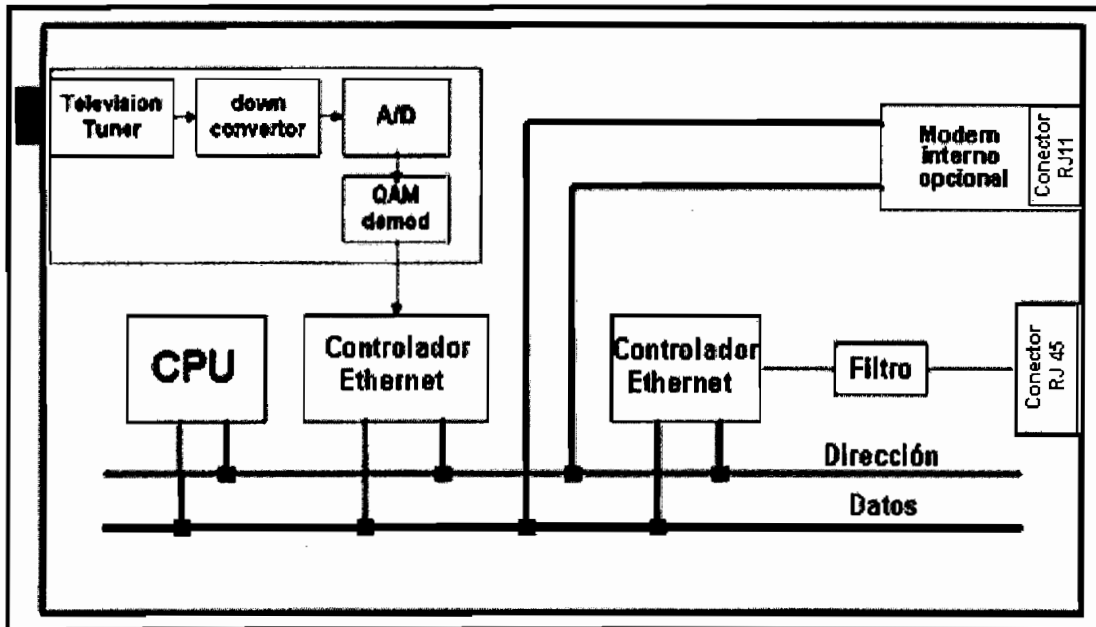
2.3.3.2 Módem de Cable

Para poder entender como funciona la estructura del servicio del módem inalámbrico de banda ancha sobre la arquitectura simple del sistema de servicio de cable, es útil primero entender la operación en un sistema del cable con pocas variables. Un sistema moderno de CATV tiene canales en sentido descendente a partir de 50 MHz a 806 MHz. El módem de cable conecta a todos o a algunos estos canales dependiendo de su diseño. El nivel de la señal es nominalmente 0 dBmV (1 milivoltio en 75 ohmios) en el interfaz al cliente y es estable, variando lentamente con temperatura y el tiempo. Los canales de CATV

en los EE.UU. son de 6 MHz de par en par y con el espaciamento 6-MHz. En un modulador de 64 QAM puede caber 30 Mbps de datos en un canal de 6-MHz.

Un módem de cable consiste de un estándar digital controlado, un sintetizador de televisión cable-listo, un demodulador de 64 QAM y una conexión Ethernet para la computadora del cliente, como se lo puede apreciar en la Figura 2.4

Figura 2.4 Diagrama de bloque simplificado de un módem de cable



La trayectoria de retorno de la computadora lleva mensajes ACK o transferencias de archivo hacia el proveedor tales como e-mails. La conexión de retorno puede utilizar una conexión RS232 al módem telefónico o una señal modulada de retorno tal como desplazamiento de fase cuaternario (QPSK) para el retorno sobre el sistema de cable. Un procesador interno con comandos de memoria del sintonizador y la trayectoria de vuelta así como más funciones complejas tales como filtración de paquetes en sentido descendente.

Hay algunos puntos para observar en lo que concierne a la sintonización de memorias del módem:

- El módem ideal funciona tanto para CATV como de forma inalámbrica, aunque en esta última tiene algunos requisitos tal como la propagación y la manera en que la señal es recibida.

- Un sintonizador digital controlado TV tuner ha fijado pasos de afinación de 62,5 kHz.
- El vendedor del cable módem entrega un módem que sintonice solamente a las frecuencias fijas. Los módems de cable utilizan afinación digital discreta, no analógica. Muchos módems se afinan en los pasos de 6 MHz, que no es suficiente para todas las bandas inalámbricas.
- El demodulador de 64 QAM también maneja el sintonizador. El demodulador tiene habilitado corregir los errores de frecuencia que ocurren en la sintonización/cambio de frecuencia de la televisión y la señal recibida. La estabilidad de la frecuencia de la entrada está normalmente en el rango de ± 50 kHz.

2.3.4 ARQUITECTURA DEL SISTEMA INALÁMBRICO DOWNSTREAM

La ingeniería del sistema inalámbrico es complicada debido a algunos factores:

- La localización física del transmisor inalámbrico puede ser diferente de la localización del head-end de internet.
- Es requerida la línea de vista
- La potencia disminuye con la distancia
- Distintas frecuencias de transmisión son usadas según las licencias disponibles.
- Distorsión multitrayectoria
- La antena de recepción necesita estar sobre el techo, a un costado del edificio, o a veces en la ventana.
- La operación bidireccional es limitada por la disponibilidad de las licencias, ancho de banda, y la regulación de la FCC (Federal Communications Commission).

Requisitos necesarios para la implementación del sistema inalámbrico Downstream

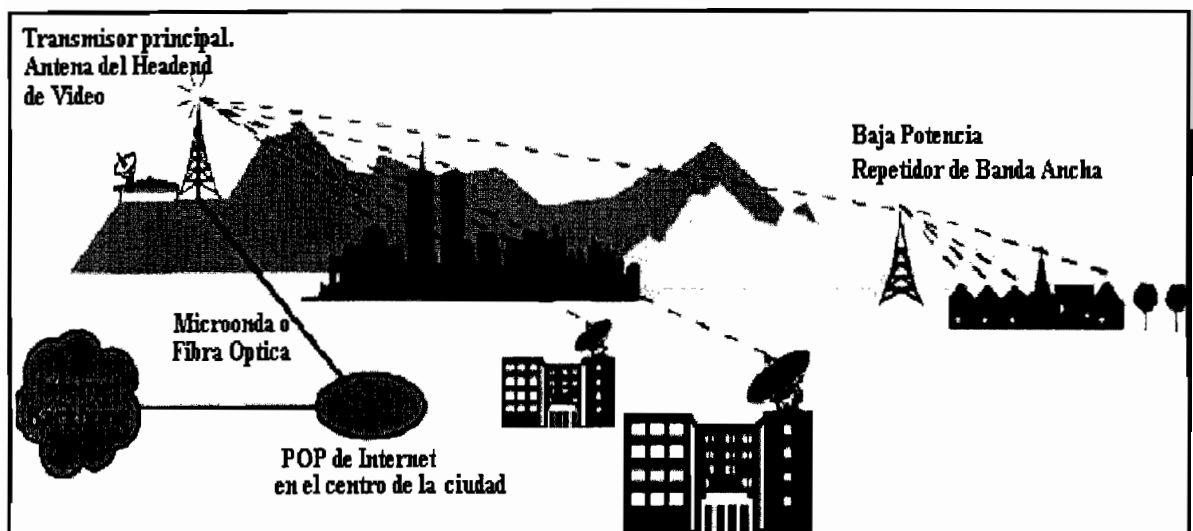
- Si uno tuviera completa libertad, el transmisor estaría en un sitio conveniente para que el servicio de conexión a Internet tenga línea de

vista hacia los clientes. Estos dos requisitos impiden que el transmisor y el head-end de internet no puedan ser colocados cerca.

- El sitio para la antena inalámbrica y el transmisor es usualmente elegido para que la TV tenga línea de vista hacia un área metropolitana o algunas comunidades rurales. Las bandas de frecuencias fueron ya permitidas para el área de cobertura; no hay servicio de comunicaciones personales por celda. Como resultado, el sitio del transmisor puede ser físicamente inaccesible, en una montaña.
- El punto más cercano para la conexión a Internet es con frecuencia en el centro de la ciudad. Este es frecuentemente el mejor sitio para la ubicación del headend de Internet.

En la figura 2.5 se muestra la configuración de la transmisión MMDS. El transmisor conjuntamente con el Head-end se encuentra distante del POP (Point of Presence) de Internet, el cual está localizado en el centro de la ciudad.

Figura 2.5 Configuración de la transmisión de MMDS



2.3.5 RECEPCIÓN DE LA SEÑAL DESDE EL SUSCRIPTOR

La banda de frecuencia determina el tipo de antena receptora y el downconverter (si es necesario). Las señales de LPTV (Low-Power Televisión Service, Servicio de Televisión de Bajo Poder) son recibidas por el módem de cable usando una antena normal exterior de TV, posiblemente con un amplificador pero prestando

más atención al nivel de la señal que se habría fijado con la televisión análoga. El nivel debe estar cerca del extremo superior del rango aceptable al módem, pues la señal es más probable que se desvanezca a que se aumenta de nivel.

MMDS, MDS, y WCS requieren una antena pequeña integrada con un downconverter montado en la azotea o a un costado del edificio. Estas unidades son baratas, a mitad del precio del módem de cable. Las antenas pueden ser de forma plana, un cuadrado de un pie de lado tiene 17 dB de ganancia, o diseños en forma de cúpula con características similares. Otros productos usan parábolas, con dos pies de diámetro, o antenas yagi, con dos pies de largo. La mayoría de los downconverters permiten elegir la ganancia interna tan bien como la ganancia de la antena de modo que el nivel de la señal de salida pueda estar tan cerca como sea posible a 0 dBmV para el módem.

Los siguientes son puntos a observar en un ambiente inalámbrico:

- Direcione la antena para reducir al mínimo las multitrayectorias
- Asegúrese de que la antena esté direccionada para recibir la señal directa más bien que una señal reflejada más fuerte de un edificio que pueda variar en nivel.
- Fijar el nivel de la señal cerca de 0 dBmV.
- Trabaje con el proveedor del downconverter para alcanzar la selección más simple de la ganancia del amplificador y de la ganancia de la antena para que en el área de cobertura se reduzca al mínimo el número de diferentes modelos a emplearse.
- Utilice los cálculos apropiados de las pérdidas por trayectoria para los enlaces de microonda. El cálculo para los moduladores múltiples a través de un transmisor común (sub-canalización) es un poco diferente que el caso de una sola señal en un transmisor.
- Una instalación del downconverter dirigida para un módem de cable puede también soportar el servicio de video. Lo contrario no es verdad pues el módem de cable tiene niveles de requisitos específicos.
- La señal nominal en un ambiente con cable es 0 dBmV en 75 ohmios. El sintonizador/ demodulador del módem de cable aceptará una variación

limitada en el nivel de entrada de datos. Dependiendo de fabricante, modelo, frecuencia de operación y del ambiente de MMDS, la pérdida por trayectoria es estable a excepción de la distorsión por multitraectoria (quitada idealmente por el ecualizador adaptado al módem de cable), y la antena o la ganancia del downconverter pueden ser seleccionadas para proporcionar el nivel exacto al módem de cable. En el caso de LPTV, el desvanecimiento de la trayectoria es más común pero una antena externa con la operación de LOS reducirá al mínimo el nivel de las variaciones por multitraectoria.

2.3.6 OBTENCIÓN DE LA SEÑAL DEL TRANSMISOR INALÁMBRICO DE BANDA ANCHA

La mayoría de los transmisores inalámbricos requieren torres altas para conseguir el área de cobertura. Éstos están a menudo fuera de ciudad así que el problema es conseguir la señal descendente del POP (Point Of Presence) del Internet al transmisor. Esta trayectoria es tan importante como el resto del sistema y debe ser diseñada correctamente. Hay dos medios básicos para la transmisión, la fibra óptica y la radio, y dos tecnologías de transmisión, modulación de amplitud y modulación de frecuencia. La modulación de amplitud ofrece más canales. La opción depende, sin embargo, si hay enlaces existentes para las señales de la televisión y cuán lejos es posible planear el incremento de la demanda de servicios.

Es importante observar que en un ambiente inalámbrico, la desviación de frecuencia en el uplink degrada la estabilidad de la señal transmitida final en sentido descendente. En el caso de STL, los downconverters y los upconverters convierten la señal IF 44 MHz cerca de la estabilidad de la banda base. En el caso de los enlaces modulados por amplitud, la conversión a la banda de CATV y de nuevo a IF degrada la estabilidad a menos que los dispositivos se puedan sincronizar a una referencia estable.

En la Tabla 2.3 se hace un resumen de los dos medios de transmisión básicos con sus respectivas modulaciones utilizadas para enlazar el POP con el transmisor.

Tabla 2.3 Opciones típicas para enlazar el POP con el transmisor

	Modulación de Amplitud	Modulación de Frecuencia
Inalámbrico	Enlace amplitud-modulada (AML) a 31 canales	Estudio del enlace transmisor (STL) data channel
<i>Precauciones</i>	El filtro anti-ruídos puede ser necesario.	Downconvert a partir de 44 MHz a banda base, filtro anti-ruídos usado
La fibra óptica	Enlaces estándar de fibra óptica de CATV 36 a > 69 canales	Modulación de frecuencia (fm) enlaces de fibra de 1 a 16 canales, obsoleto
<i>Precauciones</i>	Estándar	Downconvert a partir de 44 MHz a banda base, filtro anti-ruídos usado

2.3.7 OPCIONES DEL CANAL DE RETORNO ⁶

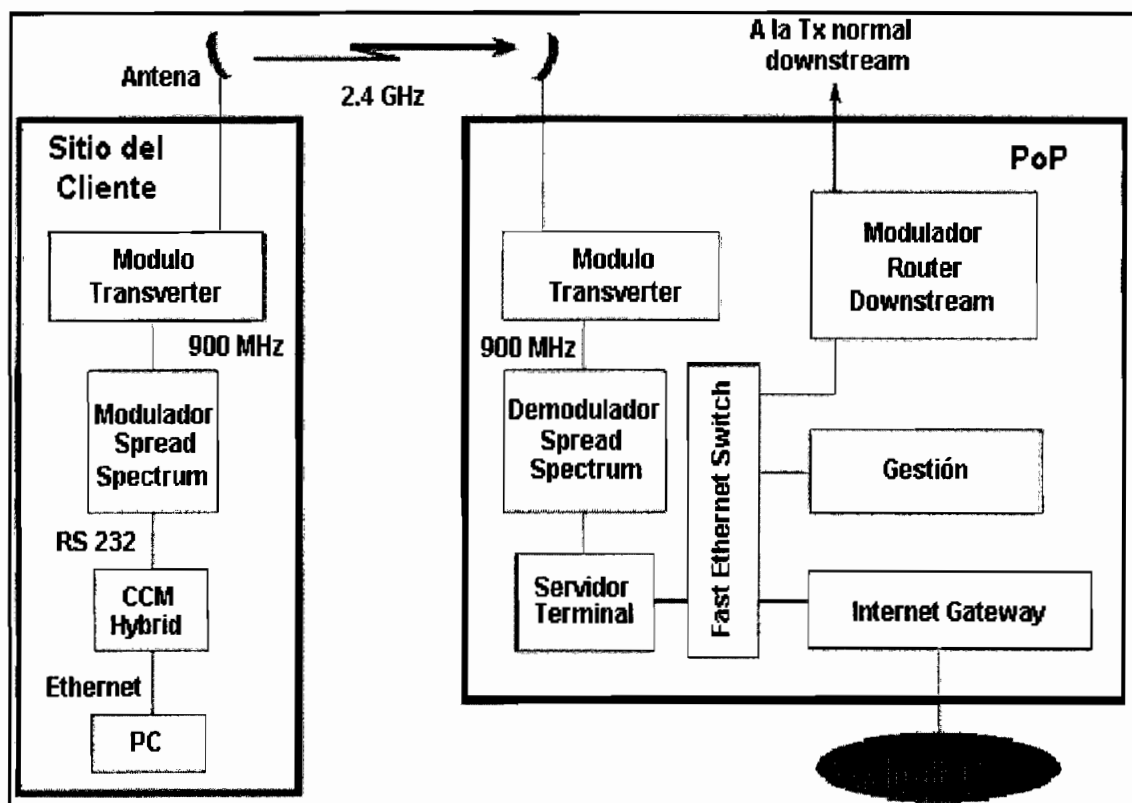
La operación bidireccional inalámbrica está en su infancia debido a la disponibilidad del espectro, del equipo, y de las regulaciones cambiantes de la FCC. La tecnología, regulaciones, y las ediciones del negocio están cambiando muy rápidamente. Un proveedor de servicio utilizará una mezcla del canal telefónico, del (ISDN, Integrated Services Digital Network, Red Digital de Servicios Integrados), y del retorno vía radio como sea necesario para resolver las necesidades de cliente.

2.3.7.1 Uso de las bandas de ISM

Es posible utilizar moduladores comercialmente disponibles spread-spectrum en cualquiera de las bandas de ISM.

⁶ <http://www.iec.org>, Wireless Boadband Modems, 2003

Figura 2.6 Una forma de utilizar la banda ISM para el retorno inalámbrico de 900 MHz/2.4 GHz

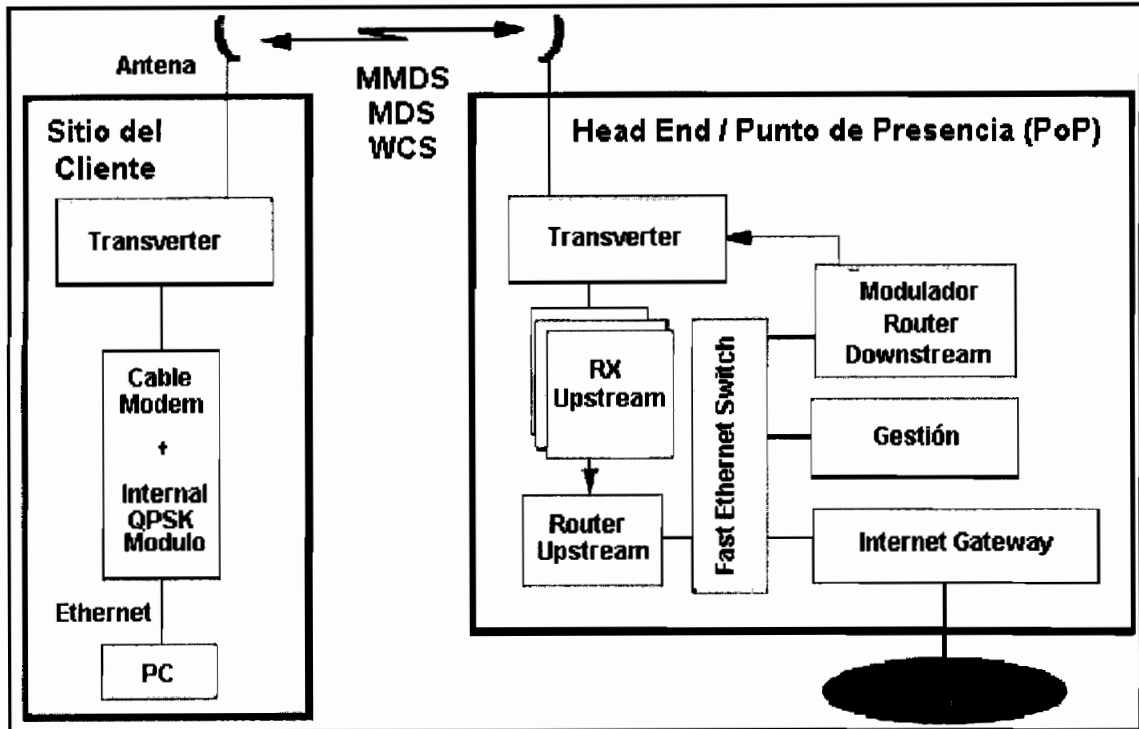


Éstos se pueden conducir desde la salida RS232 de un módem de cable, de la misma manera que un módem teléfono externo para el canal de retorno teléfono (Véase la Figura 2.6). La ventaja es que el espectro está libre y disponible ahora. Esto permite que un operador entienda las ediciones del despliegue. Puede ser una solución viable a largo plazo dado el costo del espectro en las bandas de frecuencia tradicionales, y las antenas altamente direccionales 2.4-GHz reducen al mínimo la probabilidad de interferencia con otros usuarios.

2.3.7.2 Uso de la señal QPSK de un modem de cable

Los transverters (convertidores de frecuencia) y los upconverters están en el desarrollo de varios fabricantes para llevar en la Banda de 5 a 42 MHz la salida de la señal QPSK del retorno por cable del módem y trasladarlo a las bandas de WCS, de MDS1, de MDS2, y de MDSA.

Figura 2.7 Retorno de la señal de QPSK de un módem de cable usando la señal de radio



Un transverter es simplemente una combinación de un downconverter y un upconverter (Véase Figura 2.7). Estas unidades son similares en aspecto a los downconverters y generan 50 mW o 100 mW de potencia transmitida. Esto es bastante para alcanzar al sitio en sentido del transmisor descendente o al extremo del head-end del Internet si está más cercano y existe un LOS. La velocidad binaria de la señal QPSK se puede fijar a diversos valores, a partir del 256 Kbps a 512 Mbps. Valores más bajos permiten a más usuarios.

Los siguientes son puntos que deben ser tomados en cuenta por los operadores bidireccionales:

- Si el transmisor es separado del head-end del Internet, el camino de retorno se debe licenciar y comprar, similar a lo que se hace en el sentido descendente.
- El costo del sistema, incluyendo la oportunidad del espectro que se podría utilizar para las señales descendentes en lugar del canal de retorno

- La velocidad binaria/ancho de banda usada para el canal de retorno; como un ejemplo, los 12 MHz del ancho de banda en el MDS1 combinado y MDS2 se podían dividir en canales de 200-kHz con velocidades de 256 o 320 Kbps. Esto da 60 canales que soportando alrededor de 3000 suscriptores con antenas omnidireccionales no-sectorizadas. Esto significa que las antenas que reciben la trayectoria de retorno deben ser sectorizadas mientras que las empresas en desarrollo alcanzan la misma capacidad upstream de suscriptor que el en sentido descendente.
- El modulador de QPSK y la porción del upconverter del transverter determinan la estabilidad de la frecuencia y la salida superior falsa de la transmisión de la trayectoria de retorno
- El transmitir de nuevo al sitio de la torre transmisora, permite antenas integradas, transmisoras y receptoras en el sitio de cliente. Estas unidades serán menos separadas y costosas, puesto que están apuntando en la misma dirección. La antena transmisora se alinea automáticamente cuando la antena de recepción está instalada y alineada.
- Al transmitir hacia el POP del head-end de Internet (donde posiblemente se requiere antenas separadas con la alineación individual), evade el requisito para conseguir la señal de retorno del transmisor en sentido descendente hacia el POP.

2.4 VIDEO BAJO DEMANDA

El video bajo demanda es otra aplicación que tiene la bidireccionalidad del sistema MMDS, ya que el usuario podrá disponer en cualquier momento de películas o videos a su elección, gracias a las opciones múltiples de interactividad usuario-proveedor.

2.4.1 INTRODUCCIÓN

La mayoría de los hogares tiene hoy en día un televisor. En la actualidad se ofrece los programas de varios canales disponibles y es muy simple de usar. La Televisión por Cable (CATV) hace posible escoger los programas que uno desee ver, entre un gran número de canales. Entonces, el arriendo de video se volvió un

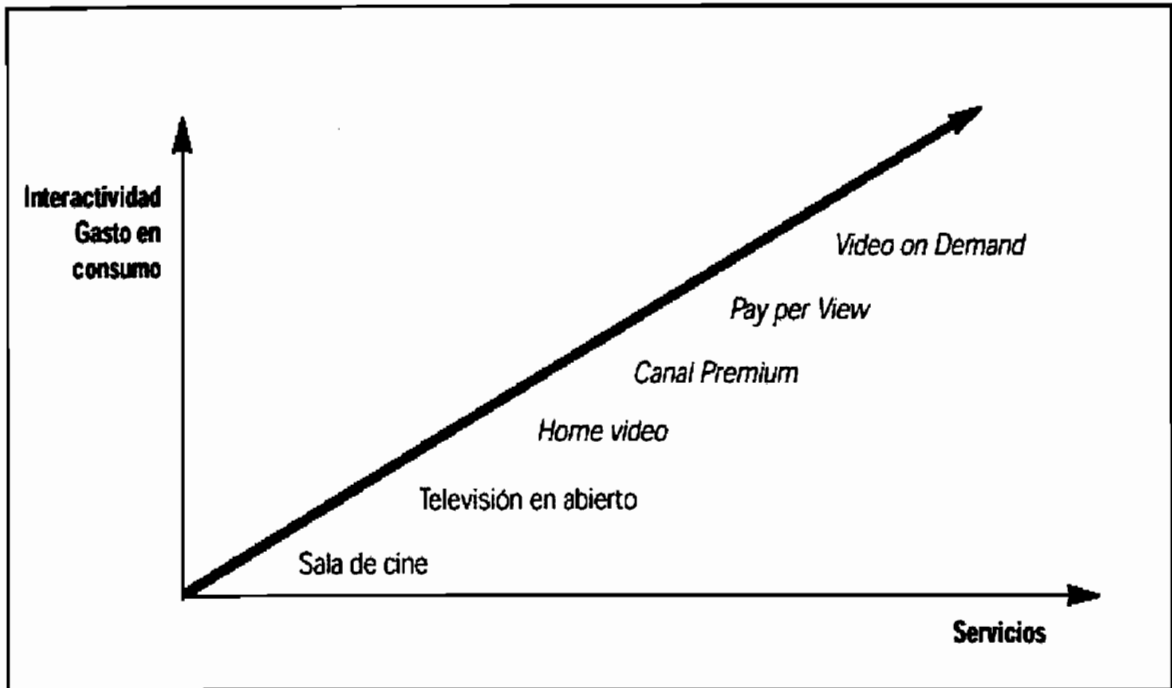
negocio, y con la ayuda de un registrador de video que se proporciona a los clientes para seleccionar las películas cuando ellos quieran, aparece el servicio denominado Video Bajo Demanda.

Hoy día el Video Bajo Demanda (VoD) incluye muchos servicios y oportunidades. La tecnología actual permite a operadores de red de telecomunicaciones ofrecer en el hogar y sin salir de casa, juegos, realizar compras y solicitar películas bajo demanda. Estos servicios deben tener precios competitivos frente al arriendo común de videos, involucrando al usuario, el cual ya no necesita viajar para adquirir dichos servicios. Estas posibilidades se han alcanzado por el desarrollo de las telecomunicaciones e industria electrónica. La capacidad de un disco duro se duplica casi cada año manteniéndose prácticamente a un precio constante. La compresión de video ha aumentado considerablemente, el video MPEG-estructurado puede transportarse a una tasa de pocos Mbps. Las técnicas del proceso digital de señales permiten el transporte de unos pocos Mbps sobre pares de cobre existentes para una distancia de unos pocos kilómetros.

Finalmente, el Modo del Traslado Asíncrono (ATM, Asynchronous Mode Transfer) permiten cambiar de cualquier tasa de bits razonable a un solo o múltiples clientes entre un número grande de clientes conectados. Sin embargo, hoy la transmisión de banda ancha es grande sólo en el downstream (de proveedor a usuario/cliente), siendo el ancho de banda para el upstream (de usuario/cliente a proveedor) estrecho. Pero los anchos de banda del upstream también pondrán ser más anchos en el futuro, entonces la interactividad entre el usuario/cliente y el proveedor de servicio aumentará.

Esta nueva tecnología está desarrollándose todo el tiempo, porque el Video bajo demanda tiene tantas aplicaciones diferentes para ofrecer a los usuarios/clientes a un costo razonable. Por esta razón muchas compañías, organizaciones y universidades se encuentran desarrollando productos y estándares. En la Figura 2.8 se puede apreciar como ha evolucionado el consumo por la televisión y sus diferente formas desde la salas de cine hasta el actual video bajo demanda.

Figura 2.8 Evolución de las formas de consumo ⁷



2.4.2 ¿QUÉ ES EL VÍDEO BAJO DEMANDA (VoD)?⁸

El vídeo bajo demanda (VoD: Video On Demand) es la tecnología que permite el acceso simultáneo de múltiples usuarios a contenido audiovisual cumpliendo las siguientes condiciones:

- Cada usuario dispone de un canal de vídeo y audio dedicado
- Cada usuario controla la reproducción de su canal de vídeo
- Adicionalmente puede incluir acceso a fuentes de vídeo en vivo.

Es posible explorar el contenido audiovisual de una manera jerarquizada para decidir qué material se desea visionar ya sea material pregrabado o un canal de vídeo en vivo

⁷ www.ehu.es/kmeso/textos/c1.pdf, José M. Álvarez Monzoncillo, Redes regionales y servicios interactivos, 2003

⁸ <http://www.krop.es/documentacion/is/QueesycomofuncionaelVoD.pdf>, KROP Audiovisual System, 2003

2.4.3 LOS TIPOS DE SERVICIOS INTERACTIVOS

Basado en el nivel de interactividad, los servicios interactivos pueden ser clasificados en varias categorías. Las categorías siguientes son la recopilación de un artículo escrito por el Thomas D.C. Little y Dinesh Venkatesh de la Universidad de Boston.

2.4.3.1 La Transmisión NVoD (No-VoD, No Video-On-Demand)

El cual es un servicio similar para transmitir televisión en que el usuario es un participante pasivo y no tiene ningún control sobre la sesión.

2.4.3.2 Pague Por Ver (PPV, Pay-Per-View)

Son servicios en que el usuario paga por la programación específica, similar a CATV existente los servicios de PPV.

2.4.3.3 Cuasi Video Bajo Demanda (Q-VoD, Quasi Video-On-Demand)

Permite servicios en el cual los usuarios son "agrupados" basado en un umbral de interés común. Los usuarios pueden realizar actividades simples de control temporales cambiando a un grupo diferente.

2.4.3.4 Cerca Del Video Bajo Demanda (N-VoD, Near Video-On-Demand)

Permite servicios en que las funciones hacia delante y hacia atrás son simuladas por transiciones en intervalos de tiempo discretos (en el orden de 5 minutos). Esta capacidad puede proporcionarse por los múltiples canales con la misma programación sesgada en el tiempo.

2.4.3.5 El Verdadero Video Bajo Demanda (T-VoD, True Video-On-Demand)

Permite servicios en que el usuario tiene el control completo sobre la presentación de la sesión. El usuario tiene una función total o completa VCR (VCR virtual), es decir la capacidad de manejar funciones como hacia delante e inversa, congelar cuadros, y posicionamiento randómico. T-VoD necesita un solo canal por usuario/cliente y canales múltiples para varios usuarios.

2.4.3.6 El Servicio U-VoD (Unified Video On Demand)

En el año 2002, Jack Y. B. Lee Ph.D. en Ingeniería de la Información de "The Chinese University of Hong Kong (CUHK)" realizó un estudio sobre VoD.

Según su estudio, en el Video Bajo Demanda (VoD) los sistemas pueden ser clasificados en dos categorías: 1) verdadero-VoD (TVoD) y 2) cerca de-VoD (NVoD). Los sistemas de TVoD asignan un canal especializado para cada usuario y así lograr una respuesta de tiempo corta y que el usuario pueda seleccionar el video para ver, cuándo verlo, y tener el control a voluntad con el VCR-interactivo. Por el contrario, los sistemas de NVoD transmiten los videos en forma múltiple o multicast para servir a múltiples usuarios, los cuales comparten un solo canal de video, lo cual representa que el costo del sistema puede reducirse sustancialmente.

Los sistemas de TVoD pueden ser considerados como uno extremo en donde la calidad se aumenta al máximo, mientras los sistemas de NVoD pueden ser considerados como el otro extremo donde el costo del sistema se minimiza. El estudio propone una nueva arquitectura llamada VoD Unificado (UVoD), éste puede ser configurado para lograr un tradeoff del costo-rendimiento en cualquier parte de los dos extremos (es decir, TVoD y NVoD). Asumiendo que un cliente pueda recibir dos canales de video simultáneamente y pueda tener los buffers locales para poder almacenar una porción de los datos de video, la arquitectura propuesta de UVoD puede lograr una ganancia significativa (por ejemplo, 400% más capacidad para un sistema de 500 canales) sobre TVoD bajo la misma latencia.⁹ Pero este es tema de otro estudio.

Los servicios PPV son los más fáciles de llevar a cabo, mientras que los sistemas T-VoD son los más difíciles. PPV y Q-VoD son los servicios como mirar las películas. En estos casos, un controlador local, set-top-box, puede filtrar múltiples canales para lograr el servicio. T-VoD requiere una señal bidireccional del usuario

⁹ <http://www.mcl.ie.cuhk.edu.hk/uvod-cl-99.pdf>, Jack Y. B. Lee, *Member Services-IEEE*, UVoD: An Unified Architecture for Video-on-Demand

a un proveedor y/o controlador central. Algunos de los servicios básicos interactivos multimedia se encuentran listados en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Servicios interactivos multimedia

DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
PELICULAS BAJO DEMANDA	Los clientes pueden seleccionar y reproducir sus películas con una completa capacidad de VCR.
VIDEO JUEGOS INTERACTIVOS	El cliente puede descargar y jugar juegos de computadora sin necesidad de comprar una copia física del juego.
NOTICIAS DE TELEVISION INTERACTIVAS	El usuario tendrá la habilidad de ver con más detalle las historias seleccionadas. Es decir tendrá una selección interactiva y selección.
CATALOGO BROWSING	El cliente examina y compra productos comerciales como si fuera mediante catálogo.
APRENDIZAJE A DISTANCIA	Los clientes se suscriben a cursos de enseñanza en sitios remotos.
PUBLICIDAD INTERACTIVA	Los clientes responden a estudios del anunciante y son premiados con servicios y demos gratis.
VIDEO CONFERENCIA	Los Clientes pueden negociar entre sí. Este servicio puede integrar audio, video, el texto, y gráficos.

2.4.4 APLICACIONES DEL VÍDEO BAJO DEMANDA

Existen, dentro de esta definición diversas formas de implementar el vídeo bajo demanda, atendiendo sobre todo al medio de transmisión, a los protocolos de transmisión, al tipo de interfaz, a la calidad del vídeo, al tipo de terminal, etc.

Todas las formas de vídeo bajo demanda se han convertido en objeto de gran atención debido a las expectativas que abren para poder optimizar actividades y aplicaciones donde el vídeo tiene o puede tener un papel relevante, como se verá a continuación.

2.4.4.1 Videotecas

El vídeo bajo demanda reemplaza ventajosamente a las enormes videotecas analógicas, y permite el acceso de múltiples usuarios simultáneamente mejorando

la calidad del visionado, la calidad de la copia, el control sobre la reproducción, la capacidad de almacenamiento, el sistema de gestión, y evitando la degradación del material con los sucesivos visionados.

2.4.4.2 Hoteles

El vídeo bajo demanda digital está emergiendo como la tecnología más adecuada para suministrar películas a las habitaciones de los hoteles, permitiendo calidad DVD, control completo sobre la señal de vídeo, una oferta más rica que incluye hasta miles de películas, y prestaciones adicionales, como perfiles de usuarios y de contenidos, etc., que se traducen en una mayor facturación en concepto de visionado.

2.4.4.3 Grandes Superficies, Museos, Parques Temáticos

Es muy común ver hoy en día diferentes espacios en grandes almacenes y museos donde se visionan vídeos promocionales, informativos, etc. Estos puntos de información consisten habitualmente en docenas de cintas analógicas cuya gestión es complicada y su calidad se altera rápidamente.

El vídeo bajo demanda digital permite almacenar todos los contenidos digitales en un servidor central de vídeo y enviarlos bajo demanda o de forma programada a cada uno de los puestos de información. La infraestructura necesaria consiste generalmente en una instalación de red de las habitualmente usadas para las redes de datos Ethernet.

2.4.4.4 Estaciones, Aeropuertos

Las necesidades para mostrar información con contenido de vídeo en estaciones y aeropuertos están creciendo permanentemente. La información de vuelos, la teledifusión y los anuncios se han hecho muy comunes en estos recintos. El vídeo bajo demanda digital permite almacenar todos los contenidos digitales en un servidor central de vídeo y enviarlos bajo demanda o de forma programada a cada uno de los puestos de información. La infraestructura necesaria consiste

generalmente en una instalación de red de las habitualmente usadas para las redes de datos ethernet.

2.4.4.5 Empresas e Instituciones

Cada día hay más empresas e instituciones que necesitan trabajar con vídeo para diferentes propósitos: formación, marketing, archivo, vigilancia... Bancos, empresas de seguros, multinacionales, tour operadores, inmobiliarias, hospitales, son empresas típicas que están empezando a almacenar y acceder a material videográfico.

Para este sector, el vídeo bajo demanda digital presenta la ventaja de que en general es posible explorar y visionar el contenido tanto desde televisiones y proyectores (usando un descodificador) como desde un PC, y en muchas ocasiones utilizando infraestructura de red IP ya existente.

2.4.5 LA DIFERENCIA EN LA DESCARGA DEL CONTENIDO Y EL STREAMING

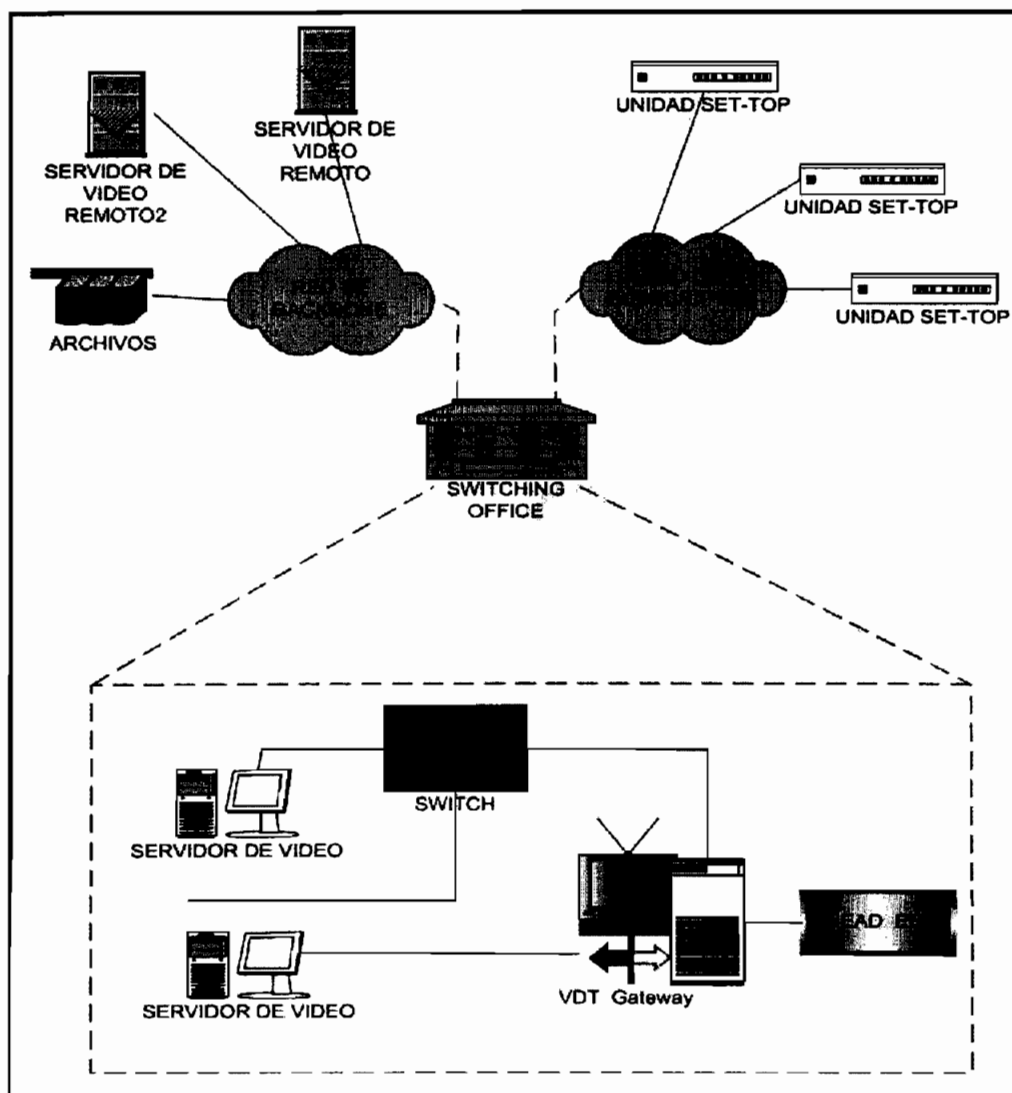
Enviar vídeo a través de una red de datos no es lo mismo que enviar cualquier otro tipo de datos. Cuando a través de nuestro ordenador solicitamos un fichero de datos de texto residente en el ordenador de nuestra empresa, es necesario transferir el fichero completo antes de que poder verlo en la pantalla de nuestro ordenador. Después de todo, esto no es tan importante salvo que tengamos realmente mucha prisa esta mañana. Pero si aplicamos el mismo método al visionado de ficheros de vídeo de calidad, seguramente no nos satisfaga el procedimiento: la transferencia de un fichero completo de vídeo, con un tamaño que con frecuencia excede el Gbyte, puede llevar minutos (incluso horas) dependiendo del ancho de banda disponible de nuestra red. Además, el disco duro de nuestro PC estará completamente ocupado en cuestión de unas pocas sesiones de trabajo. Este ha sido el motivo del desarrollo de la tecnología de streaming. La diferencia entre enviar un fichero completo de vídeo y hacer streaming es parecida a la que hay entre acarrear cubos de agua a nuestra casa y abrir el grifo. Con la tecnología de streaming, el usuario comienza a ver el vídeo

tan pronto como este lo solicita, y no hay transferencia de los datos al disco duro del usuario (salvo que sea requerido específicamente).

2.4.6 ELEMENTOS QUE COMPONEN UN SISTEMA DE VÍDEO BAJO DEMANDA¹⁰

Un sistema de Video Bajo Demanda tiene muchos elementos que son necesarios para el uso del servicio completo. Esto incluye servidores de video, community Network, switching office, unidad set-top, y el backbone de red, como se lo puede apreciar en la Figura 2.9.

Figura 2.9 Elementos del Sistema de VoD



¹⁰ <http://www.cs.tut.fi/ilt/stuff/vod/VoDOverview/vod.html>, Tampere University of Technology, Finland, Department of Information Technology

Los proveedores del sistema de VoD ofrecerán servicios con una selección correcta de tecnología, características, modo de operación, precio, fiabilidad, y facilidad de uso. Es decir, se desarrollaron los equipos para que ellos operaren en ambientes diferentes y con una variedad de servicios.

El escenario principal de un sistema de VoD consiste en una base de datos local y un servidor conectados al usuario vía una red de comunicaciones. Los datos se guardan en sitios de distribución locales que se conectan a través de una red de backbone de alta velocidad a la información archivada y a los servidores de video. Este esquema de distribución de servidores sirve para muchos propósitos. Primero, es posible llevarlo a cabo en una forma distribuida, disponibilidad creciente y fiable. Segundo, un proveedor puede recortar la entrega de información a lugares específicos de una comunidad del usuario, en un área geográfica particular, reduciendo los costos. Tercero, es más fácil manejar, cuando cada sistema local es responsable de su propia facturación y contabilidad. Cuarto, el sistema puede construirse en una región geográfica determinada, cuya área de cobertura depende de la tecnología que se emplee para transmitir este servicio, en una forma pieza a pieza.

2.4.6.1 El Servidor de Vídeo

Es el ordenador que almacena los contenidos audiovisuales. Debe de incluir un software adicional que gestione los recursos, que monitorice qué uso se hace del ancho de banda, de la CPU, del almacenamiento y qué parte de estos recursos está disponible. Al contrario que en un servidor de ficheros normal, donde los ficheros de datos normales son servidos sin un criterio de prioridad ni de cadencia, la función más importante del servidor de vídeo es asegurarse de que el flujo de datos de vídeo de los distintos canales que se solicitan es servido de manera ininterrumpida y con la cadencia adecuada por los interfaces de red. Al software del servidor de vídeo que se encarga de esta función se le llama "bomba de vídeo". Como es lógico, el servidor de vídeo debe ser de la máxima fiabilidad, y se suelen elegir sistemas operativos basados en UNIX para realizar estas funciones. Entre las funciones que realiza el servidor de video se tiene: el control de admisión, manejo de la demanda, recuperación de los datos, transmisión

stream garantizada, encriptación stream, y los controles en tiempo real propios del visionado de vídeo como son las funciones existentes en los VCRs incluyendo la pausa, rebobinado, hacia delante, etc. Esto se consigue con el protocolo RTSP (Real Time Streaming Protocol, Protocolo de Streaming en Tiempo Real, RFC2326) estándar internacional que incluye las anteriores funcionalidades.

El material de video se guarda en una combinación de discos magnéticos o magneto-ópticos, y dispositivos de cinta magnetofónica. Los diferentes medios de almacenamiento ofrecen una memoria con diferente ancho de banda para los servicios de VoD. Las películas más populares se guardan en el RAM, las populares en el disco duro y las menos populares en el almacenamiento terciario. El sistema óptico como un CD-ROM y el sistema magnético como una cinta serán los posibles medios de comunicación para el almacenamiento terciario barato para los propósitos de archivo. Este tipo de sistema de almacenamiento reduce los costos de operación y puede ofrecer una selección amplia de programas a los clientes. En el contraste, el descargar un programa completo hasta la casa del usuario tiene muchas desventajas. Primero, el ancho de banda de comunicación se limita a menudo así que el usuario debe esperar para que la mayoría de la información le llegue. Este retardo en la transmisión podría ser inaceptable. Los equipos de los clientes costarían demasiado, porque dependiendo del programa, el usuario requeriría una cantidad grande de memoria. Finalmente, los proveedores de información no aceptan que sus programas estén disponibles para la duplicación de los datos y piratería.

2.4.6.2 VDT Gateway¹¹

El video dial tone (VDT) es un servicio de video asimétrico switchado en el que cada cliente escoge entre una selección variada de material de video y recibe una respuesta en tiempo real. El Gateway es el punto de entrada para un proveedor de información a un portador la red VDT. Debe crear y manejar la conexión entre el proveedor de información y el dispositivo set-top. La estandarización de las interfaces y funciones de la VDT Gateway está en marcha.

¹¹ <http://www.cs.tut.fi/tlt/stuff/vod/VoDOverview/vod.html>, Tampere University of Technology, Finland, Department of Information Technology

2.4.6.3 El servidor de aplicaciones¹²

Debe de incluir dos módulos básicos: a) aplicación de usuario, y b) aplicación de gestión.

2.4.6.3.1 La aplicación de usuario

Garantiza la conectividad de los usuarios desde sus puestos remotos, ya sean Set Top Box o bien PC's. Autentifica al usuario y le permite explorar entre los diversos contenidos audiovisuales para los que está autorizado con la finalidad de que elija el contenido deseado. Una vez que el usuario ha elegido el contenido que quiere visualizar, la aplicación de usuario controla el servidor de vídeo para que éste envíe el contenido deseado al terminal que lo ha requerido. Así mismo la aplicación de usuario envía los datos de las sesiones establecidas a la aplicación de gestión para su archivo y tratamiento.

2.4.6.3.2 La aplicación de gestión

Dentro de un sistema de vídeo bajo demanda incluye: alta clasificación de videos, modificación y borrado de los contenidos y los metadata; gestión y asignación de los perfiles de usuario; asignación de claves de acceso para los distintos niveles de contenido, archivo de datos de uso y exportación a formatos de facturación; exploración y borrado de datos históricos por contenido y por usuario, entre otras funciones más específicas.

Un servidor metadata es un sistema del banco de datos que maneja la información del metadata. Contiene la información abstracta sobre la situación y características de los datos a ser recuperados. El usuario puede buscar el resumen de información y puede seleccionar el programa para llevarlo a casa.

2.4.6.4 Unidad Set-Top

El usuario interactúa recíprocamente con los servicios a través de la unidad set-top. Junto con la televisión y el control remoto, da la oportunidad a los usuarios

¹² <http://www.interactivestreams.com>, Qué es y como funciona el vídeo bajo demanda

para que se conecten a un servidor de video y explorar a través de una selección de películas, noticias o juegos. Los componentes importantes del dispositivo set-top son: la línea del transceiver, el demodulador, la unidad de descompresión, la interfase del back-channel, el control remoto, y un display driver.

El costo de la unidad de set-top debe limitarse a un precio razonable para que la tecnología de VoD pueda tener éxito.

2.4.6.5 Los codificadores en línea

Un sistema de vídeo bajo demanda puede ofrecer no sólo material pregrabado; adicionalmente puede ofrecer vídeo en directo. Un codificador de vídeo en tiempo real comprime el vídeo y lo empaqueta en IP para que pueda recibirse en los terminales como una señal más. Los codificadores en línea deben de soportar sesiones multicast para evitar que se dupliquen los streams de las señales en directo que se están visionando en múltiples terminales.

2.4.6.6 Los Terminales

Los terminales donde se visiona el vídeo suelen ser de 2 tipos: ordenadores PC o Set Top Box. En el caso más típico habrá una mezcla de ambos terminales en el mismo sistema: los trabajadores de una empresa que accedan al vídeo verán el mismo en su pantalla de PC, mientras que en una sala de presentaciones o un punto de información al público es deseable que haya un descodificador específico controlado por mando a distancia o teclado con el que se descodifique el vídeo y se pueda ver en una televisión o un proyector.

Estos deben de soportar sesiones tanto unicast (para el vídeo bajo demanda) como multicast (para el vídeo vivo).

2.4.6.7 Switching Office

Significa la oficina central de la compañía telefónica y el head-end de la compañía de cable. Es el lugar dónde se alimentan los servicios y se encarga de la distribución a los subscriptores individuales. Contiene: un head-end, video dial tone Gateway, switches, y los servidores de video (Véase la Figura 2.9).

2.4.6.8 Head-End

En el equipo de Head-end, el video stream es estructurado y organizado para entrar en la red de la comunidad. Cuando se usa ADSL, éste se encarga de switchear el video stream hacia el subscriptor si este desea hacer una llamada telefónica. Mientras que cuando se utiliza cable coaxial, el head-end es básicamente el mismo que el utilizado por los proveedores de CATV, sólo que los canales digitales necesita de los moduladores digitales.

2.4.6.9 La Red

Mientras que hace no muchos años usar las redes IP para transmitir vídeo parecía una quimera, hoy en día las nuevas redes IP permiten el envío de vídeo con calidad y garantías. Según las características del sistema final, esta red puede necesitar implementar protocolos unicast y multicast (IGMP), calidad de servicio (QoS), y otras prestaciones específicas de vídeo.

2.4.6.10 Red de Backbone

Fuera del local switching office, la red de backbone se conecta a los otros servidores de video que no están en el local switching office y proporcionan alguna información general o específica. Actualmente, la red de backbone es de fibra de alta velocidad y el sistema de la transmisión SDH.

2.4.6.11 La Red Comunitaria - Community Network

A la infraestructura de comunicaciones entre el cliente y la local switching office se la llama la comunidad o red del subscriptor. Esta conecta el servidor de video y el dispositivo set-top. Un sistema de VoD requerirá el traslado de volúmenes grandes de datos a una velocidad muy alta. Se han propuesto muchos protocolos de comunicación y arquitecturas de red para conectar los diferentes componentes. Sin embargo, ATM está surgiendo como la tecnología más importante. La interconexión incluye la señalización y los programas de transferencia de datos, este último en tiempo real, semipermanente y bajo demanda. ATM combina las ventajas de paquete y los esquemas del circuito de

switcheo. Pero cada tecnología de acceso tiene su propio rango de servicio, ancho de banda, y las características medioambientales.

2.4.7 CARACTERISTICAS QUE DEBE POSEER UN SISTEMA DE VIDEO BAJO DEMANDA¹³

Un sistema avanzado de vídeo bajo demanda, usa estándares industriales para entregar vídeo con calidad DVD a terminales PC y TV, usando redes de datos IP. Este sistema debe contener las siguientes características.

2.4.7.1 Escalable

Es escalable cuando puede llegar desde 1 hasta miles de usuarios, permitiendo a los usuarios seleccionar no sólo entre imágenes pregrabadas de vídeo y audio, sino también canales de vídeo en directo.

2.4.7.2 Navegación Configurable

Es decir, establecer un menú configurable de navegación basado por ejemplo en HTML para que los usuarios puedan navegar entre las diversas categorías de contenidos hasta encontrar el deseado, y permitir a los usuarios ver el vídeo en modo previo en una parte de la ventana antes de hacer la selección final del contenido.

2.4.7.3 Gestión de Usuarios

Debe incluir un módulo de identificación que puede ser usado para clasificar el acceso a los contenidos según el perfil de usuario. Además registra los datos de acceso al sistema, que pueden ser usados para facturación, estadísticas y control.

2.4.7.4 Personalizable

Es decir que permita adaptar fácilmente a la imagen corporativa de cualquier usuario, incluyendo la presentación del logotipo en las páginas de navegación, los colores corporativos, etc., e incluye un módulo de gestión, accesible sólo por

¹³ <http://www.interactivestreams.com>, Qué es y como funciona el vídeo bajo demanda

personal autorizado, que gestiona los contenidos, los usuarios, los datos de facturación, estadísticas y control.

