

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA

Tesis previo a la obtención del

Título de Ingeniero Electrónico

TEMA:

“ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED PARA BRINDAR TV E INTERNET INALÁMBRICA POR SUSCRIPCIÓN UTILIZANDO SISTEMAS MULTICANALES DE DISTRIBUCIÓN POR MICROONDAS DIGITAL (MMDS) CON CANAL DE RETORNO DE BANDA ANCHA PARA LA EMPRESA CABLETEL-SEPORMUL DE LA CIUDAD DE AZOGUES”

AUTORES:

CRISTIAN GEOVANY CORONEL NARANJO

BAYRON FABIAN MORA VERDUGO

DIRECTOR:

Ing. Jonathan Coronel

2013

CUENCA – ECUADOR

CERTIFICACIÓN

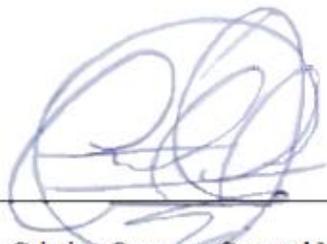
Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los estudiantes Cristian Geovany Coronel Naranjo y Bayron Fabián Mora Verdugo, bajo mi supervisión.



Ing. Jonathan Coronel
DIRECTOR

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores y autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana el uso de la misma con fines académicos.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and curves, positioned above a horizontal line.

Cristian Geovany Coronel Naranjo

A handwritten signature in blue ink, featuring a stylized 'B' and 'M' followed by 'V', positioned above a horizontal line.

Bayron Fabián Mora Verdugo

Agradecimiento:

A Dios todopoderoso por ser mi guía espiritual durante toda mi carrera académica

A la honorable UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA por permitirme crecer como profesional y como persona, para lograr esta meta.

A todos los profesores que durante mi carrera me dieron su formación para llegar a ser un buen profesional

Al Lcdo. Cornelio Prieto, propietario de tan prestigiosa compañía Cabletel-Sepormul que brindo su colaboración y facilidades para poder culminar con este trabajo final

Cristian Geovany Coronel Naranjo

Dedicatoria

Después de un largo y arduo camino de vivencias, experiencias y aprendizajes dedico este trabajo final a:

A mi señor todo poderoso, por darme salud para estar luchando en mi carrera, para lograr ser un futuro Ingeniero y darme enseñanzas en la vida como persona.

A mis abuelitos que me han dado fuerza para continuar en esta vida y lograr trazar mis metas. Los quiero. Bendiciones.

A mis Padres Wilson y Graciela, por el apoyo que me han dado siempre, en las buenas y las malas he contado con ustedes. Que Dios los bendiga por siempre, son todo en mi Vida.

A mis hermanas Verónica y Jessica por estar siempre presentes en mi vida y confiar en mí en todo momento.

A mis tíos que a pesar de la distancia, confiaron en mí y me han brindado su apoyo incondicional en todo, Dios los bendiga.

Cristian Geovany Coronel Naranjo

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a Dios por darme la salud, fuerza y sabiduría suficiente para poder seguir adelante logrando superar cualquier obstáculo y así alcanzar todas las metas.

De igual manera, el más sinceros agradecimientos al Ing. Jonathan Coronel Director de la tesis, quien desde el inicio hasta el final de este proyecto me supieron colaborar, apoyar, y guiar de acuerdo a sus conocimientos y más acertadas sugerencias que hicieron posible el desarrollo efectivo del mismo.

Un agradecimiento especial a la empresa Cabletel-Sepormul, por permitir realizar el proyecto y brindar las facilidades requeridas para la realización del mismo.

A ellos mis insondable reconocimiento, y el más alto sentimiento de gratitud y estima.

Bayron Fabián Mora Verdugo

Dedicatoria

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre María.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Fausto.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis familiares.

A mis hermanos, Johana, Tato y Andrés y demás familiares que siempre me apoyaron y participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

¡Gracias a ustedes!

Bayron Fabián Mora Verdugo

Índice de Contenido

1.	CAPÍTULO: INTRODUCCION	1
1.1.	Situación actual de la red	1
1.2.	Tamaño de la muestra	2
1.3.	Estudio de factibilidad y de mercado usando la tecnología MMDS con los usuarios existentes y nuevos usuarios	4
1.4.	Tecnología MMDS	5
1.4.1.	Introducción a la tecnología MMDS	5
1.4.2.	Sistemas MMDS	6
1.4.3.	Compresión Digital y Datos Bi-direccionales en sistemas MMDS	6
1.5.	Banda de Frecuencias	7
1.6.	Funcionamiento sistemas MMDS	8
1.7.	Características del sistema MMDS	9
1.7.1.	Asignación de Frecuencias	9
1.7.2.	Canalización de las bandas	10
1.8.	Acceso a internet con la tecnología MMDS	11
1.9.	Arquitectura de los sistemas MMDS	12
1.9.1.	Centro de Control de la Red (CCR)	12
1.9.2.	Estación Base	12
1.9.3.	El equipo del abonado	13
1.9.4.	Sistema de Codificación (CAS) y gerencia	14
1.10.	Ventajas y Desventajas	15
1.10.1.	Ventajas	15
1.10.2.	Desventajas	15
2.	CAPÍTULO: ANALISIS DE LA INFRAESTRUCTURA	17
2.1.	Headend	17
2.1.1.	Headend Analógico	18
2.1.2.	Headend Digital	18
2.2.	Receptores	19
2.2.1.	Receptores Satelitales	19
2.2.2.	Receptor Satelital modo SCPC, PowerVu Modelo D9850	20
2.2.3.	Receptor Satelital modo MCPC, Cisco D9828	21
2.2.4.	Receptores para contenido de Televisión Nacional	22
2.3.	Codificadores	23

2.3.1.	Codificador modelo D9022	25
2.4.	Multiplexores	26
2.4.1.	Paquetes PES (Packetized Elementary Stream)	26
2.4.2.	Flujo de Programas PS	27
2.4.3.	Flujo de Transporte TS	27
2.4.4.	Tipos de Multiplexadores	27
2.5.	Moduladores	28
2.5.1.	Modulación QAM	28
2.5.2.	Tipos de modulación QAM	29
2.5.3.	Modulador QAM, CNA-DT-QM8100	29
2.6.	Distribución	30
2.6.1.	Topología de una red de Cable con conexión de fibra y cable coaxial ...	30
2.6.1.1.	Red Troncal Primaria	31
2.6.1.2.	Nodo óptico KTR3224 para la red troncal primaria	33
2.6.1.3.	Red secundaria	33
2.6.1.4.	Amplificador mini bridger TBA/CX-TA-K para red secundaria ..	34
2.6.1.5.	Red Terciaria	34
2.6.1.6.	Amplificador SA822 de la distribución, para le red terciaria	35
2.6.1.7.	Red de dispersión con cable coaxial	36
2.6.1.8.	TAP para la red de dispersión con cable coaxial	36
2.6.2.	Topología de una red de cable con tecnología MMDS	37
2.6.2.1.	Topología fibra-inalámbrico	37
2.6.2.2.	Topología de interconexión inalámbrica para sistemas MMDS	37
2.6.2.3.	Topología de un sistema MMDS expandido	38
3.	CAPITULO: ANÁLISIS TOPOGRÁFICO PARA LA RED MMDS PARA CABLETEL-SEPORMUL EN LA CIUDAD DE AZOGUES	39
3.1.	Análisis Topográfico de la ciudad de Azogues	39
3.1.1.	Mapa de la ciudad de Azogues y el área de estudio de la red MMDS	40
3.2.	Estudio de la demanda	42
3.2.1.	Taza de crecimiento de televisión por suscripción en el Ecuador	42
3.2.2.	Taza de crecimiento de internet en el Ecuador	43
3.3.	Resultados de las encuestas realizadas en el sector de estudio	44
3.3.1.	Acceso de la población a televisión por cable	44

3.3.2.	Proveedores principales de televisión por cable en la ciudad de Azogues	45
3.3.3.	Acceso a internet de la población en sus hogares	46
3.3.4.	Proveedores de internet en el sector de estudio	46
3.3.5.	Anchos de banda ofertados a los usuarios	47
3.3.6.	Aceptación y disposición de pago del servicio MMDS.....	47
4.	CAPITULO: DISEÑO DE LA RED MMDS PARA LA EMPRESA	
	CABLETEL-SEPORMUL DE LA CIUDAD DE AZOGUES	49
4.1.	Proveedores de servicio de internet	49
4.2.	Proveedores de señales de televisión.....	49
4.3.	Estructura del Headend.....	51
4.3.1.	Ubicación del Headend	51
4.3.2.	Procesamiento de las señales de televisión	52
4.3.2.1.	Antenas Satelitales de Recepción.....	52
4.3.2.1.1.	Detector, alimentador o iluminador.	53
4.3.2.1.2.	Convertor LNB	53
4.3.2.1.3.	Divisor de señal de satélite.....	54
4.3.2.2.	Receptor Satelital	56
4.3.2.3.	Antenas para recepción de Televisión Nacional	57
4.3.2.3.1.	Preamplificadores VHF-UHF	58
4.3.2.3.2.	Convertor de UHF a VHF	60
4.3.2.3.3.	Sintonizador VHF	60
4.3.2.4.	Codificación de señales analógicas	61
4.3.2.5.	Multiplexación de las señales de Televisión	63
4.3.2.6.	Modulación de la señal de Televisión	64
4.4.	Acceso a internet con la tecnología MMDS	65
4.4.1.	Estándar DOCSIS	65
4.4.2.	Cable modem Terminal System (CMTS).....	66
4.4.3.	Convertor Upstream.....	68
4.5.	Combinación del contenido de cable para TV e internet	69
4.6.	Equipos de Transmisión	70
4.6.1.	Transceptor para la estación base	70
4.6.1.1.	Transceptor TRx02-250C.....	70
4.6.2.	Antena para la Transmisión.....	71

4.7.	Equipos de Recepción	72
4.7.1.	Transceptor MMDS de usuario y antena	73
4.7.2.	Cable modem para acceso a internet	74
4.8.	Diseño de la red MMDS	75
4.8.1.	Cálculo de canales MMDS para ofertar en televisión por cable	75
4.8.2.	Cálculos de Ancho de Banda para internet	75
4.8.3.	Enlaces para la red de distribución MMDS	77
4.8.4.	Área de cobertura del sistema MMDS	92
4.8.5.	Esquema Final del sistema MMDS para Cabletel-Sepormul	93
4.9.	Requisitos y permisos para operar con el sistema MMDS	94
4.9.1.	Requisitos de autorización y concesión de la banda de 2500 a 2686 MHz en Ecuador	94
4.9.2.	Requisitos para la obtención del permiso para la explotación de Servicio de valor agregado	95
4.9.3.	Requisitos para obtener la concesión para servicios portadores	96
5.	CAPITULO: ANÁLISIS ECONÓMICO	98
5.1.1.	Costos de Equipos	98
5.1.2.	Costos de proveedores de Internet y Televisión	101
5.1.3.	Costos por Licencias	102
5.1.4.	Costos por Infraestructura	102
5.1.5.	Costos por Permisos y Concesiones de Frecuencias	102
5.1.6.	Costos de Permisos de Funcionamiento de Audio y Video por suscripción	106
5.1.7.	Costos por permiso para la Explotación de Servicios de Valor Agregado (SVA)	109
5.1.8.	Costos por concesión de Servicios Portadores	109
5.1.9.	Costos de Operación	110
5.1.10.	Inversión inicial	110
5.2.	Análisis Económico	111
5.2.1.	Egresos por año	111
5.2.2.	Ingresos por Año	112
5.2.3.	Flujo de Caja	112
5.2.4.	Depreciación de los Equipos	113
5.2.5.	Valor Actual Neto (VAN)	113
5.2.5.1.	Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)	114

5.2.5.2.	Criterios de Decisión.....	114
5.2.6.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	114
5.2.7.	Calculo de VAN y TIR.....	115
6.	CAPITULO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
6.1.	Conclusiones	117
6.1.	Recomendaciones	118

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Crecimiento estimado de usuarios potenciales	5
Figura 2 Espectro de microondas.....	7
Figura 3 Estructura en bloques de equipos para sistemas MMDS	8
Figura 4 Plan Nacional de Frecuencias y de uso del Espectro Radioeléctrico	9
Figura 5 Estructura en Bloques de la Estación Base.....	13
Figura 6 Estructura en bloques del equipo del abonado	14
Figura 7 Cabecera de una red de CATV.....	17
Figura 8 Receptor satelital, PowerVu Modelo D9850 4RF.....	20
Figura 9 Receptor satelital, Cisco D9828 Multiple Dcryption Receiver.....	21
Figura 10 Antena UHB	22
Figura 11 Antena VHF.....	22
Figura 12 Esquema en bloques de un codificador de una señal de video	23
Figura 13 Codificador D9022.....	25
Figura 14 Diagrama en bloques del Flujo de Transporte	26
Figura 15 Modulador QAM, modelo CNA-DT-QM8100	29
Figura 16 Topología de una red de cable	31
Figura 17 Distribución física en anillo.....	32
Figura 18 Arquitectura lógica en estrella.....	32
Figura 19 Nodo óptico KTR3224 para red troncal primaria	33
Figura 20 Amplificador mini bridger TBA/CX-TA-K	34
Figura 21 Amplificador SA822, utilizado en la red terciaria.....	35
Figura 22 TAP de 4 y 8 salidas, para la rede de dispersión con cable coaxial.....	36
Figura 23 Topología MMDS fibra-inalámbrico	37
Figura 24 Topología de interconexión inalámbrica para sistema MMDS	38
Figura 25 Topología de un sistema MMDS expandido	38
Figura 26 Mapa del cantón Azogues.....	40
Figura 27 Área de estudio para el diseño de la red MMDS	41
Figura 28 Estadísticas de radiodifusión, televisión y audio y video por suscripción hasta junio de 2012	42
Figura 29 Crecimiento de TV por suscripción en el Ecuador, hasta junio del 2012.....	43
Figura 30 Crecimiento de usuarios de Internet en el Ecuador	44
Figura 31 Resultados de la encuesta si tiene el servicio de televisión por suscripción	45
Figura. 32 Principales proveedores de televisión por suscripción.....	45
Figura 33 Acceso al servicio de internet en la zona de estudio	46
Figura 34 Principales proveedores de servicio de internet en la zona de estudio	47
Figura 35 Ancho de Banda que dispone el abonado	47
Figura 36 Aceptación de la tecnología MMDS en la zona de estudio.....	48
Figura 37 Edificio en donde está ubicado Headend de la empresa Sepormul-Cabletel...	51
Figura 38 Antena Satelital Banda C.....	52
Figura 39 Iluminador PASI-44 C	53
Figura 40 Conversor LNB para banda C.....	54
Figura 41 Divisor 2 vías DX SED-772.....	54
Figura 42 Divisor 4 vías DX SED-774.....	55

Figura 43 Divisor 8 vías DX SED-778.....	56
Figura 44 Receptor Satelital de programas múltiples Cisco PowerVu D9850	56
Figura 45 Antenas para recepción de canales nacionales	57
Figura 46 Preamplificadores CMA-b y SMCA Ub-single.....	59
Figura 47 PICO MACOM XUV single Channel UHF to VHF converter.....	60
Figura 48 Sintonizador VHF modelo 6109 6MHz Off-Air Reference.....	61
Figura 49 Codificador CNA-DT-Em8100	62
Figura 50 Multiplexor CNA-DT-MX8100	63
Figura 51 Modulador CNA-DT-QM8100.....	64
Figura 52 CMTS Motorola BSR-2000.....	67
Figura 53 Conversor Upstream USC-1 EMCEE	68
Figura 54 Combinador Pasivo PHC-24G PICO MACOM.....	69
Figura 55 TRX 02-250 C Transceiver.....	70
Figura 56 Antena Omnidireccional Stella Doradus Ireland Ltd.....	72
Figura 57 Transceptor MMDS del abonado “Planar Array Integrated Antenna Downconverter”.....	73
Figura 58 Cable Modem SB5101NJ SURFboard	74
Figura 59 Aplicación GPS MAP para obtener coordenadas UTM y la altura sobre el nivel del mar.....	78
Figura 60 Ubicación de los puntos estratégicos para los enlaces.....	79
Figura 61 Configuración del punto “Cabletel-Sepormul” en Radio Mobile.....	79
Figura 62 Configuración del punto “Terminal Terrestre” en Radio Mobile.....	80
Figura 63 Configuración del punto “Calle Juan Bautista” en Radio Mobile.....	80
Figura 64 Configuración del punto “5 esquinas” en Radio Mobile.....	81
Figura 65 Configuración del punto “24 mayo y G Enríquez” en Radio Mobile.....	81
Figura 66 Configuración del punto “Bolívar y G Enríquez” en Radio Mobile.....	82
Figura 67 Configuración de parámetros para el enlace hacia el punto terminal terrestre	82
Figura 68 Estableciendo Membership Master al punto Cabletel-Sepormul.....	83
Figura 69 Estableciendo Membership Slave al punto Terminal Terrestre.....	83
Figura 70 Configuración de la antena omnidireccional Stella Doradus.....	84
Figura 71 Configuración de la antena receptora para cada abonado	84
Figura 72 Enlace estación base y terminal terrestre.....	85
Figura 73 Enlace estación base y Calle Juan Bautista	85
Figura 74 Enlace estación base y 5 esquinas	86
Figura 75 Enlace estación base y 24 de mayo y G Enríquez	86
Figura 76 Enlace estación base y Bolívar y G Enríquez	87
Figura 77 Enlace terminal terrestre y estación base.....	87
Figura 78 Enlace Calle Juan Bautista y estación base	88
Figura 79 Enlace 5 esquinas y estación base	88
Figura 80 Enlace 24 de mayo y G Enríquez y estación base.....	89
Figura 81 Enlace Bolívar y G Enríquez y estación base	89
Figura 82 Enlaces Satisfactorios en puntos clave de la zona de estudio	90
Figura 83 Área de cobertura del sistema MMDS de un 1km de radio.....	92
Figura 84 Esquema Final del sistema MMDS para Sepormul-Cabletel.....	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Grilla de canales que óbrese la empresa Cabletel-Sepormul	1
Tabla 1.2.1 Calculadora para el tamaño de la muestra	3
Tabla 1.6.2.1 Distribución de los canales MMDS	10
Tabla 2.2.1 Características del receptor satelital, PowerVu Modelo D9850 4RF	20
Tabla 2.2.2 Características del receptor satelital, PowerVu Modelo D9828	21
Tabla 2.3.1 Estructuras de Muestreo con sus frecuencias	24
Tabla 2.3.1.1 Características del codificador modelo D9022	25
Tabla 2.3.2 Número de Bits para los niveles de cuantización de las estructuras de muestreo más comunes ...	24
Tabla 2.5.3.1 Características del modulador QAM, modelo CNA-DT-QM8100.	30
Tabla 2.6.1.6.1 Especificaciones técnicas del amplificador SA822.....	35
Tabla 3.2.1.1 Porcentaje y número de Estaciones de Audio y Video por suscripción	43
Tabla 4.2.1 Contenido de Canales que ofrece Cabletel-Sepormul.....	49
Tabla 4.3.2.1.1 Especificaciones Técnicas de la Antena Satelital empresa Sepormul-Cabletel	52
Tabla 4.3.2.1.1.1 Características Técnicas del iluminador PASI-44 C	53
Tabla 4.3.2.1.2.1 Especificaciones Técnicas del conversor LNB PLL.....	54
Tabla 4.3.2.1.3.1 Especificaciones Técnicas Divisor 2 vías DX SED-772	55
Tabla 4.3.2.1.3.2 Especificaciones Técnicas Divisor 4 vías DX SED-774	55
Tabla 4.3.2.1.3.3 Especificaciones Técnicas Divisor 8 vías DX SED-778	56
Tabla 4.3.2.2.1 Canales Nacionales recepción VHF y UHF	58
Tabla 4.3.2.2.1 Especificaciones Técnicas del receptor satelital Cisco PowerVu D9850.....	57
Tabla 4.3.2.2.2 Características Técnicas de Antenas UHF y VHF.....	58
Tabla 4.3.2.3.1.1 Especificaciones Técnicas de los Preamplificadores CMA-b (VHF) y SMCA Ub-single(UHF)	59
Tabla 4.3.2.3.2.1 Especificaciones Técnicas del conversor PICO MACOM XUV	60
Tabla 4.3.2.3.3.1 Especificaciones Técnicas del sintonizador VHF 6109 6MHz Off-Air Reference.....	61
Tabla 4.3.2.4.1 Especificaciones técnicas del codificador CNA-DT-Em8100	62
Tabla 4.3.2.5.1 Especificaciones técnicas del Multiplexor CNA-DT-MX8100	63
Tabla 4.3.2.6.1 Especificaciones Técnicas del Modulador CNA-DT-QM8100.....	64
Tabla 4.4.2.1 Especificaciones Tecnicas del CMTS Motorola BSR-2000.....	67
Tabla 4.4.3.1 Especificaciones Técnicas del conversor Upstream USC-1 EMCEE.....	68
Tabla 4.5.1 Especificaciones Técnicas del PHC-24G PICO MACOM.....	69
Tabla 4.6.1.1.1 Características técnicas del transceptor TRX02-250C	71
Tabla 4.6.2.1 Especificaciones Técnicas Antena Omnidireccional Stella Doradus	72
Tabla 4.7.1.1 Especificaciones Técnicas del Transceptor MMDS del abonado	73
Tabla 4.7.2.1 Especificaciones Técnicas de Cable Modem SB5101NJ.....	75
Tabla 4.8.3.1 Disposición de pago y anchos de banda que se oferta	76
Tabla 4.8.3.2 Datos de la Red de los 5 puntos de análisis.....	91
Tabla 5.1.10.1 Inversión Inicial	110
Tabla 5.1.2 Costo del Proveedor de Internet	101
Tabla 5.1.2 Valor del CIF	99
Tabla 5.1.2.2 Costo Anual del Proveedor de Internet.....	101
Tabla 5.1.2.3 Costo Anual del proveedor de Televisión.....	101
Tabla 5.1.3 Calculo de los Impuestos de Importación	100
Tabla 5.1.4 Calculo de Equipos que necesitan ser importados.....	100
Tabla 5.1.5 Cálculo de Equipos que no necesitan importación	100
Tabla 5.1.5.2 Coeficiente de valoración del espectro $\alpha 5$ por Estaciones de Abonado	103
Tabla 5.1.5.3 Factor de Concesión de Frecuencias para los diferentes servicios y bandas	104
Tabla 5.1.6 Valor de Equipos Necesarios	101
Tabla 5.1.6.1 Coeficiente base por tipo de servicio "X"	107
Tabla 5.1.6.2 Factor de Potencia Efectiva Radiada "p"	108
Tabla 5.1.6.3 Coeficiente de Población "q"	108
Tabla 5.1.9.1 Costos de Operación	110