2.4.7.5 Estándares Abiertos

Que se pueda utilizar los estándares del mercado en comunicaciones de datos, lo que garantiza la inter cambiabilidad de los módulos: como red de acceso que utilice redes estándar IP Ethernet, como interfaz visual que utilice html (tanto para la aplicación de usuario como para la aplicación de gestión); la base de datos sea compatible SQL y el servidor de vídeo puede ser un sistema Linux de gran fiabilidad.

2.5 APLICACIONES DE LA TECNOLOGIA MMDS Y SU POSIBLE IMPLEMENTACIÓN EN EL ECUADOR

El sistema MMDS Bidireccional y sus diferentes aplicaciones como son: Televisión Codificada Terrestre (sea esta Analógica o Digital), Internet de Banda Ancha, Video Bajo Demanda, Telefonía Fija, entre otras, técnicamente es factible de implementar en el Ecuador debido a que una de las grandes ventajas de este sistema inalámbrico es su fácil instalación sin requerir una gran inversión inicial.

Para el Ecuador, sería ventajoso disponer de sistemas multitecnología donde, en función de las características de los servicios, zonas geográficas y otras necesidades, se emplearía una u otra alternativa. En realidad, a nivel mundial, ya existen plataformas multitecnología que despliegan distintas tecnologías en función del área a servir, sin tener en cuenta otros factores, y dentro de una misma empresa de telecomunicaciones.

Sin embargo, el mayor obstáculo para que estos *“GRANDES PROYECTOS DE SISTEMAS MULTISERVICIOS”* se vean truncados, es debido a que las Leyes del Ecuador no permiten manejar varios servicios bajo una misma plataforma. Por ejemplo, para el presente diseño, se debe obtener un permiso para operar un sistema de televisión por suscripción el cual se basa en los reglamentos y normas del Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión, CONARTEL; mientras que

para operar como proveedor de Servicios de Valor Agregado como el Internet, se debe acudir al Consejo Nacional de Telecomunicaciones CONATEL, pero no existe un organismo gubernamental común para operar dichos servicios sobre la misma banda y en forma simultánea.

Por lo tanto, no es justo privar al ciudadano de servicios avanzados basados en tecnologías que ya existen en el mercado, ya sea por motivos políticos, económicos o por otro tipo de intereses ajenos a las posibilidades técnicas reales.

Sin embargo, es necesaria una planificación cuidadosa y cautelosa, pues existen muchas opciones y las inversiones para los despliegues son cuantiosas. Además, el avance tecnológico es muy rápido, y es fácil que salga a la luz una nueva tecnología que deje obsoletas a las existentes y echar por tierra las inversiones realizadas.

2.6 EMPRESAS QUE PRESTAN EL SERVICIO DE TELEVISIÓN CODIFICADA TERRESTRE EN LA BANDA DE 2500-2686 MHz (MMDS) EN EL ECUADOR

En el Ecuador actualmente no existen empresas que presten servicios de televisión y de Internet a través de la banda de 2500-2686 MHz (MMDS). Sin embargo, estos dos servicios son distribuidos utilizando sistemas como el de CATV, como es el caso de la empresa SATNET del Ecuador, con su servicio "Cable Módem (Internet sin teléfono)" que utiliza el tendido de fibra óptica que dispone el grupo TVCable, el cual permite una conexión a Internet a través de fibra óptica, facilitando navegar a mayor velocidad por su gran ancho de banda¹⁴.

En este país la banda de frecuencias de 2500-2686 MHz (MMDS) es utilizada únicamente para la transmisión de Televisión Codificada Terrestre analógica de forma unidireccional. Las empresas que tienen concesión de los canales en este espectro se presentan en la Tabla 2.5.

¹⁴ http://www.satnet.net/frame_promociones.htm?cuerpo=../html/serv_cliente/promociones.htm, Cable Módem (Internet Sin teléfono)

Tabla 2.5 Estaciones de Televisión Codificada Terrestre que utilizan la Banda MMDS en el Ecuador¹⁵

Estaciones Provincias	BANDA DE 2500 - 2686 MHz - MMDS								
	COMUNIDAD	INTERCABLE	SATEL.COM	UNIVISA	ABERTV	PROG. 100%	SUPTEL Ecuador	HERFEM	CABLEZAR
Azuay							30		
Bolívar									
Cañar							30		
Carchi									
Cotopaxi									
Chimborazo					15	16			
El Oro									
Esmeraldas									
Francisco de Orellana									
Galápagos									
Guayas	4		4	23					
Imbabura									
Loja									
Los Ríos									
Manabí		31		23					
Morona Santiago									
Napo									
Pastaza									
Pichincha				30				15	15
Sucumbios									
Tungurahua									
Zamora									
Chinchipec									
TOTAL	4	31	4	76	15	16	60	15	15
								TOTAL	236

¹⁵ <http://www.supertel.gov.ec/radiodifusion/estadisticas/estaciones.htm>, Radiodifusión y Televisión - Estadísticas - Estaciones, 2004

CAPÍTULO 3.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LOS SERVICIOS

3.1 DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD

La iniciación de un proyecto, la determinación de la factibilidad, la calendarización del proyecto y la administración de actividades son procesos que no deben ser pasados por alto, ya que éstos son los que determinarán si el o los servicios que se brindará al mercado cumplirán o no con las expectativas y necesidades del mercado.

La determinación de la Factibilidad va más allá del uso común del término. Para un proyecto de telecomunicaciones, la factibilidad es valorada en tres formas principales: operacional, técnica y económica. Un proyecto debe ser factible en las tres formas para merecer un desarrollo posterior¹. La determinación de la factibilidad en general de un proyecto significa encontrar cuáles son los objetivos organizacionales, y luego determinar si el proyecto sirve para mover el negocio hacia sus objetivos en alguna forma.

Los objetivos del presente sistema serán calificados por medio de entrevistas a personas y pequeñas empresas que pudiesen estar interesados en utilizar los servicios de TV por Suscripción y/o Internet de alta velocidad.

3.1.1 DETERMINACIÓN DE LOS RECURSOS

La determinación de recursos para el estudio de factibilidad será tratada en relación con las áreas de factibilidad técnica y económica.

3.1.1.1 Factibilidad Técnica

Una gran parte de la determinación de recursos tiene que ver con la valoración de la factibilidad técnica. Antes de iniciar con el diseño del sistema en si, es de

¹ Kendall & Kendall, Análisis y diseño de sistemas 3ª edición

mucha importancia determinar si los recursos técnicos disponibles pueden satisfacer los objetivos planteados por la organización y si la demanda de los servicios por parte de la población es cubierta satisfactoriamente.

3.1.1.1.1 *Tecnología Apropriada*

A la hora de realizar la planificación y despliegue de un sistema inalámbrico punto a multipunto existen varios factores que deben tenerse en cuenta para establecer la factibilidad técnica: zona geográfica y orografía del terreno, densidad de abonados y consumo de tráfico, calidad de servicio requerida, balance de potencias del enlace de radio, tamaño y número de celdas, estación (es) base, reutilización de frecuencias, coste del sistema, etc.

Hasta hace pocos años, se creía que en las frecuencias de 2580 a 2586 MHz no permitirían ofrecer un servicio que no sea la distribución limitada de canales de televisión analógicos. La razón principal que se alegaba era la escasa penetración relativa de los sistemas MMDS al hecho de que los 186 MHz de ancho de banda disponibles no permiten transmitir mas de 31 canales analógicos (6 MHz / canal en el sistema NTSC), frente a los 80 canales analógicos disponibles en el cable y los 150 canales disponibles en los sistemas digitales por satélite DTH ("direct to home"), por lo que no puede haber competición directa respecto al tipo de servicio ofrecido.

Así las cosas, alrededor de 1995 empezó a aparecer la tecnología que ha alterado (y siguen alterando) la situación de los sistemas MMDS considerablemente: la disponibilidad de equipos de compresión digital a costo relativamente bajo, y la disponibilidad de sistemas de acceso con ancho de banda compartido para la transmisión (bi-direccional) de datos.

Estos sistemas se implantaron en muchas de las áreas de servicio donde solamente existía hasta entonces servicio de televisión multicanal. Los motivos fundamentales de su éxito comercial son dos: el bajo coste de implantación y el enorme crecimiento de la demanda para la conexión a Internet a velocidades de 128 Kbps y superiores.

La tecnología de compresión digital de canales de TV permite multiplicar la capacidad de los sistemas MMDS de 31 a 155 canales (compresión 5:1). Hoy en día existen varios de estos sistemas en varias ciudades de diferentes países. En estos sistemas se utiliza la modulación 64-QAM que permite aproximadamente 30 Mbps por cada canal de 6 MHz previamente ocupado por un solo canal analógico. Como consecuencia directa de trabajar con frecuencias elevadas en el espectro, MMDS requiere la existencia de un line-of-sight o camino sin obstáculos entre la estación base/hub y la antena situada en el emplazamiento de usuario o abonado para que la señal no sufra reflexiones y pueda llegar a su destino. Por ello, MMDS se considera un sistema line-of-sight en el sentido de que el camino entre los dos puntos en los que se establece la transmisión debe aparecer libre de obstáculos.

La comunicación en MMDS se establece de acuerdo con el concepto de radiodifusión, en concreto punto-multipunto donde las señales viajan desde o hacia la estación central hacia o desde los diferentes puntos de recepción (hogares y oficinas) diseminados por toda la celda. La particularidad aparece aquí, como se puede observar en la aseveración anterior, en que la comunicación se puede establecer en los dos sentidos simultáneamente (two-way) desde la estación central a los diferentes puntos de emplazamiento de usuario y viceversa. Esto es posible gracias a la tecnología digital, que ha sido en realidad lo que ha conferido toda la importante potencia tecnológica y estratégica que presenta los sistemas MMDS actuales.

Dado el avance de este tipo de servicio, la FCC autorizó recientemente el uso del espectro para la transmisión inalámbrica bi-direccional, incluyendo el camino de retorno (desde al abonado a la estación base). Hoy en día se están implantando estos servicios, normalmente utilizando el mismo tipo de modulación 64-QAM para la transmisión estación base-abonado y haciendo el retorno en la banda de 2.150 – 2.162 GHz con modulación QPSK o DQPSK.

Concluyendo, la tecnología de infraestructura de red MMDS propuesta para el diseño de este proyecto proporciona la capacidad necesaria para prestar servicios multimedia en la ciudad de Ibarra. Básicamente dotar a la red de mayor capacidad en la entrega de canales de TV a través de la compresión digital de canales de

TV, lo que permite multiplicar la capacidad de los sistemas MMDS de 31 a 155 canales (compresión 5:1) y cubrir el crecimiento de la demanda para la conexión a Internet a velocidades de 128 Kbps y superiores, pudiendo la señal ser distribuida a cualquier lugar, cualquier destino con gran rapidez y calidad dentro del radio de cobertura de la celda. Además, para conseguir la eficiencia necesaria de los medios físicos se dispone en la red de técnicas que incrementen la capacidad de transmisión y cobertura, como son la sectorización y celularización, descritas en el capítulo siguiente.

3.1.1.2 Factibilidad Económica.

El punto de partida de este proyecto es la reducción de la inversión inicial que tendría un operador al instalar una red de distribución inalámbrica en lugar de una cableada, sobre todo en zonas de población dispersa donde el cableado no es rentable, de ésta manera los gastos derivados de obras se ven reducidos al mínimo. Por lo tanto, este es el beneficio económico aportado por la tecnología inalámbrica y por el proyecto en sí.

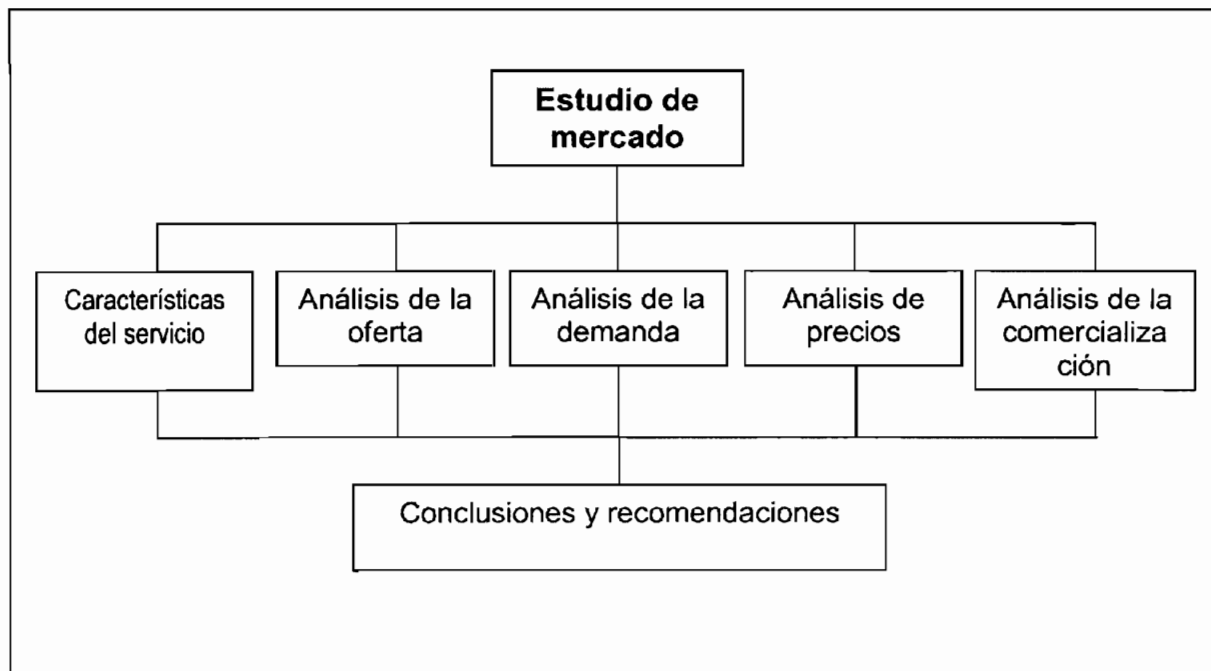
3.2 ESTUDIO DE MERCADO

Al realizar el estudio de mercado se identificará y se probará que en realidad hay una cantidad suficiente de clientes, ya sean individuos o empresas que, dadas determinadas condiciones, presentan una demanda que justifica la realización y puesta en funcionamiento del proyecto.

Además, éste estudio tiene como objetivo general determinar si la empresa prestará un servicio adecuado en el volumen suficiente y a precio competitivo, para lo cual se consideran los aspectos que se describirá a continuación.

Como referencia, a continuación en la figura 3.1 se indican los puntos importantes que se analizarán para realizar el estudio de mercado y de esta manera probar que existe un número suficiente de usuarios que requieran contratar los servicios a ofrecer.

Figura 3.1 Diagrama de Bloques del Estudio de Mercado²



3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO

El objetivo de este apartado es analizar aspectos que son importantes desde el punto de vista del mercado.

3.2.1.1 Segmentación del mercado que cubrirá el proyecto.

Para realizar la identificación del segmento del mercado que cubrirá el proyecto primero se presenta estadísticas de la ciudad de Ibarra, en lo que respecta a tamaño de la población, área geográfica, sistema de comercialización, etc.

A continuación en la Tabla 3.1 se presenta un resumen del número total de habitantes, distribución de la población por sexo, y tasa de crecimiento de la provincia de Imbabura, según datos del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos).

² Gabriel Baca Urbina, Evaluación de proyectos, 4ta edición, 1998

Tabla 3.1 Imbabura. Población por sexo, tasa de crecimiento, según cantones³

CANTONES	POBLACION						Cantón/Prov %
	TOTAL	TCA %	HOMBRES	%	MUJERES	%	
IBARRA	153,256	2,3	74,469	48,6	78,787	51,4	44,5
ANTONIO ANTE	36,053	2,5	17,473	48,5	18,58	51,5	10,5
COTACACHI	37,215	1	18,773	50,4	18,442	49,6	10,8
OTAVALO	90,188	4,3	43,368	48,1	46,82	51,9	26,2
PIMAMPIRO	12,951	-1,6	6,494	50,1	6,457	49,9	3,8
SN. M. DE URQUIQUÍ	14,381	0,4	7,241	50,4	7,14	49,6	4,2
TOTAL PROVINCIA	344,044	2,4	167,818	48,8	176,226	51,2	100

TCA :	Tasa de Crecimiento Anual del periodo 1990-2001
H :	Hombres
M :	Mujeres

Como se puede notar en la Tabla 3.1, el 44.5 % de la población de la provincia de Imbabura se encuentra en Ibarra, es decir existen 153.256 habitantes que residen en esta ciudad, de los cuales hay dos grupos económicamente activos como se presenta en la tabla 3.2 que podrían acceder a los servicios brindados, sector 1 y sector 2 con 10096 y 12876 personas, respectivamente.

Tabla 3.2 Población Económicamente activa de 5 años y más de edad, por sectores económicos, según cantones*

CANTONES	TOTAL		SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	NO ESPECIFICADO	TRABAJADOR NUEVO
	NUMERO	%					
IBARRA	60,082	45,4	10,096	12,876	31,624	5,171	315
ANTONIO ANTE	14,313	10,8	2,852	5,03	5,174	1,193	64
COTACACHI	13,374	10,1	6,808	2,623	3,266	638	39
OTAVALO	33,73	25,5	7,762	10,805	12,816	2,207	140
PIMAMPIRO	5,341	1	3,467	388	1,211	266	9
SN. M. DE URCUQUÍ	5,36	4,1	3,676	460	1,002	200	22
PROVINCIA	132,2	100	34,661	32,182	55,093	9,675	589
PORCENTAJE POR SECTORES DEL TOTAL PROVINCIAL	100		26,2	24,3	41,7	7,3	0,4

³ INEC-Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2001

* De la población económicamente activa entre 5 y 11 años de edad de la provincia de Imbabura se declararon ocupados 885 de los cuales 538 son niños y 387 son niñas. Con respecto al total de la P.E.A. (población económicamente activa) de la provincia esos menores de edad representan el 0,7 % del total.

Ibarra es escogida como la zona de despliegue del sistema ya que en ésta ciudad se encuentran la mayor parte de clientes potenciales, y el despliegue inicial del sistema va a depender de dichos clientes.

3.2.1.2 Definición del servicio

A continuación se describe la definición de un servicio y su clasificación, a efecto de ampliar el panorama de este apartado.

3.2.1.2.1 Definición e Identificación del servicio

Como definición podemos decir que la entrega de un servicio es el trabajo que se realiza para incrementar la utilidad de un bien material o para beneficiar al consumidor.

Para poder identificar los servicios que se brindará, primero cabe recordar lo que es MMDS. MMDS es definida como una red de acceso inalámbrica fija, utilizando la banda de 2500 – 2686 MHz; a través de esta red, el proyecto pretende realizar la prestación del servicio de valor agregado que es Internet y la distribución de canales digitales de TV codificados.

Cabe aclarar que la presente regulación del Ecuador, en lo que se refiere a servicios de valor agregado, indica que el servicio debe llegar al cliente final a través de la PSTN o de un carrier. En nuestro caso los servicios llegan al cliente a través del carrier que es uno de los puntos de diseño de nuestro proyecto y no a través de la PSTN.

3.2.1.2.2 Clasificación del servicio

En el presente proyecto, el servicio que se presenta es de *beneficio al consumidor* ya que a través del Internet se pretende que el consumidor obtenga la totalidad de

beneficios, ya sea en su negocio o en lo personal. En cuanto a la TV por suscripción el consumidor podrá disfrutar de la programación variada e ininterrumpida, las 24 horas del día. A continuación, en la Tabla 3.3 se presenta dos maneras de clasificar el servicio

Tabla 3.3 Clasificación del Servicio

SERVICIO	CONCEPTO
De bienes materiales	Para seleccionar, adquirir o instalar una variedad de equipo. (Por ejemplo: eléctrico, electrónico, mecánico o de cómputo, etc.)
De beneficio al consumidor	En cuanto al desarrollo de habilidades o técnicas para el trabajo, se incluyen capacitación y adiestramiento. (Por ejemplo: abogados, médicos, turismo o contadores, etc.)

3.2.2 OFERTA

El análisis de la oferta de los bienes o servicios en un estudio de mercado suele ofrecer mayores dificultades prácticas. La razón de esas dificultades se atribuye al hecho que las investigaciones sobre oferta de servicios deben basarse en información sobre la cantidad de servicios actuales y proyectados, capacidades instaladas y utilizadas, planes de ampliación y costos actuales y futuros. Esta información generalmente es difícil de obtener, porque en muchos casos las empresas se muestran reacias a proporcionar datos sobre el desarrollo de sus actividades, y este caso no fue la excepción.

Para caracterizar a los productores u oferentes, se deben conocer los siguientes aspectos como son: Número de productores o prestadores de servicios, Localización, Capacidad instalada y utilizada, Posición y participación en el mercado, Calidad y precio de los productos o servicios, Planes de expansión, Nexos o filiación con otras empresas nacionales o extranjeras.

3.2.2.1 Oferta para Internet

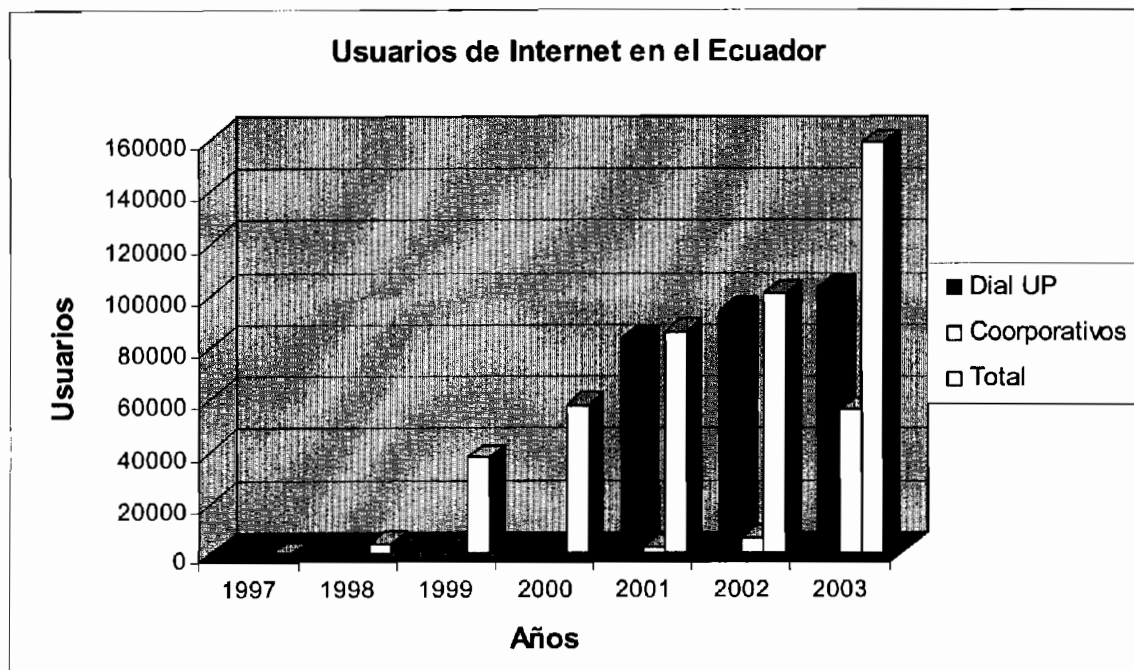
En lo que respecta a Internet, se tiene el incremento histórico a nivel de país, a partir del año 1997 hasta el año 2003 (Tabla 3.4).

Tabla 3.4 Datos históricos de usuarios dial up y corporativos en el Ecuador.

Año	Usuarios Personales	Usuarios Corporativos	Total de Usuarios
1997	-	-	0
1998	-	-	4064
1999	-	-	37538
2000	-	-	57627
2001	83007	2623	85630
2002	94164	6499	100663
2003	102787	55792	158579

Este incremento se lo puede apreciar de mejor manera en la Figura 3.2, en la cual se observa el crecimiento prácticamente exponencial que ha tenido el Internet en los últimos seis años. En base a este crecimiento se realizará una proyección para los 5 años siguientes que se necesitan para realizar el estudio Económico del proyecto.

Figura 3.2 Usuarios dial up y corporativos en el Ecuador⁴



⁴ Gabriel Baca Urbina, Evaluación de proyectos, 4ta edición, 1998





Por otra parte, para la ciudad de Ibarra, según datos actualizados a Julio del 2003, se tiene los valores que se aprecian en la Tabla 3.5. Cabe mencionar que el número de usuarios personales es el número de usuarios o cuentas individuales de Internet (dial up) registradas y reportadas a la Superintendencia de Telecomunicaciones por las operadoras de valor agregado autorizadas.

Tabla 3.5 Usuarios de Internet reportados en la ciudad de Ibarra

TIPO DE USUARIO	USUARIOS DE INTERNET REPORTADOS
USUARIOS PERSONALES	826
USUARIOS CORPORATIVOS	29

En la Tabla 3.6 se puede observar todos los proveedores que tiene cobertura sobre la ciudad de Ibarra, de igual manera el número de cuentas dial up como corporativas a nivel de proveedor. Esta tabla se encuentra actualizada a Julio del 2003.

Tabla 3.6 Proveedores de Internet reportados en la ciudad de Ibarra⁵

PROVEEDOR	COBERTURA	CUENTAS DIAL UP	CUENTAS CORPORATIVAS	USUARIOS ESTIMADOS DE CUENTAS CORPORATIVAS	TOTAL USUARIOS ESTIMADOS
IMBANET	 Ibarra	312	2	60	372
AT&T GLOBAL SERVICES	Quito, Guayaquil, Ambato, Ibarra	165	10	120	285
ECUANET	 Quito, Guayaquil, Libertad, Cuenca, Ambato, Puerto Ayora, Machala, Manta, Sto. Domingo, Portoviejo, Ibarra, Riobamba.	8.887	323	16.150	25.037
OTECEL S.A.	 Tulcán, Ibarra, Cayambe, Quito y valles, Guayaquil, Salinas, Ambato, Latacunga, Riobamba, Cuenca, Esmeraldas, Manta, Portoviejo, Machala, Loja, carretera Santo Domingo-Guayaquil.	367	230	2.966	3.333
ANDINATEL	 Quito, Guayaquil, Cuenca, ambato, Azogues, Ibarra, Guaranda, Esmeraldas, Riobamba, Sto Domingo Tulcan, Latacunga, Oriente, Lago Agrio, Machala, Manta, Tena Zaruma, Loja, Portoviejo	27802	395	**	28.197

⁵ <http://www.supertel.gov.ec/servpub5.htm>, Valor Agregado: Acceso a internet, 2003

3.2.2.2 Oferta para la Televisión por suscripción

En lo relacionado a datos de TV por suscripción, se tiene estadísticas de proveedores y del número total de suscriptores para la provincia de Imbabura, como se lo puede apreciar en la Tabla 3.7. Sin embargo, se conoce que en la ciudad de Ibarra específicamente se tiene el servicio de TVCable, con un número de usuarios entre 2500 y 3000, a finales del año 2003.

Tabla 3.7 Proveedores de Televisión por Cable en Imbabura

ESTACION	AREA DE SERVICIO	No SUSCRIPTORES
SISTEMA "TV CABLE"	QUITO, AMBATO, IBARRA, RIOBAMBA, TULCÁN	37420
PARABOLICA DEL NORTE	ATUNTAQUI	-
MULTICABLE	OTAVALO, ATUNTAQUI	-
CONTINENTV	OTAVALO	-
TVTEL	COTACACHI	-

Con la ayuda de las Tablas y Gráficos anteriores se procederá al cálculo de la oferta y demanda en la siguiente sección.

3.2.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El objetivo del análisis de la demanda es identificar los patrones de conducta o de comportamiento de quienes conforman el mercado objetivo del proyecto. En otras palabras el principal propósito que se persigue éste análisis es determinar y medir cuáles son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado con respecto al servicio, así como determinar la posibilidad de participación de este en la satisfacción de dicha demanda. La demanda es función de una serie de factores, como son la necesidad real que se tiene del bien o servicio, su precio, el nivel de ingreso de la población, y otros, por lo que en el estudio habrá que tomar en cuenta información proveniente de fuentes primarias y secundarias. Las fuentes primarias están constituidas por el propio usuario o consumidor del producto, de manera que para obtener esta información se entrará en contacto directo por medio de un cuestionario. Las fuentes secundarias son las que reúnen la

información escrita que existe sobre el tema, ya sean estadísticas del gobierno, libros, datos de empresas y otras.

3.2.3.1 Análisis de datos de Fuentes Primarias

La encuesta diseñada pretende determinar la cantidad de Mbps que se contratará al proveedor de Internet, el tipo de acceso como dial up, ADSL, corporativo, entre otros. En lo que respecta a la TV por suscripción se necesita realizar el sondeo de la cantidad de canales que los usuarios desearían recibir, la programación, etc. Por otro lado, se sabe que no toda la población tiene la capacidad económica para contratar el servicio, ya que las familias de bajos ingresos priorizarían el contratar el servicio por otras necesidades básicas para su hogar, por lo que se concluyó que todos los participantes en el estudio deberán pertenecer a familias que al menos tuvieran un ingreso a partir de seis salarios mínimos.

3.2.3.2 Encuesta aplicada para cuantificar la utilización del servicio

Se realizaron 94 encuestas a personas y 26 encuestas a microempresas y establecimientos de enseñanza. El formato de la encuesta se la presenta en el Anexo 2.

3.2.3.2.1 Resultados de la encuesta para el acceso a Internet

1. Información general de la persona/empresa:
Nombre, Dirección, Teléfono.
2. ¿Tiene acceso a Internet en su domicilio/empresa?

Tipo de Respuesta	Usuarios Residenciales		Microempresa		Total
	Respuesta	% respecto a 94	Respuesta	% respecto a 26	
Si	82	87,23	25	96,15	107
No	12	12,77	1	0,83	13
Total	94		26		120

- Sí, 107 respuestas afirman tener acceso a Internet, esto representa el 89.17 % de las 120 encuestas realizadas.

- No, 13 respuestas indican no tener acceso a Internet, lo cual representa el 10.83 % de las 120 encuestas realizadas.

Del cuadro anterior se desprende que de las 107 respuestas afirmativas (SI), 82 corresponden a usuarios residenciales y 25 a la microempresa, de igual manera sucede con las respuestas negativas (NO), 12 respuestas dadas por los usuarios residenciales y 1 por la microempresa.

3. Número de sucursales de la Empresa en la ciudad de Ibarra

0 sólo Matriz	14 microempresas de las 25 totales (56%)
1	9 (36%)
2	2 (8 %)
3 o más	0 (0 %)

Ubicación de la matriz/sucursales en la ciudad de Ibarra

Norte	8 microempresas de las 25 totales (32 %)
Centro	12 (48 %)
Sur	5 (2 %)
Otros	0 (0 %)

4. Tipo de acceso a Internet

Tipo de Acceso	Residenciales		Empresas	
	Respuesta	%	Respuesta	%
Dialup	76	93.82	0	0
Línea dedicada	0	0	10	40.0
ADSL	5	6.17	15	60.0

5. ¿A qué empresa contrata el servicio de Internet?

Tipo de ISP	Residenciales		Empresas	
	Respuesta	%	Respuesta	%
ISP local	76	93.82	0	0
ISP Nacional	0	0	10	40.0
Otros	5	6.17	15	60.0

6. ¿Conoce Ud. qué velocidad de acceso le proporciona su ISP?

Tipo de Respuesta	Residenciales		Empresas	
	Respuesta	%	Respuesta	%
Si	47	58.02	0	0
No	34	41.97	10	40.0

7. Tiempo estimado de ocupación diaria de Internet

Tiempo de Ocupación	Residenciales		Empresas	
	Respuesta	%	Respuesta	%
< 1 hora	23	28.39	0	0
1 a 3 horas	54	66.6	0	0
3 a 7 horas	4	4.93	17	68.0
7 a 10 horas	0	0	6	24.0
> 10 horas	0	0	2	8.0

8. Cree Ud. que necesita mayor velocidad en su acceso a Internet

Tipo de Respuesta	Residenciales		Empresas	
	Respuesta	%	Respuesta	%
Si	78	96.29	19	76.0
No	3	3.70	6	24.0

9. ¿Cómo califica a su servicio de Internet?

Calificación del servicio	Residenciales		Empresas	
	Respuesta	%	Respuesta	%
Malo	13	16.04	3	12.0
Regular	48	59.25	17	68.0
Bueno	15	18.51	3	12.0
Excelente	5	6.17	2	8.0

10. Estaría dispuesto a contratar un nuevo servicio de Internet (Banda Ancha)

Tipo de Respuesta	Residenciales		Empresas	
	Respuesta	%	Respuesta	%
Si	74	91.35	19	76.0
No	7	8.64	6	24.0

3.2.3.2.2 *Resultados de la encuesta para el servicio de TV por suscripción*

Debido a que no existen estadísticas oficiales y dificultad para conseguir datos particulares de la cantidad de personas que tienen el servicio de TV por suscripción en la ciudad de Ibarra, se procedió a realizar una cuantificación de usuarios a través del procedimiento de muestreo.

Para el procedimiento de muestreo y determinación del tamaño de la muestra en el caso de la TV por suscripción, se utilizará el método de muestreo no probabilística, el cual nos permite determinar con base a encuestas una estratificación preliminar de la cantidad de suscriptores que se tendrá en la ciudad de Ibarra. Para calcular el tamaño n de la muestra se aplica la ecuación (1).

$$n = \frac{\delta^2 \cdot Z^2}{E^2} \quad (1)$$

donde:

n :	Tamaño de la muestra
δ :	Desviación estándar para el nivel económico alto y medio en la ciudad de Ibarra
Z :	Nivel de confianza, ($Z=1.96$ para una confianza del 95 %)
E :	Error máximo permitido, 30%

$$n = \frac{2.2^2 \cdot 1.96^2}{0.4^2} = 116.21$$

Esto significa que el número de personas a ser encuestadas será 116. Este valor representa la totalidad de posibles usuarios que contratarán el servicio en la ciudad de Ibarra.

Los resultados de la encuesta se indican a continuación:

1. Información general de la persona:

Nombre, Dirección, Teléfono.

2. ¿Tiene Ud. servicio de TV por suscripción?

Si	6 respuestas que representan el 5.17 %
No	110 respuestas que representan el 94.82 %

Tipo de servicio:

TV Cable	5 respuestas que representan el 4.31 %
TV Satelital	1 respuestas que representan el 0.86 %

3. ¿Cuántos canales recibe de su proveedor de TV?

< 25	0 (0 %)
20 a 40	5 (83.3 % de las personas que tienen TV por suscripción)
40 a 60	0 (0 %)
> 60	1 (16.6 % de las personas que tienen TV por suscripción tienen mas de 60 canales)

4. ¿Qué tipo de programación desearía recibir si tuviese TV por suscripción ó si ya lo tiene que otra programación desearía recibir?

Noticias	26
Deportes	102
Infantiles	75
Películas	116
Documentales	116
Adultos	19
Musicales	85
Variado	62

5. ¿Cuántos canales desearía recibir por medio del sistema propuesto?

< 40	28 respuestas que representan el 24.13 %
40 a 60	82 respuestas que representan el 70.69 %
> 60	6 respuestas que representan el 5.17 %

6. ¿Estaría dispuesto a contratar un nuevo servicio de TV por suscripción?

Si	30 respuestas que representan el 25.86 %
No	86 respuestas que representan el 74.13 %

7. ¿Cuál es su ingreso familiar?

Hasta cinco s.m.v. al mes	92 respuestas que representan el 79.31 %
Más de seis s.m.v. al mes	24 respuestas que representan el 20.68 %

De esta pregunta se desprende que el 20.68 % de la población encuestada de Ibarra podría contratar el servicio, ya que este porcentaje pertenece a familias que tienen más de seis salarios mínimos (s.m.v.).

Cabe mencionar que el s.m.v. corresponde al salario mínimo vital más remuneraciones y compensaciones adicionales de ley, el cual para el año 2003 estuvo alrededor de 140,00 USD⁶

3.2.3.3 Análisis de los resultados de las encuestas

Las preguntas son encaminadas a cuantificar el consumo de Internet residencial y de pequeñas empresas, además de la Televisión Por Suscripción Digital. Estos datos serán de gran ayuda en el momento de pronosticar una tendencia de la demanda y oferta de los dos servicios.

3.2.3.3.1 Análisis de respuestas para el servicio de Internet

De la pregunta 2 se desprende que el 10.83 % de la muestra no tienen acceso a Internet y el 89.17% si lo tiene.

⁶ <http://www.sica.gov.ec/agro/macro/poblacionSalario/salario.htm>, Servicio de información agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador

Por otra parte, de acuerdo con el último censo de población⁷, Ibarra cuenta con 153256 habitantes, de estos 60082 son económicamente activos, pero sólo 22972 habitantes conforman el sector primario y secundario, representando el 100% del mercado que económicamente pueden acceder al servicio. Si aplicamos a este valor el 10.83%, se obtiene la cantidad de habitantes que representa el mercado potencial de este proyecto, es decir 2487,86 habitantes.

En la pregunta 3 las pequeñas empresas, en relación a la ubicación de sus sucursales y/o matriz, se encuentran dentro del área de cobertura para la distribución del servicio, el 32% en el Norte de la ciudad, 48 % en el centro y el 2 % al sur de la ciudad.

En la pregunta 10 se tiene que el 91.35 % de los usuarios residenciales estarían dispuestos a contratar un servicio de Internet de Banda Ancha, esto corrobora con la pregunta 4 y 8 las cuales indican que la gran mayoría de la muestra tienen conexiones a través de dial up y que desearían que su acceso a Internet fuera mucho más rápido.

3.2.3.3.2 Análisis de las respuestas para el servicio de TV Por Suscripción

La pregunta 2 indica que el 5.17 % de la muestra tiene algún tipo de servicio de TV por suscripción; se conoce que TVCable, es un operador de TV por cable que tiene un buen porcentaje de participación en el mercado de Ibarra.

En la pregunta 5 el 70.69 % de la muestra desearía recibir entre 40 y 60 canales; por las características de digitalización y compresión de MMDS, el sistema a diseñarse podrá emitir muchos más canales, pero por el resultado a esta pregunta, el sistema será diseñado para brindar 50 canales internacionales y nacionales, este número de canales es suficiente para competir con TVCable, el cual emite alrededor de 40 canales a la tele audiencia de la ciudad de Ibarra.

La pregunta 6 es muy importante para conocer si la tele audiencia de Ibarra desearía tener un servicio de TV por suscripción, en la respuesta a esta pregunta

⁷ Censo de población y vivienda, INEC 2000

se tiene que el 25.86 % de la muestra sí estaría dispuesto a contratar este servicio, pero hay que tomar también en cuenta los resultados de la pregunta 7 en la cual el 20.68 % de la muestra estaría en condiciones económicas para poder pagar este servicio. Este porcentaje (20.68 %) es el valor que se tomará como referencia para los cálculos de la demanda y el número de usuarios en los siguientes años.

3.2.3.4 Análisis de la Demanda con fuentes secundarias

3.2.3.4.1 Análisis para el Internet

Según los registros consultados en la Superintendencia de Telecomunicaciones, se obtuvieron datos que permitieron realizar una predicción de la demanda en los próximos 5 años, estos datos están en la tabla de la sección de la oferta. Además se ha tomado en cuenta variables socio-económicas importantes del país y de Ibarra, consideraciones de mercado y aspectos varios relacionados con el tema. Toda esta información se expone y condensa en cuadros y tablas técnicas que se exponen en la sección de la OFERTA.

En base a los datos de la tabla 3.4 se realizó un ejercicio de proyección con el objeto de determinar el mercado potencial a futuro. Para realizar estos cálculos se consideraron algunas premisas que mas adelante se detallará. Los resultados del crecimiento y proyección de la demanda son los que se indican en la Tabla 3.8 y en forma resumida en la Tabla 3.9

Tabla 3.8 Proyección de la demanda de Internet en el Ecuador e Ibarra

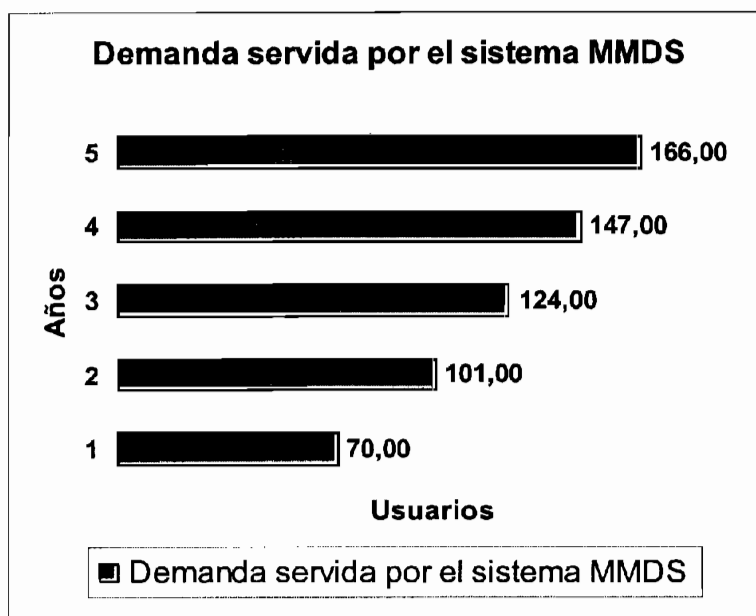
Años	Total de Usuarios en el Ecuador	Crecimiento de Usuarios de Internet en el Ecuador	Crecimiento de Usuarios de Internet en Ibarra	Total de Usuarios en Ibarra	Demanda Total en Ibarra	Oferta para la ciudad de Ibarra (Oferta) %	Demanda servida por el sistema MMDS
0	180097,00	8,11	8,11	1981,07	1801,97	3,90	70,00
1	216571,50	5,43	5,43	2382,29	1768,41	5,70	101,00
2	256288,50	6,00	6,00	2819,17	1659,49	7,50	124,00
3	285284,75	9,72	9,72	3138,13	1711,77	8,60	147,00
4	323380,50	13,35	8,24	3557,19	1639,30	10,10	166,00

Tabla 3.9 Cálculo de la Demanda para la ciudad de Ibarra

Participación de Ibarra sobre el total nacional						Ibarra
						1,10%
Porcentaje anual de crecimiento de la demanda en la ciudad de IBARRA	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro	
		5,43%	6,00%	9,72%	8,24%	
OFERTA PARA LA CIUDAD DE IBARRA						
Participación/total para Ibarra	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro	
	3,90%	5,70%	7,50%	8,60%	10,10%	
ESTIMACIONES DE DEMANDA						
	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro	
Demanda no cubierta en Ibarra	1801,97	1768,41	1659,49	1711,77	1639,3	
DEMANDA SERVIDA POR EL SISTEMA MMDS						
Usuarios	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro	
	70	101	124	147	166	

Para el cálculo de la proyección de la demanda se empleó el programa Microsoft Excel de Windows, con éste se pudo calcular el PRONÓSTICO de valores "y" de una serie de valores "x" especificados, utilizando valores "x" y valores "y" existentes.

Figura 3.3 Pronóstico de usuarios de Internet del Sistema



La cobertura geográfica de este proyecto, como se mencionó en anteriores secciones, contempla la ciudad de Ibarra, por tanto la estimación de la demanda

es de 1.10% de la demanda nacional; lo que significa que 1801.97 usuarios comprenden el mercado de Internet para Ibarra. La justificación de este valor se puede ver en la tabla del Anexo 3.

En la Figura 3.3 se puede apreciar de forma resumida los resultados para el pronóstico de usuarios de Internet para la ciudad de Ibarra.

El porcentaje de 1.10 % es la participación de Ibarra sobre el total nacional de usuarios de Internet, se lo calcula relacionado los usuarios totales en Ibarra a mediados de 2003, sobre los usuarios totales en Ecuador a mediados del 2003. Se calcula en esta fecha porque es en la cual se tiene datos de los usuarios de Internet en la Superintendencia de Telecomunicaciones.

Para el cálculo de la oferta del Sistema se ha asumido una participación modesta en el mercado que será inicialmente del 3.90 % (3.90% del total del mercado en Ibarra, que es 1801.97 usuarios), esto representa unos 70 usuarios, de los cuales 50 son residenciales y 20 usuarios de pequeñas empresas.

Resumen de las Premisas usadas en el Estudio

- Porcentaje anual de crecimiento de la demanda en Ibarra, tomados de la tabla 3.4 para los años comprendidos entre el 2004 y 2008.
- Participación de la ciudad de Ibarra de 1.10 % del total de la demanda potencial del país. Este valor es el resultado de la relación entre la demanda de Ibarra y la demanda del país; valores tomados a medio año del 2003.
- Usuarios Residenciales y Pequeñas empresas fueron tomados en cuenta para el cálculo de las estimaciones de demanda.

3.2.3.4.2 Análisis para la TV Por Suscripción

En las tablas 3.10 y 3.11 se indica las demandas potenciales de Televisión Por Suscripción para la ciudad de Ibarra.

Para el cálculo de la oferta, el sistema tendrá una participación del 9.716 % del mercado de Ibarra, que viene a ser los 800 usuarios iniciales que se mencionaron en los análisis la encuesta de televisión.

Tabla 3.10 Cálculo de la Demanda para la ciudad de Ibarra

Año	Demanda para Ibarra (usuarios)	Participación del Sistema en Ibarra (OFERTA) %	Demanda servida por el Sistema MMDS (usuarios)
0	8233,74	9,716	800
1	8680,51	10,875	944
2	9136,14	12,292	1123
3	9564,59	13,979	1337
4	10037,28	15,98	1604

Tabla 3.11 Cálculo de la Demanda para la ciudad de Ibarra

OFERTA PARA LA CIUDAD DE IBARRA	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro
Participación/total para Ibarra	9,72%	10,88%	12,29%	13,98%	15,98%
ESTIMACIONES DE DEMANDA					
	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro
Demanda no cubierta en Ibarra	8233,74	8680,51	9136,14	9564,59	10037,28
DEMANDA SERVIDA POR EL SISTEMA MMDS	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro
Suscriptores	800	944	1123	1337	1604

3.2.4 ANÁLISIS DE PRECIO

En cualquier mercado, las políticas seguidas en la fijación de precios son una parte muy importante y difícil de la producción y comercialización de productos y servicios.

El análisis de los precios que tendrá el servicio se lo hace con el propósito de caracterizar de qué forma se determinan y el impacto que una alteración de los mismos tendría sobre la oferta y la demanda del producto.

Para la fijación del precio, según lo que indica la teoría, se deben tomar los costos de operación y financiación, complementados con la estimación y el análisis de la demanda del producto, pero este método no es muy utilizado en la práctica por lo complejo y laborioso. En general la fijación del precio se hace en base de la experiencia y conocimiento que tienen los ejecutivos empresariales sobre el mercado.

A continuación se nombra algunas formas que se utilizan para la fijación del precio:

- Precio existente en el mercado interno. Si se adopta se denomina precio imitativo.
- Precio asignado a bienes o servicios similares importados. Si se adopta también es un precio imitativo.
- Precios fijados por el gobierno o precios estables
- Precio definido mediante la aplicación de un cierto porcentaje a los costos unitarios totales, denominado precio por encima del costo.
- Precio estimado en función de la demanda.
- Precio del mercado internacional.
- Precio con base a una tasa determinada de retorno sobre la inversión. Esta posibilidad tiene en cuenta la inversión en que se incurre y los costos de operación y financiamiento.
- Fijación de precios por competencia, este método se utiliza debido a la dificultad de prever como reaccionarán, tanto los compradores como la competencia, ante cambios o diferencias en precios. Así que se fijan precios promedio de los que cobran los competidores.

La política de precios adoptados para el sistema MMDS en el caso de acceso a Internet será imitativo en base al mercado de otros países donde se brinda este servicio, se realiza esta consideración ya que el servicio a prestarse es nuevo en el mercado. El rango dentro de cual puede encontrarse el precio se presenta en la Tabla 3.12.

En lo que respecta a la TV por suscripción, el precio fijado para el servicio será imitativo considerando que este no es nuevo en el mercado y debe estar de acuerdo al precio asignado a servicios similares ofrecidos en el mercado interno.

El rango de precio que el usuario pagará mensualmente por el servicio de TV por Suscripción será entre 25 a 30 USD mensuales.

Tabla 3.12 Rango de precios para capacidades residencial y pequeñas empresas

	Residencial	Pequeñas empresas
Capacidad (Kbps)	64	128
Rango de precio USD	50 - 60	80 - 100

3.2.5 ANÁLISIS DE LA COMERCIALIZACIÓN

La comercialización es la actividad que permite al empresario hacer llegar un bien o servicio al consumidor. Una buena comercialización es la que coloca el producto o servicio en un sitio y momento adecuados para dar satisfacción al consumidor, por lo que se hace necesario contar con los canales de distribución apropiados.

El canal de distribución es el camino que recorre un producto o servicio desde el fabricante hasta su consumidor. Esto no necesariamente se refiere a un camino físico, sino al camino comercial, pues incluye también las vinculaciones e interrelaciones que se establecen entre la empresa productora y los intermediarios para hacer llegar el producto o servicio al consumidor.

En la Comercialización también es importante señalar las políticas y estrategias de venta que se emplearán en la comercialización, a manera de ejemplo:

- Los precios y sus condiciones (mayoreo, menudeo y precios diferenciales).
- El otorgamiento de crédito comercial (plazos, tasas de interés y tasa de interés moratorio).
- Descuentos y bonificaciones por pago oportuno o anticipado.
- Acuerdos exclusivos con el canal de distribución.
- Condiciones en el caso de otorgar concesiones, licencias y franquicias.

3.2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO

Los servicios que se pretenden brindar a la población de Ibarra están sufriendo de un aumento progresivo cada año, los usuarios no quieren ya que para acceder a sus cuentas de Internet dial up, se tenga que realizar algunos intentos para conectarse y que para bajarse un archivo pasen algunos minutos, los usuarios requieren ya la banda ancha en sus hogares.

De igual manera la televisión puede sufrir de grandes cambios ya que con la digitalización se puede acceder a muchas más canales y no estancarse en los únicos 31 canales analógicos que permite el actual sistema MMDS.

Se habrá observado el análisis de la demanda que existe un buen número de posibles usuarios al cual el servicio puede llegar, se habla que para el año cero 70 usuarios de los 1801 que es la demanda no cubierta, estarán utilizando la red en lo que respecta a Internet, con un crecimiento que se ha estimado entre el 4 y 10 % en los 5 años.

De igual manera en la Televisión por suscripción, se inician con 800 suscriptores en el año cero, los cuales se incrementarán en un porcentaje estimado entre el 9 y 16% en los próximos 5 años.

También se espera que la novedad de presentar en el mercado dos servicios, cuyo acceso se diferencia de los demás, sea un atractivo extra en el mercado, así como la diferencia en las tarifas, especialmente la de Internet.

Sobre la comercialización, no se detectan probables problemas, por lo que, desde el punto de vista del mercado, el proyecto se presenta atractivo.

CAPÍTULO 4.

DISEÑO DEL SISTEMA DE ACCESO A INTERNET DE ALTA VELOCIDAD, TELEVISIÓN CODIFICADA Y AUDIO PARA LA CIUDAD DE IBARRA

4.1 PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA MMDS

La instalación de la red inalámbrica requiere de una planificación similar a la de una red alamburada. La principal diferencia esta en que los requerimientos de la señal inalámbrica deben ser agregados a la planificación.

Esta planificación incluye el diseño de las rutas RF, preparación del sitio, esto se refiere a las adecuaciones del lugar como son electricidad, generador de energía, aire acondicionado, etc., instalación de los componentes exteriores, así como las unidades interiores, antenas, dispositivos de protección contra rayos, y el cableado para condiciones exteriores.

4.1.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Una consideración básica, en cuanto al radioenlace o enlace de microondas, es la localización física de los sitios de cada extremo del enlace, ya que las señales de microonda viajan en línea recta, una línea de vista despejada entre las antenas es ideal. Sin embargo las ubicaciones deseadas para estos sitios, son muy variadas. A continuación se describen otras consideraciones generales de los sitios a escoger para el diseño del sistema.

4.1.1.1 Disponibilidad de energía eléctrica

Es muy importante que exista disponibilidad de redundancia del sistema eléctrico, aún más cuando el área es propensa a cortes de energía.

La planificación del enlace inalámbrico involucra la recolección de información y toma de decisiones. En la siguiente sección se indica aquella información de mucha importancia que se necesita conocer para la ubicación del Headend.

4.1.1.2 Disponibilidad para la conexión a tierra

La conexión a tierra es importante debido a que los equipos eléctricos y electrónicos son sensibles a variaciones del voltaje neutro-tierra, es por esto que al instalar un equipo de telecomunicaciones la conexión a tierra debe estar bien realizada.

4.1.1.3 Factibilidad para instalar una o más antenas

Se debe tener presente que es posible futuras instalaciones de una o mas antenas, que se requerirá de una estructura adicional o que se tendrá que construir otra torre.

4.1.1.4 Posibles futuras obstrucciones

Se debe tener en cuenta futuras construcciones o el crecimiento de árboles que obstruirán la línea de vista.