Tabla 5.2.1.1 Egresos Anuales	111
Tabla 5.2.2.1 Valores de Ingresos por años	112
Tabla 5.2.3.1 Flujo de Caja	112
Tabla 5.2.7.1 Calculo de VAN y TIR	115

RESUMEN

La empresa Cabletel-Serpormul es encargada de brindar un servicio de CATV a sus clientes, con una topología HFC (Fibra-Coaxial) hacia el abonado en diferentes sectores de la ciudad de Azogues, cuenta con más de 50 canales siendo estos nacionales e internacionales, la empresa se encuentra ubicada en la ciudad de AZOGUES en las calles Emilio Abad 2-31 y Sucre.

Azogues al ser una ciudad en vías de crecimiento donde lo que buscan es prestar un servicio de entretenimiento, distracción, e informativo a través de televisión por cable, es por este motivo que las personas están dispuestas a contratar el servicio de CATV, conforme al crecimiento se va teniendo se abarca más sectores tales como GUAPAN, ZHULLIN, CHUQUIPATA, QUIMANDEL, y otros sectores ya que se presta un servicio de buena calidad, y rápido servicio en la instalación.

La situación actual en la que se encuentra la empresa Cabletel-Serpormul, no puede brindar servicios de CATV e internet, en el centro histórico de la ciudad de Azogues, ya que en dicho sector se está realizando el montaje de las redes eléctricas subterráneas, esto implica que toda la postería va hacer removida del lugar del centro histórico que está delimitada por las calles: Juan Bautista, General Enríquez, Simón Bolívar y 24 de Mayo, en esta zona es en la se va realizar el estudio para brindar el servicio de cable vía aérea, el sector de estudio representa una área de más o menos 370 km².

Para ofrecer este servicio, tomando en cuenta que no existe postería para que se coloque los equipos correspondientes, se realiza el estudio de un diseño de una red inalámbrica, con la tecnología **MMDS** (SISTEMAS MULTICANALES DE DISTRIBUCIÓN POR MICROONDAS) para brindar servicio CATV e internet

inalámbrico, el cual permita llegar a los usuarios que se encuentran en el centro histórico de la ciudad de Azogues.

En el capítulo 1 se realiza un estudio de la situación actual de la red así como la factibilidad de mercado usando la tecnología MMDS para los usuarios existentes y los posibles usuarios.

Se desarrolla una introducción teórica de la tecnología **MMDS** (Sistemas Multicanales De Distribución Por Microondas), para de este modo se entienda su funcionamiento y despliegue, además se realiza una descripción del sistema con sus características técnicas más relevantes.

Así como a sus rangos de frecuencias para la transmisión de los canales de tv e igual forma para el retorno DOCSI para lo que es internet, con estos datos se puede empezar con el diseño de la red **MMDS**, además considerar el alcance de los equipos para que se cubra la zona de estudio, y brindar el servicio de CATV e Internet.

En el capítulo 2 se analiza la infraestructura y sus diferentes elementos por los cuales atraviesa las señales de audio y video para posteriormente ser transmitida hacia los diferentes abonados, también los tipos de topologías convencionales como es Fibra-Coaxial y con el sistema MMDS.

En el capítulo 3 se enfoca en la zona de la ciudad en la que se brindará el servicio de CATV e Internet inalámbrico, se analiza la forma de la superficie, las pendientes y las elevaciones más relativas para el posterior diseño de este proyecto, también se realiza unas encuestas para la obtención de datos representativos para el proyecto, y de esta manera se obtenga porcentajes en cuanto al número de clientes existentes y posibles clientes, el tipo de servicio que tiene en la actualidad, y la aceptación del sistema MMDS en el área de estudio.

En el capítulo 4 se realiza el diseño del sistema MMDS, los equipos requeridos para la transmisión y recepción de la señal de televisión, los respectivos permisos para utilizar las frecuencias de transmisión, de igual forma con lo que se refiere a internet, además se realiza el diseño de la red como tal, la colocación estratégica de la antena de transmisión y los receptores para cada abonado, los diferentes enlaces que se realiza mediante el software Radio Mobile, para acoplar todo el sistema y su correcto funcionamiento.

En el capítulo 5 se desarrolla un análisis de viabilidad económica del proyecto que se basa en los valores de VAN y TIR para cada uno de los años de duración del mismo, así como los costos de los equipos que se utiliza para el diseño, permisos y concesiones de frecuencias.

1. CAPÍTULO: INTRODUCCION

1.1. Situación actual de la red

La red actual de la empresa Cabletel-Sepormul, utiliza la topología **HFC** Fibra-Coaxial con una arquitectura en árbol, y brinda a sus clientes 51 canales entre nacionales e internacionales, y uno para adultos (Venus) con un costo adicional, en la siguiente tabla se muestra la grilla de canales:

Tabla 1.1 Grilla de canales que óbrese la empresa Cabletel-Sepormul

CANAL (DE RECEPCIÓN DEL SUSCRIPTOR)		NOMBRE
1	2	Canela Tv
2	3	CNN
3	4	Tele Amazonas
4	5	Ecuavisa
5	6	Telerama
6	7	CANAL LOCAL: CTV
7	8	Gama Tv
8	9	Austral Tv
9	10	Red Tele Sistema. RTS
10	11	Canal 1
11	12	TC Televisión
12	13	Golden
13	14	TNT
14	15	Universal Channel
15	16	De película
16	17	Venevision
17	18	Discovery Kids
18	19	Disney XD
19	20	National Geographic
20	21	Space
21	22	Discovery Health
22	23	Cartoon Network
23	24	Discovery Channel
24	25	Disney Channel
25	26	MGM
26	27	Ritmoson Latino
27	28	HTV
28	29	Boomerang
29	30	ESPN 1
30	31	ESPN 2
31	32	Fox Sports
32	33	Movie Word
33	34	Canal de las estrellas
34	35	Casa Club
35	36	T.V.E

36	37	Animal Planet
37	38	Utilísima
38	39	Tv. Agro
39	40	Infinito
40	41	Panamericana
41	42	Fox Channel
42	43	TCM
43	44	ATV
44	45	Telemundo
45	46	EWTN
46	47	Tele Micro
47	48	Golden Edge
48	49	Telenovelas
49	50	Cañar Tv
50	51	RTU
51	52	Ecuador TV
52	98	Venus

Fuente: Cabletel-Sepormul, "Grilla de canales que óbrese la empresa Cabletel-Sepormul", Septiembre 2012.

1.2. Tamaño de la muestra¹

Todo estudio epidemiológico lleva implícito en la fase de diseño la determinación del tamaño muestral necesario para la ejecución del mismo. El no realizar dicho proceso, puede llevar a dos situaciones diferentes: primera que se realice el estudio sin el número adecuado de encuestados, con lo cual no se podrá ser preciso al estimar los parámetros y además no se encuentra diferencias significativas cuando en la realidad sí existen. La segunda situación es que se podría estudiar un número innecesario de encuestados, lo cual lleva implícito no solo la pérdida de tiempo e incremento de recursos innecesarios sino que además la calidad del estudio, dado dicho incremento, puede verse afectada en sentido negativo.

Para determinar el tamaño muestral de un estudio, se debe considerar diferentes situaciones.

Si la población es finita, es decir se conoce el total de la población y se desea saber cuántos del total se tiene que estudiar la respuesta sería:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 p * q * N}{d^2 * (N-1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (\text{Ec. 1.2.1})$$

Dónde:

¹ <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras2.asp>

- N = Total de la población
- $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (si la seguridad es del 95%)
- p = proporción esperada (en este caso $5\% = 0.05$)
- $q = 1 - p$ (en este caso $1 - 0.05 = 0.95$)
- d = precisión (en este caso deseamos un 3%).

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utiliza como herramienta una calculadora diseñada específicamente para este propósito, como a continuación se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1.2.1 Calculadora para el tamaño de la muestra²

Calculo del tamaño de la muestra		
<p>¿Qué porcentaje de error quiere aceptar? 5% es lo más común</p>	<input type="text" value="5"/> %	<p>Es el monto de error que usted puede tolerar. Una manera de verlo es pensar en las encuestas de opinión, este porcentaje se refiere al margen de error que el resultado que obtenga debería tener, mientras más bajo por cierto es mejor y más exacto.</p>
<p>¿Qué nivel de confianza desea? Las elecciones comunes son 90%, 95%, o 99%</p>	<input type="text" value="95"/> %	<p>El nivel de confianza es el monto de incertidumbre que usted está dispuesto a tolerar. Por lo tanto mientras mayor sea el nivel de certeza más alto deberá ser este número, por ejemplo 99%, y por tanto más alta será la muestra requerida</p>
<p>¿Cual es el tamaño de la población?</p>	<input type="text" value="27866"/>	<p>¿Cuál es la población a la que desea testear? El tamaño de la muestra no se altera significativamente para poblaciones mayores de 20,000.</p>
<p>¿Cual es la distribución de las respuestas? La elección más conservadora es 50%</p>	<input type="text" value="50"/> %	<p>Este es un término estadístico un poco más sofisticado, si no lo conoce use siempre 50% que es el que provee una muestra más exacta.</p>
<p>La muestra recomendada es de</p>	<p>379</p>	<p>Este es el monto mínimo de personas a testear para obtener una muestra con el nivel de confianza deseada y el nivel de error deseado.</p>

² <http://www.med.unne.edu.ar/biblioteca/calculos/calculadora.htm>

1.3. Estudio de factibilidad y de mercado usando la tecnología MMDS con los usuarios existentes y nuevos usuarios

Para estimar los posibles usuarios potenciales se basa en el modelo matemático de la tasa de crecimiento exponencial para sistemas de telecomunicaciones (ecuación 1.3.1) que es la siguiente:

$$Q_n = Q_0(1 + \zeta)^n \text{ (Ec. 1.3.1)}$$

Dónde:

- Q_0 =Cantidad inicial de usuarios potenciales
- Q_n =Cantidad de usuarios potenciales después de n años
- ζ =Tasa de crecimiento promedio acumulativa anual
- n =Numero de años

De acuerdo a la encuesta realizada el servicio a prestar tiene una aceptación del 92% de todos los encuestados 349 usuarios potenciales que desean nuestro servicio.

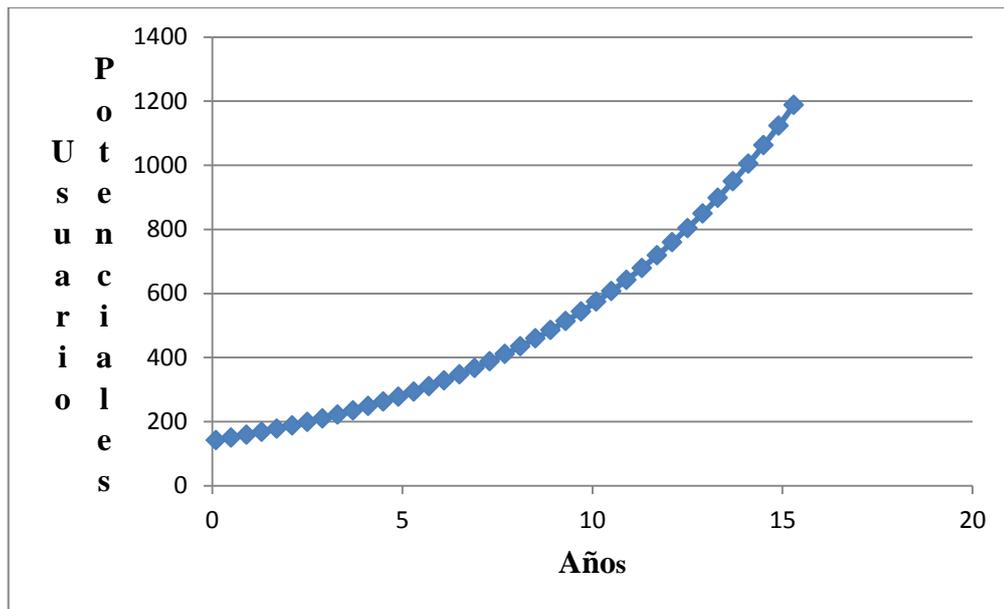
Del 92% de los usuarios potenciales el 40 % ya dispone de servicio de internet con lo que quedaría 140 usuarios potenciales.

Los plazos de acuerdo a las concesiones en el país están entre 5 a 15 años para proyectos de telecomunicaciones.

Entonces aplicando la fórmula de la ecuación 1.3.1 a los datos obtenidos se tiene los siguientes resultados:

$$\begin{array}{lll} Q_n = Q_0(1 + \zeta)^n & Q_n = Q_0(1 + \zeta)^n & Q_n = Q_0(1 + \zeta)^n \\ Q_5 = 140(1 + 0.15)^5 & Q_{10} = 140(1 + 0.15)^{10} & Q_{15} = 140(1 + 0.15)^{15} \\ Q_5 = 483 \text{ abonados} & Q_{10} = 971 \text{ abonados} & Q_{15} = 1952 \text{ abonados} \end{array}$$

Figura 1 Crecimiento estimado de usuarios potenciales



Fuente: Los Autores, "Crecimiento estimado de usuarios potenciales", Septiembre 2012.

1.4. Tecnología MMDS³

1.4.1. Introducción a la tecnología MMDS

Los sistemas MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Systems) en principio fueron utilizados exclusivamente para la distribución de canales múltiples de televisión, exclusivamente en los sistemas de televisión por cable. Este sistema sigue evolucionando desde que surgieron en los años 80.

Los sistemas MMDS son una evolución de los sistemas MDS (Microwave Distribution System), que fue el primer sistema en utilizar la banda de 2 GHz para la distribución directa al abonado de un canal de televisión por pago. Con la evolución de este sistema fueron concedidas licencias para servicio multicanal, ocupando las bandas de 2.150 – 2.162 MHz y 2,500 – 2,686 MHz (ciertas sub-bandas dentro de estas frecuencias son compartidas con instituciones educativas, dependiendo de factores tales como la zona y la demanda).

³ <http://217.116.8.23/publicac/publbit/bit115/ba2.html>

1.4.2. Sistemas MMDS⁴

En la actualidad las licencias para el uso de la banda MMDS están dedicadas a la transmisión de señales de televisión analógicas. Los sistemas MMDS son conocidos también como "cable inalámbrico" ("wireless cable").

Esto ha hecho que los sistemas MMDS hayan tenido más éxito comercial primariamente en zonas rurales o zonas de baja densidad de abonados, donde el costo de la distribución por cable no justifica la inversión requerida.

Sin embargo, dadas las ventajas económicas comunes a todos los sistemas inalámbricos (baja inversión inicial en equipo y costos de implantación proporcionales al número de abonados), existen un número no despreciable de abonados en zonas urbanas y semi-urbanas, allí donde las condiciones de mercado permiten una estructura de precios que permita que, con solamente 31 canales, el servicio resulte atractivo a un determinado sector del mercado MMDS Servicio de distribución multipunto multicanal por sus siglas en inglés, es una tecnología que opera un rango de frecuencia entre los 2,0 a 2,9 GHz. Está diseñado para ser un punto de servicio de difusión multipunto que es capaz de ofrecer múltiples canales de programación de televisión en el modo digital o analógico junto con el acceso a Internet, servicios de telefonía y datos de transferencia a recibir individuo sitios. Canales que contienen transmisor de vídeo, audio y datos desde un sitio central a las residencias individuales, unidades de múltiples viviendas y locales de negocio. Sistemas MMDS, que pueden ser configurados para ofrecer sólo la televisión se conoce comúnmente como "La televisión por cable Internet inalámbrico".