4.1.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Es importante investigar cualquier condición meteorológica inusual que es común en estos sitios. Estas condiciones pueden incluir excesiva cantidad de lluvia o neblina, e incluso rangos de temperatura extremas.

Estas condiciones deben ser tomadas en cuenta dentro de las consideraciones en el proceso de planificación.

4.1.2.1 Lluvia y neblina

Excepto en condiciones extremas, la atenuación debida a la lluvia no requiere serias consideraciones para frecuencias en el rango de 6 a 8 GHz. Cuando las frecuencias de microonda son en el rango de 11 o 12 GHz o mas altas, la atenuación debida a la lluvia viene ha ser mucho más preocupante, especialmente en áreas en donde los aguaceros son de alta densidad y de larga duración. Si este fuera el caso, lo recomendable es tener rutas pequeñas.

El sistema en diseño, en cuanto a la cobertura, opera en frecuencias bajo los 6 GHz, por lo que la lluvia no es tomada con mucha importancia; sin embargo para el enlace de microondas, se opera en la banda de 23GHz, razón por la cual las pérdidas por lluvia serán un factor muy importante dentro del cálculo.

En muchos casos, los efectos de la neblina son considerados similares a los de la lluvia. Sin embargo la neblina cuando es acompañada de cambios en la temperatura o estratificaciones puede causar condiciones de refracciones y reflexiones.

4.1.2.2 Absorción atmosférica

Relativamente los efectos del vapor de agua y del oxígeno en el enlace son pequeños. Esto usualmente es significativo en rutas largas y a determinadas frecuencias. La atenuación en el rango de 2 a 14 GHz es aproximadamente 0.01 dB/milla, lo cual no es importante.

4.1.2.3 Viento

Los componentes externos de cualquier sistema estarán siempre sujetos a efectos del viento, por lo tanto es importante conocer la dirección y velocidad del viento que llega al sitio. Las antenas y las estructuras que las soportan deben ser capaces de prevenir estos efectos que afectarán a la antena o causarán daño a la construcción de la torre o incluso a los componentes montados.

4.1.2.4 Rayos

El daño potencial que causan los rayos a los equipos de RF debe siempre ser considerado cuando se planifica el enlace inalámbrico. Los requerimientos de protección contra rayos esta basado en qué tan expuesto es el sitio para este tipo de fenómenos. Si el enlace es crítico, como en nuestro caso y si el área es altamente activa en rayos, la atención a la protección contra rayos y la puesta a tierra son muy importantes.

Por este motivo se instalará un pararrayos y se asegurará de que los cables y los equipos sean apropiadamente conectados a tierra, además en la punta de la torre de comunicaciones se instalará una lámpara de señalización aérea (con cubierta roja intermitente) que contará con activación nocturna, y en condiciones climáticas inapropiadas, como neblina o lluvia, controlado por medio de fotocelda.

4.1.3 INTERFERENCIA

Una parte importante de la planificación del sistema mixto de banda ancha es la anulación de la interferencia. Esta puede estar presente en interior o exterior del sistema. Una buena planificación de frecuencias y antenas puede superar los desafíos de la interferencia.

4.1.3.1 Interferencia de canal adyacente y co-canal

La interferencia co-canal resulta cuando otro enlace RF está usando el mismo canal de frecuencia. La interferencia de canal adyacente resulta cuando otro enlace RF está usando un canal de frecuencia adyacente. En el sitio seleccionado, se puede utilizar un analizador de espectros para determinar si señales fuertes están presentes en el sitio, y de ser el caso, determinar la manera de eliminarlas para que la frecuencia en la cual se está trabajando no tenga problemas. La buena colocación y polarización de las antenas, así como el uso de una ganancia alta, son los métodos más efectivos para reducir las interferencias de este tipo.

4.1.4 ANTENAS

Las antenas enfocan la señal de radio en una dirección específica y en un haz angosto. El incremento de la potencia en la señal cuando esta apuntada en la dirección deseada se llama ganancia. Las antenas son afinadas para operar en un grupo específico de frecuencias. El fabricante también fija otras especificaciones como el ancho de banda y la ganancia. Las antenas pueden ser seleccionadas de acuerdo al lugar a ser instaladas y a su aplicación.

En general, se requiere grandes antenas, altas ganancias torres o mástiles altos, sin embargo es mejor usar una antena pequeña que proveerá una protección suficiente de la interferencia y una buena señal en el otro extremo del enlace para mantener siempre una excelente recepción sin desvanecimiento.

Otras consideraciones incluyen en ancho del haz de la antena, la proporción de rechazo de la señal frente-atrás, frente-costado y polarización cruzada. Estos valores forman parte de las especificaciones técnicas, los cuales se tomarán en cuenta al momento de escoger una antena ya sea para la cobertura o para el enlace de microondas.

4.1.5 TORRES¹

Cuando se realiza la instalación de la antena, puede ser necesario construir una torre auto estable para la antena. Regulaciones y limitaciones definen la altura y localización de las torres con respecto a aeropuertos, pistas de aterrizaje y rutas de aviones.

Para no tener problemas en este aspecto hay una regulación de la FCC dirigido a la estructuras de antenas. Estas regulaciones están en el sitio Web de la FCC

4.1.6 PLANIFICACIÓN DE LA RUTA Y PRESUPUESTO DEL ENLACE

En cuanto al enlace de microondas, para conseguir un mejor funcionamiento de un sistema inalámbrico, la planificación del camino será esencial. A más que la señal de radio se disipa cuando viaja, muchos otros factores operan en una señal de microondas cuando viaja a través del espacio. Todos estos factores, ganancias y pérdidas, deben ser tomados en cuenta, debido a que cualquier obstrucción atenuará la señal.

Por otra parte, el presupuesto del enlace se refiere al cálculo riguroso de todos los elementos conocidos del enlace para determinar si la señal tendrá la potencia apropiada cuando alcanza el otro extremo (desde el transmisor hacia el receptor). Para realizar este cálculo, se debe tener disponible la siguiente información:

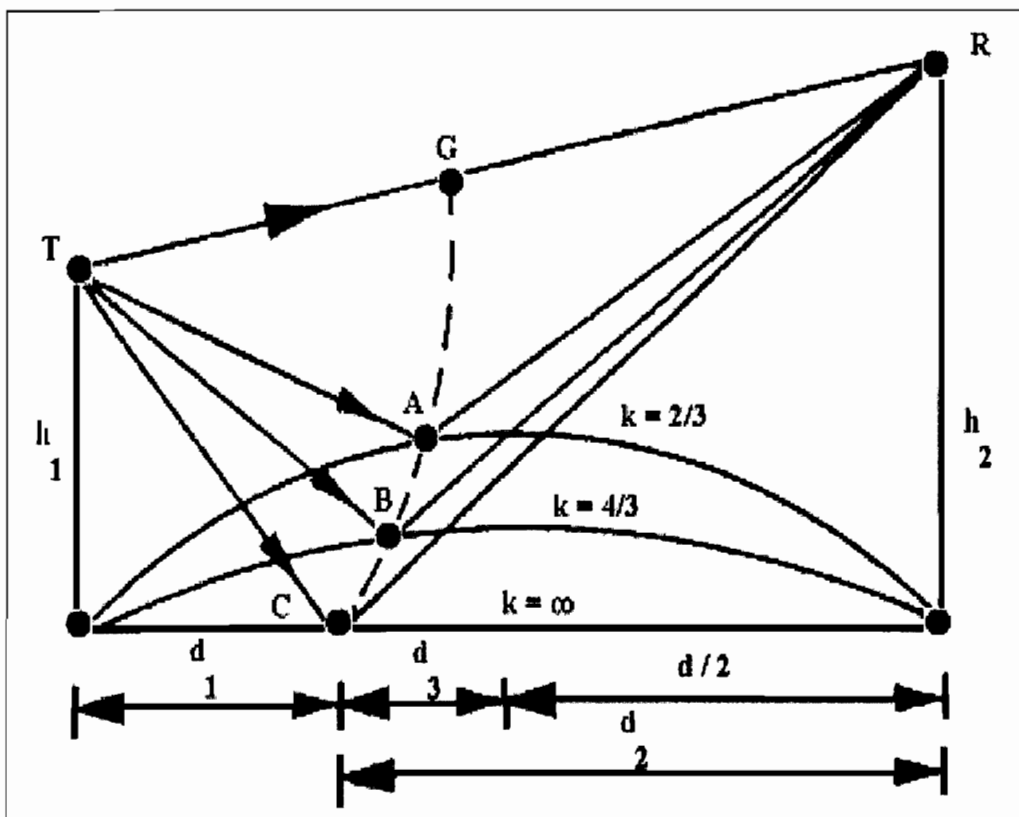
¹ www.fcc.gov/wtb/antenna/what.html, FCC, Antenna Structure Registration

- Frecuencia del enlace
- Pérdidas de la ruta en espacio libre
- Potencia del transmisor
- Ganancia de la antena
- Distancia total del cable de transmisión y pérdidas por unidad métrica a la frecuencia especificada
- Distancia de la ruta.

4.1.6.1 Parámetros involucrados para encontrar el Punto de Reflexión del Trayecto

Para el cálculo del punto de reflexión del trayecto se toma como referencia la Figura 4.1², en donde se puede observar el trayecto del haz de microondas para tres valores de K (Factor de corrección de curvatura de la tierra): $2/3$, $4/3$ e infinito.

Figura 4.1 Punto de reflexión en función de k



² Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT, Manual Aspectos Económicos y Técnicos de la elección de Sistemas de Transmisión, Propagación, Apéndice de la sección B.IV.3

El punto de reflexión para estos tres valores, es respectivamente A, B y C. En la Figura 4.1 estos puntos se indican en base a una tierra de radio corregido; la curva de trazos que une A, B y C indica el desplazamiento del punto de reflexión a lo largo del trayecto con la variación de K. El punto G indica la extensión de d_1 para la incidencia restante.

Si estos cuatro puntos se trasladan sobre el perfil, y se unen pueden leerse a escala del valor d_1 para cualquier valor de k. Esto permite hallar rápidamente el punto de reflexión conocidos los puntos A, B, C y G.

Esto se puede lograr mediante dos formas, por medio de nomogramas o mediante la resolución de ecuaciones que dan un valor d_1 para cualquier valor de k.

Las ecuaciones a considerarse con las siguientes³:

$$r = 6,37 \frac{k}{4} d(h_2 - h_1) \quad (1)$$

$$t = \frac{d^2}{12} + 8,5k \frac{(h_1 + h_2)}{4} \quad (2)$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left(\frac{r}{t\sqrt{t}} \right) \quad (3)$$

$$d_3 = 2t^{\frac{1}{2}} \cos \left(\frac{\varphi}{3} + 240 \right) \quad (4)$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + d_3 \quad (5)$$

$$d_2 = d - d_1 \quad (6)$$

³ PROPAGACIÓN, Apéndice de la sección B.IV.3 del Manual Aspectos Económicos y Técnicos de la elección de Sistemas de Transmisión , Unión Internacional de Telecomunicaciones

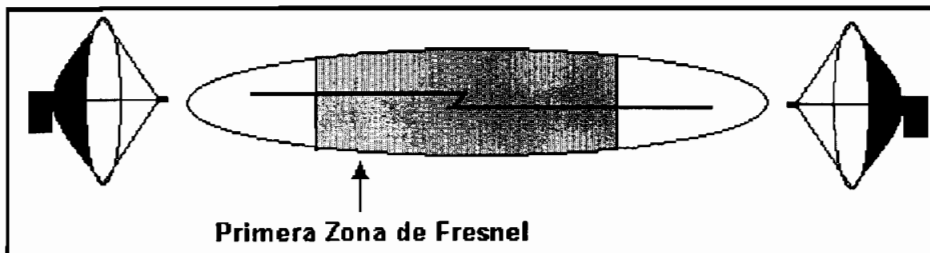
donde:

r :	Parámetro necesario para la evaluación del punto de reflexión.
k :	Factor de corrección de curvatura de la tierra
h_1 :	Altura del punto T (transmisor), en metros
h_2 :	Altura del punto R (receptor), en metros
d_1 :	Distancia del trayecto al extremo cercano en Km, o distancia desde el punto T hasta el punto de reflexión.
d_2 :	Distancia del trayecto al extremo lejano en Km, o distancia desde el punto R hasta el punto de reflexión.
d_3 :	Distancia entre el punto medio del trayecto y el punto de reflexión.
d :	Distancia total entre el transmisor T y el receptor R, en Km.
t, φ, r :	Parámetros involucrados para el cálculo del punto de reflexión.

4.1.6.2 Zona de Fresnel

Según las características de la señal de radio se presenta una ocupación de una región en el espacio que cruza dicha señal, llamada Zona de Fresnel, localizada entre las antenas. En la Figura 4.2 se muestra el área ocupada por una señal fuerte de radio, llamada Primera Zona de Fresnel, la cual es centrada en línea directa entre las antenas.

Figura 4.2 Primera Zona de Fresnel



Primera zona de Fresnel.- Debido a la forma de la Primera Zona de Fresnel, lo que parece ser una línea de vista despejada puede no serlo. A causa de esto, a menudo es necesario calcular el radio de esta zona al punto medio de la ruta.

Con ayuda de la ecuación (7), se calcula la primera zona de Fresnel

$$F_1 = 548 \sqrt{\frac{d_1 d_2}{f(\text{MHz})d}} \quad (7)$$

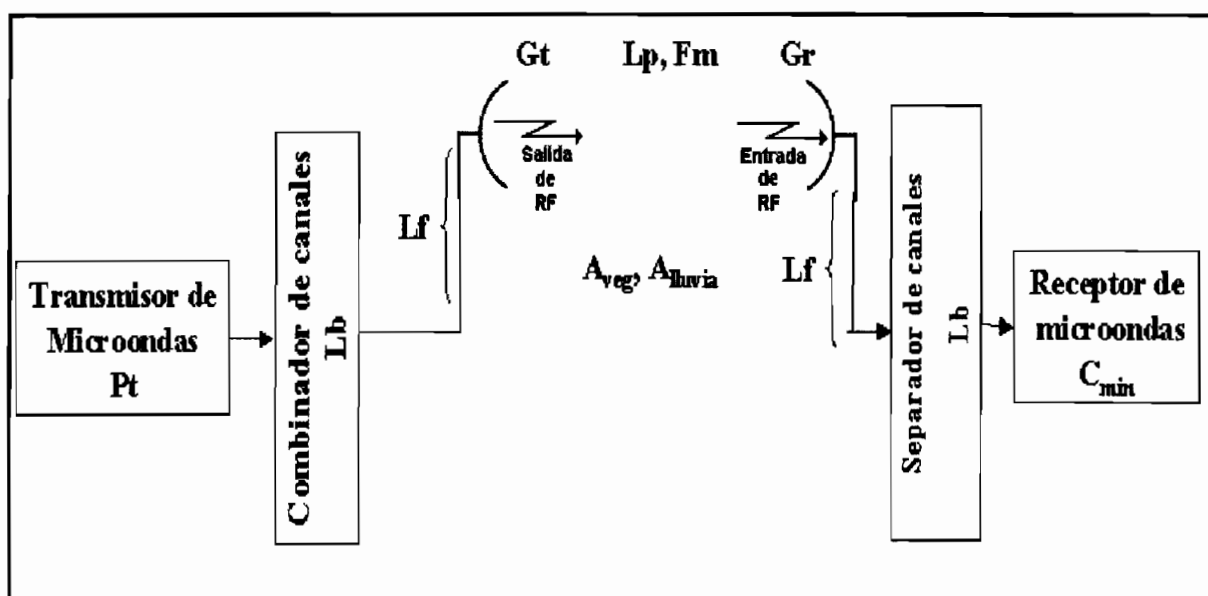
donde:

F_1 :	Radio de la primera zona de Fresnel.
f :	Frecuencia a la cual se realiza el radioenlace en MHz

4.1.6.3 Ganancias y pérdidas inmersas en el sistema de comunicación

En forma general, un sistema de radioenlace es como el que se presenta en el diagrama de bloques de la Figura 4.3⁴, en el cual se indican las principales variables inmersas en un sistema de comunicación.

Figura 4.3 Diagrama de bloques de un sistema de comunicación.



4.1.6.3.1 Ganancias

G_t es la ganancia de la antena Tx [dB].

G_r es la ganancia de la antena Rx [dB].

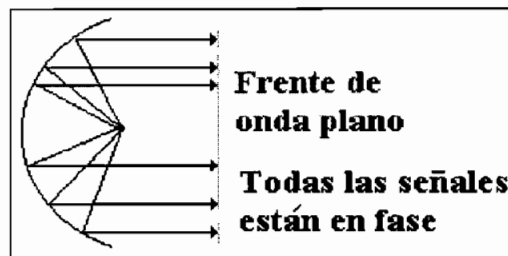
⁴ Tomasi, W., "Sistemas de comunicaciones electrónicas". Prentice Hall, 4^{ta} edición, 2003, México

Ganancia de antena

La ganancia de la antena es un indicador de qué tan bien esta enfocada la energía de RF en una determinada dirección. La ganancia de la antena por lo general se expresa en dB o dBi.

Una antena parabólica tiene una ganancia aparente porque concentra la potencia irradiada en un haz angosto en lugar de enviarlo en forma uniforme en todas las direcciones (antena isotrópica), y el ancho del haz se reduce por los incrementos en la ganancia de la antena, como se puede apreciar en la Figura 4.4.

Figura 4.4 Reflector parabólico



La Ganancia de la antena parabólica se calcula con la ecuación (8).

$$G = \eta \left(\frac{\pi D_{ant}}{\lambda} \right)^2 \quad (8)$$

donde:

η :	la eficiencia de la antena (Ej. 60% $\eta = 0.60$)
λ :	longitud de onda de la señal $\lambda = \frac{c}{f}$ [m]

En dB, sería:

$$G_{dB} = 10 \text{Log}(G) \quad [dB] \quad (9)$$

4.1.6.3.2 Pérdidas

Lp son las pérdidas en la trayectoria de espacio libre	[dB]
Lf son las pérdidas en la línea de transmisión (Tx y Rx)	[dB]
Lb son las pérdidas por diversidad	[dB]
Fm es el margen de desvanecimiento	[dB]
A _{lluvia} es la atenuación por lluvia	[dB]
A _{veg} es la atenuación por vegetación	[dB]

- Pérdida en la trayectoria de espacio libre [Lp]

Se define como la pérdida incurrida por una onda electromagnética al propagarse en línea recta a través del vacío, sin atenuación por absorción y reflexión debidas a objetos cercanos. Estas pérdidas dependen de la frecuencia, y aumentan directamente con la distancia. Se calcula con la siguiente ecuación de Friis⁵:

$$L_p = \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right)^2 = \left(\frac{4\pi f D}{c} \right)^2 \quad (10)$$

En dB, sería:

$$L_p = 20 \text{Log} \left(\frac{4\pi f D}{c} \right) \quad [\text{dB}] \quad (11)$$

donde:

<i>C</i> :	Velocidad de la luz [3X10 ⁸ m/s]
<i>f</i> :	Frecuencia a la cual se realiza el radioenlace en Hz
<i>D</i> :	distancia entre las antenas [m]

- Lf son las pérdidas en la línea de transmisión (Tx y Rx) [dB].

Existirá siempre algo de pérdida de la señal a través de los cables y conectores usados para conectar a la antena. Esta pérdida es directamente proporcional a la longitud de los cables y generalmente inversamente proporcional al diámetro del cable. Además las pérdidas ocurren por cada conector usado, y se debe

⁵ Friis, H. T., 1944. "Noise Figure of Radio Receivers", Proc. IRE, July 1944

considerar en la planificación. El proveedor de los cables puede proporcionar las pérdidas de los cables para distintas longitudes. Para el presente estudio estas pérdidas se asumen como 0 dB, debido al valor insignificante frente a otros valores de pérdidas y ganancias.

- *Lb son las pérdidas por diversidad [dB].*

Este valor se lo encuentra tabulado mediante gráficos o tablas. Es un valor importante y que se lo debe tomar en cuenta en lo que se refiere a enlaces mayores a 15 GHz. Para el presente estudio se tomará un valor Lb igual a 0.5 dB.

- *Pérdidas adicionales a ser tomadas en cuenta para frecuencias mayores a 10 GHz*

Para enlaces de microondas que trabajan a frecuencias mayores a 10 GHz, existen otros factores que afectan la propagación de las señales, como la atenuación por lluvia y la atenuación por vegetación, entre otras.

- *Pérdidas por lluvia*

Considerando una tasa de distribución de lluvia R_p , se puede calcular la atenuación específica como:

$$A_{lluvia} = \gamma_R = a R_p^b \quad [dB / Km] \quad (12)$$

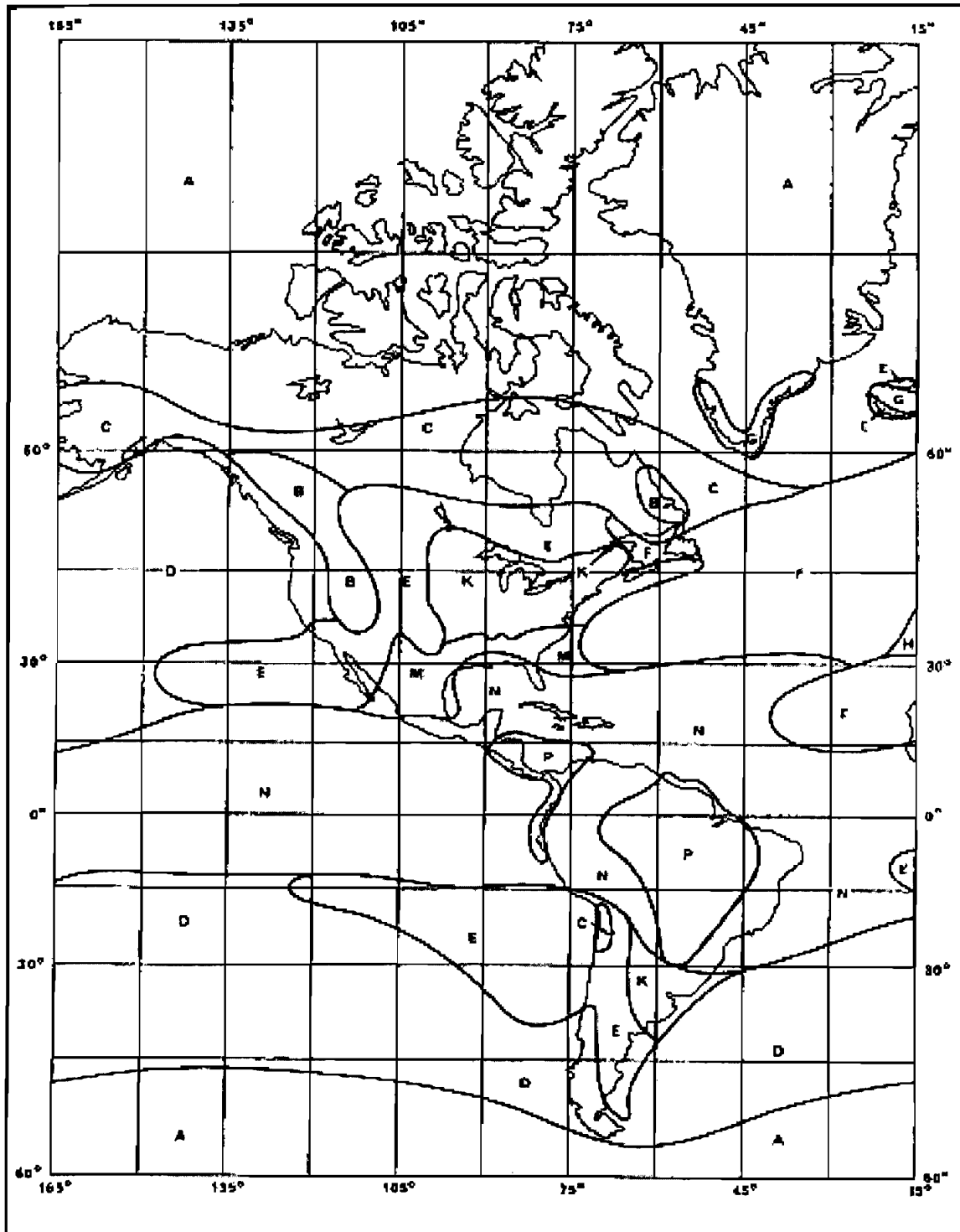
donde:

A_{lluvia} :	Atenuación por lluvias [dB/Km] = γ_R
R_p :	Tasa de lluvia de la región [mm/h].

La Atenuación Específica $A_{lluvia} (\gamma_R)$, se obtiene a partir de la intensidad de lluvia R_p (mm/h) excedida en un porcentaje anual de tiempo p . Típicamente $p=0.01\%$, lo que garantiza un servicio del 99,99%.

En la Figura 4.5 se presenta un Mapa con las zonas hidrometeorológicas⁶ para el Continente Americano.

Figura 4.5 Zonas hidrometeorológicas para América



⁶ Recomendaciones ITU-R PN618, UIT-R PN.837-1, Características de la precipitación para establecer modelos de propagación

Tabla 4.1 Intensidad de lluvia excedida (mm/h)

Porcentaje de tiempo %	Estadística de Tasa de Lluvia Acumulada														
	Intensidad de Lluvia Excedida (mm/h)														
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q
1	<.01	0.5	0.7	2.1	0.6	1.7	3	2	8	1.5	2	4	5	12	24
0,3	0.8	2	2.8	4.5	2.4	4.5	7	4	13	4.2	7	11	15	34	49
0,1	2	3	5	8	6	8	12	10	20	12	15	22	35	65	72
0,03	5	6	9	13	12	15	20	18	28	23	33	40	65	105	96
0,01	8	12	15	19	22	28	30	32	35	42	60	63	95	145	115
0,003	14	21	26	29	41	54	45	55	45	70	105	95	140	200	142
0,001	12	32	42	42	70	78	65	83	55	100	150	120	180	250	170

Para estimar las estadísticas de la atenuación por lluvia se deben seguir los siguientes pasos:

- Se obtiene el índice de precipitación de la zona o región geográfica. Según la Figura 4.5 y la Tabla 4.1 (Recomendación UIT-R P.837), la zona hidrometeorológica correspondiente al Ecuador presenta un $R_{0,01} = 95$ mm/h.
- Mediante la ecuación (12), en donde se reemplaza los valores a y b , los cuales se calculan en función del ángulo de elevación, polarización y frecuencia (ecuación 13 y 14).

Ecuaciones para determinar los valores de a y b , aproximados, para el cálculo de la atenuación por lluvia.

$$a = \begin{cases} 4.21 \times 10^{-5} f^{2.42} & 2.9 \text{ GHz} \leq f \leq 54 \text{ GHz} \\ 4.09 \times 10^{-2} f^{0.699} & 54 \text{ GHz} \leq f \leq 180 \text{ GHz} \end{cases} \quad (13)$$

$$b = \begin{cases} 1.41 f^{-0.0779} & 8.5 \text{ GHz} \leq f \leq 25 \text{ GHz} \\ 2.63 f^{-0.272} & 25 \text{ GHz} \leq f \leq 164 \text{ GHz} \end{cases} \quad (14)$$

- Se calcula la longitud efectiva del trayecto d_{eff} del enlace multiplicando la longitud del trayecto real, d , por un factor de distancia r . Una estimación de este factor viene dada por la ecuación (15).

$$r = \frac{1}{1 + \frac{d}{d_0}} \quad (15)$$

donde, para $R_{0,01} \leq 100$ mm/h

$$d_0 = 35 \cdot e^{-0.015 \cdot R_{0,01}} \quad (16)$$

d) Una estimación de la atenuación del trayecto excedida durante el 0.01% del tiempo viene dada por:

$$A_{lluvia} = \gamma_R \cdot d_{eff} = \gamma_R \cdot d \cdot r \quad (17)$$

El procedimiento de predicción indicado anteriormente se considera válido en todo el mundo, al menos para frecuencias de hasta 40 GHz y longitudes de trayecto de hasta 60 Km.

- Pérdidas por vegetación

Existen varios estudios sobre la influencia que ejerce el tamaño, la densidad, el tipo y la forma de vegetación en la atenuación que sufre la señal al propagarse por áreas con vegetación. El modelo expresado por Al-Nuaimi⁷ en la siguiente ecuación se aplica para el rango de frecuencias de 10 a 40 GHz.

$$A_{veg} = 0.39 f^{0.39} d_p^{0.25} \quad [dB], \text{ árbol con hojas} \quad (18)$$

$$A_{veg} = 0.39 f^{0.18} d_p^{0.59} \quad [dB], \text{ árbol sin hojas} \quad (19)$$

donde:

A_{veg} :	atenuación por vegetación [dB].
d_p :	Altura de la vegetación [m].
f :	Frecuencia a la cual se realiza el radioenlace [GHz]

⁷ Al-Nuaimi, M.O. Measurements and prediction model optimization for signal attenuation in vegetation media at centimeter wave frequencies - IEE Proc. Microwave Antennas Propagation

- Margen de Desvanecimiento (F_m)

Es un “factor de acolchonamiento” incluido en la ecuación de ganancia del sistema que considera las características no ideales y menos predecibles de la propagación de ondas de radio, tal como la propagación de múltiples trayectorias, sensibilidad a superficie rocosa, condiciones climatológicas, objetivos de confiabilidad y es válido para una distancia máxima de 400 Km. El Margen de desvanecimiento calculado respecto a las características del terreno está dado por la ecuación siguiente:

$$F_m = \underbrace{30 \text{ Log}_{10}(D)}_{\text{Efecto de la trayectoria}} + \underbrace{10 \text{ Log}_{10}(6 A B f)}_{\text{Sensibilidad al Terreno y al clima}} - \underbrace{10 \text{ Log}_{10}(1 - R)}_{\text{Objetivos de confiabilidad}} - \underbrace{70}_{\text{Constante}} \quad [\text{dB}] \quad (20)$$

donde:

D:	Distancia entre las antenas de Tx y Rx [Km.].
f:	Frecuencia del enlace de microondas [GHz].
R:	Objetivo de confiabilidad del enlace, (Ej. 99.99% R=0.9999).
A:	Factor de rugosidad de la trayectoria. 4 sobre agua o terreno muy parejo. 1 sobre terreno normal. 0.25 sobre terreno montañoso o muy disparejo.
B:	Factor para convertir la probabilidad del peor de los meses en probabilidad anual. 1 para clima muy lluvioso y con mucha neblina. 0.5 para áreas calientes y húmedas (calor húmedo). 0.25 para clima normal. 0.125 para áreas muy secas o montañosas.

4.1.6.4 Umbral del Receptor, o Sensibilidad del Receptor

Es la potencia mínima de portadora de banda ancha (U_{rx}) a la entrada de un receptor que produzca una salida útil de banda base, esta se puede calcular con la ecuación 21.

$$\text{Umbral del receptor} = U_{rx} = \frac{S^2}{z_o} \quad (21)$$

donde:

$S :$	Sensibilidad del receptor (V)
$Z_o :$	Impedancia característica (Ω)

4.1.6.5 Potencia del transmisor

Una vez calculadas todas las atenuaciones y ganancias involucradas en el enlace se procede a calcular la ganancia mínima que deberá tener el sistema. Esto se obtiene a partir de la ecuación 22.

$$G_s \geq P_t - C_{\min} \quad (22)$$

donde:

$G_s :$	Ganancia del sistema [dB]
$P_t :$	Potencia de transmisión [dBm]
$C_{\min} :$	umbral del receptor [dBm]

De la ecuación (22) se puede determinar que la ganancia del sistema deberá ser mayor o igual que todas las pérdidas involucradas en el enlace menos las ganancias de las antenas, es decir:

$$P_t - U_{rx} \geq \text{pérdidas} - \text{ganancias} \quad (23)$$

4.1.7 DISPONIBILIDAD

La disponibilidad representa la calidad del enlace. Esta es la proporción de tiempo en el que el enlace es disponible del total de tiempo. Esto sirve como una guía al servicio que se puede esperar, en promedio, durante un período de un año.

La Tabla 4.2 muestra porcentaje de disponibilidad relaciona a tiempo del fuera del sistema por año.

Tabla 4.2 Disponibilidad e indisponibilidad del enlace

Disponibilidad requerida	Indisponibilidad tolerada	Tiempo de indisponibilidad
99.9 %	0.1 %	9 horas
99.99 %	0.01 %	1 hora
99.999 %	0.001 %	5 minutos
99.9999 %	0.0001 %	30 segundos

La aplicación determina que disponibilidad es requerida. En una aplicación crítica donde el tiempo fuera afecta adversamente al negocio y a los ingresos de la empresa, se requiere de un alto porcentaje de disponibilidad.

La disponibilidad esta en función del margen de desvanecimiento y la cantidad de señal desvanecida. Las rutas obstruidas por árboles tienen mayor desvanecimiento que las rutas sin árboles. Largas distancias del enlace tienden a tener más desvanecimiento que enlaces de cortas distancias. Altos márgenes de desvanecimiento producen menor disponibilidad del enlace.

4.1.8 CANALIZACIÓN MMDS PARA EL PRESENTE PROYECTO

Para el funcionamiento del sistema MMDS, las frecuencias que se usarán estarán basadas en lo que esté autorizado o bajo licencia de uso. En el Ecuador el sistema codificado terrestre de audio y video por suscripción MMDS, utiliza las bandas atribuidas a las ondas decimétricas, comprendidas en 300 MHz a 3000 MHz, de acuerdo al Plan Nacional de Frecuencias, dentro de este rango se establece la siguiente banda de frecuencia:

Banda MMDS: 2500 a 2686 MHz

Canalización de las bandas: Para el presente proyecto se tomaron 12 de los 31 canales de 6 MHz de la canalización existente en el Ecuador para MMDS. De esta manera se distribuye 10 canales para la Televisión por suscripción + audio y 2 canales para el Internet de Banda Ancha, como se lo puede apreciar en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3 Plan de frecuencias a aplicarse en el presente proyecto

No.	GRUPO	ALFA	BETA	RANGE	CH	USO	RANGE DE FRECUENCIA
1	A	A1	K/24	222-228	84	TV DIGITAL	2500 – 2506 MHz
2	B	B1	L/25	228-234	85	TV DIGITAL	2506 – 2512 MHz
3	A	A2	M/26	234-240	86	TV DIGITAL	2512 – 2518 MHz
4	B	B2	N/27	240-246	87	TV DIGITAL	2518 – 2524 MHz
5	A	A3	O/28	246-252	88	TV DIGITAL	2524 – 2530 MHz
6	B	B3	P/29	252-258	89	TV DIGITAL	2530 – 2536 MHz
7	A	A4	Q/30	258-264	90	TV DIGITAL	2536 – 2542 MHz
8	B	B4	R/31	264-270	91	TV DIGITAL	2542 – 2548 MHz
9	C	C1	S/32	270-276	92	TV DIGITAL	2548 – 2554 MHz
10	D	D1	T/33	276-282	93	TV DIGITAL	2654 – 2560 MHz
11	H	H3	QQ/53	396-402	113	INTERNET DOWNTREAM	2674 – 2680 MHz
12	G	G4	RR/54	402-408	114	INTERNET UPSTREAM	2680 – 2686 MHz

4.1.8.1 Frecuencias UPSTREAM en conflicto para el Ecuador

Según la asignación de bandas de frecuencias para el canal de retorno, los Organismos Internacionales distribuyen el espectro como se lo resume en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4 Cuadro de atribución de bandas de frecuencias para el canal de retorno

MDS1	2150 - 2156 MHz
MDS2	2156 - 2162 MHz
MDS2A	2156 - 2160 MHz
WCS	2305 – 2320 MHz
WCS	2345 – 2360 MHz

Por otra parte, para el Ecuador, según el Plan Nacional de Frecuencias, existe una asignación de estas bandas para otros servicios como se puede apreciar en la Tabla 4.5, lo cual genera conflicto para el uso de estas bandas.

Tabla 4.5 Cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias⁸

REGION 2	EQUADOR	
BANDA MHZ	BANDA MHZ	NOTAS
2120 - 2160	2120 - 2160	EQA.180
FIJO	FIJO	
MÓVIL S5.BBB	MÓVIL S5.BBB	
Móvil por satélite (espacio-Tierra)	Móvil por satélite (espacio-Tierra)	
S5.388	S5.388	
2160 - 2170	2160 - 2170	EQA.180
FIJO	FIJO	
MÓVIL	MÓVIL	
MÓVIL POR SATÉLITE (espacio-Tierra)	MÓVIL POR SATÉLITE (espacio-Tierra)	
S5.388 S5.389C S5.389D	S5.388 S5.389C	
S5.389E S5.390	S5.389E S5.390	
2300 - 2450	2300 - 2450	EQA.190 EQA.195
FIJO	FIJO	
MÓVIL	MÓVIL	
RADIOLOCALIZACIÓN	RADIOLOCALIZACIÓN	
Aficionados	Aficionados	
S5.150 S5.282 55.393 S5.394 S5.396	S5.150 S5.282 S5.396	

Sin embargo, para realizar el presente proyecto se tomó un canal de 6 MHz de los 31 que corresponden a la banda 2500 – 2686 MHz (MMDS), para el retorno de datos (up stream) de Internet.

4.1.8.2 Aclaraciones de los Aspectos Legales⁹

Para brindar servicios bidireccionales utilizando la banda de 2500 – 2686 MHz (MMDS) en el Ecuador se deberían considerar los siguientes aspectos:

- o Ser concesionario de la banda de frecuencias de 2500 – 2686 MHz (MMDS)
- o Según el Artículo 13, los concesionarios de servicios portadores podrán ofrecer sus servicios a los concesionarios de otros servicios de telecomunicaciones, prestadores de servicios de valor agregado o una red privada y

⁸ Plan Nacional de Frecuencias, Consejo Nacional de Telecomunicaciones, Septiembre 2000

⁹ Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones, Título II, Agosto 2001

usuarios de servicios finales. Las redes públicas podrán soportar la prestación de varios servicios, siempre que cuente con el título habilitante respectivo.

- De igual manera, en el Artículo 12. Los prestadores de servicios de valor agregado requerirán de un título habilitante que consistirá en un permiso para su operación. El acceso a los usuarios finales de los prestadores de servicios de valor agregado deberá realizarse a través de un concesionario de un servicio final.

4.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS SITIOS

4.2.1 HEADEND

El Headend para nuestro sistema estará ubicado en el cerro Yaracrucito, ubicado a 5 Km aproximadamente, al sur este de la ciudad de Ibarra, con los siguientes datos geográficos.

Cerro Yaracrucito	78° 04' 54" W	0° 20' 10" N	2990 m
-------------------	---------------	--------------	--------

Este sitio cuenta con las condiciones geográficas y técnicas necesarias para que el headend se pueda ubicar en este sector; como son carreteras de acceso, energía eléctrica y sobretodo tener línea de vista con los estudios ubicados en la ciudad de Ibarra. Por otra parte, se ha elegido este lugar porque desde aquí, el transmisor cubre en su totalidad a la ciudad de Ibarra y sectores aledaños, tanto en la zona urbana como en la rural.

En el Head End estará todo el equipo relacionado con lo que respecta a la TV Codificada y parte de lo que representa el Acceso a Internet, entre los cuales se encuentra:

- Antenas parabólicas para la recepción del satélite de los canales de TV
- Decodificadores, Moduladores, combinador
- Transmisor /Receptor
- WMTC (Wireless Modem Termination System)

4.2.2 CENTRO DE OPERACIONES DE LA RED (NOC)

El Network Operation Center, es el sitio en donde se monitorea y se opera la red, estará ubicado en el edificio del Banco La Previsora 5 piso, en las calles Sánchez y Cifuentes 1075 y Velasco, sus coordenadas geográficas son las siguientes:

Calle Sánchez y Cifuentes 1075 y Juan de Velasco, edificio La Previsora, ciudad de Ibarra	78°07'13'' O	00°21'10'' N	2708 m
---	--------------	--------------	--------

El Sistema de Gestión es uno de los elementos críticos dentro del sistema ya que entre otras cosas, debe realizar la provisión del servicio al usuario, asegurar la calidad de servicio, redireccionar los tráficos en función de la ocupación de las portadoras o las posibles caídas del sistema y ajustar el nivel de portadoras en las estaciones de usuario en función de la distancia a la estación base o el cambio de las condiciones climáticas.

En cuanto a la operación del sistema se tiene previsto que, en los estudios ubicados en la ciudad de Ibarra, se desarrollará las siguientes actividades:

- Gerencia y administración financiera de la compañía
- Dirección técnica de las instalaciones para los usuarios
- Dirección técnica para el mantenimiento de las equipos instalados a los usuarios
- Servicio al cliente, reclamos, sugerencias, etc.
- Monitoreo y control del sistema realizado por personal técnico.

4.2.3 ESTACIÓN BASE¹⁰

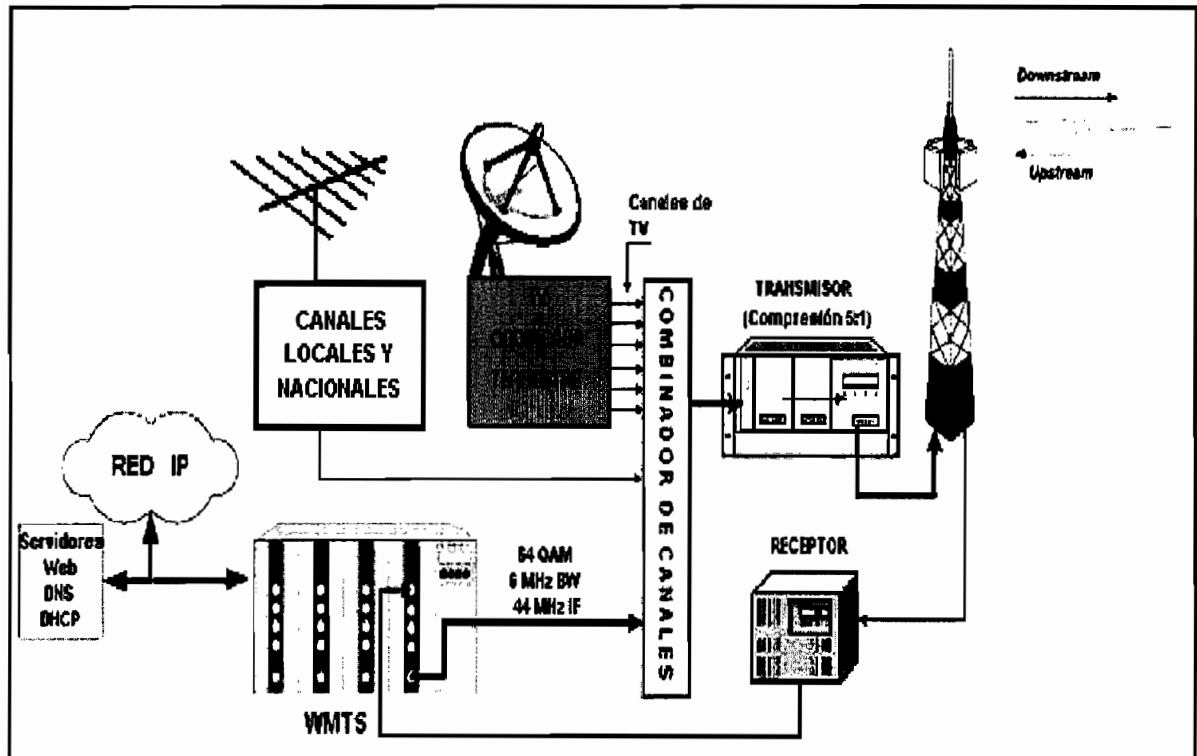
La Figura 4.6 indica en detalle un diagrama de la configuración de la estación base.

El WMTS (Sistema de terminación de módems inalámbricos), un router con funciones de modulador permite tráfico entre los terminales de usuarios en la red de acceso y la disponibilidad al backbone Internet, entrega una señal modulada

¹⁰ Broadband Wireless Internet Network Com Inc, 2000

con 64 QAM y multiplexado con TDM a una frecuencia intermedia de 44 MHz al transmisor por medio de un combinador de canales, el cual también tiene entradas para los canales de TV de 6 MHz que entran desde los distintos moduladores de cada canal recibidos desde el satélite.

Figura 4.6 Diagrama de la Estación Base



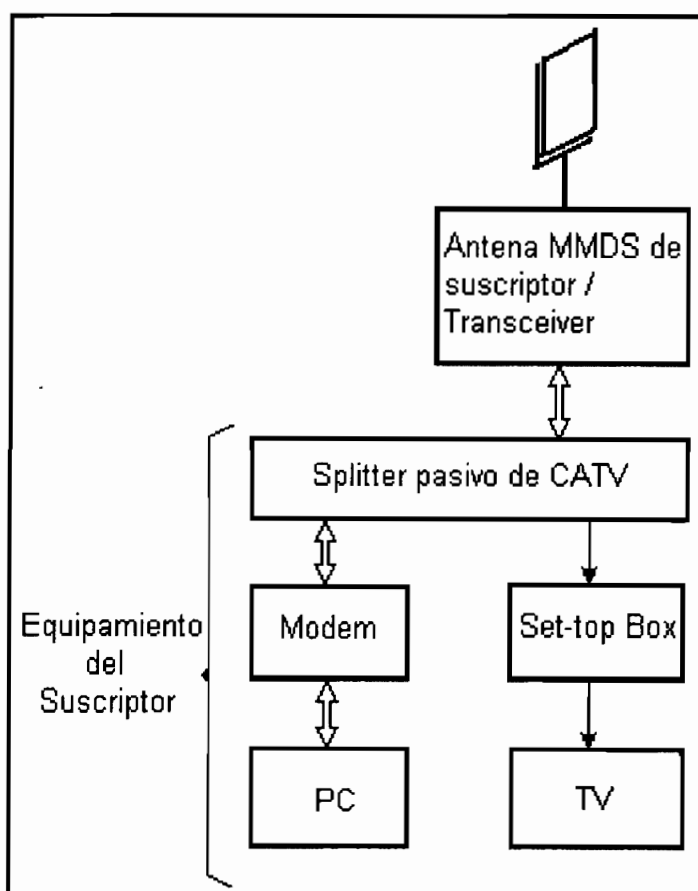
El transmisor acepta portadoras con modulación digital y la(s) portadora(s) de Internet las cuales serán comprimidas en una relación 5:1, lo que permitirá que el sistema transmita vídeo en formato digital; de esta manera, es posible acomodar 5 canales de vídeo con la técnica de compresión MPEG2 y con resolución NTSC (la calidad de video asociada a un canal convencional de televisión) en un canal de 6 MHz.

4.2.4 COMPONENTES DEL SITIO DE RECEPCIÓN

Los equipos para usuarios de TV como para de Acceso a Internet son los mismos con excepción del equipo terminal, que en el caso de TV es el "set-top-box" o decodificador y en el caso de acceso a Internet es un módem inalámbrico.

La antena que posee el usuario típicamente tiene una ganancia promedio de 16 dBi, la cual se conecta al transceiver el cual cumple la función de downconverter, a través de cable coaxial que puede ser por ejemplo el RG 8 (cable relativamente grueso -10mm y rígido. Sin embargo es muy resistente a interferencias externas y tiene pocas pérdidas. Se le conoce con el nombre de RG8 o RG11 y tiene una impedancia de 50 ohmios)¹¹, éste a su vez se conecta a un splitter con cable coaxial que puede ser el RG 59 (cable coaxial de 75 Ohm de mayor venta en el mercado debido a sus excelentes características eléctricas y mecánicas como son combinadas con un bajo costo.), el cual distribuye la señal al módem y al set-top-box en el caso de que el usuario contrate los dos servicios; pero, si el usuario únicamente requiere de un servicio ya sea TV o Internet, el transceiver se conectará directamente con el módem o set-top-box.

Figura 4.7 Diagrama de Bloques del Suscriptor



¹¹ http://nti.educa.rcanaria.es/conocernos_mejor/paginas/10base-5.htm, 10 BASE 5

El módem tiene un puerto Ethernet que se puede conectar directamente a una PC en el caso residencial o a un Hub, switch o router en el caso de pequeñas empresas. El set-top-box se conecta directamente a un televisor convencional. En la Figura 4.7 se muestra un diagrama de los elementos que forman parte de la etapa de recepción en el suscriptor.

4.3 COBERTURA Y DISPONIBILIDAD DE DIFERENTES UBICACIONES DE CLIENTES

4.3.1 ZONAS A SER CUBIERTAS POR EL SISTEMA DE COMUNICACIONES

En este proyecto, se planteará el diseño de la red de distribución inalámbrica en dos tipos de zonas distintas. Estas zonas tienen unas características propias en lo que respecta a cobertura, niveles de recepción de la señal, etc. Las dos zonas se van a localizar en una misma región geográfica, por lo que los parámetros climatológicos y troposféricos serán iguales para las dos zonas.

4.3.1.1 Zona urbana

Esta zona se caracteriza principalmente por la alta densidad de población, y por lo tanto son zonas donde más fácilmente se explotan los servicios. Sin embargo, la alta concentración de clientes supone también un inconveniente a la hora de hablar de servicios bidireccionales con acceso inalámbrico. El ancho de banda asignado para zona de cobertura es limitado y es compartido por todos los usuarios dentro de esa celda. Por tanto, si se desea dar servicio a una mayor densidad de abonados, se deberá utilizar alguna técnica que permita aumentar la cobertura sin requerir frecuencias adicionales.

Como se mencionó en el primer capítulo, apartado 1.2.1, entre las técnicas que se utilizan para aumentar en rendimiento de RF se encuentran la *sectorización* y la *celularización*, aunque es práctica común utilizar una combinación de estas dos técnicas.

4.3.1.2 Zona suburbana rural

Este tipo de zonas son las más aptas para la implementación del diseño propuesto, debido a que se encuentran situadas a las afueras de las ciudades; por lo tanto son áreas donde la penetración del cable es escasa y no rentable.

La tecnología de acceso inalámbrico permite ofrecer servicios de forma rentable en este tipo de zonas. Esta tecnología reduce la fuente de inversión inicial, permitiendo que las inversiones se realicen más gradualmente, según se vaya incrementando la demanda, es decir el número de los usuarios.

4.3.2 CÁLCULO DE LA COBERTURA

Para el cálculo de la cobertura desde el Cerro Yaracrucito, se tomaron en cuenta los parámetros que se recomienda en el Proyecto de Norma Técnica¹², el cual se resume en su parte sustancial en los siguientes puntos:

- Área de operación, será el área delimitada por un radio máximo de 35 Km. Específicamente, el borde del área de operación estará delimitada por un nivel de intensidad de campo eléctrico de 66 dBuV/m.
- Una señal óptima se conseguirá con un nivel de Señal a Ruido (C/N) mayor o igual a 45 dB; en cualquier caso, este valor no podrá ser menor a 40 dB, dentro del área de operación.
- En cuanto a la potencia efectiva radiada, tanto para el uso de sistemas radiantes omnidireccionales o sistemas directivos, el valor máximo estará definido en función del radio del área de cobertura, conforme la Tabla 4.6

Por lo tanto, tomando en cuenta las consideraciones anteriores, se procedió a graficar el área de cobertura con ayuda del software apropiado¹³, obteniéndose el resultado que se aprecia en la Figura 4.8. En este gráfico se puede observar que con los valores expresados en la Tabla 4.7 se cubre en forma adecuada la ciudad de Ibarra.