1.4.3. Compresión Digital y Datos Bi-direccionales en sistemas MMDS⁵

Con el avance tecnológico ha mejorado 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.

La compresión digital de canales de TV permite multiplicar la capacidad de los sistemas MMDS de 31 a 155 canales (compresión 5:1). Este sistema utiliza la

⁴ <http://217.116.8.23/publicac/publbit/bit115/ba2.html>

⁵ Sistemas de banda ancha MMDS. <http://217.116.8.23/publicac/publbit/bit115/ba2.html>

modulación 64-QAM que permite utilizar aproximadamente 30 Mbps por cada canal de 6 MHz previamente ocupado por un solo canal analógico.

Este sistema tuvo un gran éxito en zonas donde solo existía el servicio de televisión multicanal, y gran parte de su éxito se debe por dos motivos fundamentales su bajo costo de implantación y la gran demanda por acceso a internet.

Dada la popularidad y crecimiento tecnológico de este servicio, la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones) autorizó el uso del espectro para la transmisión inalámbrica bi-direccional, incluyendo el camino de retorno (desde el abonado a la estación base). A pesar de este cambio se sigue utilizando la 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.

Además este sistema también permite utilizar la banda de frecuencia para sistemas de voz sobre IP ("Voice-Over IP", o VOIP).

1.5. Banda de Frecuencias⁶

La tecnología MMDS es un sistema de distribución por microondas, este sistema permite tener acceso a internet con velocidades máximo de 3MB/s, y 26 canales de televisión en sistema PAL (Phase Alternating Line), con un radio de acción de 15 a 24 kilómetros, el espectro de microondas que utiliza este sistema está en el rango de 2.1GHz a 2.7GHz, como se muestra en la figura 2.

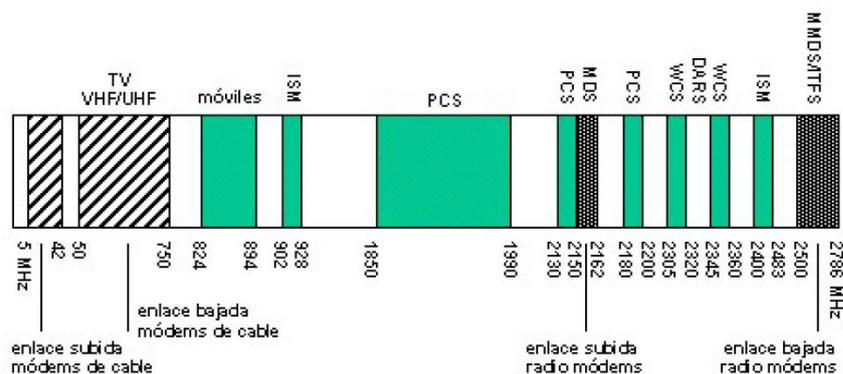


Figura 2 Espectro de microondas⁷

⁶ http://www.ulpgc.es/descargadirecta.php?codigo_archivo=25559

⁷ http://www.ulpgc.es/descargadirecta.php?codigo_archivo=25559

1.6. Funcionamiento sistemas MMDS⁸

Un sistema MMDS en forma general funciona de la siguiente manera, es un sistema de distribución punto multipunto que se envía a través de una antena de transmisión principal varios canales de video y/o datos en microondas en el rango de 2.5 a 2.7 GHz, para luego ser receptadas por antenas receptoras colocadas en la estructura del abonado final.

También constituye un servicio bidireccional, en la que se reserva una pequeña parte del ancho de banda contratado por la empresa para el tráfico de información. (Ver figura 3)

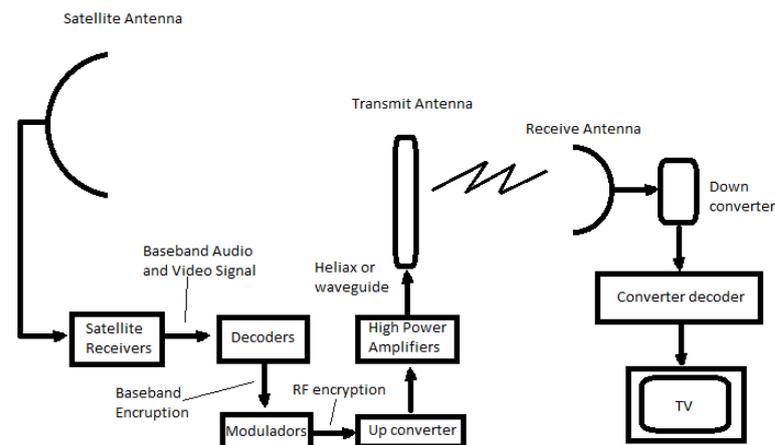


Figura 3 Estructura en bloques de equipos para sistemas MMDS

⁸ http://www.ulpgc.es/descargadirecta.php?codigo_archivo=25559

1.7. Características del sistema MMDS

1.7.1. Asignación de Frecuencias

“En la banda 2.500-2520 MHz, atribuida a los servicios Fijo, fijo por satélite (espacio-tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico y MOVIL POR SATELITE (espacio-tierra), operan sistemas de distribución multicanal multipunto (MMDS).

En la banda 2.520-2655 MHz, atribuida a los servicios FIJO, FIJO POR SATELITE (espacio-tierra), MOVIL salvo móvil aeronáutico y RADIOFUSION POR SATELITE, operan sistemas de distribución multicanal multipunto (MMDS)

En la banda 2.655-2670 MHz, atribuida a los servicios FIJO, FIJO POR SATELITE (espacio-tierra) (tierra-espacio), MOVIL salvo móvil y RADIOFUSION POR SATELITE, operan sistemas de distribución multicanal multipunto (MMDS).

En la banda 2.670-2686MHz, atribuida a los servicios FIJO, FIJO POR SATELITE (tierra-espacio) (espacio-tierra), MOVIL salvo móvil aeronáutico y MOVIL POR SATELITE (tierra-espacio), operan sistemas de distribución multicanal multipunto (MMDS)”⁹

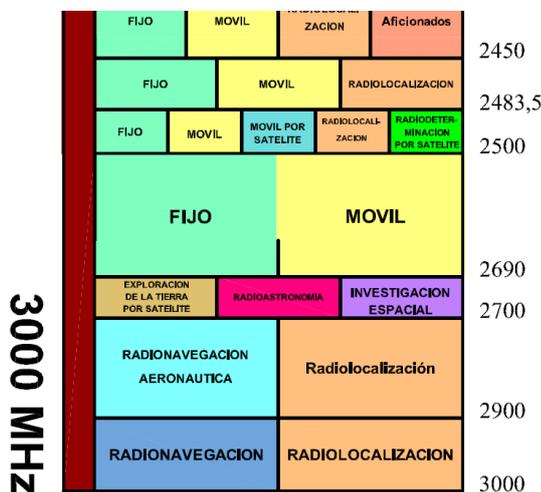


Figura 4 Plan Nacional de Frecuencias y de uso del Espectro Radioeléctrico¹⁰

⁹ Fuente: CONATEL, “Plan Nacional de Frecuencias y de uso del Espectro Radioeléctrico”, Resolución TEL-553-19, 2012.

¹⁰

1.7.2. Canalización de las bandas

La banda de 2500-2686 MHz (MMDS) se divide en canales de 6 MHz de ancho de banda cada uno, como se muestra en la tabla 1.6.2.1:

Tabla 1.6.2.1 Distribución de los canales MMDS

N	Grupo	Canal	Canal CATV	CATV BW	Canal MMDS	MMDS BW	Video	Audio
1	A	A1	K/24	222-228	84	2500-2506	2501,25	2505,75
2	B	B1	L/25	228-234	85	2506-2512	2507,25	2511,75
3	A	A2	M/26	234-240	86	2512-2518	2513,25	2517,75
4	B	B2	N/27	240-246	87	2518-2524	2519,25	2523,75
5	A	A3	O/28	246-252	88	2524-2530	2525,25	2529,75
6	B	B3	P/29	252-258	89	2530-2536	2531,25	2535,75
7	A	A4	Q/30	258-264	90	2536-2542	2537,25	2541,75
8	B	B4	R/31	264-270	91	2542-2548	2543,25	2547,75
9	C	C1	S/32	270-276	92	2548-2554	2549,25	2553,75
10	D	D1	T/33	276-282	93	2554-2560	2555,25	2559,75
11	C	C2	U/34	282-288	94	2560-2566	2561,25	2565,75
12	D	D2	V/35	288-294	95	2566-2572	2567,25	2571,75
13	C	C3	W/36	294-300	96	2572-2578	2573,25	2577,75
14	D	D3	AA/37	300-306	97	2578-2584	2579,25	2583,75
15	C	C4	BB/38	306-312	98	2584-2590	2585,25	2589,75
16	D	D4	CC/39	312-318	99	2590-2596	2591,25	2595,75
17	E	E1	DD/40	318-324	100	2596-2602	2597,25	2601,75
18	F	F1	EE/41	324-330	101	2602-2608	2603,25	2607,75
19	E	E2	FF/42	330-336	102	2608-2614	2609,25	2613,75
20	F	F2	GG/43	336-342	103	2614-2620	2615,25	2619,75
21	E	E3	HH/44	342-348	104	2620-2626	2621,25	2625,75
22	F	F3	II/45	348-354	105	2626-2632	2627,25	2631,75
23	E	E4	JJ/46	354-360	106	2632-2638	2633,25	2637,75
24	F	F4	KK/47	360-366	107	2638-2644	2639,25	2643,75
25	G	G1	LL/48	366-372	108	2644-2650	2645,25	2649,75
26	H	H1	MM/49	372-378	109	2650-2656	2651,25	2655,75
27	G	G2	NN/50	378-384	110	2656-2662	2657,25	2661,75
28	H	H2	OO/51	384-390	111	2662-2668	2663,25	2667,75
29	G	G3	PP/52	390-396	112	2668-2674	2669,25	2673,75
30	H	H3	QQ/53	396-402	113	2674-2680	2675,25	2679,75
31	G	G4	RR/54	402-406	114	2680-2686	2681,25	2685,75

Fuente: Conatel, "Distribución de los canales MMDS ", Septiembre 2012

1.8. Acceso a internet con la tecnología MMDS¹¹

Los sistemas MMDS permiten brindar el servicio de internet de alta velocidad con una aplicación muy simple.

Esta ampliación consiste en integrar un módulo de acceso llamado BWA-2002 a nuestro sistema MMDS ya existente. El sistema BWA-2002 permite llegar a la última milla de manera inalámbrica de doble vía. Este sistema dispone de un retorno alámbrico RF.

En rango de frecuencias 2500 a 2686 MHz se puede asignar un canal individual para el transporte de datos en bajado o para la programación de TV. El sistema BWA-2002 utiliza varios canales para los datos en bajada y esto depende del operador.

Como la tecnología MMDS utiliza una modulación 64-QAM permite tener canales de bajada para una portadora de datos de 30 Mbps.

Se puede tener algunas variantes para las vías de retorno depende del espectro que se use, esto quiere decir que si se usa el espectro de 2150 a 2162 MHz desde el abonado a la cabecera se tiene un ancho de banda de 12 MHz, pero si por algún motivo este espectro no está disponible se puede usar uno o varios canales del espectro de 2500 a 2686 lo que permitiría tener un retorno en la misma banda.

Al espectro de retorno se puede subdividir en varios canales, con un ancho de banda de 0.2 MHz, 0.4 MHz, 0.8 MHz, 1.6 MHz ó 3.2 MHz. Esto permitirá tener una capacidad de retorno de 0.32 a 5.12 Mbps con una modulación QPSK, si se

¹¹ <http://www.sonuem.com/index.php/redes-inalambricas>

usa una modulación 16 QAM es obtiene una capacidad de retorno de 0.64 a 10.24 Mbps, dependiendo del ancho de banda del canal.

1.9. Arquitectura de los sistemas MMDS¹²

1.9.1. Centro de Control de la Red (CCR)

El Centro de Control de Red también conocido como NOC (Network Operation Center) por sus siglas en inglés, es uno o varios sitios en donde se controla todas las redes de computación, transmisión de televisión y todo lo relacionado con las telecomunicaciones.

Estos centros pueden crecer a medida de la tecnología avanza, y puede ser varios centros de control de red cada una se encarga de una función dependiendo de la tecnología o actividad que se esté prestando.

Este sistema de control funciona las 24 horas del día los 365 del año permitiendo estar vigilantes de todos los equipos, infraestructura de todos los servicios prestados, además permite alarmas de todas las unidades y equipos para tener un control riguroso de la red ya que no se puede tener fallas.

1.9.2. Estación Base¹³

En la estación base dependiendo del servicio que se esté ofertando recibe las señales por medio de la antena receptora, y llevados a los equipos de cabecera para su decodificación, una decodificados son llevados hacia los procesadores de audio y video.

¹² <http://www.slideshare.net/mscrol/network-operation-center-8913391>

¹³ <http://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/25/25559/latecnologiammms.pdf>

De estos procesadores la señal es procesada en banda base, donde se codifica para compactar los canales. Estos equipos pueden también codificar la señal de video y la información de audio, para ser introducidos en un modulador de Frecuencia Intermedia (IF) monocanal o toda banda para ser transmitidos.

Los equipos de transmisión tienen un conversor “upconverter”, para tener una señal en microondas (SHF), y amplificadores para dar potencia a la emisión esta potencia esta entre 10,50 o 100W por canal, esto va a depender de la zona de cobertura.

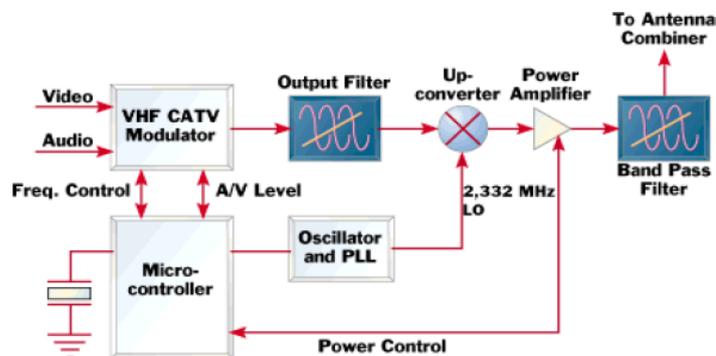


Figura 5 Estructura en Bloques de la Estación Base¹⁴

1.9.3. El equipo del abonado¹⁵

Este equipo tiene una antena directiva pequeña que va estar orientada con la antena trasmisora, el equipo tiene un “downconverter” para tener una frecuencia adecuada para poder ser procesada por los equipos y llevada hasta el receptor convencional de televisión.

¹⁴ <http://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/25/25559/latecnologiamnds.pdf>, página 7.

¹⁵ <http://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/25/25559/latecnologiamnds.pdf>

La señal es filtrada, amplificada y convierte a frecuencias en el rango IF (22-408 MHz), un equipo set-top box codifica la señal según la clave electrónica asignado al usuario para de esta manera poder sintonizar un canal, subir o bajar el volumen del audio en el televisor.

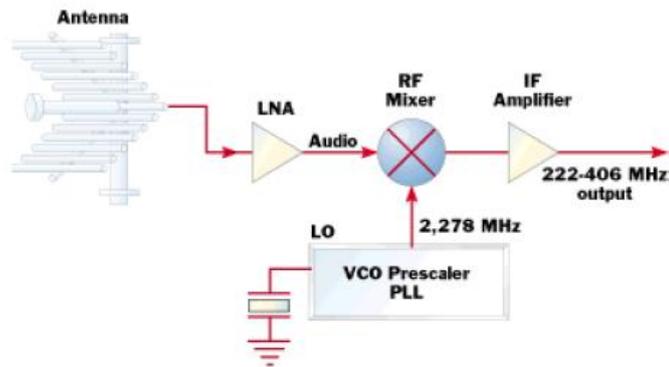


Figura 6 Estructura en bloques del equipo del abonado¹⁶

1.9.4. Sistema de Codificación (CAS) y gerencia¹⁷

El sistema de Acceso Condicional (CAS) y gerencia es la parte más importante de toda la red ya que permite controlar la decodificación de programas para cada suscriptor, además se puede desconectar remotamente las señales a los suscriptores que no están al día en sus pagos, paquetes de programación como son básico, Premium, ect, habilitar pago por eventos (PPV)

El CAS es un programa de software que se instala en un tipo de PC con una capacidad de controlar más de 24000 abonados (ampliables) y el CAS-B, 64 paquetes en cada caja y contiene todos los STBs autorizados y la información de cada suscriptor. El CAS también brinda la seguridad de la red MMDS para que puedan acceder a la señal solo los usuarios permitidos.

¹⁶ <http://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/25/25559/latecnologiammms.pdf>, página 8.

¹⁷ <http://cableaml.com/mmms/sistemas-de-mmms-descripcion/>

1.10. Ventajas y Desventajas¹⁸

1.10.1. Ventajas

- ✓ El ancho de banda es compartido, lo que permite dar servicio a más usuarios que si fuese ancho de banda dedicado.
- ✓ Soporta tanto voz como datos.
- ✓ El ancho de banda se reduce con la distancia en menor medida que con las tecnologías xDSL.
- ✓ Al trabajar con frecuencias más bajas, las áreas de cobertura por estación son mucho mayores que con LMDS y es menos sensible a la lluvia, pero sufre una importante atenuación por los edificios, lo que requiere visibilidad directa en la mayoría de los casos.
- ✓ Volumen de inversión reducido
- ✓ Instalación rápida y sencilla
- ✓ Puede superarse irregularidades del terreno
- ✓ La regulación se aplica solo al equipo ya que las características de transmisión son constantes en el ancho de banda
- ✓ Capacidad para un gran número de suscriptores
- ✓ Uso eficiente del espectro electromagnético debido a la utilización repetida de frecuencias
- ✓ Compatibilidad a nivel e internacional pueden utilizar sus equipos en otros países o áreas
- ✓ Prestación de servicios, aplicaciones de datos, voz y video
- ✓ Adaptación a la densidad de tráfico
- ✓ Calidad del servicio de (voz) comparable a servicio telefónico tradicional y accesible al público en general

1.10.2. Desventajas

- ✓ Se requieren rutas despejadas de trayectos múltiples (hubs y spokes)
- ✓ Todo el equipo de los suscriptores ocupa un espacio de equipo común.
- ✓ Explotación restringida a tramos con visibilidad directa para los enlaces.
- ✓ Necesidad de acceso adecuado a las estaciones repetidoras en las que hay que disponer de energía y acondicionamiento para los equipos y servicios de conservación. Se han hecho ensayos para utilizar generadores autónomos y baterías de células solares.