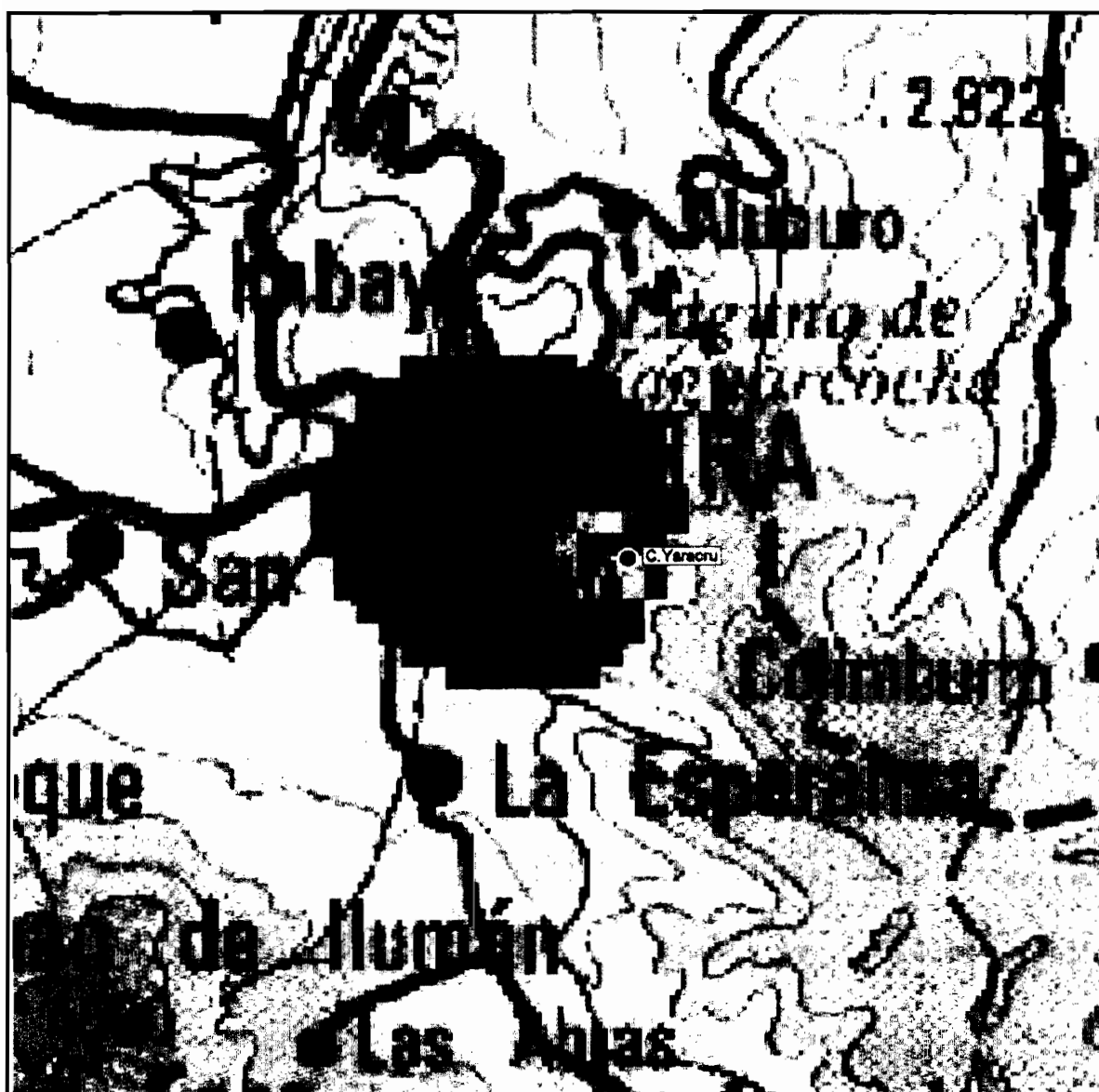
¹² Superintendencia de Telecomunicaciones, Norma Técnica para el Sistema Codificado Terrestre de Audio y Video por Suscripción en la Banda 2500-2686 MHz (MMDS), Agosto 2003, Quito

¹³ Superintendencia de Telecomunicaciones, Departamento de Radiodifusión y televisión, Programa ICS del Proyecto SICOTE

Tabla 4.6 Potencia efectiva radiada para sistemas MMDS

(m)	(dBm)	(W)
5	11	12,59
10	17	50,12
15	21	125,89
20	23	199,53
25	25	316,23
35	35	3162,28

Figura 4.8 Área de cobertura de la ciudad de Ibarra desde el Cerro Yaracucito



Con ayuda del mismo software se pudo obtener un reporte de la estación transmisora con los parámetros más representativos de la cobertura, como se presenta en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7 Reporte de la Estación Transmisora del Sistema MMDS

UBICACIÓN:	Cerro Yaracucito	
LONGITUD:	78° 04' 54"	Oeste
LATITUD:	00° 20' 10"	Norte
ALTITUD:	2990	metros
FRECUENCIA:	2583	MHz
POTENCIA DE TRANSMISIÓN:	11	dBw
GANANCIA DE LA ANTENA DE TX:	18.14	dBi
GANANCIA DE LA ANTENA DE RX:	16.00	dBi
PÉRDIDAS DE TX:	3	dB
PÉRDIDAS DE RX:	3	dB
ANCHO DE BANDA:	6	MHz
ALTURA DE LA ANTENA DE TRANSMISIÓN:	24	metros
AZIMUT DE MÁXIMA RADIACIÓN:	290	grados
TIEMPO DE OCUPACIÓN:	100	%

Para realizar el gráfico de la Figura 4.8 se utilizó el programa ICS-SICOTE, en el cual, uno de los valores que se ingresa es el ancho de banda. En el caso de Televisión codificada terrestre analógica, el ancho de banda por canal es de 6 MHz, y este es el valor único y necesario que requiere el programa para realizar la predicción de cobertura, y no el ancho de banda total de la banda MMDS (31 canales x 6 MHz).

Para el sistema propuesto de televisión digital, se utiliza el mismo valor de ancho de banda de 6MHz para realizar la predicción de la cobertura, debido a que, sin importar que tipo manipulación se le de a la banda MMDS (186 MHz), se utiliza el mismo canal de 6 MHz.

4.3.2.1 Análisis del área de cobertura para seis puntos críticos dentro del sistema.

Por otra parte, se realizaron los respectivos enlaces hacia seis puntos significativos dentro del área de cobertura, como se lo puede apreciar en la Figura 4.9. Estos puntos fueron escogidos para determinar el nivel de recepción que tendrían los usuarios a diferentes distancias del transmisor.

Estos enlaces se realizaron con uso de la herramienta (software), que proporcionó la Superintendencia de Telecomunicaciones (ICS-Sicote). En la Tabla 4.7 se describe la posición geográfica de estos puntos y la distancia entre el transmisor principal (Cerro Yaracucito) y cada uno de estos puntos.

Tabla 4.7 Coordenadas Geográficas de los seis puntos críticos y su respectiva distancia hacia el Transmisor principal

SITIO A		SITIO B			DISTANCIA
Cerro Yaracucito		Puntos críticos			
LATITUD	LONGITUD	Pto.	LATITUD	LONGITUD	
00° 20' 10" N	78° 04' 54" W	1	78°07'13" W	00°21'10" N	4,83 Km
		2	78°06'41" W	00°21'27" N	4,00 Km
		3	78°06'44" W	00°20'48" N	3,79 Km
		4	78°07'45" W	00°21'11" N	5,57 Km
		5	78°05'10" W	00°21'53" N	3,22 Km
		6	78°06'15" W	00°19'01" N	3,12 Km

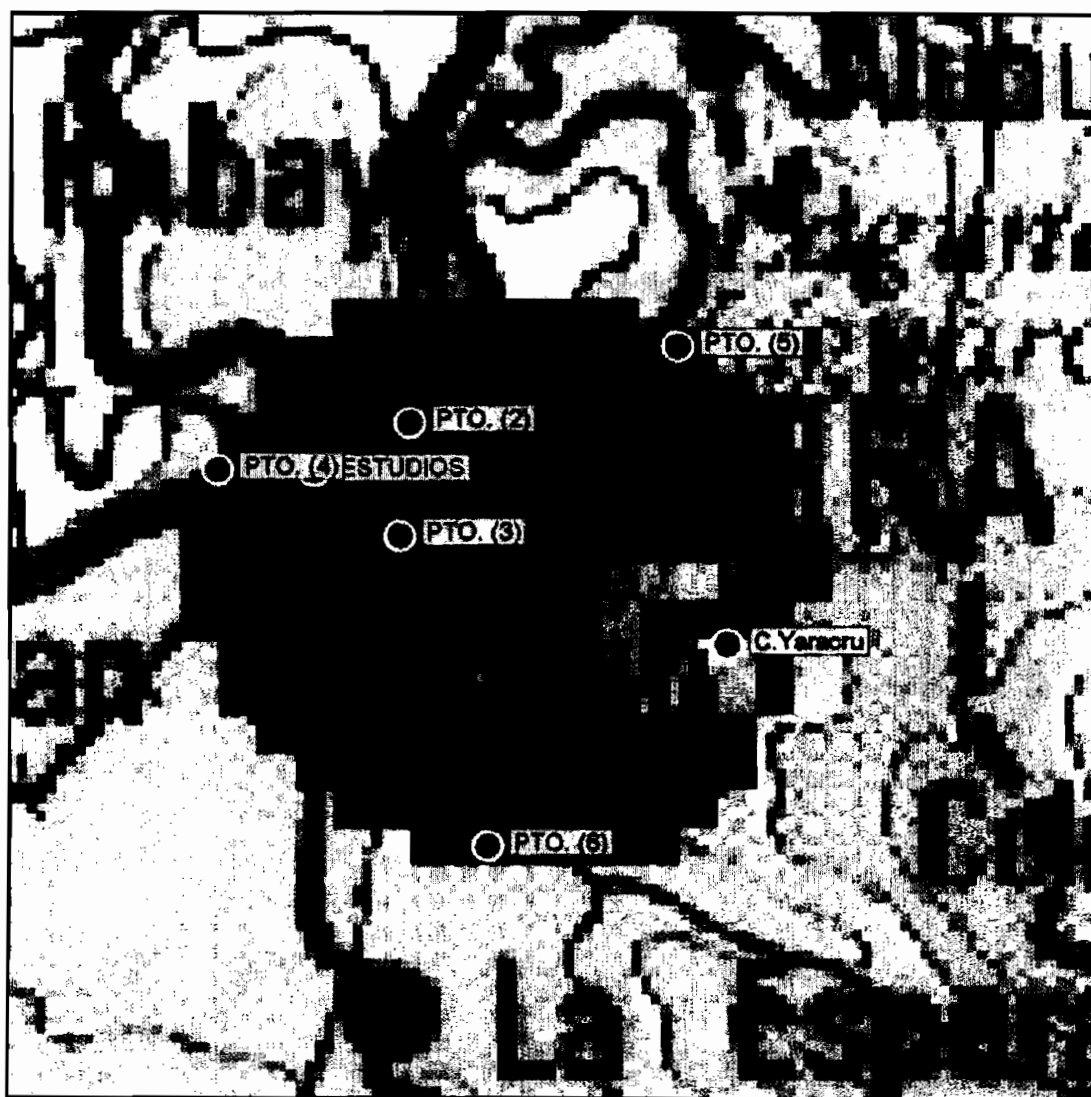
Tabla 4.8 Niveles de potencia de recepción para diferentes ubicaciones

Pto.	Niveles de potencia recibida (dBm)	
	Con lluvia	Sin lluvia
1	-43.18	-43.17
2	-41.55	-41.54
3	-41.07	-41.06
4	-44.41	-44.40
5	-39.63	-39.62
6	-39.35	-39.34

Este análisis se lo realizó con la finalidad de apreciar el perfil topográfico existente entre el Transmisor y estos puntos, a más de conocer la potencia con la cual se recibiría la señal en estos sitios (Tabla 4.8).

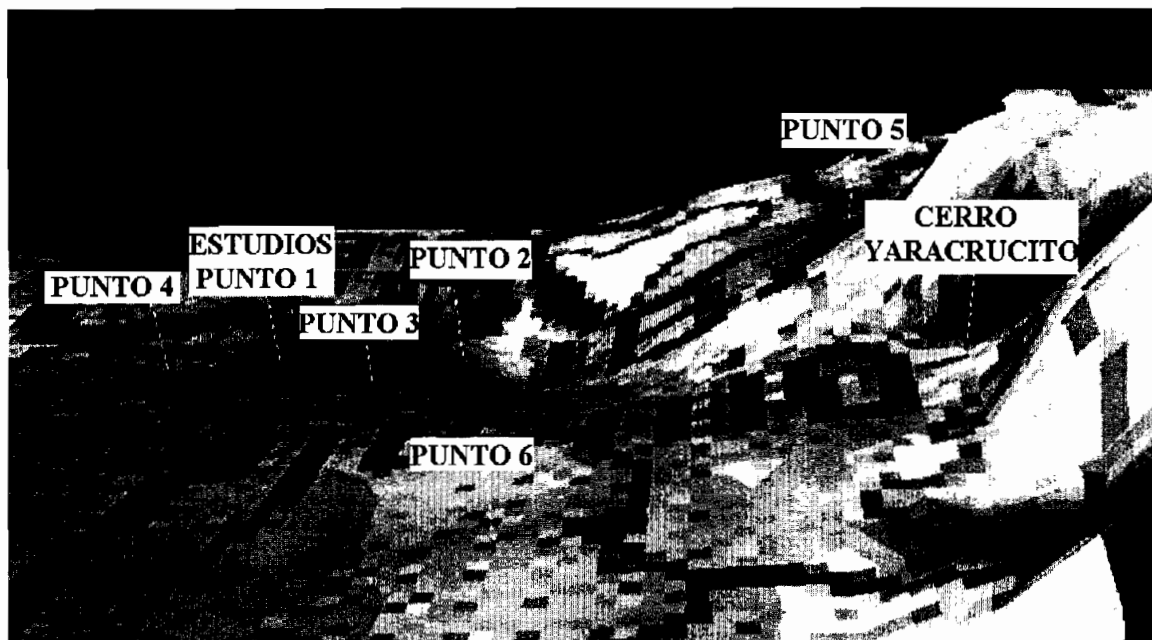
En la Figura 4.10 se puede apreciar de mejor manera la ubicación de los seis puntos críticos. En esta presentación en 3D se puede observar el perfil topográfico de la zona a cubrir, además si se encuentra obstruida la zona deseada.

Figura 4.9 Análisis de seis (6) puntos críticos dentro del área de cobertura



En el Anexo 4 se presenta los perfiles topográficos de cada uno de los 6 enlaces con sus respectivas hojas de reportes de parámetros.

Figura 4.10 Vista 3D de los seis (6) puntos críticos dentro del área de cobertura



4.4 DESCRIPCIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL SISTEMA MMDS

En éste apartado se indicará los métodos y formas para que la señal distribuida a los usuarios no sea hurtada por individuos que no pertenezcan a la lista de clientes legalmente inscritos. Además se optará por dispositivos de seguridad en lo que se refiere a la señalización para la navegación aérea.

4.4.1 MÉTODOS Y FORMAS DE SEGURIDAD DEL SISTEMA

Otro punto que hay que tener en cuenta al hablar de esta tecnología es el tema de la seguridad de las comunicaciones. Ya que en principio, cualquiera que se encuentre en el radio de acción de una estación base podría disfrutar de los servicios de la red o espiar el contenido de las mismas.

4.4.1.1 Seguridad entre el WMTS y los módems inalámbricos de MMDS¹⁴

MMDS ha adaptado el protocolo DOCSIS (Data Over Cable Service Interfaz Specifications, Datos sobre la especificación de interfaz del servicio de cable) del

¹⁴ <http://www.hackfaq.org/wireless-networks/mmds-multichannel-multipoint-distribution-service.shtml>, Eric K. Wilson and Chet Shirali, Adapting DOCSIS for Broadband Wireless-Access Systems, October 2000

mundo de cable módem. La versión modificada de DOCSIS para de banda ancha inalámbrica se conoce como DOCSIS+.

La seguridad en el transporte de datos bajo MMDS se la realiza encriptando el flujo de datos entre el módem inalámbrico de banda ancha y el WMTS (sistema inalámbrico de la terminación del módem), ésta seguridad es localizada en la estación base de la red del proveedor usando el estándar triple DES (Data Encryption Standard, Estándar de cifrado de datos).

DOCSIS+ reduce las vulnerabilidades en el robo del servicio MMDS, requiriendo que el WMTS haga cumplir la encriptación y empleando un protocolo de autenticación cliente-servidor denominado *Administrador de Claves* en el cual, el WMTS controla la distribución del material codificado entregado a los módems inalámbricos de banda ancha.

Los módems inalámbricos MMDS utilizan el protocolo de *Administrador de Clave* de DOCSIS+ para obtener la autorización y los datos cifrados del WMTS, además solicitan periódicamente la reautorización y refresco de la Clave. El protocolo de Administración de Clave utiliza los certificados digitales X.509, criptografía de llave pública (RSA), y el cifrado triple del DES para asegurar intercambios de la Clave entre el módem inalámbrico y el WMTS. Estos algoritmos y estándares se utilizan además con el propósito de brindar características de Integridad, Autenticidad y Confidencialidad de información entre el Cliente/Servidor (WMTS/Módem Inalámbrico)¹⁵. Para una mayor descripción sobre estos algoritmos y estándares referirse al ANEXO 5.

4.4.1.2 Seguridad para la TV¹⁶

Existen muchos sistemas de scrambler disponibles en el mercado mundial, para el video hay sistemas simples y bastante complejos, entre los métodos análogos se tiene: sinewave, supresores de sincronización de reja, combinaciones de las técnicas del cifrado, inversión simple o randómica de líneas o tramas, etc. Por otra parte las técnicas digitales de la codificación del vídeo (acceso condicional) están

¹⁵ Federico García Crespí, Certificados X.509.

¹⁶ <http://www.lomasci.com/data/tpg.pdf>, Security for TV MMDS

llegando al mercado, y mantienen la promesa de proporcionar una mayor seguridad. De igual manera para el audio, hay sistemas simples y complejos tales como, traslado de la portadora de audio del canal principal en frecuencia, enmascarar, etc. Los sistemas de audio digital están desarrollados en la actualidad de una manera tal que es posible el cifrado muy seguro del mismo.

4.4.2 DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN PARA LA NAVEGACIÓN AÉREA

Conforme a las regulaciones pertinentes sobre la materia, tenemos que la torre de telecomunicaciones que será utilizada con el sistema es soportada con tensores, la cual tiene una forma triangular de 24 m de alto. La torre se soporta mediante 3 tensores ubicados en forma proporcional (120° entre sí).

En la punta de la torre de comunicaciones se instalará una lámpara de señalización aérea con las siguientes características:

- Alimentación de 120 VAC.
- Potencia de 100 w.
- Activación nocturna, control por medio de fotocelda.
- Lámpara con cubierta roja (intermitente).

4.5 DISEÑO SISTEMA DE TELEVISIÓN CODIFICADA TERRESTRE EN LA BANDA 2500-2686 MHz (MMDS) PARA LA CIUDAD DE IBARRA

4.5.1 INTRODUCCIÓN

La industria del MMDS está tomando fuerza con la transmisión de video en formato digital. La tecnología digital permite acomodar 5 canales de video con resolución similar a la NTSC dentro de un canal RF de 6 MHz. En este ambiente digital, un operador que tenga acceso a las licencias de más canales downstream, puede ofrecer una selección de programas que pueden competir agresivamente con sistemas DBS (direct broadcast satellite) o CATV.

El sistema a continuación descrito consiste en la captación de las señales de TV digital procedentes de los diversos transpondedores de los satélites que prestan este servicio y su adecuación al sistema mediante un proceso de transmodulación según como difundan las señales en QPSK o en 64QAM. En el cliente las señales son decodificadas por los "set-top-box" comerciales utilizados en la distribución comunitaria (64QAM).

4.5.2 GENERALIDADES

El presente Diseño toma como base el Art. 16 del Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión, mediante el cual el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión – CONARTEL del Ecuador, establece el formato de requisitos que deben presentar los peticionarios, con el objeto de obtener la concesión y autorización para instalar, operar y explotar un sistema de Audio y Video por Suscripción, en este caso de un Sistema de Televisión Codificada Terrestre en la Banda 2500-2686 MHz (MMDS) para servir a la ciudad de IBARRA, provincia de Imbabura.

Cabe señalar que en el presente proyecto se realiza el análisis para solicitar la concesión de toda la banda de 2500 – 2686 MHz (MMDS), por la cual se transporta 31 canales analógicos de 6 MHz cada uno. Con el desarrollo del presente proyecto se pudo analizar que a través de la técnica de compresión digital de 5 a 1, se puede proporcionar 5 canales digitales de 1.2 MHz cada uno, por cada canal analógico de 6 MHz.

En el Anexo 6 se encuentra todos los formatos y requisitos necesarios para obtener la concesión de la banda de 2500 – 2686 MHz (MMDS) para la ciudad de Ibarra.

Se debe mencionar que los requisitos solicitados por el CONARTEL, son para operar en la banda MMDS UNIDIRECCIONAL debido a que en el Ecuador, hasta la fecha de realización del presente Proyecto de Titulación, no existe Norma Técnica o Proyecto para servicios MMDS BIDIRECCIONALES; sin embargo, servirá como base para la realización del Diseño.

4.5.3 ASIGNACIÓN DE CANALES

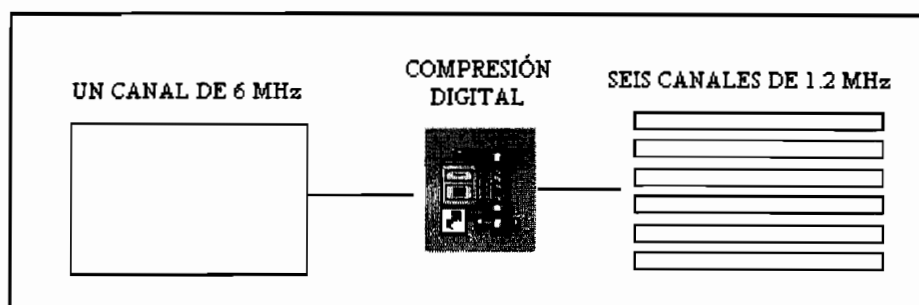
Es importante señalar que como se va a transmitir TV codificada digital se utilizará un formato de compresión de 5 a 1 (5:1), lo cual implica que por un canal analógico de 6 MHz tendremos 5 canales digitales de 1.2 MHz cada uno (Figura 4.11). Además el servicio a ofrecer contará con 50 canales a disposición del usuario, dando un total de 10 canales RF de 6 MHz.

Tabla 4.9 Asignación de canales

No. CANAL PARA EL USUARIO	BANDA DE FRECUENCIA(MHz)
Del 24 al 28	2500 – 2506 MHz
Del 29 al 33	2506 – 2512 MHz
Del 34 al 38	2512 – 2518 MHz
Del 39 al 43	2518 – 2524 MHz
Del 44 al 48	2524 – 2530 MHz
Del 49 al 53	2530 – 2536 MHz
Del 54 al 58	2536 – 2542 MHz
Del 59 al 63	2542 – 2548 MHz
Del 64 al 68	2548 – 2554 MHz
Del 69 al 73	2554 – 2560 MHz

A partir del estudio del mercado realizado en la ciudad de Ibarra, se pudo determinar que, para iniciar el proyecto es suficiente con 50 canales entre los que se tiene video + audio y solo audio. Se podrá incrementar el número de canales de acuerdo a los requerimientos de los clientes.

Figura 4.11 Esquematización de la compresión digital 5:1



Para la difusión de estos 50 canales se utilizará una parte del espectro (de 2500 a 2560), solo 60 MHz, dejando el resto para adicionar nuevos canales de TV y para el acceso a Internet de banda ancha, como se lo podrá apreciar más adelante.

Cabe mencionar que sistemas de televisión por suscripción presentes en todo el país y que cubren también la ciudad de Ibarra, como es el caso TVCable, ofertan a sus usuarios alrededor de 40 canales nacionales e internacionales¹⁷, lo cual indica que el proyecto a realizarse puede competir con este proveedor, debido a que se oferta 50 canales, como se lo mencionó anteriormente.

4.5.4 DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO QUE SE OFRECERÁ A LOS USUARIOS DEL SISTEMA

El servicio ofrecerá a sus usuarios una programación completa, formada por una amplia variedad de segmentos culturales, noticiosos, científicos, entretenimiento y programación infantil proveniente de 50 canales (43 internacionales, incluidos dos canales solo de audio, seis canales nacionales y un canal de Teletexto).

Por su parte, los usuarios en sus domicilios podrán utilizar receptores de TV convencionales a la salida del sistema de recepción MMDS, acompañado de un decodificador y el respectivo set top box cuya provisión e instalación estará a cargo de la empresa.

La programación es variada y común para todos los usuarios, y es la que se puede apreciar en la Tabla 4.10.

Tabla 4.10 Programación a ofrecer a los usuarios del Sistema de Televisión Codificada Terrestre

No.	CANAL	SATELITE	NOMBRE DEL CANAL	TIPO DE PROGRAMACIÓN	ORÍGEN	FRECUENCIA (Down Link)	POL.	FEC
1	24	-	TELETXTO	-	-	-	-	-
2	25	NACIONAL	CANAL UNO	VARIADA	NACIONAL	-	-	-
3	26	NACIONAL	ECUAVISA	VARIADA	NACIONAL	-	-	-
4	27	NACIONAL	GAMA VISION	VARIADA	NACIONAL	-	-	-
5	28	NACIONAL	TC TELEVISIÓN	VARIADA	NACIONAL	-	-	-
6	29	NACIONAL	TELEAMAZONAS	VARIADA	NACIONAL	-	-	-

¹⁷ Departamento de Radiodifusión y Televisión, Superintendencia de Telecomunicaciones

No	CANAL	SATELITE	NOMBRE DEL CANAL	TIPO DE PROGRAMACION	ORIGEN	FRECUENCIA (Doww Link)	POL.	FEC
7	30	NACIONAL	TELESISTEMA	VARIADA	NACIONAL	-	-	-
8	31	PAS 3	FOX SPORT	DEPORTES	USA	3846	H	3/4
9	32	PAS 3	INFINITO	DOCUMENTAL	USA	3760	V	7/8
10	33	PAS 3	DISCOVERY CHANNEL	DOCUMENTAL	USA	3988	V	2/3
11	34	PAS 3	BOOMERANG	INFANTIL	USA	11422	H	3/4
12	35	PAS 3	CARTOON NETWORK	INFANTIL	USA	3785	H	3/4
13	36	PAS 3	FOX KIDS	INFANTIL	USA	10762	V	3/4
14	37	PAS 3	NICKELODIUM	INFANTIL	USA	10970	V	3/4
15	38	PAS 3	MTV	MUSICAL	USA	10842	V	3/4
16	39	PAS 3	CNN	NOTICIAS	USA	10842	H	3/4
17	40	PAS 3	FOX	PELICULAS	USA	3846	H	3/4
18	41	PAS 3	TNT	PELICULAS	USA	3785	H	3/4
19	42	PAS 9	PLAYBOY	ADULTOS	USA	3760	V	7/8
20	43	PAS 9	ESPN	DEPORTES	USA	3800	V	7/8
21	44	PAS 9	NATIONAL GEOGRAPHIC	DOCUMENTAL	USA	10762	V	3/4
22	45	PAS 9	USA NETWORK	PELICULAS	USA	10802	V	3/4
23	46	PAS 9	DISCOVERY TRAVEL & ADV.	DOCUMENTAL	USA	3880	V	7/8
24	47	PAS 9	E! ENTERTAINMENT	DOCUMENTAL	USA	3920	H	7/8
25	48	PAS 9	PEOPLE AND ARTS	DOCUMENTAL	USA	3880	V	7/8
26	49	PAS 9	THE HISTORY CHANNEL LAT.	DOCUMENTAL	USA	3920	H	7/8
27	50	PAS 9	DISCOVERY HEALTH	DOCUMENTAL	USA	10922	V	3/4
28	51	PAS 9	ENLACE JUVENIL	FAMILIAR	USA	3924	V	3/4
29	52	PAS 9	MARIA VISION	FAMILIAR	USA	4173	V	3/4
30	53	PAS 9	RADIO LA MEGA	FAMILIAR	USA	4040	V	7/8
31	54	PAS 9	DISCOVERY KID	INFANTIL	USA	11342	V	3/4
32	55	PAS 9	DISNEY CHANNEL LAT.	INFANTIL	USA	3920	H	7/8
33	56	PAS 9	LOCOMOTION	INFANTIL	USA	3760	V	7/8
34	57	PAS 9	MUNDO LATINO	JUVENIL	USA	3840	H	7/8
35	58	PAS 9	RADIO LA ONDA	JUVENIL	USA	4040	V	7/8
36	59	PAS 9	HTV GOLD	MUSICAL	USA	3760	V	7/8
37	60	PAS 9	TELEMUNDO INTERNACIONAL	NOTICIAS	USA	3840	V	7/8
38	61	PAS 9	AXN	PELICULAS	USA	4040	V	7/8
39	62	PAS 9	CINECANAL	PELICULAS	USA	3720	H	7/8
40	63	PAS 9	CINECANAL 2	PELICULAS	USA	3760	H	7/8
41	64	PAS 9	CINEMAX	PELICULAS	USA	3720	H	7/8
42	65	PAS 9	HALLMARK	PELICULAS	USA	4080	H	7/8
43	66	PAS 9	HBO	PELICULAS	USA	3920	H	7/8
44	67	PAS 9	HBO II	PELICULAS	USA	3920	H	7/8
45	68	PAS 9	MGM	PELICULAS	USA	3840	V	7/8
46	69	PAS 9	MOVIE CITY	PELICULAS	USA	3720	H	7/8
47	70	PAS 9	THE FILME ZONE	PELICULAS	USA	3760	H	7/8
48	71	PAS 9	SONY	SERIES	USA	10882	H	3/4
49	72	PAS 9	WAGNER CHANNEL	SERIES	USA	4040	V	7/8
50	73	PAS 9	VENEVISION	VARIADA	VENEZUELA	3760	V	7/8

El canal 24 (TELETEXTO) se lo utilizará para el envío de la programación de los canales internacionales y además servirá para difundir publicidad de las personas y/o empresas que requieran de este servicio.

Por ahora el servicio de TV a los usuarios será únicamente unidireccional, sin embargo el sistema tiene todas las posibilidades técnicas para proporcionar un servicio bidireccional, como el Video Bajo Demanda.

El servicio a ofrecer cuenta con las siguientes características básicas:

- Transmisión aérea a usuarios con línea de vista.
- Conexión a un solo TV por suscriptor
- Programación durante las 24 horas del día
- Programas de televisión internacional
- Programación de carácter cultural, educativo, científico, noticioso, deportivo, recreativo e infantil.

Los servicios de televisión codificada MMDS, por ondas decimétricas deben integrar los siguientes criterios:¹⁸

- El sistema debe ser transmitido en formato NTSC.
- Las señales de video transmitidas deberán ser encriptadas.
- Ningún canal local a ser transmitido por un sistema codificado terrestre, será encriptado. En el caso del presente sistema, la encriptación ya se encuentra implícita en la digitalización de la señal.

Sin embargo, cabe señalar que en el Ecuador, al momento de la realización del presente Proyecto de Titulación, no existe Norma Técnica respecto a la digitalización de señales.

4.5.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

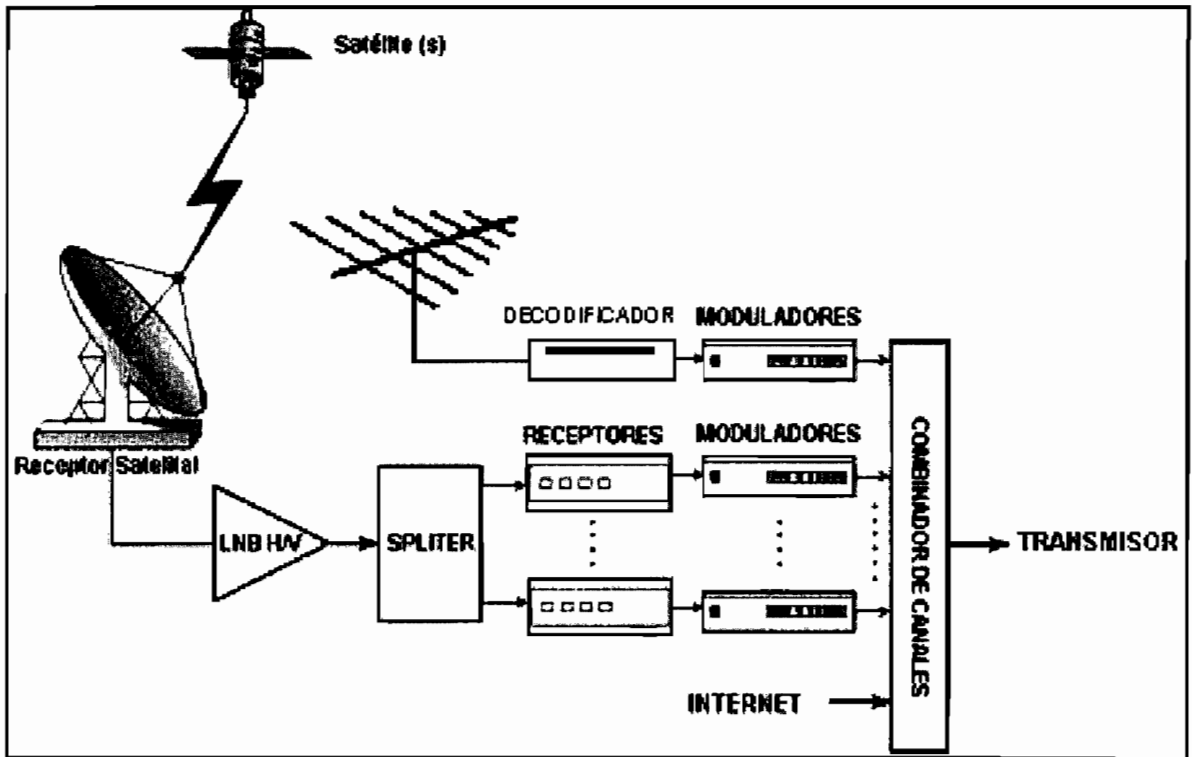
En esta sección se realizará el diseño del Sistema de Audio y Video por suscripción a través del sistema de distribución aéreo por microondas MMDS para

¹⁸ Superintendencia de Telecomunicaciones, Norma Técnica para el Sistema Codificado Terrestre de Audio y Video por Suscripción en la Banda 2500-2686 MHz (MMDS), Agosto 2003, Quito.

ofrecer a la tele audiencia de la ciudad de Ibarra una programación nacional e internacional.

En la Figura 4.12, se presenta un diagrama general del sistema de Televisión Codificada Terrestre a través de la Banda de 2500 – 2686 MHz (MMDS).

Figura 4.12 Esquema de la TV Codificada Terrestre



La programación internacional provendrá de los satélites PANAMSAT PAS-3 y PAS-9; la programación local provendrá de las repetidoras de los canales nacionales instalados para la ciudad de Ibarra, dichos canales se recibirán a través de una antena Yagi.

Las portadoras de los canales recibidos pasarán a través de distintos equipos que realizarán la decodificación, modulación y compresión, para luego ser transmitidos a los suscriptores en un formato digital.

En la cabecera o HeadEnd se realizará la captación, la producción de distintos contenidos y la agrupación de los mismos para su difusión entre otras cosas. En este sitio estarán dos estaciones terrenas y los respectivos equipos de recepción

y/o generación de los 50 canales (43 internacionales, 6 nacionales y 1 de teletexto), los mismos que estarán ubicados en el cerro Yaracucito.

4.5.6 PROCESOS DE RECEPCIÓN DE LA SEÑAL

4.5.6.1 Recepción de la señal

La señal de televisión internacional, transmitida vía satélite, será recibida con antenas parabólicas las cuales operan en la banda C (3625-4200 MHz – Down Link), estas antenas estarán equipadas con dispositivos LNB (Low Noise Block – Amplificadores de Bajo Ruido en Bloque) para recepción de la señal digital.

Se utilizará 2 antenas parabólicas de 4.5 metros (15 ft.) de diámetro apuntando a los satélites de PanamSat PAS 3 y PAS 9, dependiendo de las indicaciones dadas por el proveedor de la señal internacional de televisión. Para facilidad de instalación, mantenimiento y alineación las antenas parabólicas de recepción contarán con un brazo hidráulico para controlar el movimiento e inclinación.

4.5.6.2 Decodificación de la señal

Luego de que la señal es recibida en el LNB, ingresa mediante cable coaxial, que puede ser el RG # 6 a la sala de equipos, en donde con la ayuda de dispositivos divisores de señal con bloqueo de corriente continua (Splitters) se divide e ingresa a cada uno de los decodificadores necesarios para cada canal del sistema. Cabe resaltar que serán necesarios 43 decodificadores para los canales internacionales. La entrada a los decodificadores contiene las señales de audio y video de cada canal en banda base, luego de ser decodificada, la salida se encuentra en RF donde la portadora de audio está separada de la portadora de video.

4.5.6.3 Scrambling

En este proceso la señal de audio y video es alterada en sus características originales, con el objetivo de dificultar el entendimiento por parte de terceros (no suscriptores).

4.5.6.4 Modulación de la señal

Las portadoras de audio y video que salen de los decodificadores, ingresan a la etapa de modulación, donde se desplaza el rango de frecuencias de cada uno de los canales del sistema a la banda de frecuencia correspondiente a los canales del 24 al 73.

4.5.6.5 Combinación de la señal

Una vez que las señales de TV son moduladas, estas se combinan para tener como resultado una sola señal en banda ancha que contiene las portadoras de audio y video de cada uno de los canales modulados. Aquí en conjunto con la señal de internet (down-link), pasa a la etapa de transmisión, como se puede apreciar en la Figura 4.6.

4.5.6.6 Transmisión

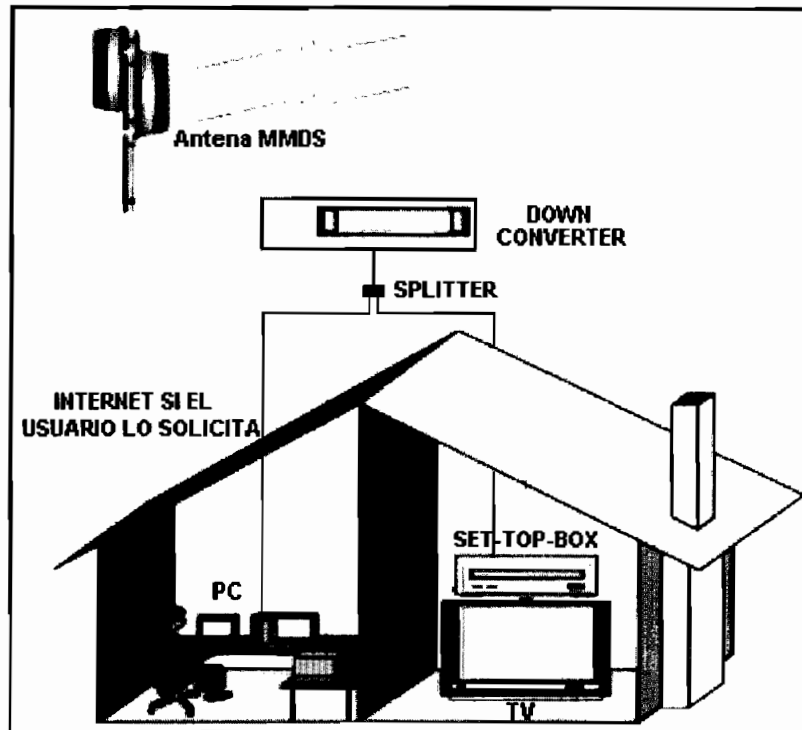
La señal de microonda (2500-2560 MHz) que contiene todos los canales del sistema (43 internacionales, 6 nacionales y 1 de Teletexto) en alta frecuencia, pasa al equipo transmisor donde es comprimida en una relación 5:1, amplificada en potencia, y dirigida a la antena de transmisión mediante el uso de cable coaxial de 7/8" (RG 59) para su difusión a los clientes.

4.5.7 EQUIPO DE RECEPCIÓN EN EL CLIENTE

A cada uno de los suscriptores se le instala una antena para la recepción de la señal operando en el rango de 2500 a 2686 MHz. Conectado a la antena está un downconverter para bajar la señal de RF a IF. Esta señal se dirige a un splitter pasivo de CATV, el cual permitirá al usuario acceder Internet con ayuda del módem inalámbrico, si este lo solicita, ó dirigirse a un set-top-box, el cual permitirá decodificar los canales digitales distribuidos desde el headend.

Este proceso se puede observar en su diagrama de bloques en la Figura 4.13.

Figura 4.13 Equipo de Suscriptor para TV



Cabe mencionar, que técnicamente, y con la ayuda de splitters, se puede instalar más de un equipo receptor (TV) en un domicilio, por este motivo la empresa realizará visitas periódicas hacia sus clientes para inspeccionar si existen más receptores de los autorizados por la empresa.

Por otra parte, el personal de la empresa será el encargado de instalar un solo equipo de recepción por usuario suscrito al servicio, debido a que la adición de más de un receptor (televisor) repercute a los intereses económicos de la empresa.

4.6 DISEÑO DEL SISTEMA DE ACCESO A INTERNET DE BANDA ANCHA EN LA BANDA 2500-2686 MHz (MMDS) PARA LA CIUDAD DE IBARRA

4.6.1 INTRODUCCIÓN

El usuario residencial y la pequeña empresa, tradicionalmente accesan a Internet a velocidades que se encuentran muy lejos de lo que realmente desean o

necesitan. Gracias a las nuevas tecnologías, los proveedores pueden proporcionar varios servicios como: conexión a internet, televisión digital, telefonía e incluso servicios multimedia. Una de las alternativas es el Sistema de Distribución Multipunto Multicanal (MMDS) por el cual se puede proveer de acceso a Internet de Alta Velocidad utilizando unos pocos canales de esta Banda. A continuación se describirá el diseño del sistema y todos los parámetros que involucran al mismo.

4.6.2 DISEÑO DEL SISTEMA

El diseño de la red no consiste solo en la simple interconexión de los servidores, routers, switches y los equipos de trabajo, sino que va más allá, buscando evitar futuros problemas, especialmente en la condición de proveedor de Internet: colisiones, congestión, seguridad en la red, control del ancho de banda, etc., aunque estos dos últimos pueden ser considerados tareas relacionadas con la configuración de los sistemas informáticos que se vaya a usar.

Se debe tener siempre presente que los objetivos del diseño serán tanto la funcionalidad de la red (proporcionar conectividad a los clientes con una velocidad y fiabilidad buenas), como la escalabilidad (permitir posteriores crecimientos en el número de equipos implicados) y la adaptabilidad (evitando limitar la implantación de futuras tecnologías). En cualquier caso, lo que no va a ser discutido es la topología de la red a instalar, ya que no sería rentable tomar una implementación que no sea Ethernet, por razones de costo (Ethernet se encuentra tan ampliamente disponible a nivel de hardware, software y conocimientos que supera con creces la desventaja de ser una red de acceso compartido). Dentro de las posibles tecnologías Ethernet a utilizar, se usará 100BASETX, tanto en la red de servidores como en la red de equipos de trabajo, por su bajo costo y por considerarse que el ancho de banda necesario no será superado con este tipo de instalación. Además, es justificable utilizar 100BASETX debido a que la conexión entre el router de downstream y upstream con los servidores y el Internet es de 100 Mbps¹⁹

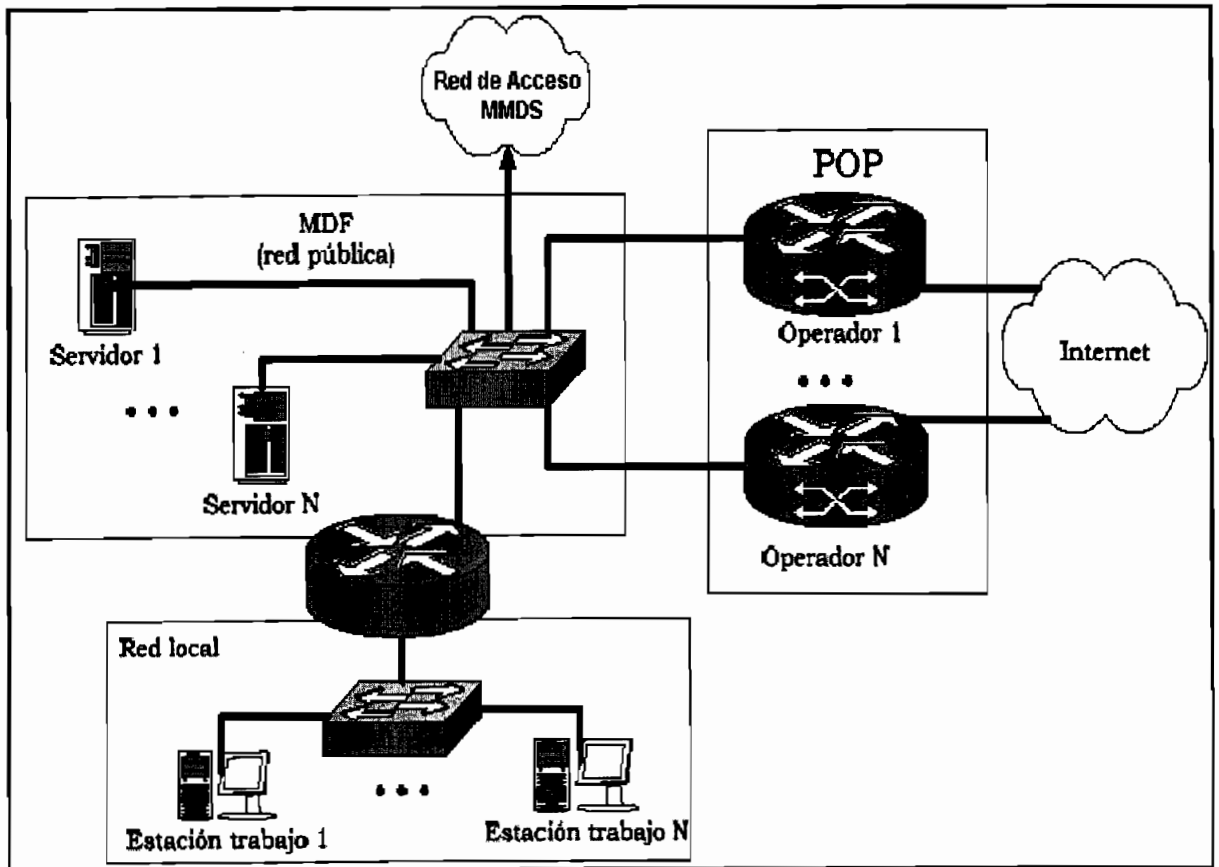
¹⁹ www.Hybrid.com, Proven two-way wireless performance

Para el presente proyecto, dado el tamaño del ISP, el POP (Point of Presence), será el único punto de conectividad a Internet, el cual se encuentra junto al MDF (Armario de Distribución Principal), estando situados ambos dentro de la propia zona de servidores.

Los servidores estarán ubicados dentro del propio MDF, dentro de un área de captación que dará lugar a una red de difusión en el que todos sus elementos dispondrán de IP pública en Internet.

Los equipos de trabajo del personal de la empresa constituirán la otra red que se diseñará, con IP's privadas y que no se encontrarán dentro de la red principal (MDF). Esta red de computadores de trabajo será la llamada red local; red cuyo dominio de difusión estará diferenciado de la red de servidores. En la Figura 4.14, se puede apreciar un esquema de la red mencionada.

Figura 4.14 Esquema lógico de la red propuesta



4.6.3 CONECTIVIDAD A INTERNET

Uno de los primeros aspectos a tomar en cuenta en el sistema es decidir el tipo, calidad y número de accesos a Internet que dispondrá el ISP, para lo cual se necesita calcular el ancho de banda que se requiere, y que variará en función del número de clientes que se tenga.

Tradicionalmente las empresas en el acceso a Internet han buscado un único proveedor, buen ancho de banda y una fiabilidad razonable, pagándose un sobre costo para lograr esta supuesta calidad. Se habla de supuesta por el hecho de que una conexión en teoría de mejor calidad también falla, pero en la condición de pequeño ISP, en la cual se encuentra el presente proyecto, la conectividad se la realizará a través de un único operador que será "Impsat del Ecuador", y mediante un enlace satelital se obtendrá el acceso a Internet. Se escoge a ésta empresa debido a que permite una conexión directa a Internet a través de Impsat USA.

Además, en el operador escogido se podrá tener capacidad de crecer en el mismo, cuando se lo requiera, pudiéndose por tanto iniciar la actividad con un menor caudal de acceso.

A partir de las cifras consideradas de posibles usuarios en el capítulo anterior, se calcula, de forma aproximada cuál es el ancho de banda mínimo que se ha de contratar, con un margen de seguridad por el comportamiento propio de Internet, ancho de banda que se calculará para los momentos de máxima concentración de tráfico, que es cuando se debe garantizar un funcionamiento adecuado del ISP. La franja de tráfico elevado coincide con las horas diurnas que van desde las nueve de la mañana hasta las seis de la tarde, e incluso dentro de esta franja horaria, las mayores ráfagas de tráfico estarán concentradas en media mañana y media tarde.

Algunos fabricantes de cable módem estiman que un canal de 6 MHz (MDS, MMDS, ITFS o UHF) puede soportar de 650 a 1500 usuarios simultáneos con una alta velocidad de datos, proporcionando picos de ráfagas de velocidades downstream de hasta 1.5 Mbps o más a usuarios individuales, a costos similares o menores a los cobrados por tecnologías como ADSL y Cable módem.

Considerando únicamente que el 20 % de usuarios se encuentran conectados en un momento dado.

Un solo canal puede soportar a 5,000 subscriptores, si ellos son consumidores básicamente residenciales o individuos conectados a un LAN comercial.

Por la característica del sistema, ancho de banda compartido²⁰, éste puede ser compartido por varios usuarios, permitiendo abaratar el ancho de banda utilizado. De esta forma se puede asegurar un caudal mínimo estadístico más los picos que permita esta compartición de ancho de banda. Esto permite gestionar el ancho de banda de forma flexible, asignando un caudal medio a cada usuario, garantizando así una determinada calidad estadística, es decir que para horas pico de utilización del canal, el proveedor garantice una buena conexión a Internet. Además se puede agrupar a los usuarios por clase de servicio y ancho de banda contratado. De esta forma se pueden establecer listas con distinta prioridad, a las que se va distribuyendo el ancho de banda existente según esta prioridad.

En el presente proyecto, y de acuerdo a las estadísticas realizadas en el Capítulo 3, se iniciará con 50 posibles usuarios residenciales y 20 posibles usuarios empresariales (pequeñas empresas), su tráfico y su porcentaje de tiempo online, se presume que estará dentro de los valores que se encuentran en la Tabla 4.11

Tabla 4.11 Parámetros de Tráfico de Datos y Valores por defecto

Parámetros	Residencial	Pequeñas empresas
Velocidad de datos promedio para el downstream	20 Kbps/ residencia	80 Kbps/ empresa
Velocidad de datos promedio para el upstream	2 Kbps/ residencia	20 Kbps/ empresa
Proporción de Actividad de Hora ocupada	30 %	90 %

La ecuación (24) permitirá obtener un valor aproximado de la velocidad a usarse para el tráfico de datos en Kbps.

²⁰ <http://www.cabledatacomnews.com/wireless/cm10.html>, Overview of Wireless Broadband Technology & Services

De acuerdo a la ecuación 24 se calcula la velocidad que se necesita para el tráfico de downstream. Se considerará que el tráfico residencial será de 64/32 Kbps por ser un servicio de banda ancha, y el tráfico para las pequeñas empresas se considerará de 128/64 Kbps, Downstream/Upstream respectivamente.

$$\begin{aligned} \text{Capacidad [Kbps]} = & (\text{Tráfico Residencial de Datos [Kbps/residencia]} * \text{No.} \\ & \text{Suscriptores residenciales} * \text{Proporción de actividad} \\ & \text{en la hora pico}) + (\text{Tráfico Empresarial de Datos} \\ & \text{[Kbps/localidad]} * \text{No. de empresas} * \text{Proporción de} \\ & \text{actividad en la hora pico})^{21} \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad del canal descendente (Kbps)} &= (64 * 50 * 0.3) + (128 * 20 * 0.9) \\ &= \mathbf{3264 \text{ Kbps}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad del canal ascendente (Kbps)} &= (32 * 50 * 0.3) + (64 * 20 * 0.9) \\ &= \mathbf{1632 \text{ Kbps}} \end{aligned}$$

A este valor obtenido de capacidad del canal ascendente y descendente, se le suma un 10 % de seguridad.

$$\text{Capacidad del canal descendente (Kbps)} = \mathbf{3590,4 \text{ Kbps}}$$

$$\text{Capacidad del canal ascendente (Kbps)} = \mathbf{1795,2 \text{ Kbps}}$$

4.6.4 RED LOCAL (Equipos de Trabajo)

Los equipos de trabajo y la actividad que estos generen no deberían interferir sobre el ancho de banda disponible en Internet por parte del ISP. Para que esto sea posible se diseñará una red local cuyo acceso a Internet no perjudique a los servicios del ISP, bien dedicándole una conexión independiente o bien acotando la velocidad total disponible. El objetivo de esta separación es evitar que en el día a día de la empresa haya usuarios que por desconocimiento o negligencia,

²¹ http://itc.mit.edu/itel/docs/2002/wanichkorn_sirbu.pdf, The Role of Fixed Wireless Access Networks in the Deployment of Broadband Services and Competition in Local Telecommunications Markets. An Engineering, Economic, and Public Policy Analysis, Kanchana Wanichkorn, Marvin Sirbu, Department of Engineering and Public Policy, Carnegie Mellon University, Pittsburgh

puedan abusar de tal manera de la conexión a Internet disponible, provocando que haya pérdida de calidad de servicio.

Diferenciar con distinta conexión y equipamiento a estos usuarios de la conectividad propia de un ISP supondrá un costo elevado, por esta razón las medidas a tomar será dotar a esta red de usuarios de acceso a Internet mediante la propia red de servidores.

Cada equipo de trabajo dispondrá de una configuración asignada de manera dinámica mediante el servidor DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol, Protocolo de configuración Dinámica de Host), esta asignación es de IP's privadas; además, se notificará cualquier asignación adicional de IPs al administrador, para detectar cualquier uso indebido de la red local.

4.6.5 RED DE SERVIDORES

La red de los servidores y la red local serán redes idénticas de medio compartido, Fast Ethernet cableadas con cable UTP categoría 5e, para 100BASETX (aunque la calidad del cableado permitiría un posterior crecimiento hoy por hoy innecesario hacia redes Gigabit). Se busca una segmentación elevada, de ahí que se usen en todos los casos switches.

En la red de servidores estará presente un servidor DNS (Sistema de nombres de dominio), el cual permite relacionar un nombre a una IP.