¹⁸ <http://www.slideshare.net/ablopz/tecnologas-inalmbricas-fijas>

- ✓ La segregación, aunque es posible y se realiza, no es tan flexible como en los sistemas por cable
- ✓ Las condiciones atmosféricas pueden ocasionar desvanecimientos intensos y desviaciones del haz, lo que implica utilizar sistemas de diversidad y equipo auxiliar requerida, supone un importante problema en diseño.
- ✓ Calidad del servicio en video y datos siguen siendo mejores las cableadas
- ✓ Tasa de error 10^{-4} para inalámbricas y 10^{-10} para cableadas
- ✓ Seguridad integridad e interferencia

2. CAPÍTULO: ANALISIS DE LA INFRAESTRUCTURA

2.1. Headend

Headend se refiere a la cabecera, donde se recibe la señal satelital o aérea para procesar la señal mediante la modulación y tratar los diversos contenidos que se van a transmitir por la red, haciendo así una matriz de conmutación con señales de video de diferentes orígenes, a continuación en la figura 7 se observa como está estructurada la Cabecera en la red de CATV.

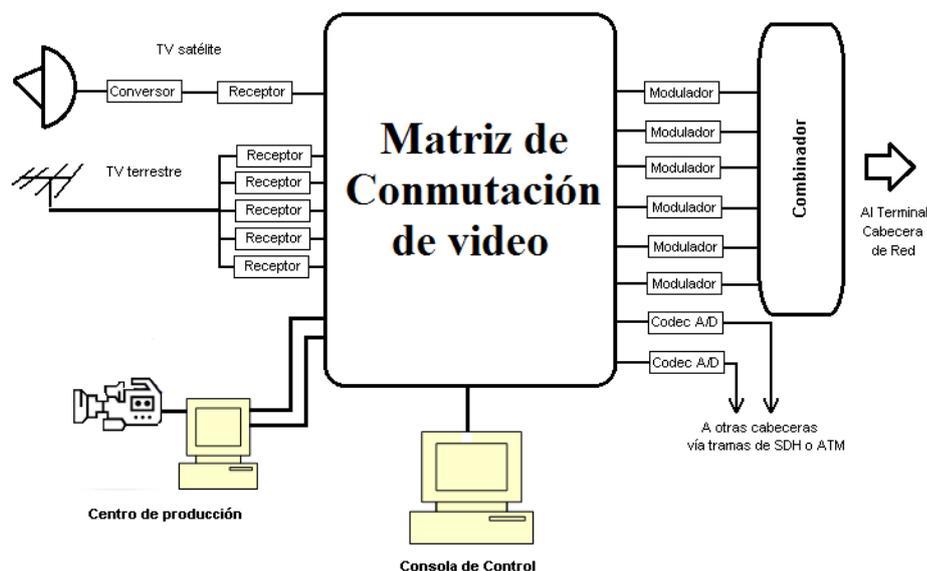


Figura 7 Cabecera de una red de CATV

Se observa los diferentes receptores que provienen de satélites, señales de televisión terrestre, y señales de video creadas en un centro de producción local, el número de entradas a la matriz de conmutación va a depender de los canales que brinde el operador de la red.

Luego de pasar la matriz de conmutación de video, las señales son moduladas esto quiere decir que a cada señal de video se le va designando un canal distinto y luego son agrupados en el Combinador para formar la señal compuesta que se enviará al Terminal Cabecera de Red situado en la misma localidad de la Cabecera.

También se observa que las señales pueden ser enviadas a codificadores analógicos/digitales para ser enviados mediante tramas de la red SDH (Jerarquía Digital Síncrona) o ATM (Modo de Transferencia Asíncrona), de igual forma a

cabeceras remotas de redifusión situadas en otras poblaciones distintas de la Cabecera principal.

En la cabecera, se reagrupan todas las señales de datos provenientes de los cablemodems, que se encuentran en el receptor del abonado. Estas señales son inyectadas a la CMTS, donde se gestionan los servicios de datos, telefonía, Internet, entre otros.

Existen dos tipos de headend, los cuales son analógico y digitales, a continuación se menciona cada uno de ellos.

2.1.1. Headend Analógico

El headend Analógico trabaja con señales analógicas para representar imágenes y sonido, al trabajar con señales analógicas se presenta muchas desventajas en el momento de la transmisión hacia los diferentes abonados, ya que no se aprovecha el espectro electromagnético, en cuanto el número de abonados crece existe interferencia, por otro lado la ventaja que tiene es que cada abonado no necesita un dispositivo especial para visualizar las imágenes, solo necesita de un televisor y las antenas comunes y corrientes.

2.1.2. Headend Digital

El headend Digital trabaja con señales digitales para representar imágenes y sonido, esto quiere decir que las señales que se maneja son 1 y 0, para la transmisión se recurre a la compresión de datos, lo cual hace posible que se transmita la señal vía satélite, cable coaxial o transmisión terrestre a los receptores existentes.

El headend digital con respecto al analógico presenta muchas ventajas entre ellas tenemos las siguientes:

- La calidad de imagen es mucho mejor en digital.
- Más cantidad de programas que se pueden brindar al cliente.
- Menos riesgo de interferencias.
- Posibilidad de transmisión de datos auxiliares al mismo tiempo, como voz, datos y multimedia.
- Más seguro al rato de enviar la información puesto que se puede encriptar la señal, y así no tengan acceso usuarios que no sean autorizados

2.2. Receptores

Para obtener las señales de CATV se recurre los receptores y decodificadores, es una de las partes más fundamentales de la cabecera de una red de cable por televisión, ya que se puede obtener las señales para posteriormente sean procesadas y distribuidas.

Los receptores son todos aquellos equipos que realizan la función de recepción de la señal, con esto se refiere a las antenas, amplificadores, preamplificadores, soporte para las antenas, etc..., hasta los receptores propiamente dichos, que es el cual se encarga de procesar la señal recibida.

2.2.1. Receptores Satelitales

Para obtener las señales los receptores más utilizados son los satelitales, de estos se encuentran en diferentes marcas y tecnologías, y sus características generales son los diferentes tipos de entradas y salidas a las cuales funcionan, también es conveniente que se percate del diseño del modulador que tiene cada receptor, en la actualidad los proveedores de contenido transmiten a través de señales digitales con diferentes estándares como DVB-S o DVB-S2, estos estándares facilitan que los receptores satelitales realicen funciones como decodificadores, descriptación, demodulación, recuperación de señal, corrección de errores además de sincronizar la frecuencia de emisión satelital. Y la ventaja que más sobresale es que puede recibir varios canales en un solo equipo, y para esto el proveedor de servicios debe transmitir en modo MCPC (Multiple Channel Per Carrier) que en español sería Canal Múltiple Por Portadora, caso contrario lo transmiten en modo SCPC (Single Channel Per Carrier) o Canal Simple Por Portadora ahí si necesitamos receptores individuales para cada proveedor de contenido.

Los que más se utilizan son los de modo MCPC por que el contenido de televisión que envían los satélites son señales con paquetes elegidos por el proveedor, también facilita la suma de señales ASI (Interfaz Serial Asíncrona) de otros receptores.

2.2.2. Receptor Satelital modo SCPC, PowerVu Modelo D9850¹⁹

El PowerVu Modelo D9850 es diseñado para aplicaciones de los satélites de distribución de contenido requiriendo 4:2:0. El receptor ofrece la capacidad para recibir: vídeo digitalmente codificado, audio, datos, etc...



Figura 8 Receptor satelital, PowerVu Modelo D9850 4RF

En la tabla 2.2.1 se observa las características del receptor satelital PowerVu Modelo D9850 4RF:

Tabla 2.2.1 Características del receptor satelital, PowerVu Modelo D9850 4RF

Características	Descripción	
Sistema	Compatible MPEG-2/DVB En 300 421, En 300 468	De-modulación: QPSK FEC Variable (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, o 7/8)
Frecuencia	Nivel de entrada: -25 dBm a -65 dBm por portadora Rango de frecuencia: 950 MHz a 2150 MHz Sintonía: 125 kHz	Satélites: C-band y Ku-band Impedancia de entrada: 75Ω
Salidas Analógicas	La descompresión de vídeo Tipo: MPEG-2 4:2:0	Descompresión de audio: MPEG o Dolby Digital (AC-3)
Salidas de datos	RS-232 de datos asíncronos a velocidades de hasta 38,4 kb/s	Ethernet Salida de datos IP RJ-45, 10/100BaseT, hasta 50 Mbps
Potencia	Rango de voltaje: 100 V a 240 V AC Frecuencia de red: 50/60 Hz	Consumo de energía: 50 W máx.
Dimensiones/ Trabajo	Temperatura de funcionamiento: 0 ° C a 50 ° C (32 ° F a 122 ° F) (sin opción SDI) Temperatura de almacenamiento: -20 ° C a 70 ° C (-4 ° F a 158 ° F)	Dimensiones físicas: 1,75 in. H x 19,0 in. W x 15 in.D Peso: 10 lbs (4,5 kg) aprox

¹⁹ Scientific-Atlanta, Inc, <http://www.sateng.com/downloads/D9850%20New.pdf>

2.2.3. Receptor Satelital modo MCPC, Cisco D9828²⁰

El PowerVu Descifrado Receptor Múltiple recibe, desmodula y decodifica múltiples programas cifrados MPEG-2/DVB digitales, entregados a través de un satélite o interfaz terrestre. Descifra vídeo compuesto y salidas de audio q se proporcionan para la supervisión



Figura 9 Receptor satelital, Cisco D9828 Multiple Dcryption Receiver

A continuación en la tabla 2.2.2 se presenta las características técnicas del receptor satelital PowerVu Modelo D9828:

Tabla 2.2.2 Características del receptor satelital, PowerVu Modelo D9828

Características	Descripción	
Sistema	MPEG-2/DVB compatible En 300 421, En 300 468	De-modulación: QPSK FEC Variable (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, o 7/8)
Frecuencia	Nivel de entrada: -25 dBm a -65 dBm por portadora Rango de frecuencia: 950 MHz a 2150 MHz Sintonía: 125 kHz	Satélites: C-band y Ku-band Impedancia de entrada: 75Ω
Salidas Analógicas	La descompresión de vídeo Tipo: MPEG-2 4:2:0	Descompresión de audio: MPEG o Dolby Digital (AC-3)
Salidas de datos	RS-232 de datos asíncronos a velocidades de hasta 38,4 kb/s	Ethernet Salida de datos IP RJ-45, 10/100BaseT, hasta 50 Mbps
Datos de ingresos	Tiene para 4 ingresos RF	Por cada ingreso Rf soporta hasta 16 contenidos de progrmas
Potencia	Rango de voltaje: 100 V a 240 V AC Frecuencia de red: 50/60 Hz	Consumo de energía: 64 W máx.
Salida Adicional	Ethernet IP	Para control y monitoreo
Dimensiones/ Trabajo	Temperatura de funcionamiento: 0 ° C a 50 ° C (32 ° F a 122 ° F) Temperatura de almacenamiento: -20 ° C a 70 ° C (-4 ° F a 158 ° F)	Dimensiones físicas: 1,75 in. H x 17,35 in. W x 20.5 in.D Peso: 15 lbs aprox

²⁰http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/video/ps9159/ps9182/ps9185/product_data_sheet0900aecd806f312e.pdf

2.2.4. Receptores para contenido de Televisión Nacional

Los receptores que se utilizan para recibir la señal de Televisión Nacional son antenas de recepción VHF (Very High Frequency) y UHF (Ultra High Frequency), ya que trabajan en el mismo tipo de frecuencias, que van de los 30Mhz a 300 Mhz para VHF y de los 300Mhz a 3000 Mhz para UHF, en las figuras 10 y 11 se observar antenas de tipo UHF y VHF.



Figura 10 Antena UHF



Figura 11 Antena VHF

Las antenas VHF tienen las siguientes características:

- Recepción de canales de 2 al 13
- Ancho de banda de 54-88 MHz y 174-216 MHz
- La ganancia es de 8.2 dBi
- Perdidas por Retorno 12 dBi
- La impedancia de 75 Ω

Las antenas UHF tienen las siguientes características:

- Recepción de canales de 14 al 69
- Ancho de banda de 470-860 MHz
- La ganancia es de 10.2 dBi
- Perdidas por Retorno 12 dBi
- La impedancia de 75 Ω

2.3. Codificadores

Los codificadores sirven para digitalizar y comprimir las señales analógicas, de esta forma en el momento de enviar dicha información utiliza menos espacio, en la figura 12 se observa la estructura en bloques y las diferentes etapas que atraviesa la información.

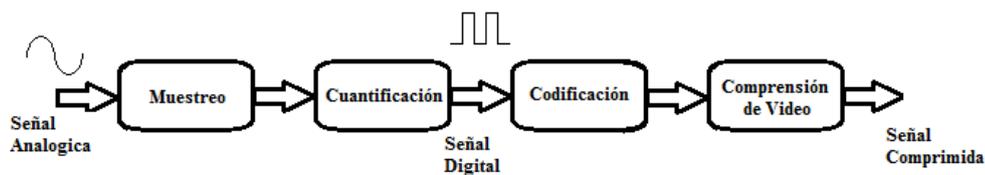


Figura 12 Esquema en bloques de un codificador de una señal de video

Cuando se codifica una señal se tiene cuatro etapas por la que tiene que pasar: muestreo, cuantificación, codificación y compresión de la señal de video. En la primera etapa se recurre al teorema de muestreo de Nyquist, que dice que a una señal analógica puede ser reconstruida sin error, tomando muestras en iguales intervalos de tiempo, la razón de muestreo debe ser igual, o mayor, al doble de su ancho de banda de la señal analógica, mientras más muestras se obtiene la señal digital será más parecida a la señal analógica, pero esto implica que se demore más al rato de procesar la señal.

Cuando se va a realizar un muestreo de la señal de video se utilizan estructuras de muestreo, que consiste en tres números separados por dos puntos (4:4:4), en el que el primer número indica la frecuencia de muestreo de la señal de luminancia y se denomina con (**Y**), el segundo número nos indica la proporción de muestras tomadas por la señal de crominancia de color de diferencia rojo y se denomina (**Cr**), y el último número nos indica la proporción de muestras tomadas por la señal de crominancia de colores de diferencia azul y se denomina (**Cb**), esto quiere decir que existen diferentes tipos de estructuras de muestreo especificadas

por la notación Y:Cr:Cb, y la siguiente tabla 2.3.1 tenemos las frecuencias de muestreo para las estructuras más comunes que se utilizan para el muestreo de la señal de video:

Tabla 2.3.1 Estructuras de Muestreo con sus frecuencias

Estructura (Y:Cr:Cb)	Frecuencia de muestreo		
	Y	Cr	Cb
4:4:4	13.5 MHz	13.5 MHz	13.5 MHz
4:2:2	13.5 MHz	6,75 MHz	6,75 MHz
4:1:1	13.5 MHz	3.375 MHz	3.375 MHz

Una vez que se ha terminado con la etapa de muestreo se pasa a la cuantificación, en esta etapa consiste en asignar un determinado número de bits a cada muestra, esto implica que se establece el número de niveles de cuantización que expresa la exactitud con que cada muestra es presentada.

Cuando se trabaja con señales de video, y valores de Y:Cr:Cb por lo general se establece niveles de cuantización con 8 o 10 bits como se observa en la siguiente.

Tabla 2.3.2 Número de Bits para los niveles de cuantización de las estructuras de muestreo más comunes

Estructura	Muestras Totales	Número de Bits/Muestra	Velocidad Binaria
4:4:4	40.500.000	8	324 Mbps
		10	405 Mbps
4:2:2	27.000.000	8	216 Mbps
		10	270 Mbps
4:1:1	20.250.000	8	162 Mbps
		10	202.5 Mbps

Una vez que la señal sea digitalizada se procede a la sección de compresión de la misma para esto utilizamos la redundancia en dimensiones temporal y espacial que a continuación se describe:

- **La compresión Temporal:** Este tipo de compresión se utiliza cuando existe igualdad en cuadros consecuentes, en otras palabras cuando existe pixeles del mismo color, lo que se hace es guardar el valor del primer cuadro que se repite y los cuadros que cambian se actualizan.

- **La compresión espacial:** En este tipo de caso se utiliza cuando existen datos redundantes en la imagen, cuando tenemos una gran porción del mismo color, un ejemplo común es cuando se graba un partido de futbol, el césped es la área del mismo color, lo que se hace es que los datos que se repiten se les reemplaza por notaciones matemáticas más sencillas de manipular como transformación de coseno discreta.
- Una vez que la señal a sido comprimida, se los envía en paquetes de longitud variable, esto se le conoce como **PES** (Packet Elementary Stream) en español significa Flujo Elemental de Paquetes. Cuando se procesa una señal de tv existen varios tipos de compresión para video y para audio, por lo tanto estas dos señales son procesadas de forma diferente, a pesar de eso en la actualidad los codificadores tienen entradas tanto para video como para audio, pero internamente se procesa cada señal por separado.

2.3.1. Codificador modelo D9022²¹

El codificador MPEG-2 de Scientific Atlanta ofrece flexibilidad necesaria para armonizar las características, rendimiento y costos sin sacrificar la calidad de vídeo.

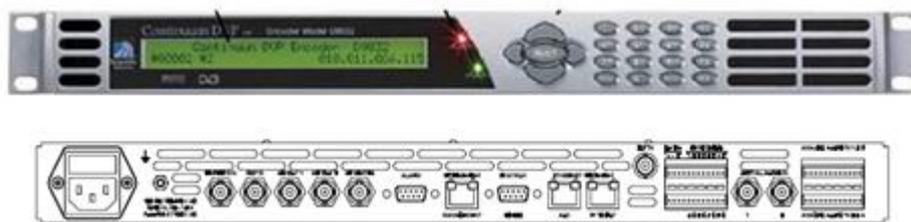


Figura 13 Codificador D9022

En la tabla 2.3.1.1 se tiene las características técnicas del codificador modelo D9022.

Tabla 2.3.1.1 Características del codificador modelo D9022

Características	Descripción	
Ingreso de Video	PAL (B, D, G, H, I, y K) NTSC M	Velocidad de Codificación de 0.5 a 15 Mbit/s
Ingreso de Audio	Analog, digital AES-3id and embedded	Dos pares estéreo o cuatro canales

²¹http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/video/ps9159/ps9168/ps9169/product_data_sheet0900aecd806ee368.pdf

Datos de salida	Conector BNC	mono TS rate 1 to 64 Mbit/s Impedancia 75 Ω
Potencia	Rango de voltaje: 100 V a 240 V AC Frecuencia de red: 47/63 Hz	Consumo de energía: 45 W máx.
Salida Adicional	Ethernet 10/100 Base-T on RJ-45	Para control y monitoreo
Dimensiones/ Trabajo	Temperatura de funcionamiento: 0 ° C a 50 ° C	Dimensiones físicas: 482 mm. H x 44.5 mm. W x 480 mm.D Peso: 17 lbs aprox

2.4. Multiplexores

El trabajo de un multiplexor es el flujo de paquetes, se le denomina TS por sus siglas en inglés (Transport Stream), esto quiere decir que combina uno o más paquetes PES con una o más bases de tiempo distintas para formar un flujo único.