El servidor de Web suministrará páginas Web a los navegadores (como por ejemplo, Netscape Navigator, Internet Explorer de Microsoft) que lo soliciten. El Servidor Cache Web también es muy importante en la red, ya que ofrecen dos ventajas principales: tiempos de respuesta mejorados y un uso más eficaz del ancho de banda.

Al instalar una caché se reduce significativamente el problema de la espera en Internet mediante el almacenamiento de objetos Web más cerca de los usuarios finales. Si los objetos solicitados se encuentran en la caché, la información se

obtiene casi instantáneamente, mientras que las solicitudes que tienen que ir al servidor de origen normalmente tardan varios segundos en completarse²².

4.6.6 SISTEMA OPERATIVO

A nivel de software, el sistema operativo será Linux. Las razones de esta elección son simplemente el buscar con ello reducir costos de adquisición de software. Por otro lado, Linux es también el sistema operativo en el que se encuentran servidores Web y servidores DNS de código abierto y otros totalmente robustos y probados como Postfx, Apache y Bind, que serán los servidores a utilizarse.

Por otra parte, el sistema operativo deberá tener implementada la pila de protocolos TCP/IP en su versión 4.

A continuación, en las Tablas 4.12 y 4.13 se presentan la comparación de las características generales y como referencia los precios de algunos sistemas operativos.

Tabla 4.12 Comparación de las Características Generales de los Sistemas Operativos

Sistema Operativo	UNIX	Windows	Linux	Linux
Consistencia	Excelente	Muy Buena	Excelente	Excelente
Costo	Muy Alta	Baja	Alta	Muy Alta
Escalabilidad	Excelente	Regular	Excelente	Excelente
Ejecución	Muy Alta	Media	Alta	Muy Alta
Seguridad	Si	Inseguro	Si	Si
Múltiple usuarios	Si Múltiple	Parcial	Si	Si Múltiple
Seguridad de red	Si	Limitada	No	Si
Interoperabilidad	Si	Si	Si	No

²² <http://www-es.netapp.com/solutions>, Network Appliance Inc.

Tabla 4.13 Precio de Algunas Versiones de los Sistemas Operativos

Sistema Operativo	Propietario	Precio
UNIX Mac OS X Server 10.2	Apple	US \$499.00 (10 usuarios) US \$999.00 (sin limite de usuarios)
Windows 2000 Advanced Server	Microsoft	US \$809 (5 usuarios) US \$1,129 (10 Usuarios)
Netware 6.0	Novell	US \$1,395 (5 usuarios) US \$47,995 (1000 usuarios)
Linux Red Hat 8.0		Gratis o sobre US \$49.95 para una distribución en CD-ROM

4.6.7 SUSCRIPTOR

En las figuras 4.14 y 4.15 se detalla la configuración estándar para la instalación en el suscriptor (recepción de Internet en un ambiente empresarial y recepción de Internet en un ambiente residencial, respectivamente).

Figura 4.14 Recepción de Internet en un ambiente empresarial

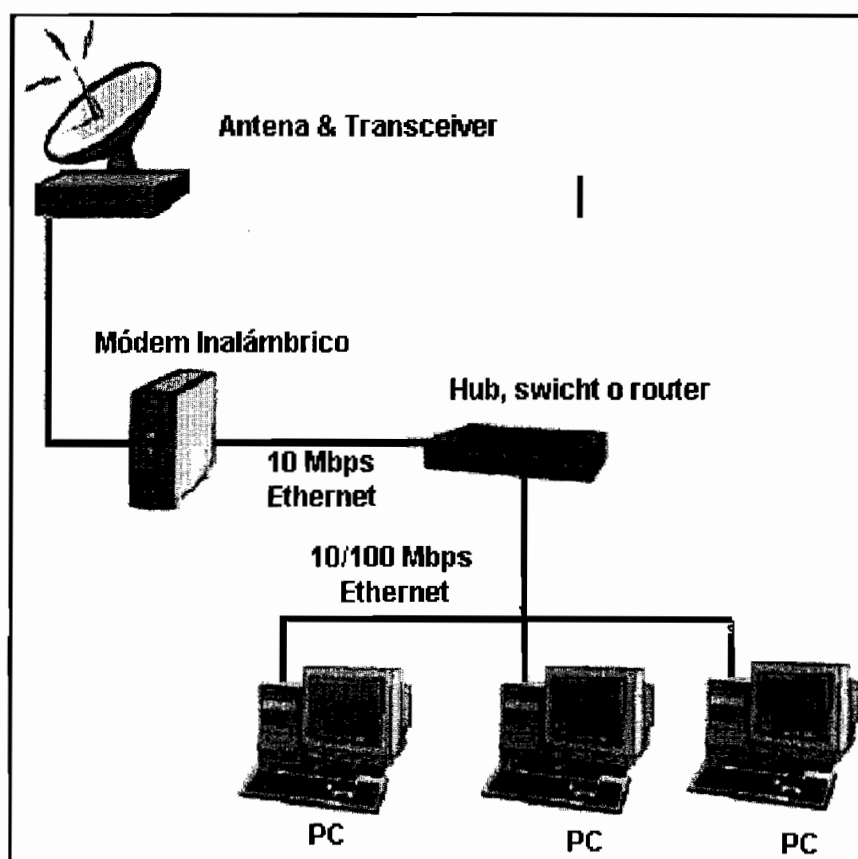
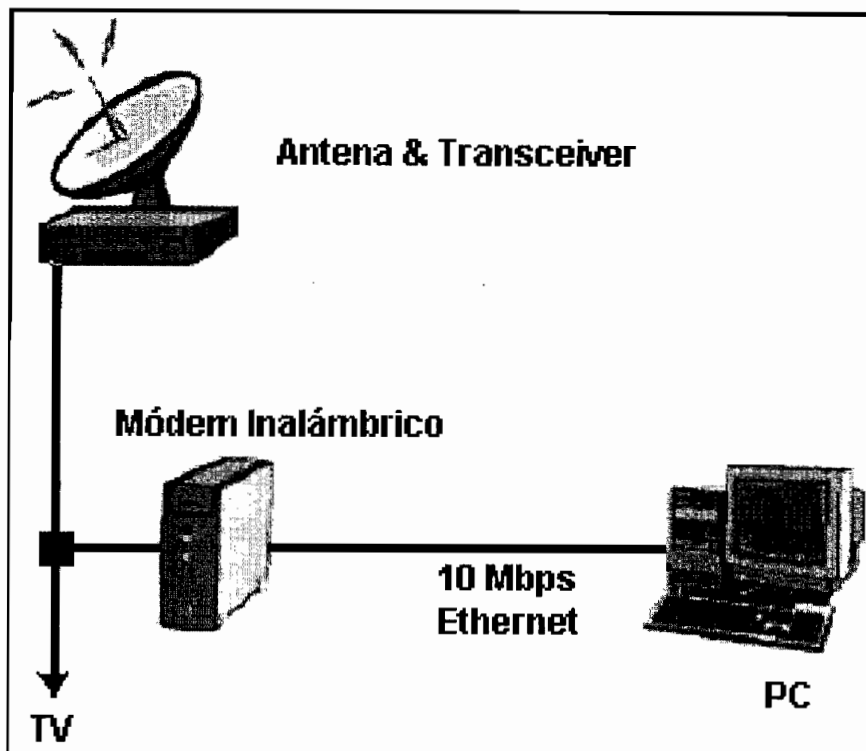


Figura 4.15 Recepción de Internet en un ambiente residencial



Hay dos elementos fundamentales, el transceiver que está en la parte externa y el módem inalámbrico, en el interior. El transceiver sirve para trasladar la frecuencia y amplificar la señal de recepción y transmitirla al cable apropiado (RG-59 o RG-6), el cual se conecta al módem inalámbrico.

En un ambiente de pequeñas empresas, el puerto Ethernet del módem inalámbrico se conecta con la LAN a través de un hub Ethernet, switch o router, proporcionando acceso a múltiples usuarios

En un entorno residencial, el módem se conecta a la tarjeta Ethernet en la PC a través de un cable Categoría 5 con conectores RJ-45.

El retorno en ambos casos es a través de la misma antena, la cual estará apuntada a la torre en donde se encuentra el Headend.

4.7 DISEÑO DEL RADIOENLACE ENTRE LOS ESTUDIOS (IBARRA) Y EL TRANSMISOR (CERRO YARACRUCITO)

4.7.1 GENERALIDADES

Los enlaces inalámbricos son de gran utilidad y prácticos debido a que no requieren de instalaciones físicas entre las estaciones transmisora y receptora, como cable coaxial o fibras ópticas, por lo que no requieren de adquisiciones de derecho de vías entre las estaciones, ni de instalaciones subterráneas o cableado sobre postes, sólo requieren la compra o alquiler de un pequeño terreno. Cuando la distancia entre Tx y Rx excede los 10 Km es necesario tomar en cuenta el radio de curvatura de la tierra por lo que se tiene que elevar las alturas de las antenas Tx y Rx.

En el análisis y diseño de enlaces de comunicaciones por microondas es necesario hacer un estudio sobre las condiciones de la trayectoria del enlace, que involucran la distancia entre las antenas, condiciones climatológicas, rugosidad de la superficie, perfil topográfico, vegetación. En base a estas variables se debe considerar un margen de desvanecimiento o factor de acolchonamiento para garantizar la disponibilidad del enlace. También es necesario considerar la atenuación que presenta la señal al propagarse por la línea de transmisión del equipo Tx y Rx hacia las antenas, así como las pérdidas por propagación en el espacio libre y por diversidad, entre otras. También se tiene que definir el tipo de antena, así como su eficiencia y ganancia. Una vez calculadas todas las atenuaciones y ganancias involucradas en el enlace se puede calcular la ganancia mínima que deberá tener el sistema.

4.7.2 ENLACE DE MICROONDAS

En esta sección se indica los parámetros que servirán para el cálculo del radioenlace Estudio-Transmisor, además estos valores se tomarán como base para la elección de equipos para el enlace entre Estudio-Transmisor.

4.7.2.1 Punto de Reflexión del Trayecto²³

Los datos para el cálculo son los siguientes:

k :	4/3
h_1 :	Estudios: 2708 m ; Antena: 6 m $h_1 : 2708 + 6 = 2714 \text{ m}$
h_2 :	Transmisor: 2990 m ; Antena: 24 m $h_2 : 2990 + 24 = 3014 \text{ m}$
d :	4,833 Km
c :	$3 \times 10^8 \text{ Km/h}$
f :	23 GHz
t, φ, r :	Parámetros a calcular.

Otros valores adicionales para el cálculo:

<i>Sensibilidad del receptor (S):</i>	0.35 uV
<i>Ganancia de la antena de TX:</i>	18.14 dB
<i>Ganancia De la antena de Rx:</i>	16 dB
<i>Impedancia típica (Zo)</i>	50 ohm

$$\text{Umbral del receptor} = U_{rx} = \frac{S^2}{z_o}$$

$$U_{rx} = \frac{(0.35 \cdot 10^{-6})^2}{50}$$

$$U_{rx} = 2.45 \cdot 10^{-15} \text{ W} = 2.45 \cdot 10^{-12} \text{ mW}$$

$$U_{rx_{dB}} = -116.1083 \text{ dBm}$$

$$r = 3078,621$$

$$r = 6,37 \frac{k}{4} d(h_2 - h_1)$$

²³ PROPAGACIÓN, Apéndice de la sección B.IV.3 del Manual Aspectos Económicos y Técnicos de la elección de Sistemas de Transmisión , Unión Internacional de Telecomunicaciones

$$r = \frac{6,37}{4} * \frac{4}{3} * 4,833 * (3014 - 2714)$$

$$r = 3078,621$$

$$t = \frac{d^2}{12} + 8,5k \frac{(h_1 + h_2)}{4}$$

$$t = \frac{4,833^2}{12} + 8,5 * \frac{4}{3} * \frac{(2714 + 3014)}{4}$$

$$t = 16231,27$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left(\frac{r}{t\sqrt{t}} \right)$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left(\frac{3078,621}{16231,27\sqrt{16231,27}} \right)$$

$$\varphi = 89,915^\circ$$

$$d_3 = 2t^{\frac{1}{2}} \cos \left(\frac{\varphi}{3} + 240 \right)$$

$$d_3 = 2 * 16231,27^{\frac{1}{2}} \cos \left(\frac{89,915}{3} + 240 \right)$$

$$d_3 = -0,1260 \text{ Km}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + d_3$$

$$d_1 = \frac{4,833}{2} + (-0,1260)$$

$$d_1 = 2,2831 \text{ Km}$$

$$d_2 = d - d_1$$

$$d_2 = 4,833 - 2,2831$$

$$d_2 = 2,5499 \text{ Km}$$

4.7.2.2 Radio de la primera zona de Fresnel

$$F_1 = 548 \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{f(\text{MHz}) \cdot d}}$$

$$F_1 = 548 \sqrt{\frac{2,2831 \cdot 2,5499}{23000 \cdot 4,833}}$$

$$F_1 = 3,966 \text{ m}$$

4.7.2.3 Cálculo de ganancias y pérdidas del enlace²⁴

- Pérdida en la trayectoria de espacio libre [Lp]

$$Lp_{dB} = 20 \text{Log} \left(\frac{4 \cdot \Pi \cdot f \cdot D}{c} \right)$$

$$Lp_{dB} = 20 \text{Log} \left(\frac{4 \cdot \Pi \cdot 23 \times 10^9 \cdot 4833}{3 \times 10^8} \right)$$

$$Lp_{dB} = 133,36 \text{ dB}$$

- Pérdidas adicionales a ser tomadas en cuenta para frecuencias mayores a 10 GHz

- Pérdidas por lluvia

Para el cálculo de pérdidas por lluvia, se utilizará el método descrito en el apartado 4.1.6.3.2.

Como se puede apreciar en el Mapa Estadístico de Intensidad de Lluvia (Figura 4.5) el Ecuador pertenece a la zona N, por otra parte típicamente $p=0.01\%$ para garantizar un servicio del 99,99%.

Porcentaje de tiempo (%)	Porcentaje de servicio (%)	Zona Geográfica (Ecuador)	Intensidad de lluvia Rp (mm/hr)
0,01	99,99	N	95

²⁴ Tomasi, W., "Sistemas de comunicaciones electrónicas". Prentice Hall, 4^{ta} edición, 2003, México

Considerando una tasa de distribución de lluvia R_p , se puede calcular la atenuación específica como:

$$A_{lluvia} = \gamma_R \cdot d_{eff} = \gamma_R \cdot d \cdot r$$

$$r = \frac{1}{1 + \frac{d}{d_o}}$$

$$a = 4,21 \times 10^{-5} \cdot f^{2,42}$$

$$b = 1,41 \cdot f^{-0,0779}$$

$$r = \frac{1}{1 + \frac{4,833}{35 \cdot e^{-0,01595}}}$$

$$r = 0.63526$$

$$a = 4,21 \times 10^{-5} \cdot 23^{2,42}$$

$$a = 0,083112$$

$$b = 1,41 \cdot 23^{-0,0779}$$

$$b = 1,104436$$

por lo tanto:

$$\gamma_R = 12,7038 \quad [dB / Km]$$

$$A_{lluvia} = 12,7038 * 0.63526 * 4.833$$

$$A_{lluvia} = 39,0038 \text{ dB}$$

- *Pérdidas por vegetación*

La siguiente ecuación se aplica para el rango de frecuencias de 10 a 40 GHz.

$$A_{veg} = 0.39 \cdot f^{0.39} \cdot d_p^{0.25}$$

$$d_p = 5 \text{ m}$$

$$A_{veg} = 0.39 \cdot 23^{0.39} \cdot 5^{0.25}$$

$$A_{veg} = 1.9809$$

- Margen de Desvanecimiento (F_m)

El F_m o factor de acolchonamiento calculado respecto a las características del terreno está dada por la ecuación siguiente:

$$F_m = \underbrace{30 \text{ Log}_{10}(D)}_{\text{Efecto de la trayectoria}} + \underbrace{10 \text{ Log}_{10}(6ABf)}_{\text{Sensibilidad al Terreno y al clima}} - \underbrace{10 \text{ Log}_{10}(1-R)}_{\text{Objetivos de confiabilidad}} - \underbrace{70}_{\text{Constante}} \quad [\text{dB}]$$

donde:

R :	Objetivo de confiabilidad del enlace, (ej. 99.99% $R=0.9999$).
A :	Factor de rugosidad de la trayectoria. 1 sobre terreno normal.
B :	Factor para convertir la probabilidad del peor de los meses en probabilidad anual 0,25 para clima normal.

$$F_m = 30 \cdot \text{Log}(4,833) + 10 \cdot \text{Log}(6 \cdot 1 \cdot 0,25 \cdot f) - 10 \cdot \text{Log}(1 - 0.9999) - 70$$

$$F_m = 5,9047 \text{ dB}$$

A continuación, en la Tabla 4.14 se presenta los valores mínimos requeridos para el cálculo del radioenlace entre el Transmisor y los Estudios.

Tabla 4.14 Parámetros utilizados para el cálculo del radioenlace

	TRANSMISOR	RECEPTOR
ESTACIÓN	CERRO YARACRUCITO	ESTUDIOS IBARRA
LATITUD	00°20'10" N	00°21'10" N
LONGITUD	78°04'54" W	78°07'13" W
ALTITUD	2626 m	2266 m
POTENCIA DE TX/RX	30 dBm (1.0 W)	10 dBm (0.01 W)
ALTURA DE LA ANT.	24 m	6 m
GANANCIA ANT. TX/RX	34.8 dB	34.8dB

Con estos valores se calcula el enlace de microondas y con la ayuda del programa ICS del Proyecto SICOTE se obtuvieron los resultados que se indican en la Figura 4.16 y la Hoja de Datos respectiva (Tabla 4.15).

Tabla 4.15 Hoja de datos obtenida para el enlace de microondas entre el Transmisor (C. Yaracucito) y los Estudios (Ibarra)

HOJA DE DATOS		
PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
FRECUENCIA:	23000	MHz
DISTANCIA:	4833	m
FACTOR DE CORRECCIÓN:	4/3	
RADIO DE LA PRIMERA ZONA DE FRESNEL:	3.966	m
TOTAL DE GANANCIAS:	122	dB
TOTAL DE PÉRDIDAS:	141.12	dB
MARGEN DE DESVANECIMIENTO (10-3)	66.06	dB
MARGEN DE DESVANECIMIENTO (10-6)	66.06	dB
POTENCIA DE RECEPCIÓN (LLUVIA)	-19.12	dBm
POTENCIA DE RECEPCIÓN (SIN LLUVIA)	-13.94	dBm
CONFIABILIDAD:	99,9977	%

En la Figura 4.17 se presenta un Diagrama de Bloques Total del Proyecto "DISEÑO DE UN SISTEMA MULTISERVICIO CON TECNOLOGÍA MMDS BIDIRECCIONAL PARA LA CIUDAD DE IBARRA", en donde se pueden apreciar todos los componentes inmersos en el Sistema.

Figura 4.16 Enlace de microondas entre el Transmisor (Cerro Yaracrucito) y los Estudios (Ibarra)

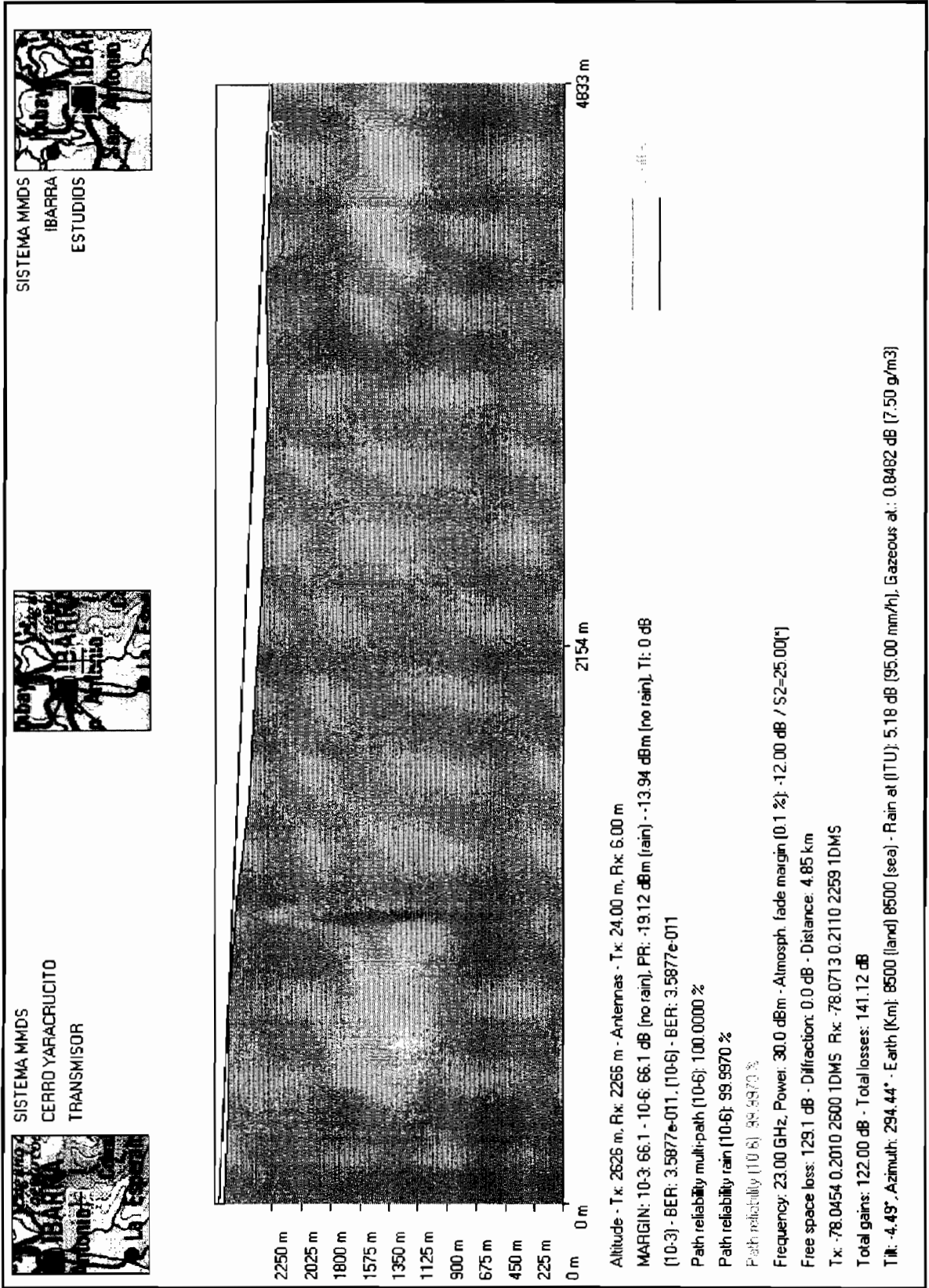
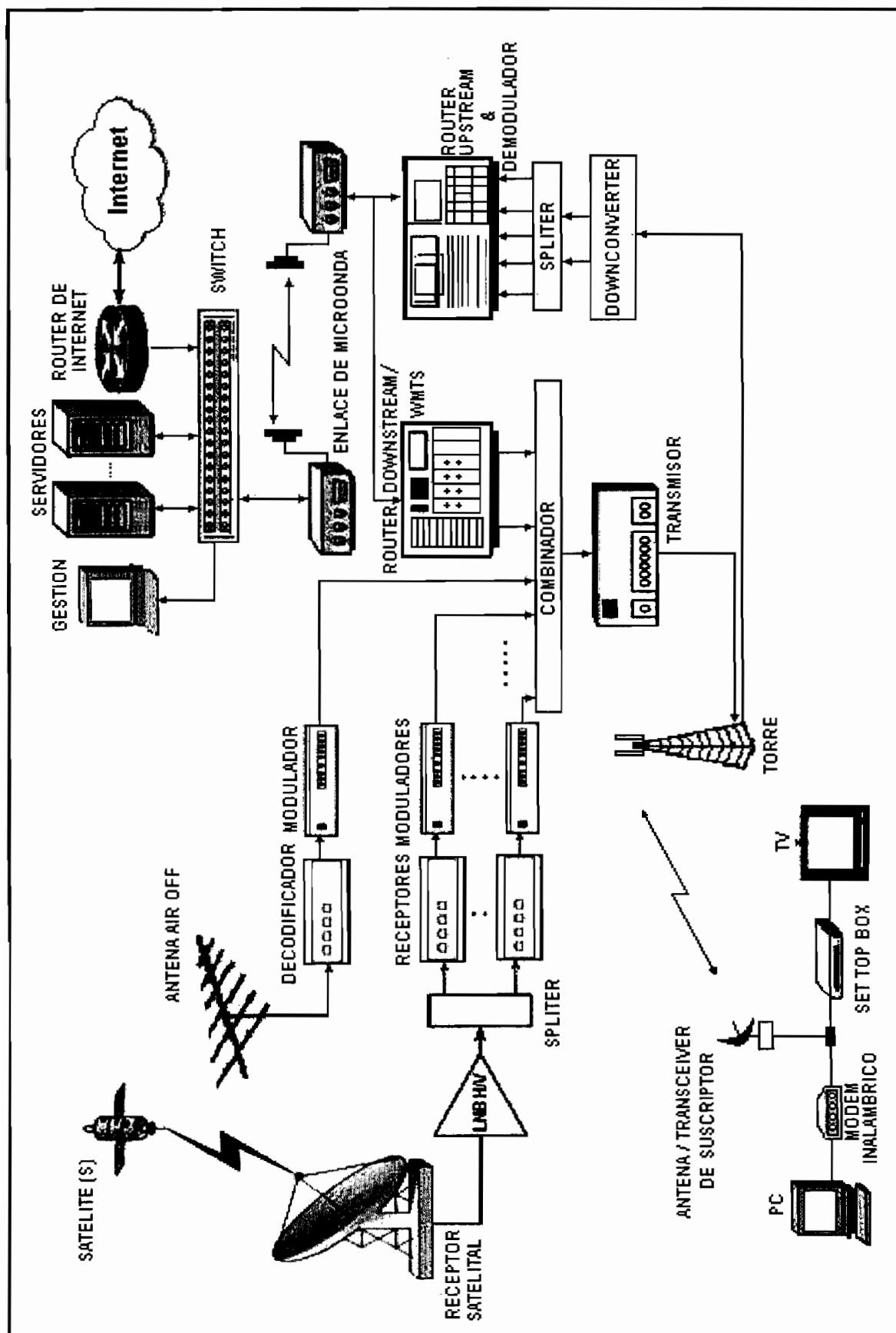


Figura 4.17 Diagrama Total del Sistema MMDS Bidireccional a Diseñarse



4.8 SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para la selección de los equipos a utilizarse en el sistema se consideran parámetros como: características técnicas, soporte técnico, garantías y el precio. Además, cabe señalar que cada fabricante provee el equipo en su totalidad al operador del sistema, lo cual resulta ser una gran ventaja ya que ahorra tiempo debido a protocolos propietarios lo cual permiten tener una fácil conectividad.

4.8.1 EVALUACIÓN DE LOS EQUIPOS

Para la evaluación de los equipos se lo realizará en base a un porcentaje asignado a cada parámetro de selección, como se lo puede apreciar en las Tablas 4.16 y 4.17.

Tabla 4.16 Parámetros de evaluación de los equipos MMDS

Parámetro de selección/Criterio	Ponderación (%)
Características Técnicas	50
Soporte Técnico	20
Garantía	10
Precio	20
Total:	100

Tabla 4.17 Parámetros de evaluación de los equipos para el radioenlace

Parámetro de selección/Criterio	Ponderación (%)
Características Técnicas	50
Soporte Técnico + Garantía	30
Precio	20
Total:	100

Cabe señalar que para poder proceder a la valoración de un producto, se lo califica como se indica a continuación:

1	SI	Solución más óptima o la que más se adapta a los parámetros mínimos requeridos por el sistema.
0	NO	Solución NO tan óptima, o la que no se adapta a los parámetros mínimos requeridos por el sistema.

Los porcentajes escogidos para la evaluación de los equipos dependen de la importancia que la empresa o los diseñadores le den a los parámetros de selección.

4.8.2 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

En base los requerimientos mínimos obtenidos en el diseño del sistema, se procede a la selección de los equipos a utilizarse, entre los cuales se encuentran los que se requiere para la cobertura MMDS y para el enlace de microondas.

4.8.2.1 Requerimientos para la selección de los equipos para la cobertura MMDS

En la Tabla 4.18 se describen los requerimientos mínimos que se necesitan para poder escoger el equipo que se utilizará en el Sistema para la cobertura MMDS.

Tabla 4.18 Requerimientos para la selección de los equipos para la cobertura MMDS

	Parámetro de selección	Valor / Tipo
1	Frecuencia de operación	2500 – 2686 MHz
2	Potencia de transmisión en el Headend	30 dBm
3	Ganancia de la antena en el transmisor	16 dB
4	Tipo de Transmisión	Bidireccional (duplex)
5	Banda del canal de retorno	2500 - 2686 MHz (MMDS)
6	Número de CPE's	70
7	Radio de cobertura	6 Km
8	Intensidad de campo eléctrico a proteger	66 dBuV/m
9	Sensibilidad del receptor en el usuario	-66 dBm
10	BER	10^{-6}
11	Ganancia de la antena de usuario	20 dB
12	Disponibilidad de sectorización	90°
13	Esquemas de modulación	Variable

4.8.2.2 Requerimientos para la selección de los equipos para en enlace de microondas

En la Tabla 4.19 se describen los requerimientos mínimos que se necesitan para poder escoger el equipo que se utilizará en el Sistema para el enlace de microondas.

Tabla 4.19 Requerimientos mínimos para la selección de los equipos para el enlace de microondas.

	Parámetro de selección	Valor / Tipo
1	Frecuencia de operación	23 GHz
2	Potencia de transmisión en el Headend	30 dBm
3	Ganancia de la antena en el transmisor	35 dB
4	Transmisión bidireccional	fullduplex
5	Alcance del radioenlace	5 Km
6	Sensibilidad del receptor en el usuario	-46 dBm
7	BER	10^{-6}
8	Capacidad del canal	2 E1's

4.8.3 SELECCIÓN DEL EQUIPO PARA LA COBERTURA MMDS

4.8.3.1 Fabricantes de equipos tomados en cuenta para la selección

Entre los fabricantes que presentan soluciones para sistemas que operan en la banda de 2500-2686 MHz (MMDS), se tiene las propuestas en la Tabla 4.20.

Tabla 4.20 Fabricantes de soluciones MMDS

Fabricante	Producto
Hybrid Networks	Series 2000
ADC Technologist	Axity
Spike Technologist	Continuum 278
New Media Communication	Cybercity
NextNet	Expedience

4.8.3.2 Características Técnicas

En la Tabla 4.21 se realiza una pre-selección del fabricante que cumple con la mayor parte de los requerimientos expuestos en la Tabla 4.18.

Tabla 4.21 Fabricantes Aceptados para las soluciones MMDS

Fabricante	Solución	Clasificación
Hybrid Networks	Aceptada	Cumple con las características mínimas para este sistema
ADC Technologist	Descartada	No cumple con la característica técnica del punto 5, ya que este equipo utiliza un retorno a través de DSL.
Spike Technologist	Aceptada	Cumple con las características mínimas para este sistema
New Media Communication	Descartada	No cumple con la característica técnica del punto 5, ya que este equipo utiliza un retorno a través de la PSTN.
NextNet	Descartada	No cumple con la característica técnica del punto 7, ya que este únicamente cubre una distancia hasta los dos Km.

Como se puede apreciar en la Tabla 4.21, las soluciones Hybrid Networks con su producto Series 200 y Spike Technologist con su producto Continuum 278, fueron las escogidas para su posterior selección. En la Tabla 4.22, se presenta cuadros comparativos de las características técnicas de estos dos fabricantes.

Tabla 4.22 Características Técnicas y valoración de los fabricantes seleccionados

Características mínimas (Tabla 4.18)	Hybrid Networks		Spike Technologist	
	Producto Series 2000	Valoración	Producto Continuum 278	Valoración
1	2.5 a 2.7 GHz	1	2.3 a 2.7 GHz	1
2	33 dBm	1	33 dBm	1
3	22 dB	1	20 dB	0
4	duplex	0	Full duplex	1
5	MMDS	1	MMDS	1
6	900	0	250	1
7	10 Km	0	20 Km	1
8	38 dBuV/m	1	40 dBuV/m	0
9	-108 dBm	1	-100 dBm	1
10	10 ⁻⁹	1	10 ⁻⁶	0
11	26 dB	1	24 dB	0
12	15°	1	90°	0
13	Variable	1	Variable	1
Subtotal		10		8
Total (sobre 50)		27,8		22,2

4.8.3.3 Soporte Técnico

Este es un parámetro muy importante al momento de adquirir un equipo, ya que se debe considerar que gran parte de los problemas ocurren cuando el sistema ya está implementado y se debe tener el soporte necesario por parte del proveedor de manera que se pueda solventar los problemas en el funcionamiento del sistema. Además dentro de este parámetro también se encuentra la documentación que el proveedor del producto debe proporcionar al cliente, es decir los manuales y software necesarios para el correcto desempeño del equipo.

En la Tabla 4.23 se resume las principales características del soporte técnico y su respectiva valoración para cada uno de los dos sistemas seleccionados.

Tabla 4.23 Soporte Técnico y valoración de los fabricantes seleccionados

Criterios	Hybrid Networks	Spike Technologis
Instalación completa del equipo y demostraciones de funcionamiento del mismo.	1	1
Capacitación y/o entrenamiento sobre la manipulación y configuración de los equipos	1	1
Centro de atención y/o llamadas gratuitas, para atender al usuario sobre consultas técnicas	1	0
Documentación (manuales) y software (programas) necesarias para la instalación y operación de los	1	1
Actualizaciones del software del sistema y consultas en línea	0	1
Subtotal	4	4
Total (sobre 20)	10,0	10,0

4.8.3.4 Garantía

El proveedor del producto debe garantizar la reposición o reparación gratuita del equipo que sufra desperfectos, además de garantizar el correcto funcionamiento de los elementos que integran el sistema. Por otra parte, siendo la garantía un parámetro que los dos fabricantes lo tienen, se tomará en cuenta el tiempo que se ofrece por la misma para valorizar a los fabricantes. Este resultado se lo indica en la Tabla 4.24.

Tabla 4.24 Garantía y valoración de los fabricantes seleccionados

	Hybrid Networks	Spike Technologist
Garantía sobre defectos o desperfectos de fábrica (tiempo en meses)	18 meses	12 meses
Subtotal	1	0
Total (sobre 10)	10,0	0,0

4.8.3.5 Precio

Para comparar el precio de cada una de las soluciones se lo realizará a partir de su costo FOB (Free on board – Libre a bordo, costo que tiene un producto en el país de origen), debido a que en la parte del Análisis Financiero se incrementarán los respectivos costos CIF (Cost, Insurance and Freight – Costo, seguro y Flete, es el precio que el exportador cotiza para un determinado producto).

Tabla 4.25 Detalle del precio de los equipos de la solución Hybrid Networks

Elemento	Cantidad	Precio	
		Unitario	Total
Headend MMDS			
Cyber Manager CMG-2000	1	23500,00	23500,00
Switch Fast Ethernet	1	4080,00	4080,00
Cyber Master Downstream Router	1	11200,00	11200,00
Cyber Master Upstream Router	1	11500,00	11500,00
Transmisor	2	12500,00	25000,00
Stable Headend Downconvertes	1	4520,00	4520,00
Antena Tx	1	1600,00	1600,00
Antena Rx	1	1600,00	1600,00
Suscriber MMDS			
Antena	870	110,00	95700,00
Tranceiver	870	130,00	113100,00
Wireless Broadband Router WBR	70	230,00	16100,00
Total:			307900,00

Por otra parte, los precios indicados en la Tabla 4.25 y Tabla 4.26 son referenciales y los mismos que pueden variar.

Para evaluar el precio de cada una de las soluciones, se ha tomado como referencia los dos dígitos más significativos, debido a que los dos valores están sobre los trescientos mil dólares. Este resultado se indica en la siguiente Tabla 4.27.

Tabla 4.26 Detalle del precio de los equipos de la solución Spike Technologist

Elemento	Cantidad	Precio	
		Unitario	Total
Headend MMDS			
Spike CMS	1	30000,00	30000,00
Router	1	9750,00	9750,00
Spike Radio Manager	1	19500,00	19500,00
RF Rack	1	1800,00	1800,00
Headend modems	3	10800,00	32400,00
IF Rack	1	1800,00	1800,00
Radio Blades (Radio + Power Amplifier)	7	2412,00	16884,00
Wireless Concentrator Antennas (with LNA)	2	5500,00	11000,00
Power Suply IF Rack	1	2610,00	2610,00
Power Suply RF Rack	1	2340,00	2340,00
Suscriber MMDS			
Suscriber Antenna/Tranceiver	870	220,00	191400,00
Suscriber modem	70	250,00	17500,00
Total:			336984,00

Tabla 4.27 Valoración del precio de los fabricantes seleccionados

Solución	Hybrid Networks	Spike Technologist
Valoración	31	33
Total (sobre 20)	10,3	9,7

4.8.3.6 Tratamiento de los resultado

En base a los resultados obtenidos en las Tablas 4.22 a la 4.27, se valora en forma total cual es la mejor solución en la elección de los equipos que servirá para la cobertura MMDS. Este resultado se indica en la Tabla 4.28.

Tabla 4.28 Comparación de alternativas de equipo para MMDS

Parametro de selección (Criterio)	Ponderación (%)	Alternativa 1 Hybrid Networks	Alternativa 2 Spike Technologist
Características Técnicas	50	27,8	22,2
Soporte Técnico	20	10	10
Garantía	10	10	0
Precio	20	10,3	9,7
Total:	100	58,1	41,9

De la Tabla 4.28 se desprende que la mejor solución en cuanto a equipo para la cobertura MMDS es la que presenta *HYBRID NETWORKS* con su producto *SERIES 2000*.

4.8.4 SELECCIÓN DEL EQUIPO PARA EL RADIOENLACE

Cabe mencionar que el equipo a utilizarse en el radioenlace es exclusivo para el Acceso a Internet y su respectivo retorno, por esta razón este es el ítem que se lo considera como *Selección del equipo para el acceso a Internet de Banda Ancha*.

4.8.4.1 Fabricantes de equipos tomados en cuenta para la selección

Entre los fabricantes más representativos de productos para enlaces de 23 GHz, se tiene las propuestas en la Tabla 4.29.

Tabla 4.29 Fabricantes de soluciones en la Banda de 23 GHz

Fabricante	Producto
Andrew	VHP2-220A-D42
Omnilogic	MiniWave

4.8.4.2 Características Técnicas

Se tiene que los dos fabricantes cumplen con los requerimientos mínimos expuestos en la Tabla 4.19.

Por esta razón se continuará con la selección teniendo como base estas dos opciones, Los resultados de la valoración de características técnicas se presentan en la Tabla 4.30.

4.8.4.3 Soporte Técnico y Garantías

Para el análisis de éstas características, se lo realizará en una manera resumida sin muchos detalles, pues el procedimiento a seguir es el mismo que el tomado en la elección del equipo para la cobertura MMDS.

En la Tabla 4.31 se resume las principales características del soporte técnico y garantías para cada uno de los dos sistemas seleccionados.

Tabla 4.30 Características Técnicas y valoración de los fabricantes seleccionados en base a los parámetros mínimos requeridos por el Sistema

Características mínimas (Tabla 4.19)	Andrew		Omnilogic	
	MHPZ-220A-D42	Valoración	MiniWave	Valoración
1	23 GHz	1	23 GHz	1
2	35 dBm	1	33 dBm	0
3	34.3 dB	1	35 dB	0
4	Full duplex	1	Full duplex	1
5	5 Km	1	5 Km	1
6	-80 dBm	1	-82 dBm	1
7	10 ⁻⁶	1	10 ⁻⁶	1
8	2 E1's, 4 E1's, 8 E1's	1	2 E1's, 4 E1's, 8 E1's	1
Subtotal		8		6
Total (sobre 50)		28,6		21,4

Tabla 4.31 Soporte Técnico y Garantías de los fabricantes seleccionados

Criterios	Andrew	Omnilogic
Instalación completa del equipo y demostraciones de funcionamiento del mismo.	1	1
Documentación y manuales necesarios para la instalación y operación de los equipos	1	1
Garantía de 12 meses sobre defectos o desperfectos de los equipos	1	1
Soporte Técnico en línea	1	0
Subtotal	4	3
Total (sobre 30)	17,1	12,9

4.8.4.4 Precio

En cuanto al precio se tiene que Andrew ofrece su sistema por un costo de 9831,59 USD, mientras Omnilogic presupuesta su producto por 11700,00 USD. Tomando el análisis de precios de equipos MMDS, se obtuvieron los resultados de la Tabla 4.32.

Tabla 4.32 Precio de los equipos de los fabricantes seleccionados

Solución	Andrew	Omnilogic
Valoración	52	117
Total (sobre 20)	13,8	6,2

4.8.4.5 Tratamiento de los resultados

En base a los resultados obtenidos en las Tablas anteriores, se valora en forma total cual es la mejor solución en la elección de los equipos que servirá para el enlace de microondas. Este resultado se indica en la Tabla 4.33

Tabla 4.33 Comparación de alternativas de equipo para el radioenlace

Parámetro de selección (Criterio)	Ponderación (%)	Alternativa 1 Andrew	Alternativa 2 Omnilogic
Características Técnicas	50	28,6	21,4
Soporte Técnico + Garantía	30	17,1	12,9
Precio	20	13,8	6,2
Total:	100	59,5	40,5

De la Tabla 4.33 se desprende que la mejor solución en cuanto a equipo para el enlace de microondas es la que presenta ANDREW con su producto VHP2-220A-D42.

4.8.5 SELECCIÓN DE EQUIPO PARA TELEVISIÓN POR SUSCRIPCIÓN

El equipo utilizado para TV Codificada Terrestre, en cuanto a la cobertura MMDS, es el mismo que se utilizará en el Internet, con la aclaración de que aquí debe hacerse una adquisición adicional de elementos que no proporciona el sistema escogido, como son los que se presentan en la Tabla 4.34.

Por otra parte, para la selección de este equipo se lo hará bajo el parámetro del precio, debido a que se trata de elementos que se encuentran fácilmente en la industria nacional y no requieren importación. Para la selección de equipos de

televisión se han escogido dos proveedores en Ecuador, los mismos que proporcionan los elementos necesarios en su totalidad. Estos proveedores son:

- Equatorial Technologies S.C.I.
- Advicom Broadcast Technology & Telecommunication Engineering

Tabla 4.34 Equipo utilizado para TV Codificada Terrestre

Equipo	Cantidad
Antenas parabólicas de malla 3.8 m	2
LNBF 17° K (banda C & Ku)	2
Antena Yagui (8dbd)	1
Receptores digitales Pansat 2300A	43
Codificadores	7
Moduladores	50
Splitters	3
Combinador	2
Set Top Box + Antena	800

Tabla 4.35 Parámetros de valoración y selección del proveedor del equipo para Televisión.

Características	Equatorial Technologies S.C.I.	Advicom Broadcast Technology & Telecommunication Engineering
Precio Total (USD)	206786,32	215320.50
Forma de Pago	70 % de anticipo, saldo contra entrega	75 % de anticipo, saldo contra entrega
Tiempo de entrega	8 días	15 días
Garantía	Un año contra defectos de fabricación	Un año contra defectos de fabricación
Adicionales	No incluye instalación	--
Total (sobre 100)	75	25

En la Tabla 4.35 se describen las características que proporciona cada una de las empresas y se concluye que la mejor opción es la que proporciona la empresa Equatorial Technologies S.C.I. En el Anexo 7 se presenta las hojas de datos que se utilizaron en la selección de equipos para el sistema en diseño.

CAPÍTULO 5.

ESTUDIO ECONÓMICO Y ANÁLISIS FINANCIERO

5.1 GENERALIDADES

En el presente capítulo se analizará el estudio económico del proyecto, cuyo objetivo primordial es tratar la evaluación del proyecto de inversión desde el punto de vista financiero, un proyecto así visto, es en esencia un intercambio de sumas de dinero. Es la oportunidad de entregar ciertas cantidades en momento definidos, a cambio de recibir otras sumas, en otros momentos, también específicos.

Para poder realizar este análisis financiero, se aplicará las técnicas existentes para evaluar proyectos de inversión, así como la interpretación y comprensión de los conceptos en las que ellas se apoyan.

5.2 INTRODUCCIÓN

El presente estudio demuestra la factibilidad económica de instalación y explotación de un Sistema Multiservicio con tecnología MMDS Bidireccional en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

En la evaluación financiera, y con la ayuda de índice de evaluación económica, como el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio - Costo (BC), se demuestra la conveniencia de emprender el proyecto.

5.3 CLAUSULAS DE VENTA EN COMERCIO INTERNACIONAL¹

Las cláusulas de venta están contenidas en los *INCOTERMS* (international commerce terms, términos de comercio internacional), que son los términos usados comúnmente en las compraventas internacionales de mercancías.

¹ <http://www.venexport.com/notas/cap06.html>, Cláusulas de Venta en Comercio Internacional.

En la Figura 5.1 y Tabla 5.1 se presentan los términos que se utilizan en la importación de bienes o equipos y su respectivo significado.

Figura 5.1 Exposición gráfica de lo términos a utilizarse en las importaciones²



Tabla 5.1 Términos INCOTERMS utilizados en importaciones

EXW	Ex-Works (Libre plataforma)
FOB	Free on board (Libre a bordo)
FCA	Free Carrier (Transportista disponible)
CIF	Cost, Insurance and Freight (Costo, Seguro y Flete)
CFR	Cost and Freight, Coste y flete)
DDU	Delivered duty unpaid (Entrega sin derechos de aduana pagados)
DDP	Delivered duty paid (Entrega con derechos de aduana pagados)

CIF.- El exportador se encarga de llevar la mercancía hasta la bodega del puerto de importación designado en el país extranjero. El precio que el exportador cotiza se calcula tomando en cuenta además de los costos de transporte, el valor del seguro y otros gastos como: cargos portuarios, cargos por documentación, honorarios del agente transportista, etc. Se hace referencia a éste término en particular, debido a que se lo utilizará más adelante. Para mayor información acerca de los demás términos INCOTERMS referirse al Anexo 8.

Se hace referencia a estos términos debido a que los equipos a utilizarse en el Proyecto son de diferente precedencia. Razón por la cual se debe considerar los costos CIF de transporte desde el país de origen hacia Ecuador.

² <http://www.venexport.com/notas/cap06.html>, Cláusulas de Venta en Comercio Internacional

5.4 EVALUACIÓN FINANCIERA

En este apartado se realiza el análisis de los ingresos y egresos a los que incurrirá la empresa con el fin de poner en marcha el sistema.

5.4.1 ANÁLISIS DE LOS EGRESOS

La inversión inicial en la cual se debe incurrir incluye principalmente la adquisición de los equipos, costos de las licencias por software, costos de la infraestructura física, la adecuación de terrenos y gastos de preinversión, tales como estudios de ingeniería y permisos de concesión, entre otros.

5.4.1.1 Costos de los equipos

5.4.1.1.1 Equipo para el Sistema que requiere importación

Los equipos a utilizar en el sistema con sus respectivos costos y que se requiere importar, son los que se presenta en la Tabla 5.2. Cabe mencionar que estos precios son FOB, es decir los valores que se tendrían que pagar en el lugar de procedencia de lo equipos. Por esta razón, al momento de importar un equipo, se debe realizar un cálculo adicional de costos de equipos CIF, sobre el valor total del costo de los equipos, con lo cual se cubre: el costo del equipo + Seguro + Flete. Los resultados de éste cálculo se lo puede apreciar en la Tabla 5.3.

Tabla 5.2 Equipo a utilizarse en el Sistema con su respectivo costo FOB

Nombre del Equipo	(USD)
Equipo para la cobertura MMDS	307900,00
Equipo para el radioenlace	9831,59
Total :	317731,59

El valor CIF de las mercaderías corresponde a la suma del valor FOB (precio de compra del producto) más el valor del flete internacional, más el valor de un seguro valorizado en 2% (Para importaciones desde EEUU) del valor FOB.

Cabe mencionar que el valor del flete está dado por el número de contenedores que utilizarán los equipos a importarse, como referencia se tiene que el costo de un contenedor se encuentra alrededor de 3000,00 USD. Se estima que todos los

equipos que se necesitan para el presente proyecto y que requieren importación, ocuparan un contenedor; por lo tanto, el costo por flete es 3000,00 UDS.

Tabla 5.3 Equipo a utilizarse en el Sistema con su respectivo costo CIF

Concepto	Descripción	Valor (USD)
Costo (Cost)	Valor FOB	317731,59
Seguro (Insurance)	2 % del valor FOB	6354,63
Flete (Freight)	Transporte de un contenedor	3000,00
Total (CIF) :		327086,22

También debe tomarse en cuenta pagos como: el IVA, verificadora, derechos e impuestos arancelarios³. En la Tabla 5.4 se detalla todos los derechos e impuestos a pagar sobre la importación del equipamiento.

Tabla 5.4 Impuestos y Derechos arancelarios a pagar por el importe del equipamiento

Concepto	Porcentajes	Base imponible	Valor (USD)
Tasa de modernización	0,05%	CIF	163,54
Derecho arancelario	20%	CIF	65417,24
FODINFA	0,50%	CIF	1635,43
IVA	12%	(CIF + tasa de modernización + Derecho arancelario + FODINFA)	47319,30
Verificadora	0,75%	CIF	2453,15
CORPEI	0.25 por mil	FOB	79,43
Total (CIF) :			117068,09

Para mayores detalles sobre los impuestos y derechos arancelarios referirse al Anexo 8.

5.4.1.1.2 Equipo para el Sistema que no requiere importación

Se refiere a todo el equipamiento del proveedor de servicios de valor agregado, los equipos de la red, el mobiliario de oficina, entre otros. Todos estos equipos y sus respectivos precios de mercado son los que se presentan en la Tabla 5.5

³ http://www.prompex.gob.pe/prompex/menu_rigth/Aranceles_Aladi/Ecuador.pdf, Derechos Arancelarios, Ecuador

Tabla 5.5 Equipo para el Sistema que no requiere importación

	Equipo	Cant.	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
INTERNET	Router Cisco 5400	1	6000,00	6000,00
	Router Cisco 1700	1	1900,00	1900,00
	Switch Fast Ethernet (Backbone)	1	1700,00	1700,00
	Switch Fast Ethernet (Red Local)	1	1100,00	1100,00
	Computadores (Gestión y monitoreo)	2	6000,00	12000,00
	Computadores (Personal de planta)	9	2500,00	22500,00
	Firewall	1	12000,00	12000,00
	Servidores	4	17000,00	68000,00
Total:			125200,00	
TELEVISIÓN*	Antenas parabólicas de malla 3.8 m	2	1512,00	3024,00
	LNBF 17° K (banda C & Ku)	2	109,76	219,52
	Antena Yagui (8dbd)	1	150,00	150,00
	Receptores digitales Pansat 2300A	43	369,60	15892,80
	Codificadores	7	170,00	1190,00
	Moduladores	50	220,00	11000,00
	Splitters	3	125,00	375,00
	Combinador	2	260,00	520,00
	Set Top Box	400	150,00	60000,00
Total:			92371,32	
OTROS	UPS's	5	850,00	4250,00
	Mobiliario y suministros de oficina	-	10000,00	10000,00
	Varios	-	1000,00	1000,00
Total:			15250,00	
Total gastos por equipo que no requiere importación:				232821,32

* No se considera los equipos terminales de recepción (televisores) los cuales ya debe tener el usuario.

Por lo tanto, los costos totales del equipamiento del sistema son:

Equipos que requieren importación	444154,31
Equipo que no requiere importación	232821,32
Total	676975,63

5.4.1.2 Costos de las licencias y derechos de autor

Tanto para la administración de la red como para el mantenimiento de la misma se requiere paquetes computacionales – software – que permitan el correcto funcionamiento del sistema. Cabe mencionar que se utilizará principalmente el

Sistema Operativo Linux, el cual se lo encuentra de manera gratuita. En la Tabla 5.6 se detalla el software necesario para el funcionamiento del sistema.

Tabla 5.6 Software a utilizarse en el Sistema con su respectivo costo

SOFTWARE	DESCRIPCIÓN	COSTO (USD)
Servidores Web, FTP	S.O Linux	0,00
Servidores de correo E-mail server	S.O Linux	0,00
Servidor DNS WINS	S.O Linux	0,00
Windows 2000 advance server	S.O. sobre 10 usuarios	1800,00
Servidor Proxy	S.O Linux	0,00
Configuración de servidores *	--	0,00
Total:		1800,00

* La configuración de los computadores personales de la empresa y de los servidores estará a cargo de los Ingenieros y Técnicos de la misma. Por esta razón no existe un valor adicional al costo de *Configuración de servidores*.

5.4.1.3 Costos de la infraestructura física

Tanto para el Headend como para los estudios se requiere del alquiler o compra de locales que permita en funcionamiento de estos sitios. En la Tabla 5.7 se presenta el detalle de los mismos con su respectivo costo.