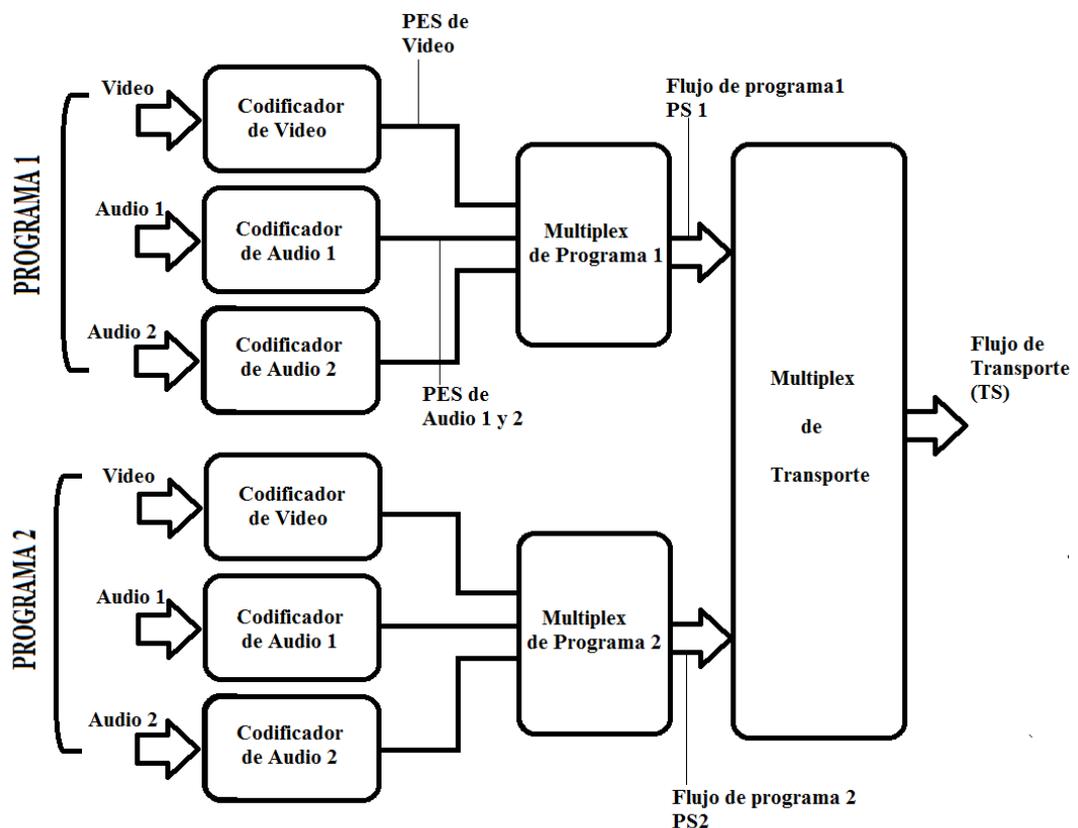


Figura 14 Diagrama en bloques del Flujo de Transporte

2.4.1. Paquetes PES (Packetized Elementary Stream)

Los paquetes PES son paquetes de tamaño variable con un formato variable, el comienzo de un paquete es detectado por un código de inicio de paquetes PES start_code, y su contenido que puede ser: video, audio, datos, etc., está definido

mediante el identificador `stream_id`, a continuación el campo `PES_packet_length` indica la longitud del paquete y posteriormente le siguen indicadores y flags, estos flags se los utiliza para determinar el formato del paquete indicando la presencia o no de otros campos y los indicadores se utilizan para proporcionar información adicional sobre el contenido del paquete PES.²²

2.4.2. Flujo de Programas PS

El flujo de programas combina una o más flujos elementales con una base de tiempo común para formar un flujo único. Los paquetes de flujo de programa pueden ser de longitud variable y relativamente grandes. Se supone que tienen que utilizarse en condiciones en que no existan errores, en la figura 14 se observa la estructura en bloques de un flujo de programa.²³

2.4.3. Flujo de Transporte TS

El flujo de transporte combina uno más flujos elementales con uno o más bases de tiempo distintas para formar un flujo único. Los paquetes de flujo de transporte tienen longitud fija y relativamente corta, se supone que el flujo de transporte se utiliza en condiciones en que se producen errores, como por ejemplo, en redes ATM (Modo de Transferencia Asíncrona) en las que se puede producir pérdida de información.

2.4.4. Tipos de Multiplexadores

Se tiene algunas modalidades en las que el multiplexor manipula la señal de entrada ya sea de video, voz, etc..., las cuales se menciona a continuación:

- **Multiplexador estático:** Al tener una velocidad variable en el flujo de programas (PS), lo que hace el multiplexador estático es permitir la distribución de los PS que provienen de diferentes fuentes con diferentes velocidades instantáneas dentro de una salida común con velocidad fija, por lo que de esta manera se transporta altas velocidades instantáneamente en una salida de baja velocidad.
- **Multiplexador estático limitado:** En esta forma de multiplexador la velocidad de una cadena de video cualquiera, no podrá caer por debajo de

²² CUENCA, Pedro Angel, "Codificación y transmisión robusta de señales de vídeo MPEG-2 de caudal variable sobre redes de transmisión asíncrona ATM" pag.174

²³ CUENCA, Pedro Angel, "Codificación y transmisión robusta de señales de vídeo MPEG-2 de caudal variable sobre redes de transmisión asíncrona ATM" pag.171

un límite programado, por lo que se toma en cuenta los picos de velocidad de cada PS.

- **Multiplexador velocidad constante:** Con este tipo de multiplexador las velocidades de los PS de origen diferente se mantiene fija.
- **Multiplexador modalidad combinada:** Aquí se mezcla todos los tipos de modalidades de Multiplexación mencionados anteriormente, dentro de un solo flujo de transporte (TS).

2.5. Moduladores

Cuando se habla de moduladores significa que se va a modificar una señal de entrada en función de otra señal, en otras palabras una señal portadora, para así conseguir con los requisitos necesarios para su transmisión, la señal portadora consta de ciertos parámetros como es amplitud y frecuencia estos valores deben ser mayores a las señal de entrada.

El modulador que se utiliza para contenidos de televisión se toma en cuenta la eficiencia del espectro, puesto que permite englobar distancias más amplias cuando se va a transmitir la información, también hay que evitar interferencias entre canales, y se trata de evitar el ruido el rato de la transmisión de la señal para así mantener la calidad de la misma.

Hay varios tipos de moduladores, pero se va a tomar en cuenta del tipo QAM puesto que se utiliza para señales de televisión por que los anchos de banda de canal son mayores en comparación a otras técnicas de modulación, sin embargo es más propenso al ruido.

2.5.1. Modulación QAM

Modulación QAM por su nombre en inglés (Quadrature Amplitude Modulation) también es conocida como Modulación de Amplitud en Cuadratura (MAK), es una técnica de modulación digital avanzada que transporta datos, mediante la modulación de la señal portadora de información tanto en amplitud como en fase. Esto se consigue modulando una misma portadora, desfasando 90° la fase y la amplitud.²⁴

²⁴ http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/14072250/modulacion-de-amplitud-en-quadratura-QAM_.html

La señal modulada en QAM está compuesta por la suma lineal de dos señales previamente moduladas en DBL-PS (Doble Banda Lateral con Portadora Suprimida).

2.5.2. Tipos de modulación QAM

Para la modulación QAM existen 3 tipos los cuales son los siguientes:

- 8 QAM: En la 8 QAM los datos se dividen en grupos de 3 bits (Tribit), uno de los cuales varía la amplitud de la portadora y los otros dos la fase. La señal modulada puede así tomar 4 diferentes fases y dos diferentes amplitudes, por un total de 8 estados diferentes.
- 16 QAM: En la 16 QAM los datos se dividen en grupos de 4 bits (cuadribits). Las 16 posibles combinaciones varían la amplitud y la fase de la portadora, la cual por tal razón puede tomar 16 estados diferentes.
- n QAM: En el estado actual, se llega a una división de los datos en grupos de 9 bits, se obtiene constelaciones con 512 puntos de modulación.

2.5.3. Modulador QAM, CNA-DT-QM8100

En el mercado existen varios tipos de moduladores entre ellos se tiene el modulador QAM, modelo CNA-DT-QM8100 de la empresa de Cable Network a continuación sus características:



Figura 15 Modulador QAM, modelo CNA-DT-QM8100²⁵

²⁵ <http://www.cablenetwork.net/PDF/DIGITAL/CNA-DT-QM8100.pdf>

Tabla 2.5.3.1 Características del modulador QAM, modelo CNA-DT-QM8100.

Características	Descripción	
Modulación	QAM (16, 32,64 ,128,256)	
Entradas	DVBASI: 2 inputs DS 3 input	Packet format: 188/204 byte packets (auto detection) Syntax: SPTS or MPTS
Frecuencia Output	110 a 860 MHz	RF/IF Output level adjustable
Potencia	Rango de voltaje: 90 V a 260V AC Frecuencia de red: 47/60 Hz	Consumo de energía: 30 W máx.
Salida Adicional	Ethernet 10/100 Base-T on RJ-45	Para control y monitoreo
Dimensiones/ Trabajo	Temperatura de funcionamiento: -5° C a 45° C	Dimensiones físicas: 4.4 cm. H x 48.3 cm. W x 37.5cm.D Peso: 13.22 lbs aprox

2.6. Distribución

La señal de CATV se las transporta mediante diferentes tipos de medios, entre los que más se suelen utilizar se tiene la fibra óptica y cable coaxial, la fibra óptica se utiliza cuando existe distancias relativamente largas y el cable coaxial para una distribución más cercanas.

El uso de fibra óptica en la troncal de las redes de cable, ya que por su capacidad de transmisión se sumaron diferentes tipos de servicios como telefonía, datos e internet, video a la carta, para estos servicios la red permite comunicaciones en ambos sentidos.

2.6.1. Topología de una red de Cable con conexión de fibra y cable coaxial

En la figura 16 se observa como está estructurado una red típica de cable basada en tecnología HFC que quiere decir que utiliza como medio de trasporte la fibra óptica y cable coaxial, existen cuatro tipo de distribución: red troncal primaria, red secundaria, red Terciaria y red de distribución con coaxial.

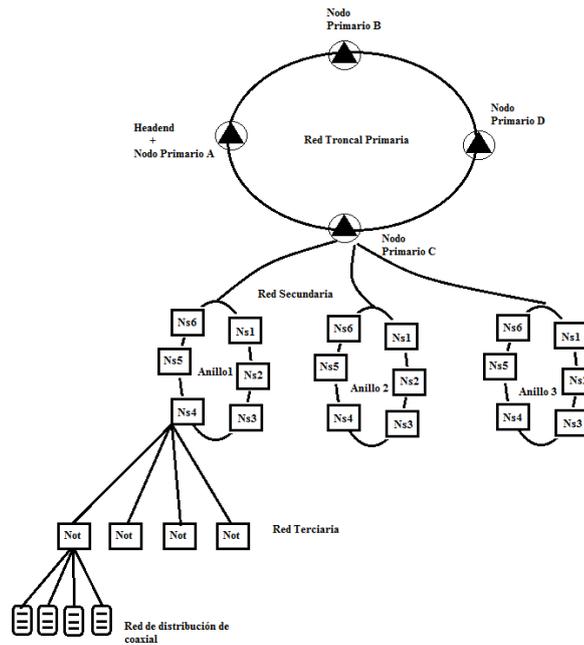


Figura 16 Topología de una red de cable

La red troncal primaria está compuesta con los diferentes nodos primarios, y con el headend o cabecera, de ahí se dispersa a una red secundaria compuesta en anillos y sus diferentes nodos secundarios, para luego pasar a la red terciaria, y por ultimo a la red de dispersión con cable coaxial.

2.6.1.1. Red Troncal Primaria

La red troncal primaria, el tendido se realiza con fibra óptica, se encuentra conectada por un anillo geográfico con arquitectura de estrella, en la que se comunica el Headend con los nodos primarios, teniendo en cuenta que la distancia entre ellos son varios kilómetros, excluyendo al nodo primario A, ya que físicamente se encuentra a lado del headend entonces no necesita conexión alguna, a continuación en la figura 17 y 18 se observa cómo se realiza la conexión entre headend y los nodos primarios.

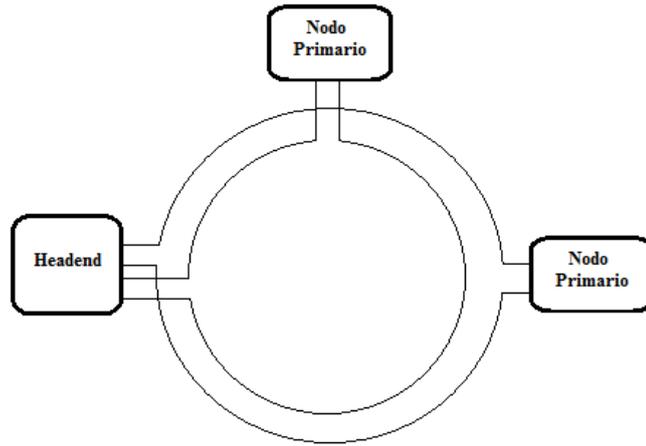


Figura 17 Distribución física en anillo

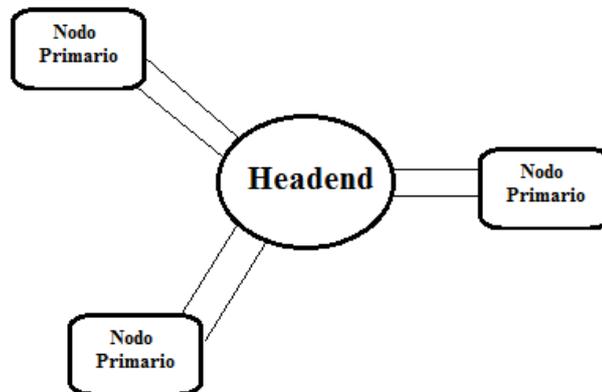


Figura 18 Arquitectura lógica en estrella

El motivo que se conecta con la configuración de anillo geográfico cerrado es porque permite dar redundancia en rutas y fibra de toda la red, creando así un camino de respaldo cuando haya algún tipo de inconveniente en el tránsito normal de la señal. Esto se realiza mediante la instalación de un transmisor óptico en cada ruta, así se tiene los dos caminos con sus diferentes transmisores, el directo y el de respaldo.

2.6.1.2. Nodo óptico KTR3224 para la red troncal primaria



Figura 19 Nodo óptico KTR3224 para red troncal primaria

El nodo óptico KTR3224 es un producto de alto rendimiento diseñado para la red del metro CATV. Puede contener 2 receptores ópticos, 2 transmisores de la trayectoria de vuelta, un monitor del estado, 2 fuentes de alimentación y 4 puertos de salida independientes del RF que el nivel de salida está hasta 110dBuV.²⁶

Tiene las siguientes características:

- Frecuencia 750MHz/862MHz
- 2 receptores ópticos, interruptor auto
- 2 transmisores de la trayectoria de vuelta
- 4 puertos de salida independientes, hasta nivel de salida 110dBuV
- Unidad de la dirección de la red
- Fuente de alimentación principal/de reserva, respaldo caliente

2.6.1.3. Red secundaria

Una vez que se distribuye la señal del headend hacia los nodos en la red troncal primaria, cada nodo dependerá de un conjunto de subredes de fibra óptica de menor tamaño con topología anillo o estrella, cada una de estas subredes recibe el nombre de red troncal secundaria y su finalidad es la interconexión del nodo primario con amplificador mini bridger, para luego pasar a la red terciaria.

²⁶ http://es.made-in-china.com/co_huaboelectronic/product_Hfc-Optical-Node_hengihsgy.html

2.6.1.4. Amplificador mini bridger TBA/CX-TA-K para red secundaria



Figura 20 Amplificador mini bridger TBA/CX-TA-K

El amplificador mini bridger TBA/CX–TA-K tiene las siguientes características generales:

- Amplificador Mini Bridger de doble vía 870 Mhz.
- Tecnología GaAs de amplificación.
- Control automático de ganancia y Temperatura.
- Ganancia de 30 dB.
- Protección contra sobrevoltages.
- Reducción de ruido de tres estados.
- Interface para gestión y monitoreo del retorno.
- Capacidad de paso de corriente de 15 Amperios.
- Fuente de conmutación de 60/90 Voltios, 60 Hz.
- Puntos de prueba de -20 dB.
- Dos salidas, convertibles a tres.
- Módulo extraíble.

2.6.1.5. Red Terciaria

En la red terciaria se realiza con cable coaxial de los mini bridger hasta la última derivación antes del hogar del abonado en una estructura tipo bus, ósea en forma lineal, ya no con redundancia con las redes anteriores, en esta parte se presente un problema en donde las señales indeseadas, ruido e interferencia, recogidas en los puntos del bus coaxial convergen en el nodo sumando sus potencias y contribuyendo a la degradación de la señal a ruido en el enlace, conociéndose como acumulación de ruido por efecto embudo, por lo que del mini bridger se conectan a amplificadores para luego pasar a la última etapa de la red que es la red de dispersión con cable coaxial.

2.6.1.6. Amplificador SA822 de la distribución, para le red terciaria.



Figura 21 Amplificador SA822, utilizado en la red terciaria²⁷

En la siguiente tabla se tiene las especificaciones del amplificador SA822:

Tabla 2.6.1.6.1 Especificaciones técnicas del amplificador SA822

	Delantero	87-860MHz
Anchura de banda de la frecuencia	Invierta (opción)	5-65MHz
Aumento	Delantero	30dB
	Invierta (opción)	12dB
Figura de ruido	Delantero	≤10dB
	Invierta (opción)	≤12dB
Nivel de salida	Delantero	102dBuV
	Invierta (opción)	110dBuV
CTB	Remiten	≥65dB
CSO	Delantero	≥63dB
Pérdida de vuelta	Delantero	≥15dB
	Reserva	≥15dB
Llanura en venda	Delantero	±0.75dB
	Reserva	±0.75dB
Voltaje de entrada	CA: 135v-250v, o CA: 35v-90v	
Consumo	30w	

²⁷ <http://spanish.alibaba.com/product-gs/new-distribution-catv-rf-amplifier-474270385.html>

2.6.1.7. Red de dispersión con cable coaxial

En la red de dispersión con cable coaxial, viene de los amplificadores de banda ancha hasta los puntos finales con el TAP, para de esa forma distribuir a los abonados finales, para la conexión de este tipo existen dos arquitecturas:

- **Estrella:** con un mismo TAP se da servicio para diferentes puntos de una zona, quiere decir que llega en cada punto un cable coaxial diferente
- **Árbol:** cuando la zona hay muchas viviendas, se coloca diferentes TAP para esa zona y de ahí se distribuye para los abonados finales, en otras palabras un árbol utiliza dos o más conexiones en estrella para dar servicio en zonas extensas.