Tabla 5.7 Costos por infraestructura física

DESCRIPCIÓN	COSTO	COSTO TOTAL
Caseta para el HEADEND [C. Yaracucito]	600,00	7200,00
Torre de transmisión [C. Yaracucito]	300,00	3600,00
Local donde funcionarán los Estudios [Oficina]	800,00	9600,00
Total:	1700,00	20400,00

5.4.1.4 Costos de interconexión del ISP con su proveedor de acceso a Internet

Actualmente el contrato de grandes capacidades de Internet con el proveedor de servicios (ISP) se lo hace a través de E1's (2048 Kbps). Además, al momento de contratar 4 Mbps de downstream, por ejemplo, sería análogo a decir 2 E1's, estará implícito que para el upstream se tendrá los mismos 2 E1's.

En la Tabla 5.8 se presenta el precio de un E1, además del costo a pagar por cada 64 Kbps. Este valor fue proporcionado por la empresa proveedora de internet IMPSAT.

Tabla 5.8 Costo de la Capacidad (Kbps) por interconexión del ISP

Capacidad (Kbps)	Precio (USD)
64	306,25
128	612,50
256	1225,00
512	2450,00
1024	4900,00
E1 (2048)	9800,00

Al contratar este servicio se lo puede negociar en forma semestral o anual. Para fines prácticos se asumirá una contratación del servicio en forma anual. En la Tabla 5.9 se indica los egresos anuales desde el año cero (2004) hasta el año cuatro (2008). Para el año cero se estima el contrato de 2 E1's (9800,00 UDS), luego se incrementará el costo dependiendo del incremento de la capacidad medida en múltiplos de 64 Kbps. Por otra parte para calcular la capacidad total (Kbps) utilizada por el número de usuarios al final de cada año se utiliza la ecuación 24 del Capítulo 4.

Tabla 5.9 Costos por interconexión del ISP para cada año

Año	No. Usuarios al final de cada periodo		Capacidad total	Precio (USD)
	Residencial	Pequeña empresa		
0 (2004)	50	20	3590,40	19600,00
1 (2005)	78	23	4561,92	21829,50
2 (2006)	97	27	5470,08	26175,19
3 (2007)	118	29	6167,04	29510,25
4 (2008)	136	30	6673,92	31935,75

5.4.1.5 Costos por concesiones y utilización de frecuencias

5.4.1.5.1 Tarifas por concesión e imposición mensual del espectro en la banda de 2500 – 2686 MHz (MMDS)

Para el cálculo de costos por concesiones y utilización de frecuencias se debe tomar en cuenta que el presente proyecto es un Diseño de un SISTEMA

MULTISERVICIO, es decir que se tendrá Televisión Codificada la cual ocupará 10 de los 31 canales de la banda 2500 – 2686 MHz, e Internet de Banda Ancha, que ocupará 2 de los 21 canales restantes.

Al referirse al permiso para utilizar la banda de 2500 – 2686 MHz se debe aclarar que, en lo que se refiere a los servicios de Radiodifusión y Televisión se aplicará el pliego tarifario de la entidad Gubernamental encargada del Control de esta banda, es decir la Superintendencia de Telecomunicaciones – SUPTEL, cuyo valor se cancelará al Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión – CONARTEL.

Por otra parte, al referirse a la transmisión de datos a través de la banda de 2500 – 2686 MHz, como es el servicio de Internet de Banda Ancha, se aplicará el pliego tarifario de la entidad Gubernamental encargada de concesionar esta banda, es decir la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones – SENATEL, cuyo valor se cancelará al Consejo Nacional de Telecomunicaciones – CONATEL.

Es así que para el cálculo de los Derechos de Concesión y la Tarifa Mensual de la banda de 2500 – 2686 MHz (MMDS), se la realizará por separado; un valor será el calculado por el servicio de canales de Audio + video (Televisión Codificada) y otro valor será el calculado por el servicio de Datos (Internet de Banda Ancha).

- *Tarifas por concesión y utilización de frecuencias y canales de Radiodifusión y Televisión en la banda de 2500 – 2686 MHz (MMDS), <SUPTEL>.⁴*

Los valores de Tarifas por concesión y utilización de frecuencias que constan en la Tabla 5.10 han sido determinados en Unidades de Valor Constante. Por otra parte cabe hacer las siguientes aclaraciones:

- La concesión es por el sistema total para servir a cada ciudad.
- Los valores mensuales multiplicados por el máximo número de frecuencias disponibles o canales ofertados a los clientes, inclusive los canales de estaciones nacionales, regionales o locales en cada ciudad servida, de

⁴ Registro Oficial No. 224, República del Ecuador, Julio 1999, Tarifas por Concesión y utilización de frecuencias

acuerdo al informe presentado por la Superintendencia de Telecomunicaciones.

Tabla 5.10 Valores de Tarifas por concesión y utilización de frecuencias

SERVICIO	CONCESIÓN (UVC)		MENSUALIDAD (UVC)		CIUDAD
	AUDIO	AUDIO + VIDEO	AUDIO	AUDIO + VIDEO	
UHF, MMDS	--	300	0.75	3	Capital de provincia

Para determinar los valores por concesión y utilización de frecuencias en dólares se debe referir al Registro Oficial No. 66 del 27 de Abril del 2000, en el cual en su página 3, Art. 1 dice: *“Reemplácese en todo el Reglamento, donde se diga “EN UNIDADES DE VALOR CONSTANTE”, debe decirse: “EN CINCO DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA”.*”

Dada la aclaración anterior, el valor en dólares por concesión y utilización de frecuencias es el que se muestra en la Tabla 5.11.

Tabla 5.11 Valores en USD de Tarifas por concesión y utilización de frecuencias

SERVICIO	CONCESIÓN (USD)		MENSUALIDAD (USD)		CIUDAD
	AUDIO	AUDIO + VIDEO	AUDIO	AUDIO + VIDEO	
MMDS	--	1500	3.75	15	Ibarra
Total Concesión:1500			Total Mensualidades:465 *		

* Cabe mencionar que para calcular el valor total de las mensualidades se multiplica el valor de cada mensualidad por el número total de canales en el espectro MMDS, es decir: 15 USD x 31 CANALES = 465 USD, tomando en cuenta que se trata de canales de Audio + video (Canales de televisión).

Por lo tanto por uso de toda la banda de 2500 – 2686 MHz para el Sistema de Televisión Codificada Terrestre se pagará al CONARTEL:

DERECHO DE CONCESIÓN (un solo pago):	1500,00 USD
USO DEL ESPECTRO (pago mensual) :	465,00 USD
USO DEL ESPECTRO (pago anual) :	5580,00 USD

- *Tarifas por concesión y utilización de frecuencias para Servicios Fijos Multiacceso en la banda de 2500 – 2686 MHz (MMDS), <SENATEL>⁵.*

Multiacceso.- Se considera como Servicio Fijo (Multiacceso) aquellos que se brindan con tecnologías como WLL, MMDS, LMDS, enlaces punto-multipunto (Multiacceso).

La tarifa mensual a pagar por los Sistemas de Multiacceso, tiene dos componentes Tarifa A y Tarifa C.

En caso de requerir enlaces, éstos pagarán de acuerdo con la fórmula de enlaces punto-punto.

La tarifa A se paga por cada centro de Multiacceso, esto es por cada Estación de Base para el Servicio Móvil (Multiacceso) o por cada Estación Central Fija para enlaces punto-multipunto (Multiacceso). La fórmula a utilizarse es la siguiente:

$$T(US\$) = K_a \cdot \alpha_4 \cdot \beta_4 \cdot A \cdot D^2 \quad (1)$$

donde:

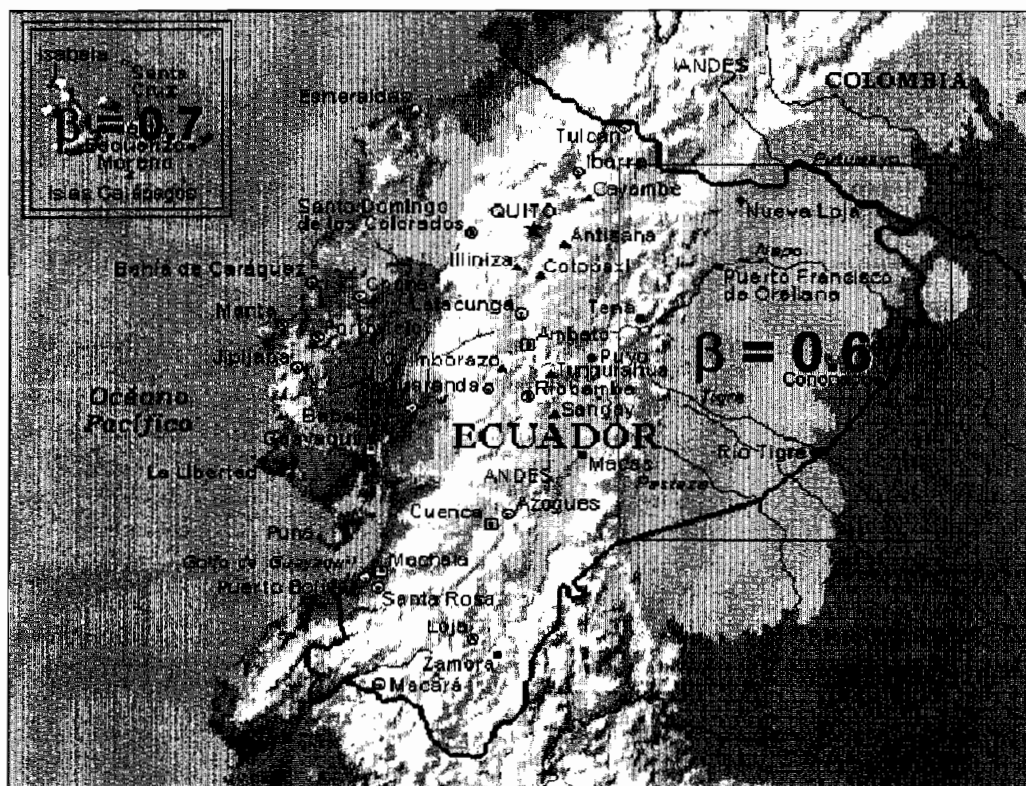
$T(US\$)$:	Tarifa mensual por uso de frecuencias en USD
K_a :	Factor de ajuste por inflación
α_4 :	Coeficiente de valoración del espectro (Tabla 5.12)
β_4 :	Coeficiente de corrección (Figura 5.2)
A :	Ancho de todo el bloque concesionado en Tx y Rx [MHz]
D :	Radio de cobertura de la Estación de Base o Estación Central Fija [Km] (Tabla 5.12)

⁵ <http://www.conatel.gov.ec>, Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, SENATEL, febrero 2004

Tabla 5.12 Coeficiente de valoración del espectro α_4 y Radio de cobertura de la estación base o fija, para el Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso)⁶

Banda de Frecuencias	137 MHz – 300 MHz	300 MHz – 512 MHz	614 MHz – 960 MHz	1427 MHz – 2690 MHz	2690 MHz – 10 GHz	10 GHz – 30 GHz
Distancia Referencial	50 Km	25 Km	16.5 Km	11.5 Km	8 Km	5 Km
Servicios						
Fijo (Punto-Multipunto)	0.0438384	0.0193761	0.0460182	0.0133210	0.0185687	0.0879998
Buscapersonas Unidireccional	0.1179400	0.2734600	0.5371800	---	---	---
Buscapersonas Bidireccional	---	---	0.5371800	---	---	---
Fijo (Punto-Multipunto) WLL	---	---	---	---	0.0781436	---
Telefonía Móvil Celular	---	---	0.0692006	---	---	---
Toncalizado de Despacho	---	0.4503584	1.0140200	---	---	---
Servicio Móvil Avanzado	---	---	---	0.1194000	---	---

Figura 5.2 Coeficiente de corrección ($\beta = 1$ para zonas no definidas)



⁶ <http://www.conatel.gov.ec>, Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, SENATEL, febrero 2004

Los valores a reemplazarse en la ecuación (1) son:

K_a :	1 (considerando el peor de los casos)
α_4 :	0,0133210
β_4 :	1
A :	186 MHz (para este caso se concesiona todo el bloque MMDS)
D :	11,5 Km

Por lo tanto:

$$T(\text{US\$}) = 1 \cdot 0,0133210 \cdot 1 \cdot 186 \cdot (11,5)^2$$

$$T(\text{US\$}) = 327,68$$

Los Derechos de Concesión de la banda de 2500 a 2686, se calculan de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$D_C = T(\text{US\$}) \cdot T_C \cdot F_C f \quad (2)$$

donde:

D_C :	Derechos de concesión
$T(\text{US\$})$:	Tarifa mensual por uso de frecuencias en USD
T_C :	Tiempo de concesión del servicio en meses
$F_C f$:	Factor de concesión de frecuencias (Tabla 5.13)

Los valores a reemplazarse en la ecuación (2) son:

$T(\text{US\$})$:	327,68
T_C :	60 meses (5 años)
$F_C f$:	0,0330652

Por lo tanto:

$$D_C = 327,68 \cdot 60 \cdot 0,0330652$$

$$D_C = 650,09$$

Tabla 5.13 Factor de Concesión de Frecuencias para los diferentes Servicios en las diferentes Bandas

Servicio	Factor de Concesión de Frecuencias
Fijo y Móvil - (Bajo 30 MHz)	0.021024
Fijo y Móvil - VHF 138-174 MHz	0.022120
Fijo y Móvil - UHF 300-512 MHz	0.028500
Sistema Buscapersonas Unidireccional VHF 137 - 300 MHz	0.0070616
Sistema Buscapersonas Unidireccional UHF 300 - 512 MHz	0.00711968
Sistema Buscapersonas Unidireccional UHF 614 - 960 MHz	0.00710696
Sistema Buscapersonas Bidireccional UHF 614-960 MHz	0.00710696
Fijo y Móvil - (Sistema Troncalizado UHF 400 MHz)	1.0220959
Fijo y Móvil - (Sistema Troncalizado UHF 800 MHz)	1.0298468
Fijo (Enlaces punto-punto bajo 1 GHz)	0.054194
Fijo (Enlaces punto-punto 1-5 GHz)	0.0330652
Fijo (Enlaces punto-punto 5-10 GHz)	0.0312929
Fijo (Enlaces punto-punto 10-15 GHz)	0.0295017
Fijo (Enlaces punto-punto 15-20 GHz)	0.0294794
Fijo (Enlaces punto-punto 20-25 GHz)	0.029045
Fijo (Enlaces punto-punto >25 GHz)	

Por lo tanto por uso de toda la banda de 2500 – 2686 MHz para el Sistema de Internet de Banda Ancha se pagará al CONATEL:

DERECHO DE CONCESIÓN (un solo pago):	650,09 USD
USO DEL ESPECTRO (pago mensual) :	327,68 USD
USO DEL ESPECTRO (pago anual) :	3932,16 USD

5.4.1.5.2 Tarifas por concesión e imposición mensual del espectro para el enlace de microondas en la banda de 23 GHz

La tarifa mensual a pagar por los enlaces punto-punto se calcula con la fórmula número 3.

$$T(\text{US\$}) = K_a \cdot \alpha_3 \cdot \beta_3 \cdot A \cdot D^2 \quad (3)$$

donde:

$T(US\$)$:	Tarifa mensual por frecuencia signada en USD
K_a :	Factor de ajuste por inflación
α_3 :	Coefficiente de valoración del espectro (Tabla 5.14)
β_3 :	Coefficiente de corrección (Figura 5.2)
A :	Anchura de Banda de la frecuencia asignada [MHz]
D :	Distancia entre las estaciones Fijas [Km]

Los valores a reemplazarse en la ecuación (3) son:

K_a :	1
α_3 :	0,0183529
β_3 :	1
A :	12 MHz (2 canales de 6 MHz)
D :	4,833 [Km]
$D_{m\acute{a}x}$:	15 Km de Distancia máxima aplicable (Tabla 5.15)
$D_{m\acute{i}n}$:	6 Km de Distancia mínima aplicable (Tabla 5.15)

Por lo tanto:

$$T(US\$) = 1 \cdot 0,0183529 \cdot 1 \cdot 12 \cdot (15)^2$$

$$T(US\$) = 49.55$$

Tabla 5.14 Coeficiente de valoración del espectro aplicable para fines de cálculo de las tarifas del Servicio Fijo, enlaces punto-punto.

Rango de frecuencias; f (frecuencia de operación)	Coefficiente de valoración del espectro α_3
0 GHz <f<= 1 GHz	0.0815313
1 GHz <f<= 5 GHz	0.0323876
5 GHz <f<= 10 GHz	0.0237509
10 GHz <f<= 15 GHz	0.0215917
15 GHz <f<= 20 GHz	0.0194325
20 GHz <f<= 25 GHz	0.0183529
f > 25 GHz	0.0172734

Tabla 5.15 Distancias máximas aplicables para fines de cálculo de tarifas del Servicio Fijo, enlaces Punto-Punto

Rango de frecuencias f (frecuencia de operación)	Distancia máxima aplicable, Km.	Distancia mínima aplicable, Km.
0 GHz <f<= 1 GHz	70	30
1 GHz <f<= 5 GHz	50	15
5 GHz <f<= 10 GHz	30	12
10 GHz <f<= 15 GHz	25	9
15 GHz <f<= 20 GHz	20	8
20 GHz <f<= 25 GHz	15	6
f > 25 GHz	10	5

Los Derechos de Concesión a pagar por los enlaces punto-punto se calcula con la ecuación (2)

Donde, los valores a reemplazarse para el enlace punto-punto, en la ecuación (2) son:

$T(US\$)$:	49.55
T_c :	60 meses (5 años)
$F_c f$:	0,0290454

Por lo tanto:

$$D_c = 49,55 \cdot 60 \cdot 0,0290454$$

$$D_c = 86,35$$

Por lo tanto por uso de la banda de 23 GHz para el Enlace de Microondas que se pagará al CONATEL:

DERECHO DE CONCESIÓN (un solo pago):	86,35 USD
USO DEL ESPECTRO (pago mensual) :	49,55 USD
USO DEL ESPECTRO (pago anual) :	594,60 USD

5.4.1.5.3 Pagos por permiso de prestación de servicios de valor agregado

Mediante Resolución 072-03-CONATEL-2002 el Consejo Nacional de Telecomunicaciones resuelve determinar como valor de permiso para la prestación de servicios de valor agregado el valor de USD 500 dólares de los Estados Unidos de América.

Permiso para la prestación de servicios de valor agregado	500,00 USD
---	------------

El título habilitante para la prestación de servicios de valor agregado tendrá una duración de diez (10) años, prorrogables por igual período de tiempo, a solicitud escrita del interesado, presentada con tres meses de anticipación al vencimiento del plazo original, siempre y cuando el prestador haya cumplido con los términos y condiciones del título habilitante.

5.4.1.6 Costo por pago a proveedores de la señal de televisión

En el sistema a implementar se distribuirá a través de la banda MMDS, un total de 50 canales (43 internacionales << 41 de AUDIO + VIDEO Y 2 DE AUDIO >> y 6 nacionales y 1 de teletexto).

Para el cálculo de costo por pago a proveedores de la señal de televisión se lo obtiene a partir de la Tabla 5.16⁷, en la cual se tiene las tarifas para los canales de televisión a contratarse con el mínimo número de usuarios que se requiere para poder acceder a dicha señal.

En la Tabla 5.17, se realiza el cálculo de gastos anuales a pagar por este rubro, con un número de usuarios al final del año cero de 800,00 USD, el cual es un valor promedio de los necesarios para poder acceder al servicio de Televisión.

OBSERVACION: Para el cálculo de los ingresos y egresos se estima una recuperación de la inversión a mediano plazo (por tratarse de una empresa de servicio de telecomunicaciones) es decir 5 años, para lo cual se considerado como AÑO CERO al año 2004, hasta llegar al AÑO CUATRO que es el año 2008.

⁷ Proveedores de señales de TV por suscripción en el Ecuador, 2004

Tabla 5.16 Costo a pagar por la señal de televisión

Paquete o Canal	Canal	Canal incluido en la oferta	Mínimo de suscriptores	Costo por suscriptor USD
Paquete FOX	1	FOX SPORTS	800	2,17
	2	FOX CHANNEL		
	3	NATIONAL GEOGRAPHIC		
	4	USA		
Paquete CLAYSON	5	VENEVISIÓN	500	0,25
	6	INFINITO		
	7	HTV		
Paquete HBO	8	FOX KIDS	1000	10,00
	9	SONY		
	10	WARNER		
	11	E!		
	12	HISTORY		
	13	DISNEY		
	14	AXN		
	15	CINEMAX		
Solo HBO	16	HBO	1000	8,00
Paquete Turner	16	BOOMERANG	800	0,50
	17	CNN		
	20	TNT		
	21	CARTOON		
	22	MTV	500	0,60
	23	NICKELODEON	500	0,60
Paquete Discovery	24	DISCOVERY CHANNEL	1000	1,20
	25	DISCOVERY HEALT		
	26	TRAVEL & ADVENTURES		
	27	PEOPLE & ARTS		
	28	DISCOVERY KIDS		
Paquete L!RTV	29	MOVIE CITY	800	4,50
	30	THE FILM ZONE		
	31	CINECANAL		
	32	ESPN	800	0,65
	33	MGM	800	0,25
	34	HALLMARK	800	0,85
	35	PLAYBOY	800	0,65
	36	TELEMUNDO	800	0,25
	37	CINECANAL 2	800	1,50
	38	LOCOMOTION	800	0,25
	39	MARIA VISION	500	0,25
	40	ENLACE JUVENIL	500	0,25
	41	MUNDO LATINO	800	0,25
	42	RADIO LA ONDA	800	0,10
	43	RADIO LA MEGA	800	0,10

Tabla 5.17 Costos anuales a pagar por las señales de televisión

	Número de suscriptores					Costo por suscriptor USD	Monto a pagar por suscriptor				
	Año 1 (2004)	Año 2 (2005)	Año 3 (2006)	Año 4 (2007)	Año 5 (2008)		Año 1 (2004)	Año 2 (2005)	Año 3 (2006)	Año 4 (2007)	Año 5 (2008)
1											
2	800	944	1123	1337	1604	2,17	1736,00	2048,48	2436,91	2901,29	3480,68
3											
4											
5											
6	800	944	1123	1337	1604	0,25	200,00	236,00	280,75	334,25	401,00
7											
8											
9											
10											
11											
12	800	944	1123	1337	1604	10,00	8000,00	9440,00	11230,00	13370,00	16040,00
13											
14											
15											
16											
17	800	944	1123	1337	1604	8,00	6400,00	7552,00	8984,00	10696,00	12832,00
18											
19											
20	800	944	1123	1337	1604	0,50	400,00	472,00	561,50	668,50	802,00
21											
22	800	944	1123	1337	1604	0,60	480,00	566,40	673,80	802,20	962,40
23	800	944	1123	1337	1604	0,60	480,00	566,40	673,80	802,20	962,40
24											
25											
26	800	944	1123	1337	1604	1,20	960,00	1132,80	1347,60	1604,40	1924,80
27											
28											
29											
30	800	944	1123	1337	1604	4,50	3600,00	4248,00	5053,50	6016,50	7218,00
31											
32	800	944	1123	1337	1604	0,65	520,00	613,60	729,95	869,05	1042,60
33	800	944	1123	1337	1604	0,25	200,00	236,00	280,75	334,25	401,00
34	800	944	1123	1337	1604	0,85	680,00	802,40	954,55	1136,45	1363,40
35	800	944	1123	1337	1604	0,65	520,00	613,60	729,95	869,05	1042,60
36	800	944	1123	1337	1604	0,25	200,00	236,00	280,75	334,25	401,00
37	800	944	1123	1337	1604	1,50	1200,00	1416,00	1684,50	2005,50	2406,00
38	800	944	1123	1337	1604	0,25	200,00	236,00	280,75	334,25	401,00
39	800	944	1123	1337	1604	0,25	200,00	236,00	280,75	334,25	401,00
40	800	944	1123	1337	1604	0,25	200,00	236,00	280,75	334,25	401,00
41	800	944	1123	1337	1604	0,25	200,00	236,00	280,75	334,25	401,00
42	800	944	1123	1337	1604	0,10	80,00	94,40	112,30	133,70	160,40
43	800	944	1123	1337	1604	0,10	80,00	94,40	112,30	133,70	160,40
Total al final de cada AÑO:							26536,00	31312,48	37249,91	44348,29	53204,68

5.4.1.7 Costos de operación

En la Tabla 5.18 se hace referencia al personal que se contratará para la operación y mantenimiento del sistema.

Tabla 5.18 Plantilla de personal y asignaciones salariales de la empresa

Cantidad	Cargo	Sueldo Mensual (USD)	
		Unidad	Total
1. Personal de Planta			
1	Gerente General	3000,00	3000,00
1	Gerente de Operaciones (Técnico)	2000,00	2000,00
1	Asistente Administrativo	1500,00	1500,00
2	Agente de Ventas	800,00	1600,00
1	Contador	600,00	600,00
1	Secretaria	400,00	400,00
1	Recepcionistas	300,00	300,00
2	Ingenieros (Promedio)	1200,00	2400,00
3	Técnicos y personal de soporte	350,00	1050,00
13	TOTAL Mensual		11650,00
	TOTAL Anual		139800,00
2. Personal Eventual o Contratado por Obra Certa			
1	Guardia de seguridad	400	400,00
2	Limpieza y recolección de basura	150	300,00
3	TOTAL Mensual		700,00
	TOTAL Anual		8400,00
16	TOTAL Gastos de personal Mensual		12350,00
	TOTAL Gastos de personal Anual		148200,00

Tabla 5.19 Costos de operación del sistema

Concepto	Costo Mensual (USD)	
Gasto de personal	12350,00	148200,00
Gasto por mantenimiento de la Red	1000,00	12000,00
Pago de servicios básicos	200,00	2400,00
Movilización	500,00	6000,00
TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN ANUAL:		168600,00

La Tabla 5.19 hace referencia al gasto que se realizará para la operación y mantenimiento del sistema.

5.4.1.8 Costos por comercialización del servicio

Este rubro no se analizará para calcular una utilidad inicial, dependiendo de este valor se vería la posibilidad de contratar a una empresa comercializadora (Marketing) con la cual se fijaría una tarifa mensual *para dar a conocer el servicio*. De ser necesario, la contratación de dicha empresa no se la haría por más de tres meses y durante el primer año de operación del sistema.

5.4.1.9 Total egresos

Los egresos totales se calcularán para cada año desde el año cero hasta el año cuatro.

Para este calculo se debe tomar en cuenta que se tiene un gasto por la inversión inicial (Véase Tabla 5.20), el cual es un solo pago al inicio del año cero, mientras que al finalizar cada año se tendrán los egresos respectivos a dicho período de operación (Véase Tabla 5.21).

Tabla 5.20 Gastos por Inversión Inicial

Descripción	Monto (USD)
Costo Total de los equipos	676975,63
Costo de las licencias y derechos de autor	1800,00
Derechos de concesión de la banda MMDS (CONARTEL)	1500,00
Derechos de concesión de la banda MMDS (CONATEL)	650,09
Derechos de concesión de la banda DE 23 GHz (CONATEL)	86,35
Permiso para la prestación de servicios de valor agregado	500,00
Total:	681512,07

Tabla 5.21 Gastos totales al final de cada año

Gasto total al final del año CERO	
Descripción	Monto (USD)
Costos de la infraestructura física	20400,00
Costos de interconexión del ISP con su proveedor de Internet	19600,00
Costos por pago a proveedores de la señal de televisión	26536,00
Imposición anual por el uso del espectro MMDS (CONARTEL)	5580,00
Imposición anual por el uso del espectro MMDS (CONATEL)	3932,16
Imposición anual por el uso de LA BANDA DE 23 GHz (CONATEL)	594,60
Costos de operación del sistema	168600,00
Total:	244648,16

Gasto total al final del año UNO	
Descripción	Monto (USD)
Costos de la infraestructura física	20400,00
Costos de interconexión del ISP con su proveedor de Internet	21829,50
Costos por pago a proveedores de la señal de televisión	31312,48
Imposición anual por el uso del espectro MMDS (CONARTEL)	5580,00
Imposición anual por el uso del espectro MMDS (CONATEL)	3932,16
Imposición anual por el uso de LA BANDA DE 23 GHz (CONATEL)	594,60
Costos de operación del sistema	168600,00
Total:	251654,14

Gasto total al final del año DOS	
Descripción	Monto (USD)
Costos de la infraestructura física	20400,00
Costos de interconexión del ISP con su proveedor de Internet	26175,19
Costos por pago a proveedores de la señal de televisión	37429,91
Imposición anual por el uso del espectro MMDS (CONARTEL)	5580,00
Imposición anual por el uso del espectro MMDS (CONATEL)	3932,16
Imposición anual por el uso de LA BANDA DE 23 GHz (CONATEL)	594,60
Costos de operación del sistema	168600,00
Total:	262117,26

Gasto total al final del año TRES	
Descripción	Monto (USD)
Costos de la infraestructura física	20400,00
Costos de interconexión del ISP con su proveedor de Internet	29510,25
Costos por pago a proveedores de la señal de televisión	44348,29
Imposición anual por el uso del espectro MMDS (CONARTEL)	5580,00
Imposición anual por el uso del espectro MMDS (CONATEL)	3932,16
Imposición anual por el uso de LA BANDA DE 23 GHz (CONATEL)	594,60
Costos de operación del sistema	168600,00
Total:	272370,70

Gasto total al final del año CUATRO	
Descripción	Monto (USD)
Costos de la infraestructura física	20400,00
Costos de interconexión del ISP con su proveedor de Internet	31935,75
Costos por pago a proveedores de la señal de televisión	53204,68
Imposición anual por el uso del espectro MMDS (CONARTEL)	5580,00
Imposición anual por el uso del espectro MMDS (CONATEL)	3932,16
Imposición anual por el uso de LA BANDA DE 23 GHz (CONATEL)	594,60
Costos de operación del sistema	168600,00
Total:	283652,59

5.4.2 ANÁLISIS DE LOS INGRESOS

Tomado como referencia los estudios de mercado expuestos en el Capítulo 3 se procede a tomar el valor de los usuarios estimados al final de cada año. Los ingresos son originados en la cuota de inscripción (en el caso de TV) y por la instalación del equipo de suscriptor (en el caso del Internet) que pagan los clientes al solicitar el servicio (pago por una sola vez) y el pago mensual respectivo. Los valores de la cuota de inscripción y de la mensualidad por uso se mantienen fijos durante todo el período de operación analizado (5 años). Por otra parte, se generan ingresos a partir de la publicidad en los canales. Con estos criterios se ha elaborado el flujo de ingresos para los cinco primeros años de operación del sistema.

5.4.2.1 Ingresos por el servicio de Televisión Codificada Terrestre

Tabla 5.22 Ingresos por los servicios de TV Codificada Terrestre

ESTIMACIONES DE USUARIOS DE TV					
	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro
DATOS DE LOS USUARIOS	800	944	1123	1337	1604
Índice de crecimiento de los usuarios		10,88%	12,29%	13,98%	15,98%
ESTIMACIONES DE INGRESOS					
TARIFAS DEL SERVICIO (USD)					
	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro
Tarifa del servicio PREMIUM	30	30	30	30	30
Tarifa por la instalación (incluye equipo de Rx. Abonado)	100	100	100	100	100
Ingresos (mensuales) por servicio	24000	28320	33690	40110	48120
[I.I]: Ingresos por instalación (un solo pago al momento de la inscripción)	80000	14400	17900	21400	26700
[T.I]: Total de ingresos del servicio (anuales)	288000	339840	404280	481320	577440
SUB-TOTAL DE INGRESOS POR SERVICIO DE TV (anuales) [I.I] + [T.I]	368000	354240	422180	502720	604140
TARIFAS DE LA PUBLICIDAD (USD)					
	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro
Tarifa del minuto de publicidad horario normal	60	60	60	60	60
Tarifa del minuto de publicidad horario Estelar	100	100	100	100	100
CANTIDAD DE MINUTOS DE PUBLICIDAD AL AÑO					
	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro
Publicidad horario normal (minutos)	2500	2600	2650	2720	2750
Publicidad horario estelar (minutos)	1000	1100	1160	1200	1230
SUB-TOTAL DE INGRESOS POR PUBLICIDAD (anuales)	250000	266000	275000	283200	288000
INGRESOS TOTALES ANUALES DE TV	618000	620240	697180	785920	892140

5.4.2.2 Ingresos por el servicio de Internet de Banda Ancha

Tabla 5.23 Ingresos por los servicios de Internet de Banda Ancha

PREMISAS					
DEMANDA TOTAL					Ibarra
Participación de Ibarra/Total Nacional					1,10%
Porcentaje anual de crecimiento de la demanda en la ciudad de IBARRA					Cuatro
Incremento Porcentual		5,43%	6,00%	9,72%	8,24%
ESTIMACIÓN DE USUARIOS DE LA RED					
DATOS DE LOS USUARIOS	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro
Indice de crecimiento de los usuarios		2,85%	3,41%	3,72%	4,11%
Abonados RESIDENCIALES	50	78	97	118	136
Abonados PEQUEÑA EMPRESA	20	23	27	29	30
Abonados al final de cada período	70	101	124	147	166
ESTIMACIÓN DE INGRESOS					
TARIFA DE LOS SERVICIOS					
Servicio Residencial	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro
Tarifa del servicio	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Tarifa de la instalación (Incluye equipo de recep.abonado+instalación)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ingresos (mensuales) por servicio	3000,00	4680,00	5820,00	7080,00	8160,00
[I.I.]: Ingresos por instalación (un solo pago al momento de la inscripción)	5000,00	2800,00	1900,00	2100,00	1800,00
[T.I.]: Total de ingresos del servicio (anuales)	36000,00	56160,00	69840,00	84960,00	97920,00
SUB-TOTAL DE INGRESOS POR SERVICIO RESIDENCIAL (anuales) [I.I.] + [T.I.]	41000,00	58960,00	71740,00	87060,00	99720,00
Servicio Empresarial	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro
Tarifa del servicio	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Tarifa de la instalación (Incluye equipo de recep.abonado+instalación)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ingresos (mensuales) por servicio	3000,00	3450,00	4050,00	4350,00	4500,00
[I.I.]: Ingresos por instalación (un solo pago al momento de la inscripción)	2000,00	300,00	400,00	200,00	100,00
[T.I.]: Total de ingresos del servicio (anuales)	36000,00	41400,00	48600,00	52200,00	54000,00
SUB-TOTAL DE INGRESOS POR SERVICIO EMPRESARIAL (anuales) [I.I.] + [T.I.]	38000,00	41700,00	49000,00	52400,00	54100,00
TOTAL INGRESOS ANUALES POR S. INTERNET	79000,00	100660,00	120740,00	139460,00	153820,00

5.4.2.3 Ingresos Totales

A partir de los ingresos por los servicios a ofrecer se estima el ingreso total anual, tal como se puede apreciar en la Tabla 5.24.

Tabla 5.24 Ingresos Totales proyectados para cinco (5) años

	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro
TELEVISIÓN CODIFICADA	618000,00	620240,00	697180,00	785920,00	892140,00
INTERNET DE BANDA ANCHA	79000,00	100660,00	120740,00	139460,00	153820,00
Total de ingresos (anuales)	697000,00	720900,00	817920,00	925380,00	1045960,00

5.4.3 ÍNDICES DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN⁸

Para comparar dos flujos de fondos, ingresos y egresos, se recurre a índices que permitan *apreciar* de manera rápida, si es conveniente o no realizar una cierta inversión.

Entre los índices que se utilizan para medir la bondad económica de los proyectos de inversión el más utilizado es la *rentabilidad* que produce la inversión, es decir el *rendimiento* que otorga el proyecto. En procedimiento correcto para el cálculo de la rentabilidad del proyecto es el de la *tasa interna del retorno o rentabilidad*.

Además existen otros índices técnicamente correctos para mediar la bondad económica de un proyecto de inversión. Estos son: el *valor presente neto* y la *relación beneficio costo*.

5.4.3.1 Flujo de Caja⁹

Para manejar los índices de evaluación de proyectos de una manera fácil y rápida se elabora un resumen de los ingresos y egresos a través del tiempo, a esto se le denomina Flujo de Caja. El *Flujo de Caja* constituye uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto, debido a los resultados obtenidos en el flujo de caja se evaluará la realización del proyecto.

⁸ Villarreal Arturo Infante, Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión, 1988

⁹ <http://html.rincondelvago.com/flujo-de-caja.html>, Flujo de Caja

La información básica para la construcción de un flujo de caja proviene de los estudios de mercado, técnicos, organizacional y como también de los cálculos de los beneficios.

Elementos del flujo de caja

El flujo de caja de cualquier proyecto se compone de tres elementos básicos:

1. Egresos iniciales de fondos

Corresponden al total de la inversión requerida para la puesta en marcha del proyecto. El capital de trabajo, si bien no implicará siempre un desembolso en su totalidad antes de iniciar la operación, se considera también como un egreso en el momento cero, ya que deberá quedar disponible para que el administrador del proyecto pueda utilizarlo en su gestión.

2. Los ingresos y egresos de operación

Constituyen todos los flujos de entradas y salidas reales de caja. Es usual encontrar cálculos de ingresos y egresos basados en los flujos contables en evaluaciones de proyectos, los cuales no necesariamente ocurren de forma simultánea con los flujos reales.

3. El momento en que ocurren los ingresos y egresos.

Anteriormente se dijo que los ingresos y egresos de operación no necesariamente ocurren de forma simultánea con los flujos reales, lo cual constituye el concepto de devengado o causado, y será determinante el momento en que ocurran los ingresos y egresos para la evaluación del proyecto.

Como criterio adicional, los flujos se hacen en dólares (USD) ya que es una forma de contemplar la inflación.

A continuación, en la Tabla 5.25 se presenta todos los ingresos y egresos del proyecto en mención, evaluados a través de una etapa de tiempo de cinco años.

Tabla 5.25 Flujo de Caja

FLUJO DE CAJA					
DETALLE DE LOS INGRESOS					
	Año Cero	Año Uno	Año Dos	Año Tres	Año Cuatro
TELEVISIÓN CODIFICADA	618000,00	620240,00	697180,00	785920,00	892140,00
INTERNET DE BANDA ANCHA	79000,00	100660,00	120740,00	139460,00	153820,00
Total de ingresos (anuales)	697000,00	720900,00	817920,00	925380,00	1045960,00
DETALLE DE LOS EGRESOS					
Al inicio del año 0	681512,07				
	244648,16	251654,14	262117,26	272370,70	283652,59
Total de egresos (anuales)	926160,23	251654,14	262117,26	272370,70	283652,59
UTILIDAD NETA	-229160,23	469245,86	555802,74	653009,3	762307,41

5.4.3.2 Valor presente neto (VPN)

El *valor presente neto* de un proyecto de inversión no es otra cosa que su *valor medio en dinero de hoy*, o expresado de otra manera, es el equivalente en dólares (\$) actuales de todos los ingresos y egresos, presentes y futuros, que constituyen el proyecto.

Cuando se acude a este índice, se debe obtener en el momento cero el equivalente de todas y cada una de las sumas, egresos e ingresos, que constituyen el proyecto de inversión; luego se suma algebraicamente tales relaciones (los ingresos suman y los egresos restan) para establecer el valor presente neto.

5.4.3.3 Tasa interna de Retorno (TIR)

Cuando se explicó el método de valor presente neto se hizo énfasis en que su valor depende de la tasa de interés que se usa para calcularlo. En particular, el VPN igual a cero evidencia que los dineros invertidos en el proyecto ganan un interés idéntico a la tasa de descuento utilizada en los cálculos. Por ejemplo si $VPN(0.15) = 0$, las sumas invertidas en el proyecto ganan un 15% de interés.

En consecuencia, la tasa de interés que produce un VPN igual a cero es una medida de rentabilidad adecuada. Como se trata del interés que ganan los dineros que permanece invertidos en el proyecto, se le da el nombre de *tasa interna de rentabilidad*, o simplemente TIR.

La tasa interna de rentabilidad es una característica propia del proyecto, totalmente independiente de la situación del inversionista, es decir de la tasa de interés de oportunidad que percibe.

A continuación, en la Tabla 5.26, se calcula el Valor Presente Neto con una tasa de descuento del 14 % anual en USD, porcentaje con el cual se cubrirá rubros como son amortizaciones y depreciación de equipos, cuyos valores no se tomaron en cuenta.

Tabla 5.26 Cálculo del Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno

VALOR PRESENTE NETO (VPN) Y TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) DEL PROYECTO			
Período de Tiempo	Inversión Inicial (USD)	VPN (USD)	TIR (%)
			0,494939638
Al inicio del año 0	-681512,07	-681512,0700	-681512,0700
Al final del año 0		-229160,2300	-229160,2300
Al final del año 1		411619,1754	313889,5030
Al final del año 2		427672,1607	248698,6162
Al final del año 3		440762,6773	195455,7245
Al final del año 4		451347,1828	152628,4564
		820728,8962	0,00002477

Como se puede apreciar en la Tabla 5.26 el VPN (820728,8962) es positivo y esto indica que el rendimiento sobre la inversión es superior al 14 % que se utilizó para computar el VPN.

Se puede afirmar entonces que un VPN positivo significa que el rendimiento del proyecto es superior a la tasa de interés que se utilizó para calcularlo (14 %, en este caso). Por lo tanto el proyecto es atractivo ya que rinde un interés superior al de oportunidad. Además indica que los dineros invertidos en el proyecto rinden más del 14 %.

5.4.3.4 Relación Beneficio Costo (B/C)

Este índice, cuya utilización es muy frecuente en estudios de grandes proyectos públicos de inversión, se apoya en el método de valor presente neto, aunque esto no impide que en ocasiones produzca resultados inconsistentes con los que arroja el VPN.

La relación beneficio-costos (B/C), se calcula de la siguiente manera:

1. Se calcula el valor presente de los ingresos asociados con el proyecto en cuestión.
2. Se calcula el valor presente de los egresos del proyecto
3. Se establece una relación entre el VPN de los ingresos y el VPN de los egresos, al dividir la primera cantidad por la segunda. El resultado de tal división es la *relación beneficio-costos*.

En términos simbólicos:

$$B / C(i) = \frac{VPN \text{ ingresos}(i)}{VPN \text{ egresos}(i)} \quad (1)$$

Se debe observar que la relación beneficio-costos es una función de la tasa de interés que se emplea en los cálculos del VPN de los ingresos y egresos, de modo que al calcular este índice con propósitos decisorios, es menester utilizar la tasa de interés de oportunidad.

La relación beneficio-costos puede asumir los siguientes valores:

$B / C(i)$	> 1	VPN de los ingresos es superior al de los egresos, es decir que el VPN de todo el proyecto es positivo y en consecuencia el proyecto es atractivo.
	$= 1$	VPN de los ingresos es igual al de los egresos; cuando esto acontece, el VPN de todo el proyecto es igual a cero. En tales circunstancias el proyecto es indiferente y la tasa de interés utilizada representa la tasa interna de rentabilidad del proyecto.
	< 1	VPN de los ingresos es menor que el de los egresos, lo cual señala que el VPN de todo el proyecto es negativo y en consecuencia el proyecto no es atractivo.

Tabla 5.27 Cálculo de la Relación Beneficio-Costo del Proyecto

RELACIÓN BENEFICIO COSTO (B/C)						
	Inversión (Millones)	Egresos (US\$)	VPN Egresos (US\$)	Ingresos (US\$)	VPN Ingresos (US\$)	Relación B/C (i = 14%)
Al inicio del año 0	-681512,07		-681512,0700			
Al final del año 0		-244648,16	-244648,1600	697000,00	697000,00	
Al final del año 1		-251654,14	-220749,2456	720900,00	632368,42	
Al final del año 2		-262117,26	-201690,7202	817920,00	629362,88	
Al final del año 3		-272370,70	-183842,4643	925380,00	624605,14	
Al final del año 4		-283652,59	-167945,1042	1045960,00	619292,29	
			-1700387,7643		3202628,73	1,88

Como se puede ver en la Tabla 5.27 se tiene que el VPN de los ingresos es superior al de los egresos, lo cual arroja una relación B/C mayor que uno, es decir que el VPN de todo el proyecto es positivo y en consecuencia el proyecto es atractivo o en otras palabras es financieramente posible de realizarlo.

CAPÍTULO 6.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Los sistemas cableados — por ejemplo, una compañía telefónica o una compañía de televisión por cable— tardan más tiempo en promedio para ofrecer toda la gama de los servicios. El tiempo de instalación de toda la infraestructura cableada puede durar por lo regular desde muchos meses hasta años con una razón de clientes potenciales del 70%, lo cual implica muchos gastos previos por el largo tiempo transcurrido en la instalación total del sistema. En contraste, la gran mayoría de los sistemas inalámbricos puede ser instalados en unos cuantos meses con una razón de clientes potenciales del 90%.
- Los sistemas inalámbricos pueden ser llevados a zonas de difícil acceso geográfico y así ofrecer servicios a comunidades marginadas y alejadas, lugares donde los medios cableados son más difíciles de ofertarse.
- En general las comunicaciones vía inalámbrica proveen beneficios adicionales que no proveen los sistemas cableados. El público — el usuario final— determinará cuales servicios son los más adecuados a sus necesidades, y desechará aquellos servicios que no le satisfagan.
- La integración de sistemas multiservicios en un solo *multisuministrador* es importante a la hora de ofrecer una atención al cliente rápida y eficaz, así como un mantenimiento eficiente de la red de acceso, que lleva, por un lado, a una mayor satisfacción del cliente y, por otro, a un ahorro de costos.
- Se pudo observar que la funcionalidad del sistema cable módem y el sistema MMDS Bidireccional son similares, los dos inicialmente fueron concebidos para TV, ofrecen un desempeño semejante llegando a picos de 1.5 Mbps, el cable módem se basa en el protocolo DOCSIS, mientras

que MMDS Bidireccional se basa en una modificación a DOCSIS, DOCSIS+.

- La banda ancha llegó para suplir las necesidades de transmisión de contenido de gran tamaño por parte de los operadores de las redes. De esta forma, eventos como las videoconferencias, audio y video, juegos interactivos de gran calidad, transmisiones en vivo y servicios de voz en tiempo real son hoy una realidad.
- La tecnología de Banda Ancha permite tener más servicios de los que se tiene en los enlaces convencionales, además de una mayor velocidad e interactividad, multimedia, juegos música y otros.
- El módem telefónico como canal de retorno es usado en aquellos sistemas que aún no tienen desarrollado un canal de retorno por el propio sistema. Esto limita la capacidad del canal ascendente, ocupa línea telefónica, aumenta los costos y emplea dos sistemas para disfrutar de un mismo servicio.
- Los costos típicos para la distribución de Televisión a través del Sistema MMDS para un suscriptor consisten por lo general en una tasa mensual de 30 USD por el alquiler de la antena y el convertidor reductor, más los costos de abono a los programas. Se considera que un sistema MMDS puede resultar rentable a partir de 800 abonados (lo que constituye el 10% aproximadamente del número total de abonados necesarios para alcanzar el umbral de rentabilidad en un sistema de cable normal).
- La implementación del Sistema MMDS Bidireccional permitiría a un operador de televisión codificada la posibilidad de ampliar su mercado ofreciendo a sus usuarios nuevos servicios multimedia, en consecuencia el operador se beneficiará con las ventajas del sistema aumentando sus ingresos.
- No es justo privar al ciudadano de servicios avanzados basados en tecnologías que ya existen en el mercado, ya sea por motivos políticos, de

negocio o por otro tipo de intereses ajenos a las posibilidades técnicas reales. Sin embargo, es necesaria una planificación cuidadosa y cautelosa, pues existen muchas opciones y las inversiones para los despliegues son cuantiosas. Además, el avance tecnológico es muy rápido, y es fácil que salga a la luz una nueva tecnología que deje obsoletas a las existentes y echar por tierra las inversiones realizadas.

- El éxito de un sistema vendrá dado por su amortización de la inversión inicial, por la aceptación del usuario final (comodidad, precio, calidad de servicio) y por la capacidad de adaptarse a las necesidades de aplicaciones futuras (aumento de ancho de banda, tiempo real...), así como por su facilidad de integración y convivencia con otras tecnologías o sistemas.
- Para el Ecuador es posible la implementación de múltiples servicios a través del sistema MMDS, el trabajo realizado así lo demuestra, pero el único obstáculo es la falta de normas que regulen por ejemplo las frecuencias para el upstream.
- En base al Estudio Económico del Sistema propuesto y según los resultados de los índices de evaluación económica como TIR, BC, VPN, se puede afirmar que la implementación del proyecto traerá beneficios técnicos y económicos, en conclusión el sistema es técnicamente viable y financieramente factible.

6.2 RECOMENDACIONES

- La tendencia actual en todos los sectores de la sociedad es la globalización, y las Telecomunicaciones con su crecimiento acelerado han sido el motor que ha impulsado este gran cambio. No es eficiente desde un punto de vista técnico y económico la coexistencia de una amplia variedad de tecnologías con una oferta de servicios similares pero excluyentes (por ejemplo, oferta de TV semejante en varios sistemas, o videoconferencia de

calidad media en ellos), por el contrario si compartieran recursos, se podría conseguir una mayor oferta de TV o una videoconferencia de alta calidad.

- Sería recomendable que, en el futuro, los operadores de las distintas tecnologías se integren o asocien para sacar el máximo partido a los recursos de los sistemas, siempre y cuando la competencia y la capacidad lo permitan. Todo ello debe realizarse de la manera más transparente posible al usuario.
- Para el Ecuador, sería ventajoso disponer de sistemas multitecnología donde, en función de las características de los servicios, zonas geográficas y otras necesidades se emplearía una u otra alternativa. En realidad, a nivel mundial, existen ya plataformas multitecnología que despliegan distintas tecnologías en función del área a servir, sin tener en cuenta otros factores, y dentro de una misma empresa de telecomunicaciones.
- Los “*GRANDES PROYECTOS DE SISTEMAS MULTISERVICIOS*” se ven truncados debido a que las Leyes del Ecuador no permiten manejar dichos servicios bajo un misma plataforma, es decir que para obtener un permiso para operar un sistema de televisión por suscripción se debe regir bajo los reglamentos y normas del Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión, CONARTEL; mientras que para operar como proveedor de Servicios de Valor Agregado como el Internet, se debe acudir al Consejo Nacional de Telecomunicaciones CONATEL, pero no existe un organismo gubernamental común para operar dichos servicios sobre la misma banda y en forma simultánea.
- Es muy ventajoso desarrollar sistemas que aprovechen los ya existentes, siempre que no sean un *parche* con evolución limitada. En este ámbito, el cable busca diferenciarse mediante el ofrecimiento de servicios de valor agregado tales como la televisión digital.
- Se ha observado que en el Ecuador, operadores de cable han buscado entrar a otros negocios mediante la misma plataforma, como a los de

Internet o de telefonía. No obstante, en esos negocios aún priman las líneas telefónicas ADSL para la transmisión de datos y de voz.

- Tal es el caso de TVCable en el Ecuador, el cual brinda además del servicio de Televisión por suscripción, el servicio de transmisión de datos e Internet, denominándose a éste SURATEL. Para el caso de Televisión por suscripción, TVCable tiene autorización para que a través de su Red pueda dar este servicio, además, para la distribución de Internet, TVCable permite que SATNET utilice su infraestructura para llegar a los suscriptores con el sistema CABLE MODEM.
- Se debería promover en el PLAN DE DESARROLLO DE LAS TELECOMUNICACIONES un mecanismo en el cual se establezcan Normas o Leyes que permitan la concesión de una Banda para operar multiservicios, y de esta manera explotar todo el potencial de un determinado Sistema.
- Por último, se recomienda que para futuros proyectos de investigación que incluyan tecnologías de acceso inalámbrico fijo, se analicen las posibilidades de brindar en el Ecuador más servicios multimedia a mayores velocidades.

BIBLIOGRAFÍA

1. Libros, Documentos, Revistas

- 1 Al-Nuaimi, M.O. Measurements and prediction model optimization for signal attenuation in vegetation media at centimeter wave frequencies - IEE Proc. Microwave Antennas Propagation.
- 2 Broadband Wireless Internet Network Com Inc, 2000.
- 3 Censo de población y vivienda, INEC 2000.
- 4 Departamento de Radiodifusión y Televisión, Superintendencia de Telecomunicaciones.
- 5 Federico García Crespí, Certificados X.509.
- 6 Friis, H. T., 1944. "Noise Figure of Radio Receivers", Proc. IRE, July 1944.
- 7 Gabriel Baca Urbina, Evaluación de proyectos, 4ta edición, 1998.
- 8 INEC-Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2001.
- 9 Kendall & Kendall, Análisis y diseño de sistemas 3ª edición.
- 10 Ley Especial de Telecomunicaciones, Art.2, Ecuador, 2003.
- 11 Plan Nacional de Frecuencias, Consejo Nacional de Telecomunicaciones, Septiembre 2000.
- 12 Proveedores de señales de TV por suscripción en el Ecuador, 2004.
- 13 Recomendaciones ITU-R PN618, UIT-R PN.837-1, Características de la precipitación para establecer modelos de propagación.
- 14 Registro Oficial No. 224, República del Ecuador, Julio 1999, Tarifas por Concesión y utilización de frecuencias.
- 15 Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones, Título II, Agosto 2001.
- 16 Stallings William, Comunicaciones y redes entre computadores, Prentice Hall, 1997.
- 17 Superintendencia de Telecomunicaciones, Departamento de Radiodifusión y Televisión, 2004.

- 18 Superintendencia de Telecomunicaciones, Departamento de Radiodifusión y televisión, Programa ICS del Proyecto SICOTE.
- 19 Superintendencia de Telecomunicaciones, Norma Técnica para el Sistema Codificado Terrestre de Audio y Video por Suscripción en la Banda 2500-2686 MHz (MMDS), Agosto 2003, Quito.
- 20 Tomasi, W., "Sistemas de comunicaciones electrónicas". Prentice may, 4ta edición, 2003, México.
- 21 Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT, Manual Aspectos Económicos y Técnicos de la elección de Sistemas de Transmisión, Propagación, Apéndice de la sección B.IV.3.
- 22 Unión Internacional de Telecomunicaciones, Propagación, Apéndice de la sección B.IV.3 del Manual Aspectos Económicos y Técnicos de la elección de Sistemas de Transmisión.
- 23 Villarreal Arturo Infante, Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión, 1988.

2. Páginas Web

- 24 <http://html.rincondelvago.com/flujo-de-caja.html>, Flujo de Caja.
- 25 <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No1/Mpeg2.htm>, Descripción del estándar MPEG-2.
- 26 http://www.albertomurillo.com/MOD_Digital.htm, Esquemas de modulación digital M-QAM.
- 27 <http://www.cabledatcomnews.com/wireless/cm10.html>, Overview of Wireless Broadband Technology & Services.
- 28 http://www.conartel.gov.ec/reg_te01.html, Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión - CONARTEL, Ecuador, 2003.
- 29 <http://www.conatel.gov.ec>, Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, SENATEL, febrero 2004.
- 30 <http://www.cs.tut.fi/tit/stuff/vod/VoDOverview/vod.html>, Tampere University of Technology, Finland, Department of Information Technology.
- 31 <http://www.domotica.net/LmdsBanda Ancha2.htm>, LMDS y la Banda Ancha.
- 32 <http://www.eveliux.com/articulos/wlans.html>, El ABC de las redes inalámbricas [WLANs].

- 33 <http://www.hackfaq.org/wireless-networks/mmds-multichannel-multipoint-distribution-service.shtml>, Eric K. Wilson and Chet Shirali, Adapting DOCSIS for Broadband Wireless-Access Systems, October 2000.
- 34 <http://www.iec.org>, Wireless Boadband Modems, 2003.
- 35 <http://www.ing.ula.ve/~albornoz/digirad.html>, Transmisión Inalámbrica de Banda Ancha.
- 36 <http://www.ing.ula.ve/~albornoz/wlan.html>, Redes de área local inalámbricas.
- 37 <http://www.internautas.org>, Asociación de internautas, La activación del canal de retorno no es un juego de niño.
- 38 <http://www.krop.es/documentacion/is/QueesycomofuncionaelVOD.pdf>, KROP Audiovisual System, 2003.
- 39 <http://www.lomasci.com/data/tpg.pdf>, Security for TV MMDS.
- 40 <http://www.mcl.ie.cuhk.edu.hk/uvod-cl-99.pdf>, Jack Y. B. Lee, Member Services-IEEE, UVoD: An Unified Architecture for Video-on-Demand.
- 41 <http://www.monografias.com/trabajos5/mejortv/mejortv.shtml>, Mejoras en TV color.
- 42 http://www.mundo-electronico.com/sumaris/1999/sum_1999.html, José Manuel Hidrobo, Soluciones de acceso a Internet.
- 43 <http://www.networkcomputing.com/1222/1222f3.html>, MMDS Path Engineering, The Math.
- 44 <http://www.networkcomputing.com/1222/1222f3.html>, Rysavy Peter, MMDS Struggles to Find a Foothold, 2001.
- 45 http://www.prompex.gob.pe/prompex/menu_rigth/Aranceles_Aladi/Ecuador.pdf, Derechos Arancelarios, Ecuador.
- 46 <http://www.venexport.com/notas/cap06.html>, Cláusulas de Venta en Comercio Internacional.
- 47 <http://www.wcai.com/mmds.htm>, MMDS Overview, La apreciación global del MMDS.
- 48 <http://www-es.netapp.com/solutions>, Network Appliance Inc.
- 49 www.coit.es/publicac/publbit/bit99/lmds.htm, Alejandro Macarrón y José Fabián Plaza, LMDS: Tras las autopistas de la información.

- 50 www.ehu.es/kmeso/textos/c1.pdf, José M. Álvarez Monzoncillo, Redes regionales y servicios interactivos, 2003.
- 51 www.fcc.gov/wtb/antenna/what.html, FCC, Antenna Structure Registration.
- 52 www.supertel.gov.ec, Superintendencia de Telecomunicaciones, Quito, 2003.
- 53 www.terra.com.mx/tecnología/articulo/128070/, La nueva TV Inalámbrica.

ANEXO 1

**ENCUESTA A LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE
IBARRA, CON EL PROPÓSITO DE AVERIGUAR LAS
APLICACIONES DEL SISTEMA MMDS
BIDIRECCIONAL QUE DESEARÍAN RECIBIR EN
ESTA CIUDAD DEL ECUADOR**



ENCUESTA No. 1

Encuesta a una muestra de los pobladores de la ciudad de Ibarra, con el propósito de averiguar que tipo de aplicaciones del sistema MMDS Bidireccional desearían recibir en esta ciudad del Ecuador.

MMDS	<p>Sistema de distribución de Información a través del aire, el cual utiliza una antena de recepción en la parte del usuario para que este pueda acceder a uno o varios servicios (Internet de Banda Ancha, Televisión Codificada Terrestre Digital, Video Bajo Demanda, Telefonía Fija Inalámbrica).</p> <p>Este es un sistema inalámbrico, es decir que no requiere de una infraestructura cableada para poder llegar hacia el cliente o usuario.</p>	DESEARÍA RECIBIR ESTE SERVICIO EN HOGAR / EMPRESA
-------------	---	--

TELEVISIÓN CODIFICADA TERRESTRE DIGITAL	<p>El suscriptor o usuario podrá recibir canales de televisión internacionales a través del sistema MMDS, semejante al que se recibe mediante un sistema de televisión por cable, con la diferencia de que el usuario únicamente requiere una antena y el equipo de recepción para poder acceder a la señal que se envía desde la torre de transmisión.</p>	SI —	NO —
INTERNET DE BANDA ANCHA	<p>Es el servicio de Internet semejante al que se recibe por un par telefónico, con la diferencia que ya no se utiliza dicho par ni el módem del computador personal (PC), en su defecto utiliza una antena y su respectivo equipo de recepción en el usuario residencial o microempresario, por donde accederá a Internet a una Alta Velocidad.</p>	SI —	NO —
VIDEO BAJO DEMANDA	<p>El video bajo demanda es otra aplicación que tiene la bidireccionalidad del sistema MMDS, ya que el usuario podrá disponer en cualquier momento de películas o videos a su elección, gracias a las opciones múltiples de interactividad usuario-proveedor</p>	SI —	NO —
TELEFONÍA FIJA INALÁMBRICA	<p>Es un servicio de Telefonía Fija inalámbrica la cual no utiliza estructura cableada (par telefónico), y llega a lugares que son inalcanzables para el cable</p>	SI —	NO —

ANEXO 2

**MODELO DE ENCUESTA PARA EL SERVICIO DE
INTERNET PARA LA CIUDAD DE IBARRA**



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

ENCUESTA PARA ESTUDIO DE MERCADO

Esta es una encuesta con el fin de obtener un sondeo de los requerimientos y características de acceso a Internet para la ciudad de Ibarra, para la realización del proyecto de Tesis: DISEÑO DE UN SISTEMA MULTISERVICIO CON LA TECNOLOGÍA MMDS BIDIRECCIONAL PARA LA CIUDAD DE IBARRA

1. Información general de la persona/empresa:

Nombre: _____

Dirección: _____

Teléfono: _____

2. ¿Tiene acceso a Internet en su domicilio/empresa?

Si _____

No _____

3. Número de sucursales de la Empresa en la ciudad de Ibarra

Sólo Matriz _____ 1 _____ 2 _____ 3 ó más _____

Ubicación de las sucursales en la ciudad de Ibarra

Norte _____ especifique _____

Centro _____ especifique _____

Sur _____ especifique _____

Otros _____ especifique _____

4. Tipo de acceso a Internet?

Dial Up _____ Línea dedicada _____ ADSL _____

5. *¿A qué empresa contrata el servicio de Internet?*

ISP local _____

ISP Nacional _____

Otros _____ Especifique _____

6. *¿Conoce Ud. qué velocidad de acceso le proporciona su ISP?*

Si _____ Valor _____ kbps No _____

7. *Tiempo estimado de ocupación diaria de Internet?*

< 1 hora _____ 1 a 3 horas _____ 3 a 7 horas _____ 7 a 10 horas _____

Otros _____ Especifique _____

8. *Cree Ud. que necesita mayor velocidad en su acceso a Internet?*

Si _____ No _____ Explique _____

9. *Cómo califica a su servicio de Internet?*

Malo _____ Regular _____ Bueno _____ Excelente _____

10. *Estaría dispuesto a contratar un nuevo servicio de Internet (Banda Ancha)?*

Si _____ No _____

Porqué? _____



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

ENCUESTA PARA ESTUDIO DE MERCADO

Esta es una encuesta con el fin de obtener un sondeo de los requerimientos y características de Televisión por suscripción para la ciudad de Ibarra, para la realización del proyecto de Tesis: DISEÑO DE UN SISTEMA MULTISERVICIO CON LA TECNOLOGÍA MMDS BIDIRECCIONAL PARA LA CIUDAD DE IBARRA

1. Información general de la persona/empresa:

Nombre: _____

Dirección: _____

Teléfono: _____

2. ¿Tiene Ud. servicio de TV por suscripción?

Si _____

No _____

Explique el tipo de servicio:

TV Cable (Cableada) _____

TV Satelital(Inalámbrico) _____

3. ¿Cuántos canales recibe de su proveedor de TV?

< 25 _____

20 a 40 _____

40 a 60 _____

> 60 _____

Otro _____

4. ¿Qué tipo de programación desearía recibir, si tuviese TV por suscripción o si ya lo tiene, qué otra programación desearía recibir?

Noticias _____

Deportes _____

Infantiles _____

Películas _____

Documentales _____

Adultos _____

Musicales _____

Variado _____

5. *¿Cuántos canales desearía recibir por medio del sistema propuesto?*

< 40 _____

40 a 60 _____

> 60 _____

6. *¿Estaría dispuesto a contratar un nuevo servicio de TV por pago?*

Si _____

No _____

Porqué? _____

7. *Cuál es su ingreso familiar?*

- Hasta cinco salarios mínimos al mes _____

- Más de seis salarios mínimos al mes _____

ANEXO 3

CÁLCULOS DE LAS PROYECCIONES DE DEMANDA DE INTERNET PARA LA CIUDAD DE IBARRA

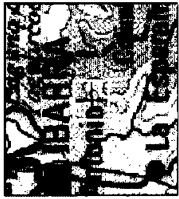
CALCULOS DE LAS PROYECCIONES DE DEMANDA DE INTERNET PARA IBARRA

Años Personales en el Ecuador	Usuarios Corporativo en el Ecuador	Total de Usuarios en el Ecuador	Crecimiento de Usuarios de Internet en el Ecuador	Crecimiento de Usuarios de Internet en Ibarra	Total de Usuarios en Ibarra	#. de personas con CPU en Ibarra	Demanda Total en Ibarra	Oferta para la ciudad de Ibarra (Oferta) %	Demanda servida por el sistema MIMDS
0	90257,84	180097,00	8,11	8,11	1981,07	3783,04	1801,97	3,90	70,00
1	114066,33	216571,50	5,43	5,43	2382,29	4101,09	1768,41	5,70	101,00
2	133023,27	256288,50	6,00	6,00	2819,17	4428,14	1659,49	7,50	124,00
3	139413,94	285284,75	9,72	9,72	3138,13	4764,22	1711,77	8,60	147,00
4	161006,00	323380,50	13,35	8,24	3557,19	5109,30	1639,30	10,10	166,00

Años en el Ecuador	Total de Usuarios en el Ecuador	Crecimiento de Usuarios de Internet en el Ecuador	Crecimiento de Usuarios de Internet en Ibarra	Total de Usuarios en Ibarra	Demanda Total en Ibarra	Oferta para la ciudad de Ibarra (Oferta) %	Demanda servida por el sistema MIMDS
0	180097,00	8,11	8,11	1981,07	1801,97	3,90	70,00
1	216571,50	5,43	5,43	2382,29	1768,41	5,70	101,00
2	256288,50	6,00	6,00	2819,17	1659,49	7,50	124,00
3	285284,75	9,72	9,72	3138,13	1711,77	8,60	147,00
4	323380,50	13,35	8,24	3557,19	1639,30	10,10	166,00

ANEXO 4

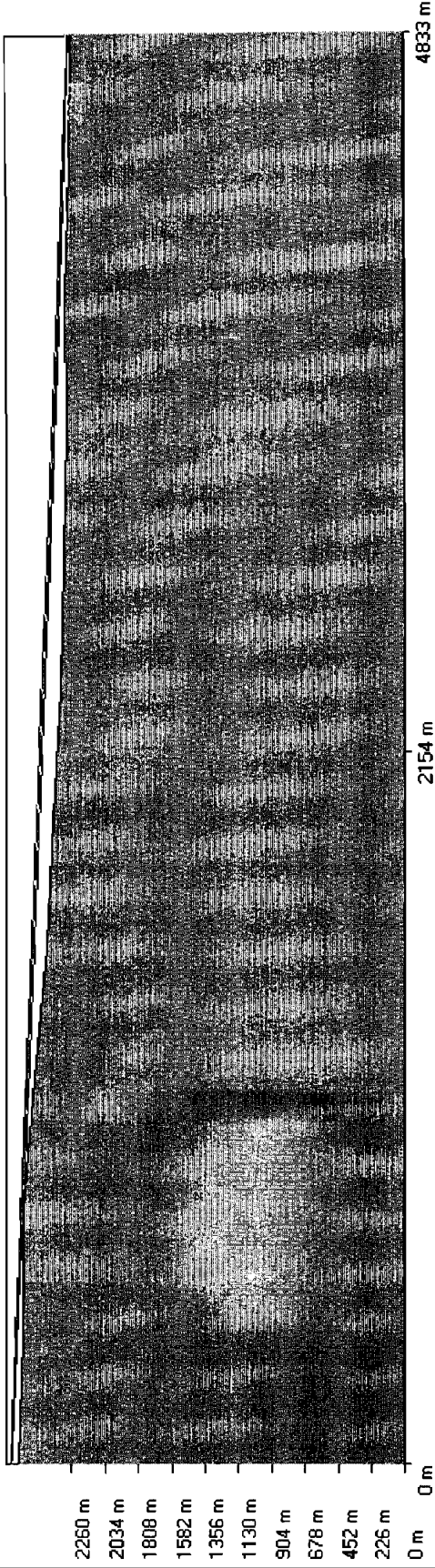
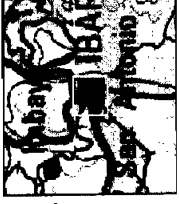
**PERFILES TOPOGRÁFICOS DE LA COBERTURA
MMDS A SEIS (6) PUNTOS DIFERENTES DE LA
CIUDAD DE IBARRA**



SISTEMA MMDS
CERRO YARACUCITO
TRANSMISOR



SISTEMA MMDS
IBARRA
ESTUDIOS



Altitude - Tx: 2626 m, Rx: 2266 m - Antennas - Tx: 36.00 m, Rx: 1.00 m
 MARGIN: 10-3: 23.8 - 10-6: 23.8 dB (no rain), PR: -43.18 dBm (rain) - -43.17 dBm (no rain), TI: 0 dB
 (10-3) - BER: 6.7669e-008, (10-6) - BER: 6.7669e-008
 Path reliability multi-path (10-6): 99.9961 %
 Path reliability rain (10-6): 99.9999 %
 Path reliability (10-6): 99.9961 %
 Frequency: 2.59 GHz, Power: 41.0 dBm - Atmosph. fade margin (0.1 %): -20.05 dB / S2=25.00(*)
 Free space loss: 110.1 dB - Diffraction: 0.0 dB - Distance: 4.85 km
 Tx: -78.0454 0.2010 2600 10MS Rx: -78.0713 0.2110 2259 10MS
 Total gains: 73.00 dB - Total losses: 116.19 dB
 Tilt: -4.69°, Azimuth: 294.44° - Earth (K.m): 8500 (land) 8500 (sea) - Rain at (ITU): 0.01 dB (95.00 mm/h), Gaseous at.: 0.0350 dB (7.50 g/m3)



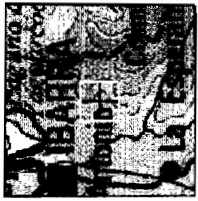
SISTEMA MMDS	SISTEMA MMDS
2826 meters (DTM altitude)	2288 meters (DTM altitude)
-78.0454 0.2010 2600 1DMS	-78.0713 0.2110 2259 1DMS
Azimuth 294.44 degrees	Azimuth 114.44 degrees

distance between stations: 4.83 km

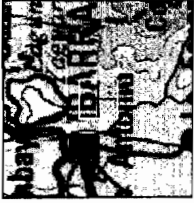
Power	30.00 dBm
Height of antenna	24.00 meter
Diameter	0.00 meter
Gains	46.00 dB
Boot cable - MW	0.00 meter
Feeder	0.00 meter
Boot cable - Antenna	0.00 meter
Tx losses	3.00 dB
Rx losses	3.00 dB
Threshold 10-3	-80.00 dBm
Threshold 10-6	-80.00 dBm

Power	10.00 dBm
Height of antenna	6.00 meter
Diameter	0.00 meter
Gains	46.00 dB
Boot cable - MW	0.00 meter
Feeder	0.00 meter
Boot cable - Antenna	0.00 meter
Tx losses	0.25 dB
Rx losses	3.00 dB
Threshold 10-3	-80.00 dBm
Threshold 10-6	-80.00 dBm

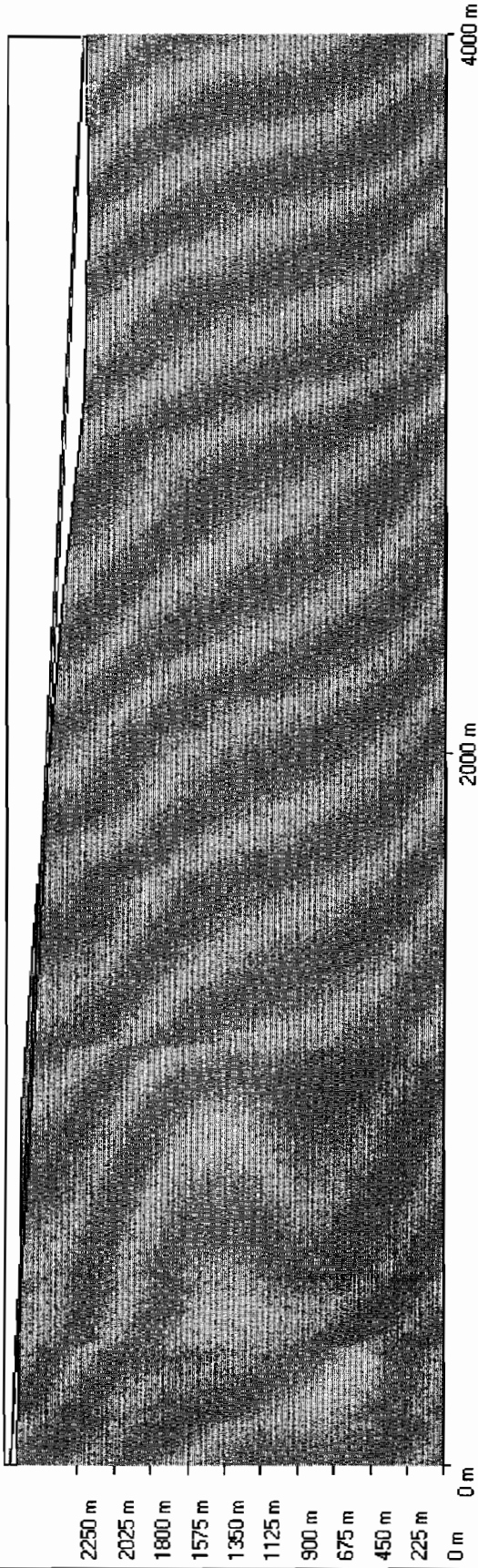
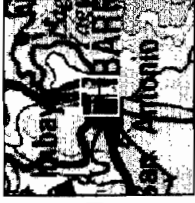
Frequency	23000.00 MHz
Gas attenuation (7.50 g/m3)	0.85 dB
Rain attenuation (95.00 mm/h)	5.16 dB
Earth radius (land)	6500 km
Earth radius (sea)	6500 km
Free space attenuation	129.09 dB
Diffraction attenuation	0.00 dB
Cutter attenuation	0.0 dB
Tilt	-4.49 degree
Total gains	122.00 dB
Total losses	141.12 dB
Power received (rain)	-19.12 dBm
Power received (no rain)	-13.64 dBm
Margin 10-3 (no rain)	66.06 dB
Margin 10-6 (no rain)	66.06 dB
BER 10-3	3.5877e-011
BER 10-6	3.5877e-011
Reliability 10-6 multi-path	100.0000 %
Reliability 10-6 rain	99.9970 %
Reliability 10-6	99.9970 %



SISTEMA MMS
 CERRO YARACUCITO
 TRANSMISOR



SISTEMA MMS
 IBARRA
 PTO. (2)



Altitude - Tx: 2626 m, Rx: 2216 m - Antennas - Tx: 24.00 m, Rx: 1.00 m

MARGIN: 10-3 - 25.5 - 10-6: 25.5 dB (no rain), PR: -41.55 dBm (rain) - -41.54 dBm (no rain), TI: 0 dB (10-3) - BER: 2.4199e-008, (10-6) - BER: 2.4199e-008

Path reliability multi-path (10-6): 99.9985 %

Path reliability rain (10-6): 99.9999 %

Path reliability (10-6): 99.9995 %

Frequency: 2.59 GHz, Power: 41.0 dBm - Atmosph. fade margin (0.1 %) -22.89 dB / S2=25.00(*)

Free space loss: 108.5 dB - Diffraction: 0.0 dB - Distance: 4.02 km

Tx: -78.0454 0.2010 2600 1DMS Rx: -78.0641 0.2127 2256 1DMS

Total gains: 73.00 dB - Total losses: 114.55 dB

Tilt: -6.19°, Azimuth: 306.87° - Earth (Km): 8500 (land) 8500 (sea) - Rain at (ITU): 0.01 dB (95.00 mm/h), Gaseous at: 0.0290 dB (7.50 g/m3)

PATH BUDGET

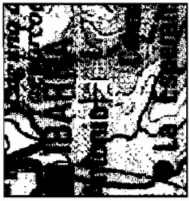
Station A	Station B
SISTEMA MMDS	SISTEMA MMDS
2626 meters (DTM altitude)	2216 meters (DTM altitude)
-78.0454 0.2010 2600 1DMS	-78.0641 0.2127 2256 1DMS
Azimuth 306.87 degrees	Azimuth 126.87 degrees

distance between stations: 4.00 km

Station A	Units
Power	41.00 dBm
Height of antenna	24.00 meter
Diameter	0.00 meter
Gains	16.00 dB
Boot cable - MW	0.00 meter
Feeder	0.00 meter
Boot cable - Antenna	0.00 meter
Tx losses	3.00 dB
Rx losses	3.00 dB
Threshold 10-3	-67.00 dBm
Threshold 10-6	-67.00 dBm

Station B	Units
Power	10.00 dBm
Height of antenna	1.00 meter
Diameter	0.00 meter
Gains	16.00 dB
Boot cable - MW	0.00 meter
Feeder	0.00 meter
Boot cable - Antenna	0.00 meter
Tx losses	0.25 dB
Rx losses	3.00 dB
Threshold 10-3	-67.00 dBm
Threshold 10-6	-67.00 dBm

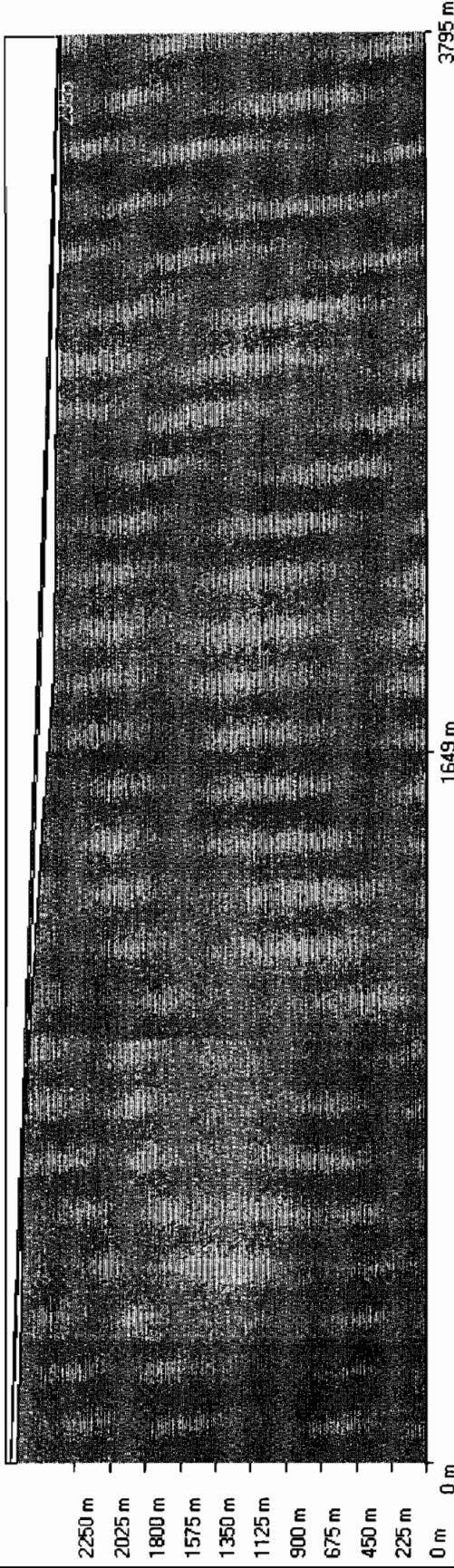
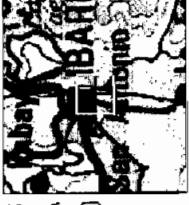
Calculation	Units
Frequency	2593.00 MHz
Gaz attenuation (7.50 g/m3)	0.03 dB
Rain attenuation (95.00 mm/h)	0.01 dB
Earth radius (land)	8500 km
Earth radius (sea)	8500 km
Free space attenuation	108.51 dB
Diffraction attenuation	0.00 dB
Clutter attenuation	0.0 dB
Tilt	-6.19 degree
Total gains	73.00 dB
Total losses	114.55 dB
Power received (rain)	-41.55 dBm
Power received (no rain)	-41.54 dBm
Margin 10-3 (no rain)	25.46 dB
Margin 10-6 (no rain)	25.46 dB
BER 10-3	2.4199e-008
BER 10-6	2.4199e-008
Reliability 10-6 multi-path	99.9985 %
Reliability 10-6 rain	99.9999 %
Reliability 10-6	99.9985 %



SISTEMA MMDS
CERRO YARACUCITO
TRANSMISOR



SISTEMA MMDS
IBARRA
PTO. (3)



Altitude - Tx: 2626 m, Rx: 2337 m - Antennas - Tx: 24.00 m, Rx: 1.00 m

MARGIN: 10-3: 25.9 - 10-6: 25.9 dB (no rain), PR: -41.07 dBm (rain) - -41.06 dBm (no rain), TI: 0 dB (10-3) - BER: 1.7861e-008, (10-6) - BER: 1.7861e-008

Path reliability multi-path (10-6): 99.9988 %

Path reliability rain (10-6): 99.9999 %

Path reliability (10-6): 99.9988 %

Frequency: 2.59 GHz, Power: 41.0 dBm - Atmosph. fade margin (0.1 %): -23.73 dB / S2=25.00(*)

Free space loss: 108.0 dB - Diffraction: 0.0 dB - Distance: 3.81 km

Tx: -78.0454 0.2010 2600 1DMS Rx: -78.0644 0.2048 2337 1DMS

Total gains: 73.00 dB - Total losses: 114.07 dB

Tilt: -4.71°, Azimuth: 288.43° - Earth (Km): 8500 (land) 8500 (sea) - Rain at (ITU): 0.01 dB (95.00 mm/h), Gazeous at.: 0.0275 dB (7.50 g/m3)

PATH BUDGET

Station A	Station B
SISTEMA MMDS	SISTEMA MMDS
2626 meters (DTM altitude)	2337 meters (DTM altitude)
-78.0454 0.2010 2600 10MS	-78.0644 0.2048 2337 10MS
Azimuth 288.43 degrees	Azimuth 108.43 degrees

distance between stations: 3.79 km

Station A	Units
Power	41.00 dBm
Height of antenna	24.00 meter
Diameter	0.00 meter
Gains	16.00 dB
Boot cable - MW	0.00 meter
Feeder	0.00 meter
Boot cable - Antenna	0.00 meter
Tx losses	3.00 dB
Rx losses	3.00 dB
Threshold 10-3	-67.00 dBm
Threshold 10-6	-67.00 dBm

Station B	Units
Power	10.00 dBm
Height of antenna	1.00 meter
Diameter	0.00 meter
Gains	16.00 dB
Boot cable - MW	0.00 meter
Feeder	0.00 meter
Boot cable - Antenna	0.00 meter
Tx losses	0.25 dB
Rx losses	3.00 dB
Threshold 10-3	-67.00 dBm
Threshold 10-6	-67.00 dBm

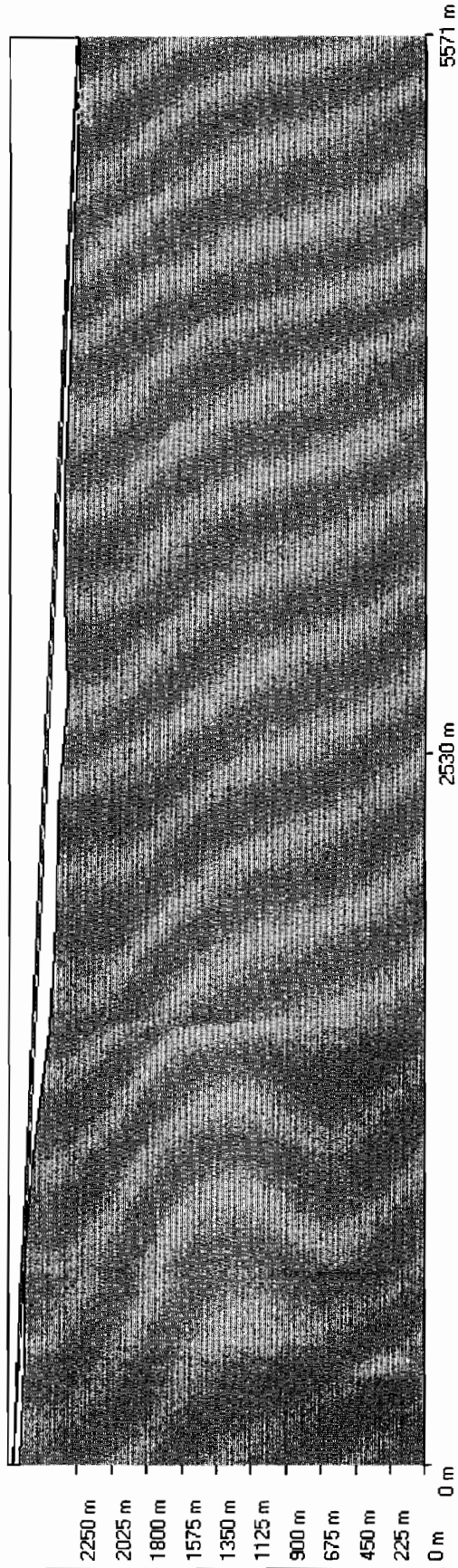
Calculation	Units
Frequency	2593.00 MHz
Gaz attenuation (7.50 g/m3)	0.03 dB
Rain attenuation (95.00 mm/h)	0.01 dB
Earth radius (land)	8500 km
Earth radius (sea)	8500 km
Free space attenuation	108.03 dB
Diffraction attenuation	0.00 dB
Clutter attenuation	0.0 dB
Tilt	-4.71 degree
Total gains	73.00 dB
Total losses	114.07 dB
Power received (rain)	-41.07 dBm
Power received (no rain)	-41.06 dBm
Margin 10-3 (no rain)	25.94 dB
Margin 10-6 (no rain)	25.94 dB
BER 10-3	1.7861e-008
BER 10-6	1.7861e-008
Reliability 10-6 multi-path	99.9988 %
Reliability 10-6 rain	99.9999 %
Reliability 10-6	99.9988 %



SISTEMA MMS
CERRO YARACUCITO
TRANSMISOR



SISTEMA MMS
IBARRA
PTO. (4)



Altitude - Tx: 2626 m, Rx: 2243 m - Antennas - Tx: 24.00 m, Rx: 1.00 m

MARGIN: 10-3: 22.6 - 10-6: 22.6 dB (no rain), PR: -44.41 dBm (rain) - -44.40 dBm (no rain), TI: 0 dB (10-3) - BER: 5.5230e-011, (10-6) - BER: 5.5230e-011

Path reliability multi-path (10-6): 99.9921 %

Path reliability rain (10-6): 99.9999 %

Path reliability (10-6): 99.9921 %

Frequency: 2.59 GHz, Power: 41.0 dBm - Atmosph. fade margin (0.1 %): -17.90 dB / S2=25.00(*)

Free space loss: 111.4 dB - Diffraction: 0.0 dB - Distance: 5.59 km

Tx: -78.0454 0.2010 2600 1DMS Rx: -78.0745 0.2111 2243 1DMS

Total gains: 73.00 dB - Total losses: 117.41 dB

Tilt: -4.19°, Azimuth: 291.04° - Earth (Km): 8500 (land) 8500 (sea) - Rain at (ITU): 0.01 dB (95.00 mmv/h), Gaseous at.: 0.0403 dB (7.50 g/m3)

PATH BUDGET

Station A	Station B
SISTEMA MMDS	SISTEMA MMDS
2826 meters (DTM altitude)	2243 meters (DTM altitude)
-78.0454 0.2010 2600 1DMS	-78.0745 0.2111 2243 1DMS
Azimuth 291.04 degrees	Azimuth 111.04 degrees

distance between stations: 5.57 km

Station A	Units
Power	41.00 dBm
Height of antenna	24.00 meter
Diameter	0.00 meter
Gains	16.00 dB
Boot cable - MW	0.00 meter
Feeder	0.00 meter
Boot cable - Antenna	0.00 meter
Tx losses	3.00 dB
Rx losses	3.00 dB
Threshold 10-3	-67.00 dBm
Threshold 10-6	-67.00 dBm

Station B	Units
Power	10.00 dBm
Height of antenna	1.00 meter
Diameter	0.00 meter
Gains	16.00 dB
Boot cable - MW	0.00 meter
Feeder	0.00 meter
Boot cable - Antenna	0.00 meter
Tx losses	0.25 dB
Rx losses	3.00 dB
Threshold 10-3	-67.00 dBm
Threshold 10-6	-67.00 dBm

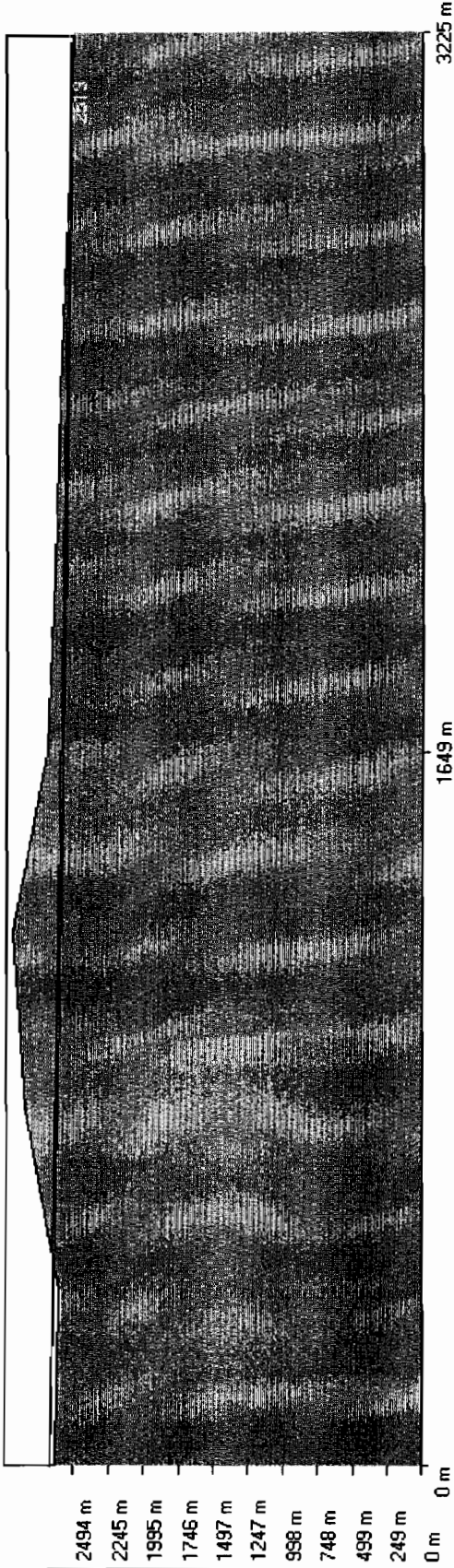
Calculation	Units
Frequency	2593.00 MHz
Gaz attenuation (7.50 g/m3)	0.04 dB
Rain attenuation (95.00 mm/h)	0.01 dB
Earth radius (land)	8500 km
Earth radius (sea)	8500 km
Free space attenuation	111.36 dB
Diffraction attenuation	0.00 dB
Clutter attenuation	0.0 dB
Tilt	-4.19 degree
Total gains	73.00 dB
Total losses	117.41 dB
Power received (rain)	-44.41 dBm
Power received (no rain)	-44.40 dBm
Margin 10-3 (no rain)	22.60 dB
Margin 10-8 (no rain)	22.60 dB
BER 10-3	5.5230e-011
BER 10-6	5.5230e-011
Reliability 10-6 multi-path	99.9921 %
Reliability 10-6 rain	99.9999 %
Reliability 10-6	99.9921 %



SISTEMA MMDS
CERRO YACRACUCITO
TRANSMISOR



SISTEMA MMDS
IBARRA
PTD. (5)



Altitude - Tx: 2626 m, Rx: 2501 m - Antennas - Tx: 24.00 m, Rx: 1.00 m
 MARGIN: 10-3: 27.4 - 10-6: 27.4 dB (no rain), PR: -39.63 dBm (rain) - -39.62 dBm (no rain), TI: 0 dB
 (10-3) - BER: 7.1993e-009, (10-6) - BER: 7.1993e-009
 Path reliability multi-path (10-6): 99.9995 %
 Path reliability rain (10-6): 99.9999 %
 Path reliability (10-6): 99.9995 %
 Frequency: 2.59 GHz, Power: 41.0 dBm - Atmosph. fade margin (0.1 %): -26.24 dB / S2=25.00(*)
 Free space loss: 106.6 dB - Diffraction: 0.0 dB - Distance: 3.23 km
 Tx: -78.0454 0.2010 2600 1DMS Rx: -78.0510 0.2153 2501 1DMS
 Total gains: 73.00 dB - Total losses: 112.63 dB
 Tilt: -2.64°, Azimuth: 352.87° - Earth (Km): 8500 (land) 8500 (sea) - Rain at (ITU): 0.01 dB (95.00 mm/h), Gazeous at.: 0.0233 dB (7.50 g/m3)

PATH BUDGET

Station A	Station B
SISTEMA MMDS	SISTEMA MMDS
2626 meters (DTM altitude)	2501 meters (DTM altitude)
-78.0454 0.2010 2600 1DMS	-78.0510 0.2153 2501 1DMS
Azimuth 352.87 degrees	Azimuth 172.87 degrees

distance between stations: 3.22 km

Station A	Units
Power	41.00 dBm
Height of antenna	24.00 meter
Diameter	0.00 meter
Gains	16.00 dB
Boot cable - MW	0.00 meter
Feeder	0.00 meter
Boot cable - Antenna	0.00 meter
Tx losses	3.00 dB
Rx losses	3.00 dB
Threshold 10-3	-67.00 dBm
Threshold 10-6	-67.00 dBm

Station B	Units
Power	10.00 dBm
Height of antenna	1.00 meter
Diameter	0.00 meter
Gains	16.00 dB
Boot cable - MW	0.00 meter
Feeder	0.00 meter
Boot cable - Antenna	0.00 meter
Tx losses	0.25 dB
Rx losses	3.00 dB
Threshold 10-3	-67.00 dBm
Threshold 10-6	-67.00 dBm

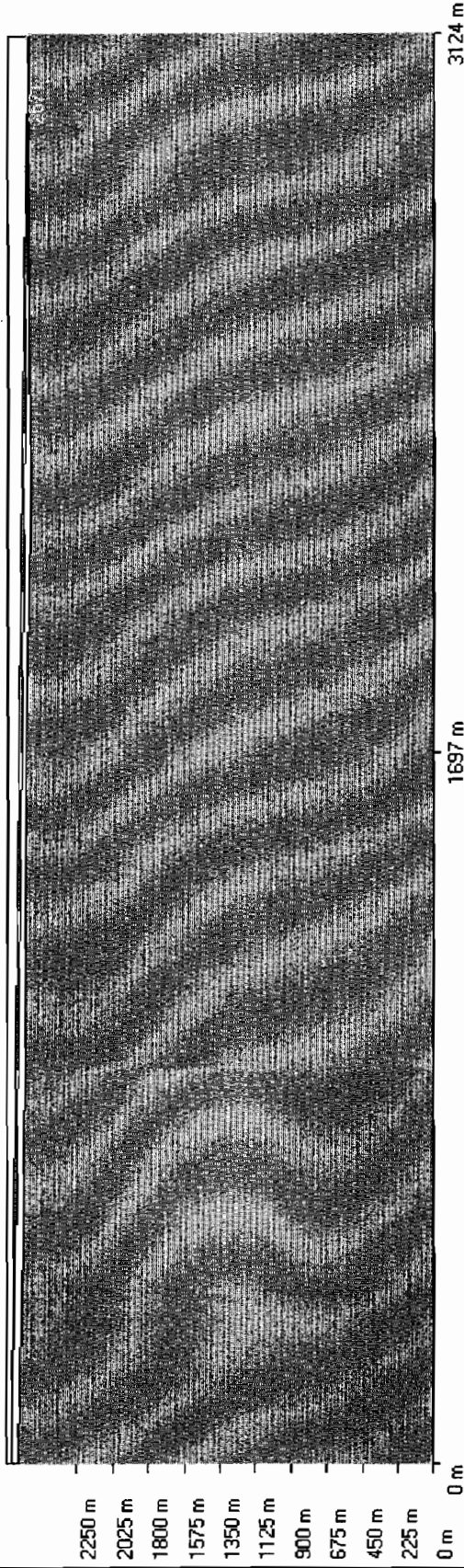
Calculation	Units
Frequency	2593.00 MHz
Gaz attenuation (7.50 g/m3)	0.02 dB
Rain attenuation (95.00 mm/h)	0.01 dB
Earth radius (land)	8500 km
Earth radius (sea)	8500 km
Free space attenuation	106.60 dB
Diffraction attenuation	0.00 dB
Clutter attenuation	0.0 dB
Tilt	-2.64 degree
Total gains	73.00 dB
Total losses	112.63 dB
Power received (rain)	-39.63 dBm
Power received (no rain)	-39.62 dBm
Margin 10-3 (no rain)	27.38 dB
Margin 10-6 (no rain)	27.38 dB
BER 10-3	7.1993e-009
BER 10-6	7.1993e-009
Reliability 10-6 multi-path	99.9995 %
Reliability 10-6 rain	99.9999 %
Reliability 10-6	99.9995 %



SISTEMA MMDS
CERRO YARACRUCITO
TRANSMISOR



SISTEMA MMDS
IBARRA
PTD. (6)



Altitude - Tx: 2626 m, Rx: 2553 m - Antennas - Tx: 24.00 m, Rx: 1.00 m

MARGIN: 10-3: 27.7 - 10-6: 27.7 dB (no rain), PR: -39.35 dBm (rain) - -39.34 dBm (no rain), TI: 0 dB (10-3) - BER: 6.0251e-009, (10-6) - BER: 6.0251e-009

Path reliability multi-path (10-6): 99.9991 %

Path reliability rain (10-6): 99.9999 %

Path reliability (10-6): 99.9991 %

Frequency: 2.59 GHz, Power: 41.0 dBm - Atmosph. fade margin (0.1 %): -26.73 dB / S2=25.00(*)

Free space loss: 106.3 dB - Diffraction: 0.0 dB - Distance: 3.13 km

Tx: -78.0454 0.2010 2600 1DMS Rx: -78.0615 0.1901 2539 1DMS

Total gains: 73.00 dB - Total losses: 112.35 dB

Tilt: -1.77° - Azimuth: 230.19° - Earth (Km): 8500 (land) 8500 (sea) - Rain at (ITU): 0.01 dB (95.00 mm/h), Gazeous at.: 0.0225 dB (7.50 g/m3)

PATH BUDGET

Station A	Station B
SISTEMA MMDS	SISTEMA MMDS
2626 meters (DTM altitude)	2553 meters (DTM altitude)
-78.0454 0.2010 2600 1DMS	-78.0615 0.1901 2539 1DMS
Azimuth 230.19 degrees	Azimuth 50.19 degrees

distance between stations: 3.12 km

Station A	Units
Power	41.00 dBm
Height of antenna	24.00 meter
Diameter	0.00 meter
Gains	16.00 dB
Boot cable - MW	0.00 meter
Feeder	0.00 meter
Boot cable - Antenna	0.00 meter
Tx losses	3.00 dB
Rx losses	3.00 dB
Threshold 10-3	-67.00 dBm
Threshold 10-6	-67.00 dBm

Station B	Units
Power	10.00 dBm
Height of antenna	1.00 meter
Diameter	0.00 meter
Gains	16.00 dB
Boot cable - MW	0.00 meter
Feeder	0.00 meter
Boot cable - Antenna	0.00 meter
Tx losses	0.25 dB
Rx losses	3.00 dB
Threshold 10-3	-67.00 dBm
Threshold 10-6	-67.00 dBm

Calculation	Units
Frequency	2593.00 MHz
Gaz attenuation (7.50 g/m3)	0.02 dB
Rain attenuation (95.00 mm/h)	0.01 dB
Earth radius (land)	8500 km
Earth radius (sea)	8500 km
Free space attenuation	106.32 dB
Diffraction attenuation	0.00 dB
Clutter attenuation	0.0 dB
Tilt	-1.77 degree
Total gains	73.00 dB
Total losses	112.35 dB
Power received (rain)	-39.35 dBm
Power received (no rain)	-39.34 dBm
Margin 10-3 (no rain)	27.66 dB
Margin 10-6 (no rain)	27.66 dB
BER 10-3	6.0251e-009
BER 10-6	6.0251e-009
Reliability 10-6 multi-path	99.9991 %
Reliability 10-6 rain	99.9999 %
Reliability 10-6	99.9991 %

ANEXO 5

**ALGORITMOS Y ESTÁNDARES UTILIZADOS PARA
REALIZAR INTERCAMBIOS DE CLAVE ENTRE EL
MÓDEM INALÁMBRICO Y EL WMTS**

CERTIFICADOS DIGITALES

En forma general se puede decir que el Certificado Digital es un documento firmado por una Autoridad Certificadora (AC). El documento contiene, principalmente, el nombre de un sujeto y su llave/clave pública.

Si el Certificado es auténtico y se confía en la AC, entonces, podemos confiar en que el sujeto identificado en el Certificado Digital posee la llave/clave pública que se señala en dicho certificado. Así pues, si un sujeto firma un documento y anexa su certificado digital, cualquiera que conozca la llave/clave pública de la AC podrá autenticar el documento

En una red

Un certificado digital también establece la identidad de un usuario en una red.

Los servidores pueden ser configurados para permitir el acceso a usuarios con ciertos certificados. Los clientes pueden ser configurados para confiar en servidores que presentan ciertos certificados

X.509

La primera versión apareció en 1988 y fue publicada como el formato X.509v1, siendo la propuesta más antigua para una infraestructura de clave pública (PKI) a nivel mundial. Esto junto con su origen ISO/ITU han hecho de X.509 el PKI más ampliamente utilizado. Más tarde fue ampliada en 1993 por la versión 2 únicamente en dos campos, identificando de forma única el emisor y usuario del certificado. La versión 3 de X.509 amplía la funcionalidad del estándar X.509

X.509. Campos

V: Versión del certificado.

SN: Número de serie. (para los CRL)

AI: identificador del algoritmo de firma que sirve única y exclusivamente para identificar el algoritmo usado para firmar el paquete X.509.

CA: Autoridad certificadora (nombre en formato X.500).

TA: Periodo de validez.

A: Propietario de la clave pública que se está firmando.

P: Clave pública más identificador de algoritmo utilizado y más parámetros si son necesarios.

$Y\{I\}$: Firma digital de Y por I (con clave privada de una unidad certificadora).

$$CA\langle\langle A \rangle\rangle = CA \{V, SN, AI, CA, TA, A, AP\}$$

Donde $Y\langle\langle X \rangle\rangle$ es el certificado del usuario X expedido por Y, siendo Y la autoridad certificadora. De esta forma se puede obtener cualquier X certificado por cualquier Y.

X.509, Versión 3

El estándar, internacionalmente aceptado, para Certificados Digitales, es el denominado X.509, en su versión 3.

Contiene datos del sujeto, como su nombre, dirección, correo electrónico, etc.

Con la versión 3 de X.509, sucesora de la versión 2, no hace falta aplicar restricciones sobre la estructura de las CAs gracias a la definición de las extensiones de certificados. Se permite que una organización pueda definir sus propias extensiones para contener información específica dentro de su entorno de operación. Este tipo de certificados es el que usa el protocolo de comercio electrónico SET.

X.509 Versión 3

X.509 y X.500 fueron originalmente diseñados a mediados de los años 80, antes del enorme crecimiento de usuarios en Internet. Es por esto por lo que se diseñaron para operar en un ambiente donde sólo los computadores se interconectaban intermitentemente entre ellos. Por eso en las versiones 1 y 2 de X.509 se utilizan CRLs muy simples que no solucionan el problema de la granularidad de tiempo.

La versión 3 introduce cambios significativos en el estándar. El cambio fundamental es el hacer el formato de los certificados y los CRLs extensible. Ahora los que implementen X.509 pueden definir el contenido de los certificados

como crean conveniente. Además se han definido extensiones estándares para proveer una funcionalidad mejorada.

ESTÁNDAR DE CIFRADO DE DATOS (DES)

DES (estándar de cifrado de datos) es una cifra simétrica definida en 1977 como el algoritmo aprobado del cifrado del gobierno federal de EE.UU. para la información importante pero no-clasificada. El DES fue desarrollado por IBM y basado sobre la cifra anterior de Lucifer de la IBM. El DES utiliza una Clave 56 bits. Este tamaño de la Clave es vulnerable a un ataque usando tecnología actual.

Una variante de DES, es el triple DES, proporciona seguridad significativamente reforzada ejecutando el algoritmo DES tres veces seguidas en una fila. Tiene el efecto de hacer la encriptación de DES mucho más difícil a fuertes ataques. Se estima que Triple DES puede ser más difícil romper de 2 a 56 veces que DES. Triple DES todavía puede ser considerado un algoritmo de encriptación seguro. Triple DES también se escribe como 3-DES o 3DES.

ANEXO 6

**REQUISITOS Y FORMATOS NECESARIOS PARA
OBTENER LA AUTORIZACIÓN Y CONCESIÓN DE LA
BANDA 2500 – 2686 MHZ (MMDS) EN EL ECUADOR
PARA EXPLOTAR EL SERVICIO DE TELEVISIÓN
CODIFICADA TERRESTRE, ADEMÁS DE LOS
REQUISITOS PARA OBTENER EL PERMISO PARA LA
EXPLOTACIÓN DE SERVICIOS DE VALOR
AGREGADO**

CONSEJO NACIONAL DE RADIODIFUSION Y TELEVISION
CONARTEL

El Art. 16 del Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión, establece el siguiente formato de requisitos que deben presentar los peticionarios, con el objeto de obtener la concesión y autorización para instalar, operar y explotar un sistema de Audio y Video por Suscripción.