Esta es la última etapa de un diseño de red de cable para tv, de aquí en adelante se conoce como red de acometida de abonado, de los TAPS hacia el usuario final mediante el cable coaxial.

2.6.1.8. TAP para la red de dispersión con cable coaxial



Figura 22 TAP de 4 y 8 salidas, para la red de dispersión con cable coaxial

Características generales de los TAP de 4 y 8 salidas utilizados para la distribución en la red de dispersión con cable coaxial:²⁸

- Diseñado para distribución de señal de CATV, a prueba de agua.
- 75Ω, 5/8" -24UNEF KS-F trans-connector available
- Aleación de aluminio de fundición shell, anti-corrosión de pintura en spray.
- Adaptar a 5-1000MHZ.
- Malla de metal como aislamiento, para prevención de la interferencia de RF, funciona de buen escudo.
- Mini diseño, ligero y fácil de instalar.

²⁸ <http://www.telali.com.pe/destino/popup/multitap-4-8%20vias.pdf>

2.6.2. Topología de una red de cable con tecnología MMDS

La tecnología MMDS está orientada para diseños de acceso punto a punto o multipunto, de esta manera da una zona de cobertura para el sitio que se va a brindar el servicio, dependiendo de la ubicación de la estación base y sus características de transmisión.

2.6.2.1. Topología fibra-inalámbrico

Esta topología está estructurada con un sistema de distribución que utiliza fibra óptica y distribución MMDS, semejante a la topología fibra-coaxial, como se puede observar en la figura 23 esta estructura es utilizada por operadores de cable por suscripción, la señal que es transmitida desde el centro de control, se lo hace con fibra óptica, y a diferencia de la conexión con cable coaxial en la última milla, se utiliza la transmisión MMDS para los diferente abonados que se encuentran en la área de cobertura de la estación base, para así conseguir uno o más anillos de fibra óptica para comunicar el centro de control con la estación base.

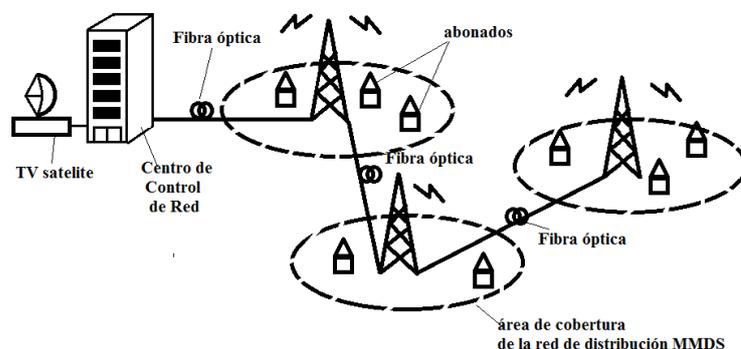


Figura 23 Topología MMDS fibra-inalámbrico

2.6.2.2. Topología de interconexión inalámbrica para sistemas MMDS

En este tipo de topología a diferencia de fibra-inalámbrico la conexión se realiza con enlaces de punto a punto, eso quiere decir que la transmisión de datos es totalmente inalámbrica, como se puede observar en la figura 24 la oficina central se comunica con la estación base, y se consigue un despliegue rápido y los costos iniciales son mucho menor que con las otras topologías.

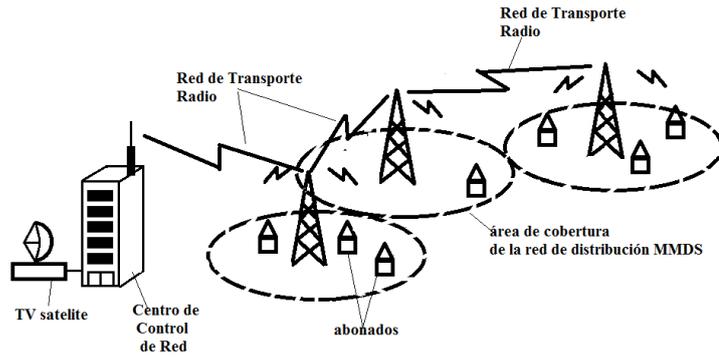


Figura 24 Topología de interconexión inalámbrica para sistema MMDS

2.6.2.3. Topología de un sistema MMDS expandido

En la topología inalámbrica para sistemas MMDS se dedica una porción del espectro para enlaces punto a punto propios de la topología, pero cuando existe un crecimiento de cantidad de abonados, la porción del espectro también, por lo que se suele combinar tramos con topologías con fibra óptica y otros con sistemas inalámbricos, por lo cual se forma un sistema MMDS expandido (figura 25)

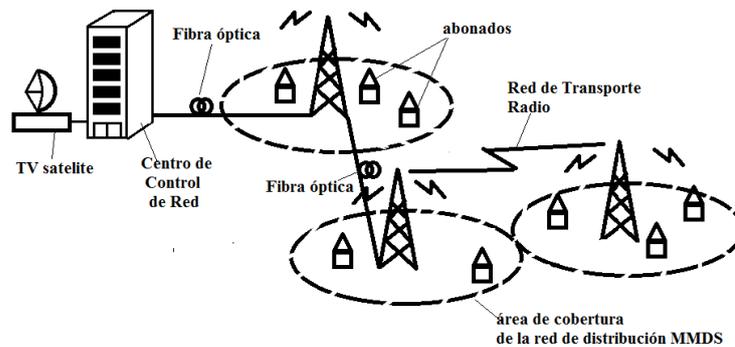


Figura 25 Topología de un sistema MMDS expandido

3. CAPITULO: ANÁLISIS TOPOGRÁFICO PARA LA RED MMDS PARA CABLETEL-SEPORMUL EN LA CIUDAD DE AZOGUES

3.1. Análisis Topográfico de la ciudad de Azogues

El Cantón Azogues, está situada al Sur de la provincia del Cañar y es Patrimonio Arquitectónico, Urbano y Cultural del Ecuador. Limitando al norte con el cantón Biblián y parte del cantón Cañar, al sur con la provincia del Azuay, al este con las provincias de Morona Santiago y Azuay, al oeste con los cantones Cañar y Déleg.²⁹

El Cantón tiene una superficie de 1.550 Kms². La ciudad y el cantón poseen un clima sano y fortificante con temperaturas que varían entre 13 y 16 grados centígrados. El cantón está regado por numerosos ríos y riachuelos y su producción agrícola es variada.

El Cantón Azogues, en el VII Censo de Población y VI de Vivienda, realizado en la Provincia del Cañar determinó una población de 70.064 habitantes con un total de 37.976 mujeres y 32.088 hombres³⁰.

En cuanto a su cartografía presenta un relieve irregular con alturas que oscilan entre 3802 y 2200 metros sobre el nivel del mar.

²⁹ <http://www.trenandino.org/rehabilitaciondeltren/azogues.php>

³⁰ http://www.inec.gob.ec/cpv/?TB_iframe=true&height=450&width=800%20rel=slbox



Figura 27 Área de estudio para el diseño de la red MMDS

3.2. Estudio de la demanda

3.2.1. Taza de crecimiento de televisión por suscripción en el Ecuador

Para el estudio de la demanda de TV por suscripción en el Ecuador se observa en la figura 28, las estadísticas de radiodifusión, televisión y audio y video por suscripción hasta junio de 2012³² que presenta la SUPERTEL.

Figura 28 Estadísticas de radiodifusión, televisión y audio y video por suscripción hasta junio de 2012



Fuente: SUPERTEL, "Estadísticas de radiodifusión, televisión y audio y video por suscripción hasta junio de 2012", Agosto 2012

A continuación en la figura 29 se analiza el crecimiento del total de estaciones de sistemas de audio y video por suscripción, que se va dando cada 2 años desde 1996 hasta el 2012.

³² <http://www.supertel.gob.ec/index.php/20120703721/principales/estadisticas-de-radiodifusion-television-y-audio-y-video-por-suscripcion-hasta-junio-de-2012.supertel>

Figura 29 Crecimiento de TV por suscripción en el Ecuador, hasta junio del 2012



Fuente: SUPTEL, "Crecimiento de TV por suscripción en el Ecuador, hasta junio del 2012", Agosto 2012

Para el año 2012 el número total de Sistemas de Audio y Video por Suscripción entre cable físico y aéreo en el Ecuador es de 260 y está dividido de la siguiente manera como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 3.2.1.1 Porcentaje y número de Estaciones de Audio y Video por suscripción junio del 2012³³

SERVICIO	Nº ESTACIONES	%
Televisión por Cable Físico	237	91,2%
Televisión Codificada Terrestre	21	8,1%
Televisión Codificada Satelital	2	0,8%
TOTAL	260	100,0%

Fuente: SUPTEL, "Crecimiento de TV por suscripción en el Ecuador, hasta junio del 2012", Agosto 2012

3.2.2. Taza de crecimiento de internet en el Ecuador

En la actualidad el mundo básicamente se mueve y es más dependiente de Internet por lo que paso de ser un servicio adicional en los hogares a un servicio básico, en lo que respecta a Ecuador no es indiferente de esta tendencia. Adicionalmente,

³³ <http://www.supertel.gob.ec/index.php/20120703721/principales/estadisticas-de-radiodifusion-television-y-audio-y-video-por-suscripcion-hasta-junio-de-2012.supertel>

para Ecuador, el año 2010 y 2011 han sido años de un importante crecimiento dentro de la categoría de Internet, reduciendo la brecha digital y acercándose a la media de la región, reduciendo en 3 puntos la brecha contra la media.

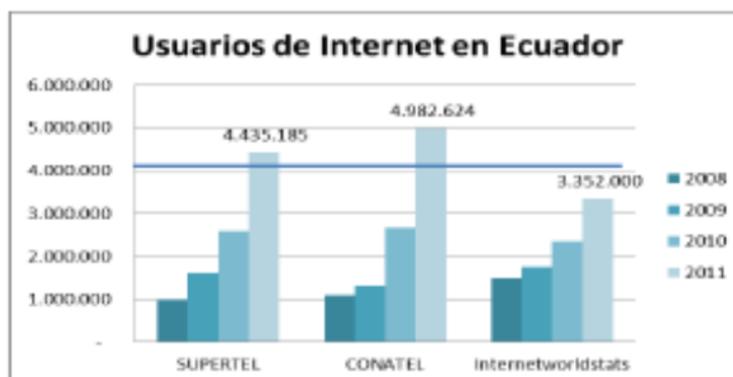


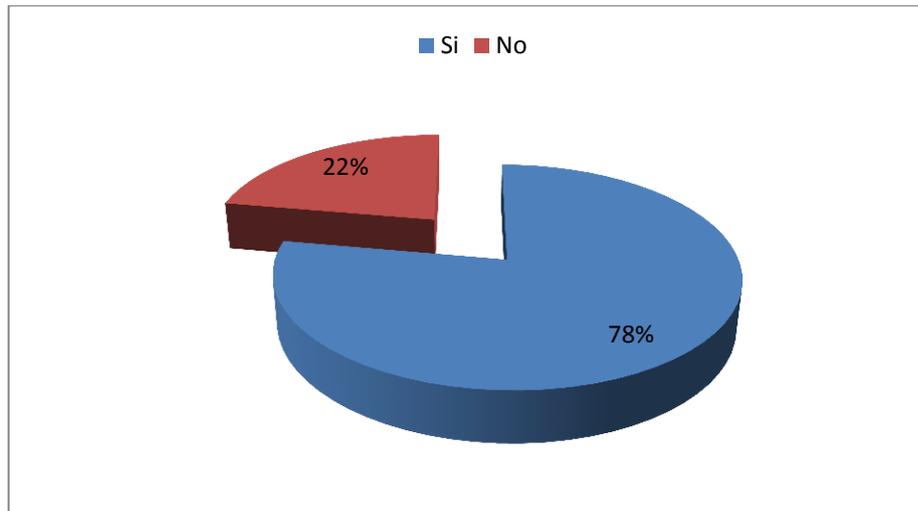
Figura 30 Crecimiento de usuarios de Internet en el Ecuador

3.3. Resultados de las encuestas realizadas en el sector de estudio

3.3.1. Acceso de la población a televisión por cable

De la primera pregunta de la encuesta, si tiene servicio de televisión por cable en su domicilio, un 78% contestó que sí, y un 22% que no (figura 31).

Figura 31 Resultados de la encuesta si tiene el servicio de televisión por suscripción

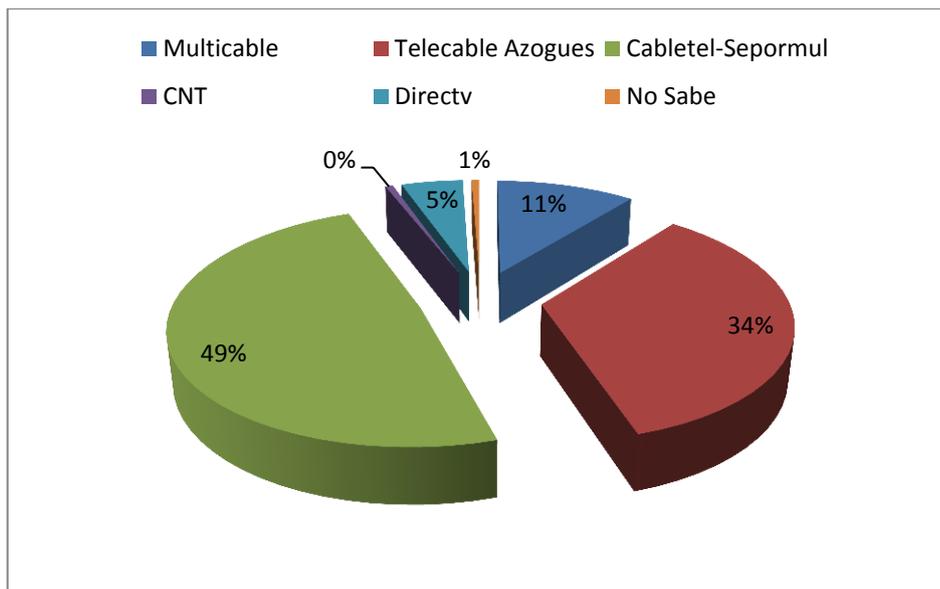


Fuente: Los Autores, "Encuesta de Estudio de mercado realizado a la población de Azogues", Octubre 2012

3.3.2. Proveedores principales de televisión por cable en la ciudad de Azogues

Para la siguiente pregunta del 78% de las personas que respondieron que si tienen servicio de televisión por suscripción, se obtuvo que el 49 % tiene el servicio de Cabletel, seguido de un 34 % de Telecable Azogues, en la figura 32 se observa los resultados obtenidos:

Figura. 32 Principales proveedores de televisión por suscripción

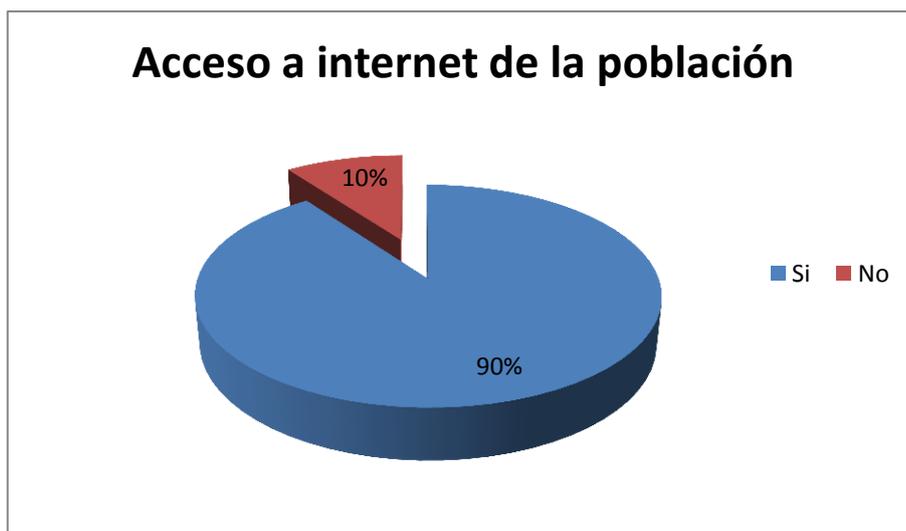


Fuente: Los Autores, "Encuesta de Estudio de mercado realizado a la población de Azogues", Octubre 2012

3.3.3. Acceso a internet de la población en sus hogares

Continuando con la encuesta, la siguiente pregunta que se realizó fue si dispone del servicio de internet en sus hogares o locales comerciales en la zona de estudio, dando como resultado que el 90% si tiene dicho servicio, como se observa en la figura 33.

Figura 33 Acceso al servicio de internet en la zona de estudio

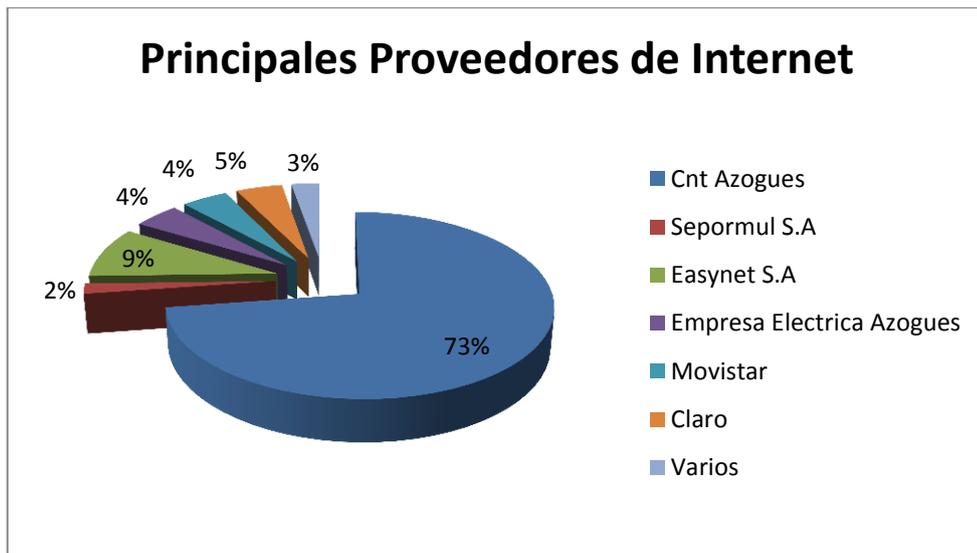


Fuente: Los Autores, "Encuesta de Estudio de mercado realizado a la población de Azogues", Octubre 2012

3.3.4. Proveedores de internet en el sector de estudio

Del 90% de los encuestados que si disponen de servicio de internet, se pudo obtener que el 73% ya tiene el servicio que brinda la empresa CNT Azogues, en la figura 34

Figura 34 Principales proveedores de servicio de internet en la zona de estudio

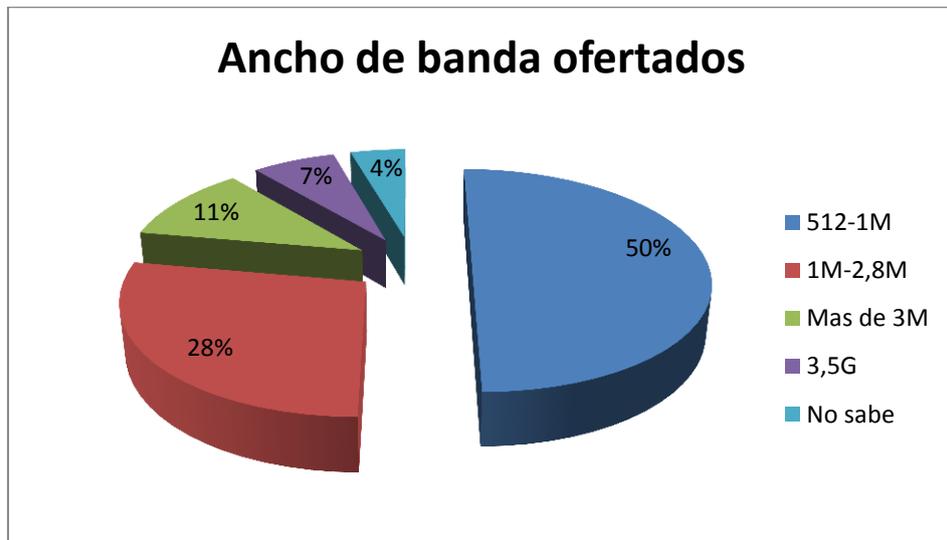


Fuente: Los Autores, "Encuesta de Estudio de mercado realizado a la población de Azogues", Octubre 2012

3.3.5. Anchos de banda ofertados a los usuarios

Del 90% que contestó que si tiene el servicio de internet, el 50% posee un ancho de banda entre 512Kbps y un 1 Mbps (figura 35).