REQUISITOS PARA AUTORIZACION DE SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCION

- a) Solicitud escrita dirigida al señor Presidente del CONARTEL, en la que consten los nombres completos del solicitante y su nacionalidad, la dirección a la que se le remitirá correspondencia, número telefónico y de fax.
- b) Nombre propuesto para la estación o sistema a instalarse;
- c) Clase de sistema (según formato 1)
- d) Banda de frecuencia (según formato 2)
- e) Estudio de Ingeniería suscrito por un ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, colegiado y registrado en la Superintendencia de Telecomunicaciones (según formato 3)
- f) Ubicación y potencia de la estación o estaciones
- g) Horario de trabajo
- h) Dos certificados bancarios que acrediten la solvencia económica del solicitante (originales o copias certificadas)
- i) Currículum Vitae para caso de persona natural
- j) Declaración Juramentada que el peticionario no se encuentra incurso en ninguna de las limitaciones establecidas en el artículo 10 de la Ley de

Radiodifusión y Televisión, en relación con el número de estaciones de las que puede ser concesionario (original o copia certificada).

k) Declaración juramentada en la que el petionario se compromete a no interceptar señales de telecomunicaciones

l) Si es persona natural, deberá adjuntar copias certificadas de la Cédula de Ciudadanía, papeleta de votación y original de la partida de nacimiento, del solicitante y del cónyuge. Si se trata de persona jurídica, debe presentar los documentos que acrediten su existencia legal y el nombramiento del representante legal. Para el caso de compañías, corporaciones o fundaciones, debe adjuntar las partidas de nacimiento de los socios o miembros; para las sociedades anónimas, el certificado de porcentaje de inversión extranjera otorgado por la Superintendencia de Compañías.

m) Fe de presentación de la comunicación dirigida al Comando Conjunto de las FFAA, solicitando el Certificado de Idoneidad.

ACLARACION 1.- Previo a la suscripción del contrato de autorización, deberá presentar la garantía de cumplimiento del contrato, de acuerdo a lo que señala el Art. 20 de la Ley de Radiodifusión y Televisión.

ACLARACION 2.- Si el petionario ya es concesionario (tiene autorización para operar un sistema de radiodifusión o televisión), no requiere presentar el requisito de la letra "l").

NOTA: Toda la documentación deberá presentarse en original y copia (dos carpetas), en la Unidad de Documentación y Archivo de la Institución

FORMATO 1
AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCION
CLASE DE ESTACION O SISTEMA

1) Nombre del Peticionario:

2) Clase de sistema:

a) Audio y video por suscripción, mediante redes de cable o fibra óptica (Televisión por Cable): SI ____ NO ____

b) Audio y video por suscripción, mediante utilización de los canales altos de UHF-TV (Televisión Codificada): SI ____ NO ____

c) Audio y video por suscripción, mediante Sistemas de Distribución Multicanal-Multipunto (MMDS): SI ____ NO ____

d) Audio y video por suscripción, mediante Sistemas de Distribución Multipunto Local (TV Celular), en la banda de..... a GHz: SI ____ NO ____

e) Audio y video por suscripción, mediante sistemas satelitales (DTH): SI ____ NO ____

f) Audio y video por suscripción, mediante sistemas de radiodifusión (Venta de Música): SI ____ NO ____

g) Otros (describir):

FORMATO 2

AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCION

BANDA DE FRECUENCIA

Nombre del peticionario: _____

a) Para Sistemas de Televisión por Cable o fibra óptica

No se requiere llenar esta información.

b) Para Sistemas de Televisión Codificada en UHF

Llenar el siguiente cuadro de los canales que transmitirá:

No. CANAL	BANDA DE FRECUENCIA(MHz)

c) Para Sistemas de Televisión Codificada MMDS

Llenar el siguiente cuadro de los canales que transmitirá:

No. CANAL	BANDA DE FRECUENCIA(MHz)

d) Para Sistemas de TV-Celular

Llenar el siguiente cuadro:

Ciudad	No. Celda	No. Canales en la celda	Banda de frecuencias que ocupa el transmisor

e) Para sistemas DTH

Banda de frecuencias que utilizará y satélite (posición orbital):

f) Para sistemas de venta de música

Banda de frecuencias:

g) Otros

Detalle bandas de frecuencias requeridas:

FORMATO 3

AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCION

ESTUDIO DE INGENIERIA

Nombre del peticionario: _____ - _____

1. DECLARACION DEL PROFESIONAL: El profesional debe declarar que el estudio de ingeniería, planos de equipos e instalaciones y demás documentación técnica los presenta bajo su responsabilidad; demostrará que su profesión se encuentra dentro del campo de la Electrónica y/o Telecomunicaciones; indicará claramente su nombre y número de afiliación al Colegio Profesional correspondiente; y manifestará que conoce la Ley de Radiodifusión y Televisión; su Reglamento General, la Norma Técnica para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica. y Reglamento para Sistemas de Audio y Video por suscripción.

2. Descripción general del sistema (Memoria Técnica)

3. Descripción del servicio que se ofrecerá a los usuarios del sistema

4. Datos de ubicación geográfica de la (s) estación (es): localidad, dirección, coordenadas geográficas y descripción de su función en el sistema

5. Características técnicas de los equipos que conforman el sistema

6. Características del sistema de recepción de las señales;

7. Características de la calidad de la señal

8. Características de la programación de las estaciones de televisión internacionales que serán distribuidas por el cable
9. Descripción de los dispositivos de seguridad y señalización para la navegación aérea que se instalarán en caso necesario, conforme a las regulaciones pertinentes sobre la materia
10. Información sobre la instalación, explotación y operación del sistema
11. Si el sistema a operar fuere Televisión por Cable, el estudio contendrá además las características y configuración de la red de distribución, con el plano de la red.
12. Enlaces satelitales de sistemas de audio y video por suscripción, de acuerdo a Formato 3.1.

FORMATO 3.1

PARA ESTUDIOS DE INGENIERIA DE ENLACES SATELITALES DE SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN

Nombre del peticionario: _____

1. DECLARACION DEL PROFESIONAL: El profesional debe declarar que el Estudio de Ingeniería, planos de equipos e instalaciones y demás documentación técnica los presenta bajo su responsabilidad; demostrará que su especialización se encuentra dentro del campo de la Electrónica y/o Telecomunicaciones; indicará claramente su nombre y número de afiliación al Colegio Profesional correspondiente; y manifestará que conoce la Ley de Radiodifusión y Televisión; su Reglamento General y las Normas Técnicas pertinentes.

2. NOMBRE DE LA ESTACION TERRENA: _____

3. OPERADOR:

3.1 Nombre: _____

3.2 No. Telefónico: _____

3.3 No. Fax: _____

3.4 Dirección: _____

4. INFORMACION GEOGRAFICA

4.1 Latitud: ___ grados ___ min ___ seg. Norte _____ Sur _____

4.2 Longitud: ___ grados ___ min ___ seg. Oeste _____

4.3 Dirección (calles, No. , Ciudad)

5. SATÉLITES A UTILIZARSE:

6. TIPO DE ESTACION TERRENA:

6.1 Diámetro de antena: _____ metros

6.2 Tipo de polarización: _____

6.3 Método de rastreo: _____

6.4 Banda de recepción: _____ a _____ MHz

6.5 Figura de mérito G/T: _____ dB/°K

6.6 Capacidad para variar la frecuencia: _____

6.7 Sistemas de control de la estación terrena: _____

7. INDICAR LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD HUMANA Y DE NAVEGACION AÉREA QUE DISPONDRÁ LA ESTACION TERRENA:

8. ADJUNTAR LITERATURA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Y ANTENAS A UTILIZARSE

Elaborado por: _____

f) _____

DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AL PÚBLICO

REQUISITOS PARA OBTENER EL PERMISO PARA LA EXPLOTACIÓN DE SERVICIOS DE VALOR AGREGADO (ACCESO A INTERNET)

PERSONA NATURAL:

1. Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones. (Ing. Carlos Del Pozo Cazar)
2. Copia del RUC.
3. Copia de la cédula de identidad.
4. Copia del último certificado de votación.
5. Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones (debidamente colegiado, adjuntar copia de la licencia profesional).
6. Certificado de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante incluida la información de imposición de sanciones en el caso de haberlas.

COMPAÑÍAS:

1. Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones. (Ing. Carlos Del Pozo Cazar)
2. Escritura de constitución de la empresa domiciliada en el país.
3. Nombramiento del Representante Legal, debidamente inscrito en el Registro Mercantil.
4. Certificado de obligaciones emitido por la Superintendencia de Compañías.
5. Copia del RUC.
6. Copia de la cédula de identidad del Representante Legal.
7. Copia del último certificado de votación, del Representante Legal.
8. Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones (debidamente colegiado, adjuntar copia de la licencia profesional).
9. Certificado de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus

accionistas incluida la información de imposición de sanciones en el caso de haberlas.

El Anteproyecto Técnico debe contener lo siguiente:

Diagrama técnico detallado del sistema.

Descripción y alcance detallado de cada servicio que desea ofrecer.

Conexión Internacional: si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de permiso de Operación de Red Privada, con todos los requisitos que se establecen para el efecto, y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.

Conexión entre Nodos: si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de permiso de Operación de Red Privada, con todos los requisitos que se establecen para el efecto, y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.

Modalidades de acceso: descripción detallada de las mismas.

Ubicación geográfica inicial del sistema, especificando la dirección de cada Nodo y su descripción técnica.

Diagrama técnico detallado de cada Nodo, y especificaciones técnicas de los equipos.

Estudio y proyecto de factibilidad económica, mismo que debe incluir: inversión inicial y de los 3 primeros años, recuperación y plan comercial.

Requerimientos de conexión con alguna red pública de Telecomunicaciones.

Para efecto del estudio técnico se considera como Nodo al sitio de concentración y distribución de usuarios. Nodo principal aquel Nodo(s) por el cual se realiza la conexión Internacional.

El Reglamento para la Explotación de Servicios de Valor Agregado fue expedido mediante resolución 071-03-CONATEL-2002 y publicado en el Registro Oficial No 545 el 01 de Abril del 2002.

ANEXO 7

**HOJAS DE DATOS QUE SE UTILIZARON EN LA
SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL SISTEMA EN
DISEÑO**

series
2000

Wireless Broadband Access System

The S2000 delivers High Speed Internet Access to Business and Consumers

Two-way Wireless is here today. Hybrid and the leading operators teamed with microwave vendors and made it happen. Results from real world deployments were used to build a reliable, scalable system operating over a range of frequency bands.

Serve Premium Customers in Several Cities

Operators can instantly serve customers in several cities from one transmitter. Unlike simple TDMA based systems the S2000 has no inherent distance limitations and tolerates interference plus multipath propagation delay.

Performance

Downloads from local sites typically experience speeds of 2Mb/s for 2-way and 1.5 Mb/s for phone return. Hybrid pioneered Wireless Internet systems and developed the low latency technologies that reduce round trip delays and make systems run faster.

Capacity

A single 6 MHz transmitter serves 900 simultaneously active users or 9,000 subscribers. One Manager provides the database, provisioning and alarms for sectored receiver systems with 20,000 Wireless Broadband Routers (WBR). Downstream and upstream wireless routers are engineered independently to maximize capacity with sectorization.

Business Flexibility

Most wireless operators partner with several established Internet Service Providers (ISPs) to sell experienced computer users a faster service. This partnership works as the S2000 supports "equal access" for ISPs and interfaces to their existing RADIUS databases. Many operators start with the simple phone return configuration using the ISP's existing phone modem banks then add 2-way customers on the same transmitter. Users may be installed "phone return, 2-way ready" and reconfigured remotely by the manager. Mixing 2-way with phone return maximises business growth and funds the investment in 2-way capacity and training.

The S2000 transparently services telecommuters using Virtual Private Networks (VPNs) and businesses operating Network Address Translation (NAT) to serve more computers. The S2000 WBR-60 router drives 60 computers for applications needing public IP addresses. It also saves the price of a NAT device.

Frequency Bands

Microwave wireless components are economically available for MMDS downstream and MDS return with WCS, MMDS, and other frequencies in limited production. Some successful operators use low power UHF transmitters, simple receive antennas and phone return.

S2000 Meets the Special Challenges of Wireless Operation downstream

2 MHz subchannels triple the resistance to multipath distortion by applying the full power of the Broadband Router (WBR) adaptive equalizer to a 2 MHz rather than 6 MHz bandwidth. Subchannels are used with different subscriber loadings to provide a simple but effective Quality of Service (QoS). They fit the MMDS (6 MHz bandwidth), MDS2A, aggregated H4 (4 MHz), and WCS (5 or 10 MHz) bands. Subchannels mitigate interference between transmitters and allow flexible sectorization in large installations. One can test market in new cities using one sub-channel on existing transmitters prior to upgrades.

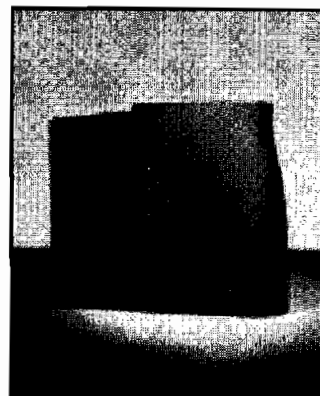
Hybrid's Broadband Routers (WBR) tune to exact wireless frequencies. They are not restricted to the 6 MHz frequency steps of conventional cable modems. The wide capture and tracking range (80 kHz capture/ \pm 100 kHz tracking) allows one to add Internet access to an existing television service. Hybrid's transceiver/downconverter partners can advise when their existing downconverters will work.

Wireless Return Optimization

Groups of subscribers usually share multiple 200 to 600 kHz bandwidth return channels. This provides redundancy and resistance to interference. Narrow channels allow smaller better looking subscriber antennas, and lower power, lower cost transceivers than are needed for conventional 2 MHz TDMA return channels. The operator customizes the S2000 algorithms which allow users to share channels or transmit continuously to transfer large upstream files. Users may be placed in different return channel bit rate groups for service differentiation (QoS).

The S2000 head end automatically adjusts the subscriber WBR output frequency to correct for transceiver drift and optimize demodulation. It adjusts the output power so signals arrive at the head end receiver at the same level and minimizes interference between receive sectors.

Various partners provide stable head end downconverters so that the system budget for frequency drift with temperature and aging is allocated to the subscriber transceiver.



Wireless Broadband Router

Subscriber Benefits

- Router architecture for security
- Fast Internet access.
- Smaller, neater antennas
- Existing television subscribers may add service without touching the downconverter
- Easy install
- Service sixty computers
- Public IP addresses
- External router avoids using PC memory or processing power and maximises network compatibility
- External router works with your laptop, MAC, PC, unix workstation and home or office LAN

Hybrid
2-way Today!

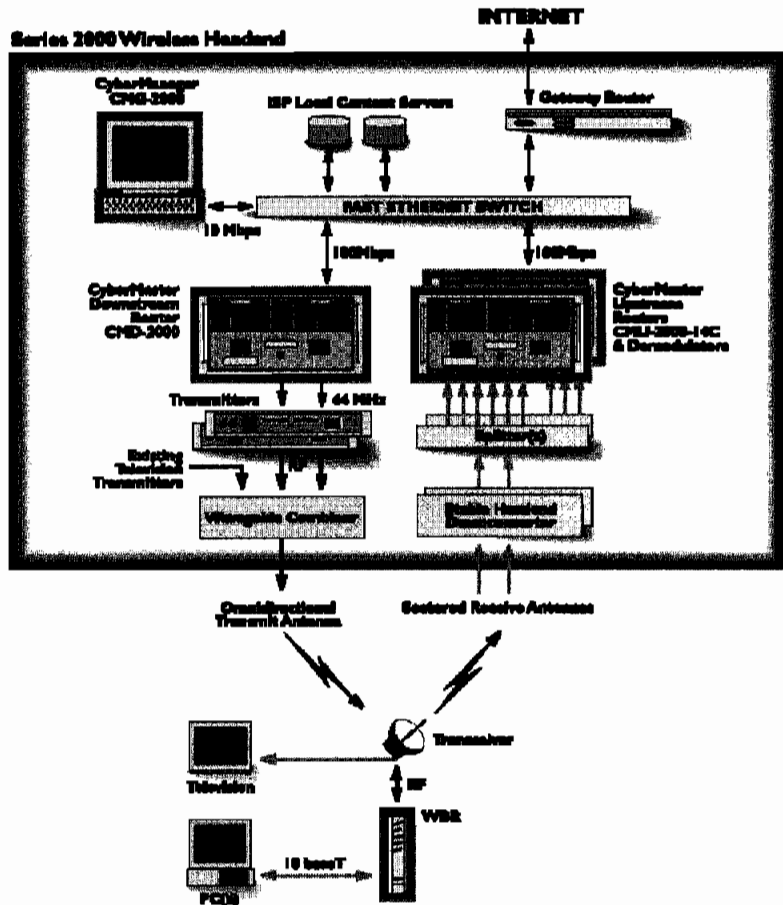
Two-Way Wireless

Downstream

A web page is routed through the Downstream router. The output is upconverted to microwave/RF by the transmitter. Most sites have multiple transmitters carrying analog or digital television. The transmitter outputs are combined into one waveguide run to an omnidirectional antenna on a 500 or 1000 foot tower. The subscriber's transceiver shifts the microwave/RF signal to the normal TV tuner frequency. The Wireless Broadband Router (WBR) demodulates the digital data and converts it to Ethernet 10 base T for the user's computers.

Wireless Return

The subscriber's transceiver also transmits to the headend. Typically there are several return antennas at the headend each covering a narrow sector to allow reuse of the limited return spectrum. The received signal is downconverted and split to serve multiple demodulators.



Fast Access For:

- Work-at-home professionals
- Telecommuters
- Small Businesses
- Stockbrokers
- Experienced Internet users
- Apartments, Hotels
- Multiple Office Units
- Coffee Shops
- Bookstores
- Auto dealers
- Real estate offices

The Need for Speed

- Business file transfer
- Distance learning
- Virtual Private Network (VPN)
- Airline reservations
- Law offices, patent searches
- Investment planning
- City planning online
- Building permits
- Virtual apartment search
- Home search
- Catalog online
- Weather check
- Traffic camera
- Streaming video
- Multicast
- Games

Features & Benefits

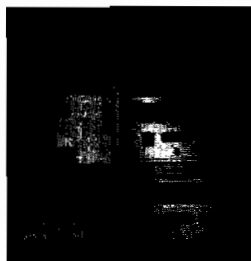
Business Advantages

- Serve several cities
- Mix two-way and phone return on one transmitter, maximize revenue, transition customers
- Partner with an established ISP
- Use existing ISP modem banks
- Partner or compete with Satellite (DBS) operators
- More choice of frequency bands

Class of Service

- Assign users premium service using downstream subchannels
- Assign users to different groups and bandwidth upstream
- Adjust the upstream channel sharing parameters to your QoS

Specifications



Wireless Downstream

- FCC designator 6M00D7W, with S2000 triple QAM modulator driving transmitter
- Frequency band determined by transmitter, transceiver, downconverter
- WBR frequency range: 54 to 806 MHz
- WBR input carrier capture:
 - ± 80 kHz capture ± 180 kHz tracking
- Receive level range: -20 dBmV to +10 dBmV
- Required S/N: > 25 dB in 2MHz BW for 1 x 10⁻⁶ BER after FEC
- Three 10 Mbps subchannels with 9 Mbps payload after FEC. Total 27 Mbps in a 6 MHz channel

Wireless Upstream

- RF Modulation: Burst Mode QPSK
- Frequency band determined by transceiver, headend downconverter
- WBR output frequency range: 5 to 42 MHz, set from Manager. Auto frequency trim
- WBR output level: +8 dBmV to +58 dBmV, 1dB steps auto level adjust and transceiver overdrive limiting
- Demodulator input frequency 5 to 65 MHz
- Demodulator input level: -16 dBmV to +14 dBmV, 1dB steps at 256 Kbps (bit rate dependent)
- Selectable upstream rate continuous from 256 kbps to 5.12 Mbps (160 kHz to 3.2 MHz channels)
- Required S/N: > 13 dB for 1 x 10⁻⁶ BER after FEC

Router and Telephone Return

- Router return: 56 Kbps, ISDN, Frame Relay, T1, DSL
- Phone return: RS-232 to phone modem
- WBR internal phone modem option

Capacity

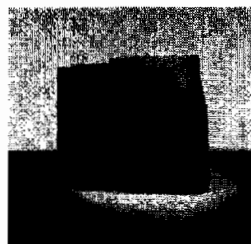
- Add downstream and upstream routers independently for sectorization or cellularization
- One 6 MHz downstream channel serves 9,000 to 15,000 subscribers, 900 to 1,500 simultaneously active¹
- CMG-2000: capacity 20,000 Broadband Routers
- CMD-2000: drives two full 6MHz transmitters
- CMU-2000-14C: 2,400 subscribers, 240 simultaneously, instantly active¹

Subscriber support

- Computers: PC, Unix workstation or Macintosh
- Serve up to 60 PCs behind a Wireless Broadband Router
- Automatic software upgrade to all units
- Protocols: IP, TCP, UDP, ARP, ICMP, PPP, SLIP, CSLIP, CHAP, PAP
- 10 base T LAN

¹ The number of active users and Wireless Broadband Routers varies depending on the service offering, applications and traffic load. The actual ratio of subscribers to active users may vary from an assumed ratio of 10.

Products



Network Management

CMG-2000 CyberManager 2000

Wireless Downstream

CMD-2000 CyberMaster Downstream Router
 SQC-200-3 SF Card (64QAM)
 QMC-200-3 & 3FC 64QAM Modulator Card (with or without filter according to transmitter type)
 HEM-2204 Special Application Baseband Upconverter/Downconverter for STL Links

Wireless Upstream

CMU-2000-14C CyberMaster Upstream Router
 QDC-030-2 QPSK Demodulator Receiver Card (with 2 channel ports)

Wireless Broadband Routers

1 to 5 Users	1 to 20 Users	1 to 60 Users*	Modulation & Return Paths
WBR-5-231	WBR-20-231	WBR-60-231	64QAM down, QPSK phone, router return. RS232 to user's external phone modem.
WBR-5-232	WBR-20-232	WBR-60-232	64QAM down, QPSK return. Internal USA 33.6 phone return modem

* WBR 60 is limited to 32 users in phone return configuration. Router return uses existing routers, Ethernet hubs, leased lines or ISDN.

S2000 is also compatible with Hybrid Wireless Cable Modems N201, 202, 231, CCM 201, 202, 231

Patents

- U.S. Patent numbers
- 5,818,845
- RE35,774
- 5,828,655
- 5,586,121
- 5,859,852

Hybrid

Hybrid Networks, Inc.
 6409 Guadalupe Mines Road
 San Jose, CA 95120-5000
 408 323 6500
 408 323 6471 Fax
 Info@hybrid.com
 www.hybrid.com



Antenna Specification Sheet

ValuLine® Antenna for DMC 0.6m (2ft) diameter 23GHz frequency band

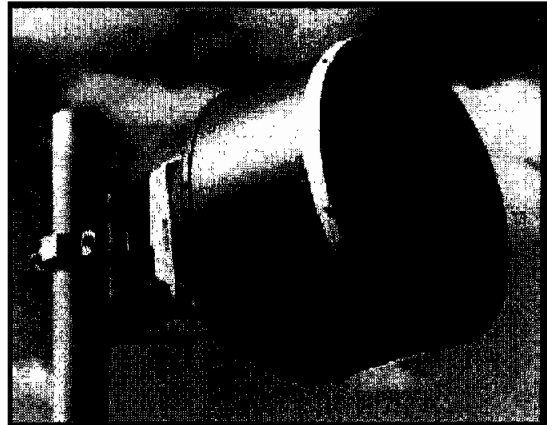
General Description

The 0.6m (2ft) ValuLine® Antenna is a cost-effective antenna for terrestrial microwave communications in the 23GHz frequency band.

ValuLine® antennas satisfy the widely accepted EIA 195C and 222E standards for electrical, mechanical and structural characteristics.

This antenna is designed to directly integrate with both the protected and non-protected versions of Digital Microwave Corporation's Spectrum II Series radio equipment.

The design also allows for attachment of a flexible or elliptical waveguide by means of a combination flange incorporated in the feed hub design.



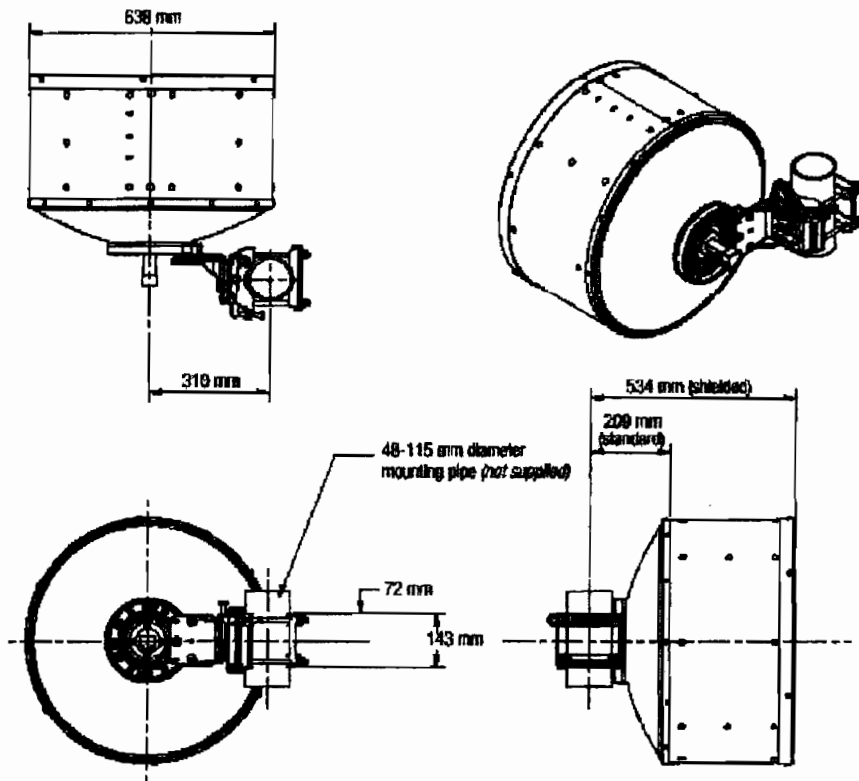
0.6m (2ft) Diameter Antenna 21.2-23.6 GHz Electrical Characteristics

Antenna Type	VHP2-220A-D42
Frequency Band (GHz)	21.2-23.6
Gain (dBi)	
Bottom	39.6
Middle	40.1
Top	40.5
3dB Beamwidth	1.6
Cross Polarization Discrimination (dB)	32
F/B Ratio (dB)	66
VSWR (R.L. dB)	1.20 (20.8)





Antenna Dimensions - VHP2-220A



ANDREW CORPORATION
10500 W. 153rd Street
Orland Park, Illinois U.S.A. 60462

Corporate Web Site: <http://www.andrew.com>
Customer Service Center: 1-800-255-1479



SUBMITTED BY: Andrew Corporation
 10500 W. 153rd Street
 Orland Park, IL 60462
 Phone: 1-800-255-1479

QUOTATION

SUBMITTED TO:

QUOTATION NUMBER

DATE 04/23/2004 PAGE 1 of 2

VALID TO

YOUR REFERENCE

INCOTERMS

PAYMENT TERMS

QUANTITY	TYPE/DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL AMOUNT
1	VHP2-220A-111 2 ft. ValuLine high performance antenna for 21.2-23.6 GHz single pol. feed, UG-595/U flange, POLYMER radome, Global Standard Pack	930.00	930.00
1	VHP2-220A-111 2 ft. ValuLine high performance antenna for 21.2-23.6 GHz single pol. feed, UG-595/U flange, POLYMER radome, Global Standard Pack	930.00	930.00
118	EW220 Standard elliptical waveguide, EW220, (Wideband from 21.2-23.6 GHz)	10.77	1270.86
5	43211A Standard hangers, qty. 10, for 1/2" coaxial and EW180, EW220, and EW240 waveguide Heliax	28.22	141.10
5	243684 compact angle adapter qty. 10 for waveguides EW52 thru EW240	54.05	270.25
7	204989-1 grounding kit, qty. 1, 24" cable with 1-hole factory attached lug for 1/2" coaxial and EW180 and EW220 waveguide HELIAX	24.04	168.28
4	43084 Hoisting Grip for 1/2" coaxial cables and EW180 and EW220 elliptical waveguides	28.33	113.32
4	1220ASC Connector, fixed-tuned, mates with UG-595/U for EWP220	280.00	1120.00
2	55000A-42 WR42 pressure window	45.00	90.00
2	MT050-81015 Dehydrator, 115V/60Hz. Factory set at 5 psi.	2399.00	4798.00
Total USD			\$9831.81

* Transmission line quantities are in feet.

Andrew Corporation
 10500 W. 153rd Street
 Orland Park, IL U.S.A. 60462
 1-800-255-1479

Acceptance by buyer
 Please enter our order for the above items in accordance with this quotation.

Co _____

By _____

Title _____ Date _____

P.O. No. _____

By

EQUATORIAL TECHNOLOGIES

S.C.I.

Telecomunicaciones Vía Satélite



Antenas parabólicas profesionales
Rx-Tx,
televisión digital, equipos y
materiales para sistemas de cable.

Telf. (593)2 2407
050 2400 735
(593)2 2407
Fax: 051
web site: www.equatorialtechnologies.com
e-mail: samandar@equatech.com.ec

COTIZACIÓN

CLIENTE:	FECHA:
RUC / C.I.	TELF.
DIRECCIÓN: Quito	FAX:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	V. UNIT.	TOTAL (USD)
1	Antena parabólica de malla 3,8 M. Prime Focus. Modelo: ET-M-038 TVRO.	2	1350,00	2700,00
2	LNBF 17° K para banda C.	1	98,00	98,00
3	LNBF para banda Ku.	1	98,00	98,00
4	Receptor digital Pansat 2300A	43	330,00	14190,00
5	Antena Yagui (8 dBd)	1	160,71	160,71
6	Codificador	7	151,79	1062,50
7	Modulador	50	196,43	9821,43
8	Splitters	3	107,14	321,43
9	Combinador	2	232,14	464,29
10	Set Top Box	800	194,64	155714,29

	Subtotal	184.630,64
IVA	12%	22.155,68
	TOTAL	206.786,32

NOTA: No incluye instalación

FORMA DE PAGO: 70% de anticipo, saldo contra entrega.
TIEMPO DE ENTREGA: Ocho días.
GARANTIA: Un año contra defectos de fabricación,

ANEXO 8

CLÁUSULAS DE VENTA EN COMERCIO INTERNACIONAL

CLÁUSULAS DE VENTA EN COMERCIO INTERNACIONAL

Las cláusulas de venta están contenidas en los *INCOTERMS* (international commerce terms, términos de comercio internacional), que son los términos usados comúnmente en las compraventas internacionales de mercancías.

Los *INCOTERMS* tratan sobre:

- Derechos y obligaciones del vendedor y comprador, de acuerdo a la cláusula de venta escogida.
- Determina quién asume los gastos y riesgos, hasta el momento de la entrega de la mercancía, si el vendedor o el comprador.
- Fija el momento y lugar en que se producirá la entrega de la mercancía.

INCOTERMS 1990

Los nuevos incoterms 1990, sustituyen a los anteriores de 1980 para ajustarse a las más recientes técnicas informáticas y de transporte, fijando con mayor claridad las obligaciones de cada una de las partes. En la Tabla A8.1 se podrá apreciar la clasificación de estos términos.

Por otra parte, en la Figura A8.1 se puede apreciar en forma gráfica en donde intervienen cada uno de los términos.

Figura A8.1 Representación Gráfica de los INCOTERMS

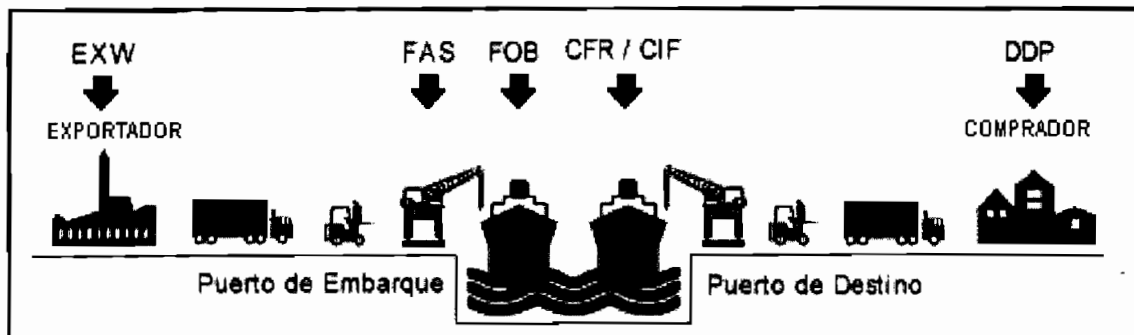


Tabla A8.1 Clasificación de los INCOTERMS

GENERAL	E (por despacho)	<u>EXW</u> (Ex Works, a la salida)	
	F (por embarque - transporte principal sin pagar)	<u>FCA</u> (Free Carrier, sin pago del transporte principal)	
		<u>FAS</u> (Free Alongside Ship, puerto de embarque convenido)	
		<u>FOB</u> (Free on Board, Franco a bordo)	
	C (por embarque - transporte principal pagado)	<u>CFR</u> (Cost and Freight, Coste y flete)	
		<u>CIF</u> (Cost, Insurance and Freight, coste seguro y flete)	
		<u>CPT</u> (Freight/Carriage paid to, Transporte pagado hasta)	
		<u>CIP</u> (Freight/Carriage and insurance paid to, transporte y seguros pagados hasta)	
	D (por llegada)	<u>DAF</u> (Delivered at Frontier, entregado en frontera)	
		<u>DES</u> (Delivered Ex Ship, Entrega sobre buque)	
		<u>DEQ</u> (Delivered Ex Quay, Entrega sobre muelle, Derechos pagados)	
		<u>DDU</u> (Delivered duty Unpaid, Entrega derechos no pagados)	
		<u>DDP</u> (Delivered Duty Paid, Entrega derechos pagados)	
	SEGUN EL MODO DE TRANSPORTE	Cualquier Modo De Transporte Incluyendo Multimodal	<u>EXW</u> Ex Works (...nombrando el lugar)
			<u>FCA</u> Free Carrier (...nombrando el lugar)
<u>CPT</u> Carriage Paid To (...nombrando el lugar de destino)			
<u>CIP</u> Carriage and Insurance Paid To (...nombrando el lugar de destino)			
<u>DAF</u> Delivered At Frontier (...nombrando el lugar)			
<u>DDU</u> Delivered Duty Unpaid (...nombrando el lugar de destino)			
<u>DDP</u> Delivered Duty Paid (...nombrando el lugar de destino)			
Transporte Aereo		<u>FCA</u> Free Carrier* (...nombrando el lugar)	
Transporte Por Tren		<u>FCA</u> Free Carrier* (...nombrando el lugar)	
Transporte Por Mar o Canal		<u>FAS</u> Free Alongside Ship (...nombrando el puerto de embarque)	
		<u>FOB</u> Free On Board (...nombrando el puerto de embarque)	
		<u>CFR</u> Cost and Freight (...nombrando el puerto de destino)	
		<u>CIF</u> Cost, Insurance, and Freight (...nombrando el puerto de destino)	
		<u>DES</u> Delivered Ex Ship (...nombrando el puerto de destino)	
		<u>DEQ</u> Delivered Ex Quay (...nombrando el puerto de destino)	

Tabla A8.2 Derechos y obligaciones de las partes

INCOTERMS	SIGNIFICADO	DERECHO/OBLIGACIÓN
EXW ()	Ex-works, ex-factory, ex-warehouse, ex-mill.	El vendedor ha cumplido su obligación de entrega al poner la mercadería en su fábrica, taller, etc. a disposición del comprador. No es responsable ni de cargar la mercadería en el vehículo proporcionado por el comprador ni de despacharla de aduana para la exportación, salvo acuerdo en otro sentido. El comprador soporta todos los gastos y riesgos de retirar la mercadería desde el domicilio del vendedor hasta su destino final.
FCA ()	Free carrier (Franco Transportista - libre transportista)	El vendedor cumple con su obligación al poner la mercadería en el lugar fijado, a cargo del transportista, luego de su despacho de aduana para la exportación. Si el comprador no ha fijado ningún punto específico, el vendedor puede elegir dentro de la zona estipulada el punto donde el transportista se hará cargo de la mercadería. Este término puede usarse con cualquier modo de transporte, incluido el multimodal.
FOB ()	(Free on Board - Libre a bordo)	Va seguido del puerto de embarque, ej. F.O.B. Buenos Aires. Significa que la mercadería es puesta a bordo del barco con todos los gastos, derechos y riesgos a cargo del vendedor hasta que la mercadería haya pasado la borda del barco, con el flete excluido. Exige que el vendedor despache la mercadería de exportación. Este término puede usarse solamente para el transporte por mar o vías acuáticas interiores.
FAS ()	(Free alongside ship - Libre al costado del buque)	La abreviatura va seguida del nombre del puerto de embarque. El precio de la mercadería se entiende puesta a lo largo (costado) del navío en el puerto convenido, sobre el muelle o en barcazas, con todos los gastos y riesgos hasta dicho punto a cargo del vendedor. El comprador debe despachar la mercadería en aduana. Este término puede usarse solamente para el transporte por mar o vías acuáticas interiores.
CFR ()	(Cost & Freight - Costo y Flete)	La abreviatura va seguida del nombre del puerto de destino. El precio comprende la mercadería puesta en puerto de destino, con flete pagado pero seguro no cubierto. El vendedor debe despachar la mercadería en Aduana y solamente puede usarse en el caso de transporte por mar o vías navegables interiores.
CIF ()	(Cost, Insurance & Freight - Costo, Seguro y Flete)	La abreviatura va seguida del nombre del puerto de destino y el precio incluye la mercadería puesta en puerto de destino con flete pagado y seguro cubierto. El vendedor contrata el seguro y paga la prima correspondiente. El vendedor sólo está obligado a conseguir un seguro con cobertura mínima.

INCOTERMS	SIGNIFICADO	DEBERES/OBLIGACION
CPT ()	(Carriage paid to -Transporte Pagado Hasta)	El vendedor paga el flete del transporte de la mercadería hasta el destino mencionado. El riesgo de pérdida o daño se transfiere del vendedor al comprador cuando la mercadería ha sido entregada al transportista. El vendedor debe despachar la mercadería para su exportación.
CIP ()	(Carriage and Insurance Paid to - Transporte y Seguro pagados hasta)	El vendedor tiene las mismas obligaciones que bajo CPT, pero además debe conseguir un seguro a su cargo.
DAF ()	(Delivered at Frontier - Entregado en frontera)	El vendedor cumple con su obligación cuando entrega la mercadería, despachada en aduana, en el lugar convenido de la frontera pero antes de la aduana fronteriza del país colindante. Es fundamental indicar con precisión el punto de la frontera correspondiente.
DES ()	(Delivered ex Ship - Entregada sobre buque)	El vendedor cumple con su obligación cuando pone la mercadería a disposición del comprador a bordo del buque en el puerto de destino, sin despacharla en aduana para la importación
DEQ ()	Delivered ex Quay (Duty Paid) - Entregada en muelle (derechos pagados)	El vendedor cumple con su obligación cuando pone la mercadería a disposición del comprador sobre el muelle en el puerto de destino convenido, despachada en aduana para la importación.
DDU ()	(Delivered Duty Unpaid - Entregada derechos no pagados)	El vendedor cumple con su obligación cuando pone la mercadería a disposición del comprador en el lugar convenido en el país de importación. El vendedor asume todos los gastos y riesgos relacionados con la entrega de la mercadería hasta ese sitio (excluidos derechos, cargas oficiales e impuestos), así como de los gastos y riesgos de llevar a cabo las formalidades aduaneras.
DDP ()	(Delivered Duty Paid - Entregada derechos pagados)	El vendedor asume las mismas obligaciones que en D.D.U. más los derechos, impuestos y cargas necesarias para llevar la mercadería hasta el lugar convenido.

DEFINICIONES UTILIZADAS EN LA VENTA EN EL COMERCIO INTERNACIONAL

Arancel de Aduanas

De acuerdo con la Decisión 381 de la Comisión del Acuerdo de Cartagena, Ecuador ajustó, a partir del 1 de abril de 1996, su nomenclatura arancelaria de conformidad con el nuevo texto único de la NANDINA que es la nomenclatura arancelaria común utilizada por los países miembros de la Comunidad Andina de Naciones (CAN).

La NANDINA está basada en el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías y se halla actualizada con las Enmiendas Nos. 1 y 2 del sistema. Su código numérico tiene una extensión de 8 dígitos pero en Ecuador, al igual que en los restantes países andinos, se utilizan 2 dígitos adicionales para clasificar mercancías a un nivel nacional más detallado.

Los países de la CAN aprobaron un Arancel Externo Común (AEC) que a Ecuador le corresponde aplicar en virtud de la Decisión 370 de 26 de noviembre de 1994, modificada por la Decisión 465 de 25 de mayo de 1999. El AEC tiene cuatro niveles arancelarios: 5% para los insumos y las materias primas; 10% y 15% para los productos semielaborados; y 20% para bienes de consumo final o elaborado.

Las tarifas vigentes del arancel ecuatoriano de importación fueron establecidas, a partir del 22 de febrero de 1999, por el Decreto Ejecutivo No. 609, de 19/02/99, y su modificadorio No. 1169, de 10/08/99. Ecuador aplica el Arancel Externo Común (AEC) de la CAN a las importaciones originarias de terceros países excepto en los siguientes casos:

- Los productos de régimen especial para Ecuador contenidos en el Anexo 2 de la Decisión 370, para los cuales se le permite mantener una diferencia de 5 puntos porcentuales respecto de los niveles del AEC (no incluye productos cuyo AEC sea de 5%);

- Materias primas y bienes de capital no producidos a nivel subregional, para los cuales puede diferir el AEC hasta un nivel del 0%
- Treinta y un productos que están vinculados básicamente a la salud, a la educación y a la comunicación masiva, definidos comunitariamente a través del Anexo 3 de la Decisión 370, cuyo AEC fue diferido a un nivel de 0%.
- Vehículos automotores 35%
- Automóviles desarmados (CKD) destinados a las industrias del ensamblaje 3%
- Motocicletas, velocípedos y sidecares desarmados (CKD), destinados a las industrias del ensamblaje 5%
- Bienes contenidos en la llamada Lista de Excepciones de Ecuador al AEC (Anexo 4 de la Decisión 370) los que deberán ser retirados a más tardar el 31 de julio del 2000. Ello significa que las importaciones de esos productos, originarias de extrazona, pasarán a tributar entonces el AEC correspondiente.

Otros Derechos y Cargas Distintos de los Derechos Arancelarios y los Impuestos Internos

Cuota de Contribución para la CORPEI

La cuota se recauda como contribución a los recursos de la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI) aplicándose alícuotas de US\$ 5 (cinco dólares americanos) por importaciones menores de veinte mil dólares; y 0.25 por mil (cero punto veinticinco por mil) por importaciones iguales o mayores de veinte mil dólares, siendo la base imponible el valor FOB de toda importación

Exenciones: la Ley no establece exenciones.

La cuota es redimible ya que, aunque tiene el carácter de contribución obligatoria, será devuelta al importador de la siguiente manera:

Los contribuyentes recibirán cupones por el valor de cada cuota redimible, los que una vez acumulados hasta llegar al equivalente en sucres de US\$ 500 (quinientos dólares americanos), serán canjeados por certificados de aportación CORPEI, emitidos por la Corporación, en dólares de los Estados Unidos de Norteamérica y redimidos a partir de los diez años.

El Consejo de Comercio Exterior e Inversiones (COMEXI) está facultado para decidir sobre la reducción de la cuota redimible y las condiciones para su restitución, en función de la evolución financiera y actividades de la CORPEI.

Normas legales: Ley de Comercio Exterior e Inversiones (LEXI), art. 22; Ley N° 24 de 2/10/97; Acuerdo MICEIP N° 330 de 30/10/97; Ley reformativa s/n publicada en el R.O.N° 156 de 25/03/99

Derechos de urgencia o salvaguardia

A partir del 22 de febrero de 1999 se estableció una tarifa por cláusula de salvaguardia, a ser aplicada a las importaciones originarias de cualquier país, con excepción de las importaciones realizadas por Misiones Diplomáticas y Consulares, Organismos Internacionales y sus Miembros Extranjeros amparados en la Ley de Inmidades, Privilegios y Franquicias Diplomáticas.

Asimismo, previo dictamen favorable del Consejo de Comercio Exterior e Inversiones (COMEXI), el Presidente de la República expide Decretos exonerando de dicha tarifa a las importaciones realizadas por órganos del Gobierno Nacional y organismos seccionales.

La tarifa por cláusula de salvaguardia más el arancel nacional de importaciones, no podrán superar los techos consolidados por el Ecuador en la Organización Mundial de Comercio.

Los niveles de la tarifa de salvaguardia se aplican en función de los niveles de derechos arancelarios ad-valorem como se indica seguidamente:

% derechos ad-valorem	% tarifa de salvaguarda
0	2
3	3
5	5
10	5
15	8
20	10
35	5

Normas legales: Decreto N° 609 de 19 de febrero de 1999.

Otros Derechos y Cargas Distintos de los Derechos Arancelarios y los Impuestos Internos

Fondo de Desarrollo para la Infancia (FODINFA)

Por Ley N° 4-A de 1997 se asignaron recursos adicionales al Fondo de Desarrollo para la Infancia estableciéndose una alícuota del 0,5% (medio por ciento) sobre el valor CIF de las mercaderías de importación.

Excenciones: no estarán sujetos al pago de este impuesto los ítem del arancel de importaciones referentes a productos que se utilizan en la elaboración de fármacos de consumo humano y veterinario, los que serían especificados en el reglamento de la Ley N° 4-A de 25/11/96. El referido reglamento, Decreto N° 76/97, no especificó los ítem que deberán ser exceptuados de este impuesto.

Normas legales: Ley N° 92 de 12/5/88; Ley N° 4-A de 25/11/96; Decreto N° 76 de 25/02/97.

Impuestos Internos Aplicados en Ocasión de las Importaciones

Impuesto a los Consumos Especiales (ICE)

Este impuesto grava el consumo de ciertos productos, los que se hallan agrupados a los efectos tributarios, en dos grupos:

Grupo I: cigarrillos, cervezas, bebidas gaseosas, alcohol y productos alcohólicos distintos a la cerveza; y

Grupo II: vehículos motorizados de transporte terrestre de hasta 3.5 toneladas de carga; aviones, avionetas y helicópteros, motos acuáticas, tricares, cuadrones, yates y barcos de recreo.

Tasas por producto: cigarrillos rubios 75% - negros 18% - cervezas 30% bebidas gaseosas 10% - alcohol y productos alcohólicos distintos de la cerveza 26% - vehículos motorizados de transporte terrestre de hasta 3.5 toneladas de carga 5% - aviones, avionetas y helicópteros, motos acuáticas, tricares, cuadrones, yates y barcos de recreo 10%.

Las tasas señaladas precedentemente deberán ser aplicadas con un incremento de 3% sobre sus respectivos valores de acuerdo con la Ley Reformatoria de Maternidad Gratuita N° 129 de 7 de agosto de 1998.

La base imponible de los productos importados sujetos al Impuesto a los Consumos Especiales se determinará sumando al valor ex aduana, los costos y márgenes de comercialización reales y efectivos con que se comercializan los productos en todas sus etapas de comercialización, que no podrán ser menores del 25%. La suma del valor ex aduana más los costos y márgenes de comercialización en ningún caso podrá ser inferior al precio de venta al público fijado por el importador o por las autoridades competentes si fuese el caso, menos el IVA y el ICE. A esta base imponible se aplicarán las tarifas ad valorem que se establecen en el art. 78 de la Ley de Régimen Tributario Interno.

Normas legales: Ley de Régimen Tributario Interno de 1989, Título Tercero, con sus modificaciones posteriores hasta la Ley de Racionalización Tributaria N° 99-41 de 05/11/99 inclusive; Resolución N° 108 del Servicio de Rentas Internas publicada en el Registro Oficial N° 250 de 09/08/99.

Impuestos Internos Aplicados en Ocasión de las Importaciones

Impuesto al valor agregado (IVA)

El IVA grava el valor de la transferencia de dominio o la importación de bienes muebles de naturaleza corporal, en todas sus etapas de comercialización, así como el valor de los servicios prestados o utilizados en el territorio nacional.

A partir del 1 de enero de 2000 se aplica una tarifa del 12% (doce por ciento). La base imponible en caso de importaciones es el valor CIF adicionado de los impuestos, aranceles, tasas, derechos, recargos y otros gastos que figuren en la declaración de importación y en los demás documentos pertinentes.

La Ley de Régimen Tributario Interno, en su art. 54, establece la tarifa cero del IVA a las transferencia e importaciones de los siguientes bienes:

- Productos alimenticios de origen agrícola, avícola, pecuario, apícola, cunícola, bioacuáticos, forestales, carnes en estado natural; y de la pesca que se mantengan en estado natural, es decir aquéllos que no hayan sido objeto de elaboración, proceso o tratamiento que implique modificación de su naturaleza. La sola refrigeración, enfriamiento o congelamiento para conservarlos, el pilado, el desmote, la trituración, la extracción por medios mecánicos o químicos para la elaboración del aceite comestible, el faenamamiento, el cortado y el empaque no se considerarán procesamiento;
- Leches en estado natural, pasteurizada, homogeneizada o en polvo de producción nacional. Leches maternizadas, proteicos infantiles;
- Pan, azúcar, panela, sal, manteca, margarina, avena, maicena, fideos, harinas de consumo humano, enlatados nacionales de atún, macarela, sardina y trucha, aceites comestibles, excepto el de oliva;
- Semillas certificadas, bulbos, plantas, esquejes y raíces vivas. Harina de pescado y los alimentos balanceados, preparados forrajeros con adición de

melaza o azúcar, y otros preparados que se utilizan para la alimentación de animales. Fertilizantes, insecticidas, pesticidas, fungicidas, herbicidas, aceite agrícola utilizado contra la sigatoka negra, antiparasitarios y productos veterinarios así como la materia prima e insumos, importados o adquiridos en el mercado interno, para producirlas;

- Tractores de llantas de hasta 200 hp incluyendo los tipo canguro y los que se utilizan en el cultivo del arroz; arados, rastras, surcadores y vertedores; cosechadoras, sembradoras, cortadoras de pasto, bombas de fumigación portables, aspersores y rociadores para equipos de riego;

- Medicamentos y drogas de uso humano, de acuerdo con las listas que publicará anualmente el Ministerio de

Salud Pública, así como la materia prima e insumos importados o adquiridos en el mercado interno para producirlas (en el caso de que por cualquier motivo no se realicen las publicaciones antes establecidas, regirán las listas anteriores); los envases y etiquetas importados o adquiridos en el mercado local que son utilizados exclusivamente en la fabricación de medicamentos de uso humano o veterinario;

Mediante Acuerdo N° 471 de 10/07/2000, del Servicio de Rentas Internas, se detallan ciertos productos farmacéuticos cuya desaduanización no requiere certificación de dicho Servicio por hallarse sujetos a tarifa cero (0%) del IVA.

- Papel bond, papel periódico, periódicos, revistas, libros y material complementario que se comercializa conjuntamente con los libros;

El Servicio de Rentas Internas posee una página electrónica en la Internet, cuya dirección es sri1@sri.gov.ec en la cual se puede encontrar el listado de productos cuya desaduanización no requiere de certificación previa por hallarse gravados con tarifa cero (0%) del IVA.

Por otra parte, también están gravados con tarifa cero del IVA los bienes que se exporten, los introducidos al país en régimen de admisión temporal y el equipaje

de los viajeros de conformidad con la Ley de Aduanas, así como aquellos bienes que, por el carácter del importador, sean objeto de franquicias tributarias parciales o totales como por ejemplo las donaciones a favor del Estado, los bienes importados por diplomáticos extranjeros y funcionarios de organismos internacionales y las compras estatales de bienes de capital o de materiales.

Con relación a las importaciones de bienes que realicen las entidades y organismos del sector público o, para ellos alguna agencia especializada internacional, siempre que estén financiadas con recursos obtenidos al amparo de convenios internacionales, créditos de gobierno a gobierno o de organismos internacionales, están gravadas con tarifa cero (0%) del IVA (Acuerdo N° 0681 de 23/08/00, del Servicio de Rentas Internas).

Normas legales: Ley de Régimen Tributario Interno de 1989, Título Segundo, con sus modificaciones posteriores hasta la Ley de Racionalización Tributaria N° 99-41 de 05/11/99 inclusive.

Otros Derechos y Cargas Distintos de los Derechos Arancelarios y los Impuestos Internos

Tasa de Modernización de las Aduanas

Mediante Acuerdo Ministerial N° 649 de 1994 se creó la Tasa de Modernización de las Aduanas y de mejoramiento de su administración, que servirá especialmente para cubrir los gastos que demande el equipamiento, adecuaciones físicas, capacitación y automatización de la Aduana ecuatoriana. Alícuota: 0,10% (cero, coma diez por ciento). Esta alícuota fue prorrogada por tres años a partir de setiembre de 1997 habiéndose previsto su rebaja a la mitad (0,05%) una vez finalizado dicho plazo.

Base imponible: valor CIF de las mercancías que se importen para consumo.

Exenciones: no está sujeta al pago de esta tasa la importación de las mercancías referidas en las letras a), c), ch), d) y e) del artículo 23 de la Ley Orgánica de

Aduanas y las que ingresen en sustitución de otras bajo el procedimiento de devolución de mercancías nacionalizadas.

Normas legales: Ley Orgánica de Aduanas, Disposición Transitoria Séptima;

Acuerdo MFCP N° 649/94, art. 2;

Acuerdo MFCP N° 425 de 03/09/97.