Figura 35 Ancho de Banda que dispone el abonado

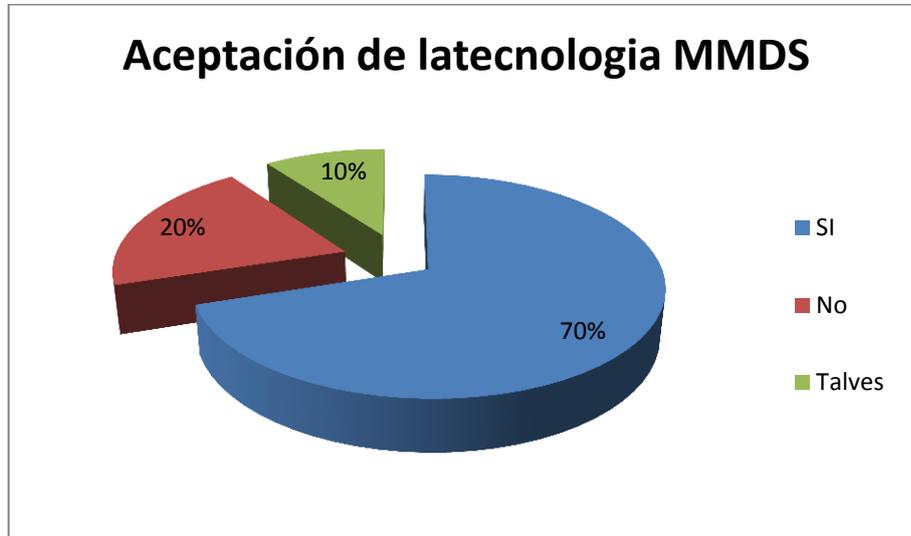


Fuente: Los Autores, "Encuesta de Estudio de mercado realizado a la población de Azogues", Octubre 2012

3.3.6. Aceptación y disposición de pago del servicio MMDS

La última pregunta que se plantea, es si se cambiaría al sistema MMDS, con el servicio de CATV e internet, un 70% contestó que sí un 20% que no y un 10% tal vez (figura 36).

Figura 36 Aceptación de la tecnología MMDS en la zona de estudio



Fuente: Los Autores, "Encuesta de Estudio de mercado realizado a la población de Azogues", Octubre 2012

4. CAPITULO: DISEÑO DE LA RED MMDS PARA LA EMPRESA CABLETEL-SEPORMUL DE LA CIUDAD DE AZOGUES

4.1. Proveedores de servicio de internet

La Empresa Sepormul-Cabletel tiene como proveedor de internet a la Empresa Eléctrica Centro Sur que está ubicada en la ciudad de Cuenca, la cual transmite 15 Mbps desde el nodo de la subestación E4 ubicada en el sector de Zhizhiquín mediante un enlace de fibra óptica con un recorrido aproximado de 1.5 Km hacia el Headend ubicado en el edificio de corporaciones Ms Prieto de Azogues.

4.2. Proveedores de señales de televisión

La empresa Sepormul-Cabletel actualmente ofrece a sus clientes 51 canales, entre nacionales e internacionales, los cuales se presenta en la tabla 4.2.1:

Tabla 4.2.1 Contenido de Canales que ofrece Cabletel-Sepormul

No	CANAL (DE RECEPCIÓN DEL SUScriptor)	BANDA DE FRECUENCIA DEL RECEPTOR [MHZ]	NOMBRE	PAÍS DE ORIGEN	RECEPCIÓN (Nombre del Satélite, Enlace, Aire)	TIPO CANAL (Codificado / Libre)	CATEGORÍA PROGRAMACIÓN (C1, C2, ...)
2	3	60-66	CNN	USA	Intelsat 11	Codificado	C4
3	4	66-72	Tele Amazonas	Nacional	Intelsat 805	Codificado	C1
4	5	76-82	Ecuavisa	Nacional	Satmex 5	Libre	C1
5	6	82-88	Telerama	Nacional	Aire / VHF	Libre	C2
6	7	174-180	CANAL LOCAL: CTV	Local	LOCAL	Libre	C6
7	8	180-186	Gama Tv	Nacional	Satmex 5	Libre	C1
8	9	186-192	Austral Tv	Nacional	Aire / VHF	Libre	C2
9	10	192-198	Red Tele Sistema. RTS	Nacional	Aire / VHF	Libre	C2
10	11	198-204	Canal 1	Nacional	Aire / VHF	Libre	C1
11	12	204-210	TC Televisión	Nacional	Intelsat 14	Libre	C2
12	13	210-216	Golden	Mexico	Intelsat 11	Codificado	C4
13	14	120-126	TNT	USA	Intelsat 11	Codificado	C4
14	15	126-132	Universal Channel	USA	NSS 806	Codificado	C4
15	16	132-138	De película	México	Intelsat 11	Codificado	C4
16	17	138-144	Venevision	Venezuela	Intelsat 9	Codificado	C4
17	18	144-150	Discovery Kids	USA	Intelsat 11	Codificado	C4
18	19	150-156	Disney XD	USA	NSS 806	Codificado	C4
19	20	156-162	National	USA	Intelsat 9	Codificado	C4

Geographic							
20	21	162-168	Space	USA	Intelsat 9	Codificado	C4
21	22	168-174	Discovery Health	USA	Intelsat 11	Codificado	C4
22	23	216-222	Cartoon Network	USA	Intelsat 11	Codificado	C4
23	24	222-228	Discovery Channel	USA	Intelsat 11	Codificado	C4
24	25	228-234	Disney Channel	USA	NSS 806	Codificado	C4
25	26	234-240	MGM	USA	NSS 806	Codificado	C4
26	27	240-246	Ritmoson Latino	México	Intelsat 11	Codificado	C4
27	28	246-252	HTV	USA	Intelsat 9	Codificado	C4
28	29	252-258	Boomerang	USA	Intelsat 11	Codificado	C4
29	30	258-264	ESPN 1	Argentina	NSS 806	Codificado	C4
30	31	264-270	ESPN 2	Argentina	NSS 806	Codificado	C4
31	32	270-276	Fox Sports	Argentina	Intelsat 805	Codificado	C4
32	33	276-282	Movie Word	Colombia	Satmex 5	Codificado	C4
33	34	282-288	Canal de las estrellas	México	Intelsat 11	Codificado	C4
34	35	288-294	Casa Club	USA	NSS 806	Codificado	C4
35	36	294-300	T.V.E	España	Hispasat 1C	Codificado	C4
36	37	300-306	Animal Planet	USA	Intelsat 11	Codificado	C4
37	38	306-312	Utilísima	Argentina	Intelsat 9	Codificado	C4
38	39	312-318	Tv. Agro	Colombia	NSS 806	Codificado	C4
39	40	318-324	Infinito	USA	Intelsat 9	Codificado	C4
40	41	324-330	Panamericana	Perú	Intelsat 805	Libre	C4
41	42	330-336	Fox Channel	USA	NSS 806	Codificado	C4
42	43	336-342	TCM	USA	Intelsat 11	Codificado	C4
43	44	342-348	ATV	Peru	Intelsat 805	Libre	C4
44	45	348-354	Telemundo	USA	Intelsat 11	Codificado	C4
45	46	354-360	EWTN	USA	Intelsat 9	Libre	C4
46	47	360-366	Tele Micro	Puerto Rico	Satmex 5	Libre	C4
47	48	366-372	Golden Edge	Mexico	Satmex 5	Codificado	C4
48	49	372-378	Telenovelas	México	Intelsat 11	Codificado	C4
49	50	378-384	Cañar Tv	Nacional	Aire / UHF	Libre	C2
50	51	384-390	RTU	Nacional	Intelsat 805	Libre	C1
51	52	390-396	Ecuador TV	Nacional	Satmex 5	Libre	C3

Fuente: Cabletel-Sepromul, "Contenido de Canales", Noviembre2012

4.3. Estructura del Headend

4.3.1. Ubicación del Headend

El lugar donde está ubicado el Headend y todos los diferentes equipos a utilizarse, se encuentra en las instalaciones en del edificio de Corporaciones MS-Prieto en la ciudad de AZOGUES en las calles Emilio Abad 2-31 y Sucre (figura 37), cuyas coordenadas geográficas son 2°44'20'' S 78°50'45.2'' W, con una altura de 2536m sobre el nivel del mar, el lugar tiene el suficiente espacio para todos los equipos, y características como las que se presenta a continuación:

- Disponibilidad de conexión a tierra para los diferentes equipos.
- En la parte superior del edificio consta de torres para la adaptación de las antenas de transmisión y recepción.
- Línea de vista con todo el sector de estudio puesto que se encuentra en la parte más alta con respecto al sector de estudio.



Figura 37 Edificio en donde está ubicado Headend de la empresa Sepormul-Cabletel

4.3.2. Procesamiento de las señales de televisión

4.3.2.1. Antenas Satelitales de Recepción

Para obtener la señal de CATV de los satélites, se dispone de antenas satelitales de 3 metros de diámetro, que operan en banda C, para la recepción de los satélites que se menciona en la tabla 4.2.1, cada antena tiene las siguientes características.



Figura 38 Antena Satelital Banda C

Tabla 4.3.2.1.1 Especificaciones Técnicas de la Antena Satelital empresa Sepormul-Cabletel³⁴

Especificaciones Técnicas	
Frecuencia de Operación Banda C	3.4 a 4.2 Ghz.
Geometría	Foco Primario
Ganancia Banda C	41 dB
Pérdidas por aislamiento	30 dB
Diámetro	3 mt
Movimiento en azimuth	360°
Resistencia al viento	110 Km/h

³⁴ http://www.amplired.com.ar/productos_ver.php?IdProducto=80

4.3.2.1.1. Detector, alimentador o iluminador.

“Como su nombre indica deben iluminar (inundar) la parábola de RF, para que esta la refleje, para ello deben estar situados en el Foco de la parábola.

Deben iluminar la parábola, no dejarse parte sin iluminar o sobre-iluminarla. En el primer caso se estaría desaprovechando la parábola al infra-iluminarla, o sea como si estuviera con una parábola de menor tamaño. En el segundo caso al iluminar fuera de la parábola, estaría desaprovechando RF de salida en caso de emisión y recepción, aumentaría el ruido de la señal, que en frecuencias altas es un factor significativo.”³⁵

El iluminador que se utiliza para las antenas satelitales es de doble polaridad para banda c, modelo PASI-44 C, que a continuación se menciona sus características técnicas.

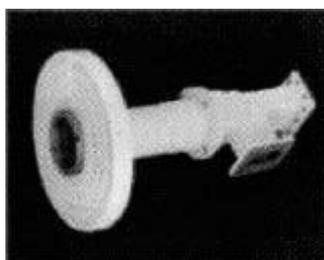


Figura 39 Iluminador PASI-44 C

Tabla 4.3.2.1.1.1 Características Técnicas del iluminador PASI-44 C³⁶

Características técnicas	
Frecuencia	3,7 – 4,2 Ghz
VSWR	1,5 Máxima
Relación Axial	2 dB Max.
Bridas	2 x CPR 229F
F / D Ajustable	C1=0,3
F / D Ajustable	C2=0,34/0,40
F / D Ajustable	C3=0,40

4.3.2.1.2. Conversor LNB

El conversor LNB es el que convierte el bloque de señales satelitales, a través de un oscilador local, con una frecuencia intermedia de 950 y 1750 MHz con el mínimo factor de ruido, el que se dispone para la empresa Sepormul-Cabletel es el LNB PLL para banda C- N 3220, y tiene las siguientes características técnicas.

³⁵ <http://personales.ya.com/ea4cax/paginaea4cyq/parabolica/parabolica.pdf>

³⁶ <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/propulsa.html>



Figura 40 Conversor LNB para banda C

Tabla 4.3.2.1.2.1 Especificaciones Técnicas del conversor LNB PLL ³⁷

Especificaciones Técnicas	
Frecuencia de Ingreso	3,40 a 4,20 GHz
Frecuencia de Salida	950 a 1750 Mhz
Ganancia de conversión	62 dB
Salida de P1dB	9 dBm
Fuente	+15 a +24 V
Corriente	330mA
L.O. frecuencia	5.15 GHz
Temperatura de Operación	-40°C a +60°C
Dimensiones	144 x 70 x 98 mm

4.3.2.1.3. Divisor de señal de satélite

Para obtener múltiples señales se necesita dividirla para lo cual se utiliza los divisores (Splitters) de alto rendimiento, se tiene de dos, cuatro y ocho salidas, los cuales a continuación se muestra las características técnicas de cada uno.



Figura 41 Divisor 2 vías DX SED-772

³⁷ http://satcomnow.com/satcom/pdf/Norsat_3000LNB.pdf

Tabla 4.3.2.1.3.1 Especificaciones Técnicas Divisor 2 vías DX SED-772³⁸

Modelo	Numero de salidas	Frecuencia (MHz)	Distribución de Pérdidas (dB) Max	Pérdida de aislamiento (dB) Min.	Pérdida de retorno (dB) Min.	Peso (g)
SED-772	2	5 - 10	4.7	20	10	100
		10 - 40	4.0	20	12	
		40 - 550	4.0	20	12	
		550 - 806	4.3	18	12	
		806 - 950	6.0	15	10	
		950 - 1750	6.0	15	10	
		1750 - 2050	6.0	15	10	



Figura 42 Divisor 4 vías DX SED-774

Tabla 4.3.2.1.3.2 Especificaciones Técnicas Divisor 4 vías DX SED-774³⁹

Modelo	Numero de salidas	Frecuencia (MHz)	Distribución de Pérdidas (dB) Max	Pérdida de aislamiento (dB) Min.	Pérdida de retorno (dB) Min.	Peso (g)
SED-774	4	5 - 10	8.5	17	10	135
		10 - 40	8.0	20	12	
		40 - 550	8.0	20	12	
		550 - 806	8.5	18	12	
		806 - 950	10.0	15	10	
		950 - 1750	10.0	15	10	
		1750 - 2050	10.0	15	10	

³⁸ <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/dx2.htm>

³⁹ <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/dx4.htm>

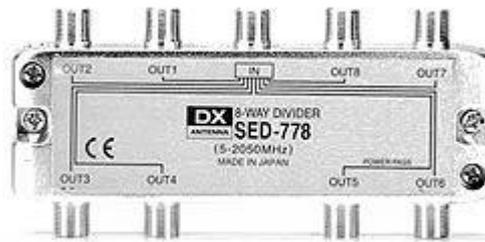


Figura 43 Divisor 8 vías DX SED-778

Tabla 4.3.2.1.3.3 Especificaciones Técnicas Divisor 8 vías DX SED-778⁴⁰

Modelo	Numero de salidas	Frecuencia (MHz)	Distribución de Pérdidas (dB) Max	Pérdida de aislamiento (dB) Min.	Pérdida de retorno (dB) Min.	Peso (g)
SED-778	8	5 - 10	12.0	17	10	200
		10 - 40	12.0	20	12	
		40 - 550	12.0	20	12	
		550 - 806	13.0	18	12	
		806 - 950	17.0	15	10	
		950 - 1750	17.0	15	10	
		1750 - 2050	17.0	15	10	

4.3.2.2. Receptor Satelital

En la empresa Sepormul-Cabletel se dispone de receptor Cisco PowerVu D9850, ya que es un receptor satelital de programas múltiples, por lo cual a continuación se presenta las especificaciones técnicas.



Figura 44 Receptor Satelital de programas múltiples Cisco PowerVu D9850

⁴⁰ <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/dx8.htm>

Tabla 4.3.2.2.1 Especificaciones Técnicas del receptor satelital utilizado para el sistema MMDS⁴¹

Características	Descripción
Sistema	MPEG-2/DVB Compatible EN 300 421, EN 300 468
De-modulación	QPSK
Nivel de entrada	-25 DBm a -65 dBm por portadora
Rango de frecuencia	950 MHz a 2150 MHz
Sintonía	125 kHz
Satélite	C-band and Ku-band
Impedancia de entrada	75 Ω
Salida de vídeo analógico	
Vídeo Tipo de descompresión	MPEG-2 4:2:0
Impedancia de salida	75 Ω
Máxima resolución de Video	720x480/576
Salida de audio analógica	
Descompresión de audio	MPEG o Dolby Digital
Respuesta de frecuencia	±0.5 dB, 20 Hz a 20 kHz (ref., 100 K Ω)
Alimentación	
Voltaje	100 V a 240 V AC
Potencia	50 W

4.3.2.3. Antenas para recepción de Televisión Nacional

Para los canales nacionales se dispone de antenas UHF y VHF ya que son señales libres, en la tabla 4.3.2.2.1 se puede observar que hay 8 canales para la recepción VHF y tres canales para recepción UHF, en la empresa Sepormul-Cabletel se dispone de dos antenas una VHF y UHF como se muestra en la figura 45.

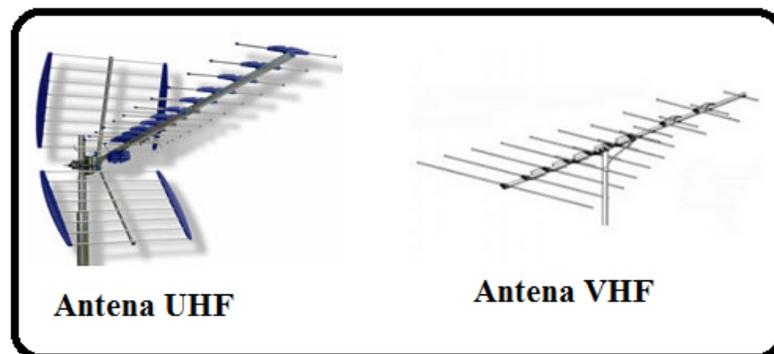


Figura 45 Antenas para recepción de canales nacionales

⁴¹

http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/video/ps9159/ps9182/ps9185/product_data_sheet0900aecd80708fa3.pdf

Tabla 4.3.2.2.1 Canales Nacionales recepción VHF y UHF

CANAL (DE RECEPCIÓN DEL SUSCRIPTOR)	BANDA DE FRECUENCIA DEL RECEPTOR [MHZ]	NOMBRE	PAÍS DE ORIGEN	RECEPCIÓN (Aire)
4	66-72	Tele Amazonas	Nacional	Aire / VHF
5	76-82	Ecuavisa	Nacional	Aire / VHF
6	82-88	Telerama	Nacional	Aire / VHF
8	180-186	Gama Tv	Nacional	Aire / VHF
9	186-192	Austral Tv	Nacional	Aire / VHF
10	192-198	Red Tele Sistema. RTS	Nacional	Aire / VHF
11	198-204	Canal 1	Nacional	Aire / VHF
12	204-210	TC Televisión	Nacional	Aire / VHF
50	378-384	Cañar Tv	Nacional	Aire / UHF
51	384-390	RTU	Nacional	Aire / UHF
52	390-396	Ecuador TV	Nacional	Aire / UHF

En la tabla 4.3.2.2.2 se observa las siguientes características técnicas de la antena UHF y de la antena VHF:

Tabla 4.3.2.2.2 Características Técnicas de Antenas UHF y VHF

Características	Antenas VHF	Antenas UHF
Canales	2 a 13	14 a 69
Ancho de banda	54 a 88 Mhz, 174 a 216 Mhz	470 a 860 Mhz
Ganancia	8.2 dBi	10.2 dBi
Perdidas de Retorno	12 dBi	12 dBi
Impedancia	75 Ω	75 Ω
Conector	Hembra	Hembra

4.3.2.3.1. Preamplificadores VHF-UHF

Se utilizan preamplificadores para la señal de VHF y UHF, los cuales son CMA-b y SMCA Ub-Single, son utilizados para calidad profesional, nivel de ruido muy bajo, de un solo canal VHF / FM y preamplificadores UHF. La CMA-b está optimizada para una sola VHF canal o banda de FM (88-108 MHz), mientras que el SCMA-Ub está optimizado para un solo UHF canal. Estos preamplificadores puede aceptar una amplia gama de niveles de señal de entrada y la oferta excelente ganancia, por lo que estas unidades ideal para áreas difíciles de señal.



Figura 46 Preamplificadores CMA-b y SMCA Ub-single

Tabla 4.3.2.3.1.1 Especificaciones Técnicas de los Preamplificadores CMA-b (VHF) y SMCA Ub-single(UHF)
42

Especificaciones Eléctricas		
	CMA-b	SCMA-Ub
Figura de ruido (dB):	3.5 (2-6), 2.0 (FM), 2.5 max (7-13)	2.5 (14-69)
Trampa Profundidad (dB):	NA	10
Ganancia (dB):	29 (2-6), 24 (FM), 26 (7-13)	25 (14-34), 24 (35-69)
Ancho de banda (MHz):	6, 20 (FM)	6
Planeidad Pasa banda (dB):	±0.25 (2-13), 1.0 (FM)	±0.75
Entrada Nivel		
Recomendado Mínimo (dBmV):	10	10.5
Capacidad de entrada (dBmV):	+35	+35
Impedancia - Todos los puertos:	75 Ω	75 Ω
Especificaciones Generales		
Requisitos de energía:	-21 VDC @ 40 mA	--21 VDC @ 29 mA
Recomendado BT Fuente de alimentación:	PS-1526	PS-1526
Rango de temperatura (° C):	-40 a +60	-40 a +60
Conectores entra/salida	"F" Hembra	"F" Hembra
Especificaciones Mecánicas		
Dimensiones		
W x H x D cm:	5.00 x 3.88 x 2.31	5.00 x 3.88 x 3.00
W x H x D mm:	127 x 99 x 59	127 x 99 x 76
Peso (lbs)	1.31	1.31

⁴² <http://www.sateng.com/downloads/2010%20Product%20Portfolio.pdf>

4.3.2.3.2. Conversor de UHF a VHF

Para convertir un canal de UHF a VHF se tiene el equipo “PICO MACOM XUV single channel UHF to VHF converter” el cual se presenta las siguientes características.

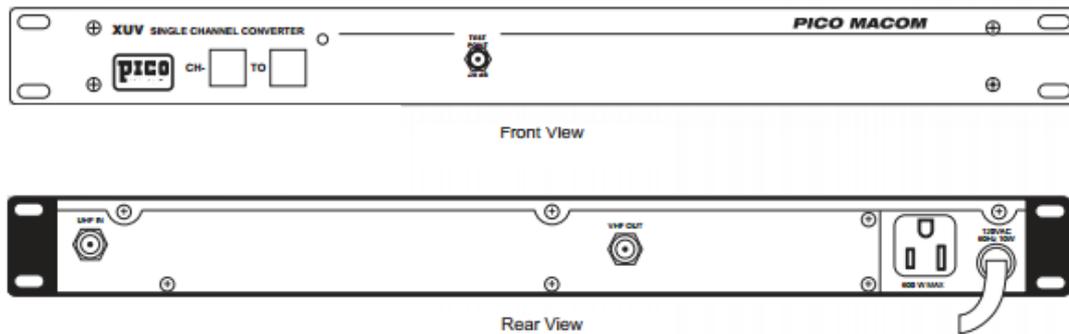


Figura 47 PICO MACOM XUV single Channel UHF to VHF converter

Tabla 4.3.2.3.2.1 Especificaciones Técnicas del conversor PICO MACOM XUV⁴³

Especificaciones Técnicas	
Ingresos UHF	Canales 14-70
Salida VHF	Canales 2-13, A-I, J-W
Ganancia (dB):	20
Ancho de banda (MHz)	6
Estabilidad de la frecuencia	±5 kHz
Impedancia	75 Ω
Requisitos de energía	108-120 Vac 60 Hz, 3 W
Rango de temperatura	-10° to 50° C
Conectores entra/salida	“F” Hembra
Dimensiones	19”(L) x 3”(D) x 1 3/4”(H)
Peso (lbs)	4

4.3.2.3.3. Sintonizador VHF

Se utiliza un sintonizador VHF modelo 6109 de 6 MHz Off-Air de referencia, proporciona un método conveniente para eliminar bloqueo de Scientific-Atlanta vídeo modulador y convertidores elevadores a una emisora de origen fuera del aire VHF. Se ofrece un método atractivo y rentable para reducir la interferencia co-canal en sistemas CATV.

Esta interferencia es causada a menudo por la entrada de alta potencia VHF señales enviadas a la planta de distribución de equipo de abonado o instalaciones.

⁴³ http://www.multicominc.com/active/comparison/channel_converters/xuv.pdf

A continuación se presenta las especificaciones técnicas del sintonizador VHF.



Figura 48 Sintonizador VHF modelo 6109 6MHz Off-Air Reference

Tabla 4.3.2.3.3.1 Especificaciones Técnicas del sintonizador VHF 6109 6MHz Off-Air Reference⁴⁴

RF	Valor
Entrada RF Rango de frecuencia	Canales 2-13
Nivel de entrada de RF	-15 DBmV a +15 dBmV (máximo nivel > 40 dBmV)
RF Impedancia de entrada	75 ohms, nominal
RF de entrada Pérdida de retorno	> 12 dB a través del canal sintonizado
6 MHz de salida de referencia	Valor
Frecuencia de salida	6,00 MHz ± 380 Hz (onda sinusoidal)
Nivel de salida	0.6 to 1.3 V p-p
General	Valor
Entrada de Alimentación	90 V AC to 130 V AC, 60 Hz, or 40 to 80 V DC, 25 W max
Temperatura ambiente de funcionamiento	0°C to +50°C
Humedad Relativa	5% a 95%, sin condensación

4.3.2.4. Codificación de señales analógicas

Para la codificación se utiliza el CNA-DT-EM8100 es un poderoso codificador MPEG-2 que permite convertir una señal analógica en una señal digital en formato MPEG mediante un microprocesador de última generación, consiguiendo

⁴⁴

http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/video/ps9159/ps9195/ps9220/product_data_sheet0900aecd806d1bfc.pdf

un rate de salida de 2 a 15 Mbps y una doble salida ASI, a continuación se presentas sus características.



Figura 49 Codificador CNA-DT-Em8100

Tabla 4.3.2.4.1 Especificaciones técnicas del codificador CNA-DT-Em8100 ⁴⁵

Especificaciones técnicas	
Entrada	Salida
Formato de Video: NTSC/PAL Entrada analógica: CVBS1/CVBS2, Video Entrad Digital: SDI A/D resolución: 10-bits Resolución: 720x576 (PAL) 720x480 (NTSC) Relación de aspecto: 16:9 – 4:3	DVB interface: 2xASI Velocidad de Salida: 2-15 Mbps
Audio	Control y monitorización
Modo de audio: Estéreo, canal único canal dual 1 Estéreo (2 Mono): AES/EBU, Analógico A/D resolución: 24- bits Velocidad de codificación: Mayor a 384 Kbps Frecuencia de muestreo: 32 Khz, 44.1 Khz, 48 Khz Formato de codificación: MPEG Layer-I/II	8 teclas de los botones y la pantalla LCD de caracteres RS-232 Ethernet (TCP/IP)
	Dimensiones
	1RU (19" rack) 4.4 x 48.3 x 37.5 cm Peso 6 kg
	Alimentación
	100-260 VAC Consume 25 W
Datos	Medio ambiente
Rs 232: Mayor a 384 Kbps	Temperatura de operación: -5 a 45 °C Humedad operativa: 10% a 80% Temperatura de almacenamiento: -10 a 50 °C Humedad de almacenamiento: 0% a 90%

⁴⁵ <http://www.cablenetwork.net/pdf/digital/cna-digital.pdf>

4.3.2.5. Multiplexación de las señales de Televisión

El CNA-DT-MX8100 es un multiplexor / re multiplexor, encargado de combinar los diferentes streams digitales en DVB y obtener una salida de hasta 180 Mbps El equipo posee ocho entradas ASI y dos salidas principales, más dos redundantes, haciendo posible la utilización de este equipo no solo para CATV, sino también para sistemas DVB-T (terrestres)



Figura 50 Multiplexor CNA-DT-MX8100

Tabla 4.3.2.5.1 Especificaciones técnicas del Multiplexor CNA-DT-MX8100⁴⁶

Especificaciones técnicas	
Entrada	Dimensiones
DVBASI: 8 entradas	1RU (19" rack)
DVBSPi: Opcional	4.4 x 48.3 x 37.5 cm
TS velocidad de bits: Mayor a 180 Mbps	Peso 6 kg
Transformación	Alimentación
PID Re-mapping, Generador de apoyo para PSI/SI	100-260 VAC
DVB mesa de edición	Consume 25 W
EPG inserción	
Control y monitorización	Medio ambiente
8 teclas de los botones y la pantalla LCD de caracteres	Temperatura de operación: -5 a 45 °C
RS-232	Humedad operativa: 10% a 80%
Ethernet (TCP/IP)	Temperatura de almacenamiento: -10 a 50 °C
	Humedad de almacenamiento: 0% a 90%

⁴⁶ <http://www.cablenetwork.net/pdf/digital/cna-digital.pdf>

4.3.2.6. Modulación de la señal de Televisión

El CNA-DT-QM8100 constituye un modulador escalable QAM DVB-C de hasta 256QAM, el cual es el encargado de transportar los paquetes de datos MPEG-2 hasta los receptores. El modulador QAM puede trabajar con constelaciones de 16, 32, 64, 128 y 256 QAM, permitiendo, de esta manera, gran flexibilidad en la transmisión para sistemas que presenten problemas en la distribución de señal.



Figura 51 Modulador CNA-DT-QM8100

Tabla 4.3.2.6.1 Especificaciones Técnicas del Modulador CNA-DT-QM8100 ⁴⁷

Especificaciones RF	
Nivel de salida	40 - 55 dBmV
Estabilidad de la frecuencia	±5 kHz
C / N (en banda)	60 dB
Out-of-Band Noise	-95 dBc
Salida de RL	10 dB
Especificaciones Video	
Nivel de entrada (Min.)	5V p-p min. (87,5% para Modulation)
Respuesta de frecuencia	±1.5 dB (50 Hz - 4.2 MHz)
Rango de modulación	0 - 90%
Impedancia de entrada	75 Ohms
Especificaciones Audio	
Nivel de entrada	.5V p-p (25 kHz Dev)
Impedancia de entrada	600 Ohms
Distorsión (THD)	1.5%
Especificaciones Generales	
Alimentación	117VAC, 60 Hz, 7 W
Dimensiones	19" x 1.75" x 3"
Peso	5 lb

⁴⁷ <http://www.cablenetwork.net/pdf/digital/cna-digital.pdf>

4.4. Acceso a internet con la tecnología MMDS

4.4.1. Estándar DOCSIS⁴⁸

DOCSIS es un estándar no comercial que define los requisitos de la interfaz de comunicaciones y operaciones para los datos sobre sistemas de cable, lo que permite añadir transferencias de datos de alta velocidad a un sistema de televisión por cable (CATV) existente. Muchos operadores de televisión por cable lo emplean para proporcionar acceso a Internet sobre una infraestructura HFC (red híbrida de fibra óptica y coaxial) existente o con el sistema MMDS.

La versión europea de DOCSIS se denomina EuroDOCSIS. La principal diferencia es que, en Europa, los canales de cable tienen un ancho de banda de 8 MHz (PAL), mientras que, en Norte América y Colombia, es de 6 MHz (NTSC). Esto se traduce en un mayor ancho de banda disponible para el canal de datos de bajada (desde el punto de vista del usuario, el canal de bajada se utiliza para recibir datos, mientras que el de subida se utiliza para enviarlos). También existen otras variantes de DOCSIS que se emplean en Japón.

El ancho de banda de cada canal depende tanto del ancho del canal como de la modulación utilizada. Con canales de 6 MHz y 256-QAM la velocidad podría llegar hasta los 38 Mbit/s, mientras que con canales de 8 MHz y la misma modulación llegaría hasta los 51 Mbit/s. En el caso de la subida, con un canal de 3,2 MHz y 16-QAM habría disponibles 10 Mbit/s, aunque en el caso de DOCSIS 2.0 al permitir hasta 6,4 MHz y 64-QAM se puede aumentar hasta 30,72 Mbit/s.

En las siguientes tablas se pueden apreciar mejor las diferentes combinaciones y sus tasas de transferencia resultantes. Todas están indicadas en Mbps y en valores brutos, es decir sin contar los bits utilizados en la corrección de errores, entre paréntesis se encuentra la velocidad real neta.

⁴⁸ <http://es.wikipedia.org/wiki/DOCSIS>

Tabla 4.4.1.1 Velocidades de subida y bajada disponibles para DOCSIS 2.0

Downstream en Mbit/s			Upstream en Mbit/s			
64-QAM	256-QAM		QPSK	16-QAM	64-QAM*	
		0,2 MHz	0,32 (0,3)	0,64 (0,6)	1,28 (1,2)	
6 MHz	30,34 (27)	42,88 (38)	0,4 MHz	0,64 (0,6)	1,28 (1,2)	1,92 (1,7)
		0,8 MHz	1,28 (1,2)	2,56 (2,3)	3,84 (3,4)	
		1,6 MHz	2,56 (2,3)	5,12 (4,6)	7,68 (6,8)	
8 MHz	40,44 (36)	57,20 (51)	3,2 MHz	5,12 (4,6)	10,24 (9,0)	15,36 (13,5)
		6,4 MHz*	10,24 (9,0)	20,48 (18,0)	30,72 (27)	

4.4.2. Cable modem Terminal System (CMTS)

“Cable Modem Termination System conocido con sus siglas CMTS, que español significa, Sistema de Terminación de Cablemódems, es un equipo que se encuentra normalmente en la cabecera de la compañía de cable y se utiliza para proporcionar servicios de datos de alta velocidad, como Internet por cable o Voz sobre IP, a los abonados.

Para proporcionar dichos servicios de alta velocidad, la compañía conecta su cabecera a Internet mediante enlaces de datos de alta capacidad a un proveedor de servicios de red. En la parte de abonado de la cabecera, el CMTS habilita la comunicación con los cablemódems de los abonados.

Para entender lo que es un CMTS se puede pensar en un router con conexiones Ethernet en un extremo y conexiones RF (radiofrecuencia) coaxiales en el otro. La interfaz RF transporta las señales de RF hacia y desde el cablemódem del abonado.

De hecho, la mayoría de CMTS tienen conexiones Ethernet (u otras interfaces de alta velocidad más tradicionales) como interfaces RF. De esta forma, el tráfico que llega de Internet puede ser enrutado (o puentado) mediante la interfaz

Ethernet, a través del CMTS y después a las interfaces RF que están conectadas a la red HFC de la compañía de cable. El tráfico viaja por la red HFC para acabar en el cablemódem del domicilio del abonado. Obviamente, el tráfico que sale del domicilio del abonado pasará por el cablemódem y saldrá a Internet siguiendo el camino contrario.”⁴⁹

Se dispone del equipo CMTS de la compañía Motorola modelo BSR-2000 que a continuación se presenta sus características técnicas.



Figura 52 CMTS Motorola BSR-2000

Tabla 4.4.2.1 Especificaciones Técnicas del CMTS Motorola BSR-2000⁵⁰

Características COMPACT CMTS	
Factor de forma	1RU "caja de pizza"
Dimensiones	1.75" H x 19" W 19.8" D
Peso	20 Lbs (7.5 kg)
Potencia de entrada	85 – 264 VAC, 47 – 63 Hz
Consumo de energía	150 W
Temperatura de funcionamiento	0° C to 40° C (32° F to 104° F)
Humedad de funcionamiento	10 - 80% RH (sin condensación)
Humedad no operativa	5 - 95% RH (sin condensación)
Interoperabilidad basada en estándares	
DOCSIS 2.0 and 1.1 qualified	
EuroDOCSIS 2.0 y J-DOCSIS	
PacketCable 1.0 y 1.1 compatible EuroPacketCable: DQO / IPSEC / COPS / CALEA	
RED DE GESTIÓN Y PROVISIÓN	
Cisco-compatible CLI	
SNMP v1 & v3	
Standard DOCSIS and IETF MIBs	
Secure Shell – SSH v2	

⁴⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/CMTS>

⁵⁰ <http://www.capella.ca/products/docsis/MotorolaBSR2000CMTS.pdf>

4.4.3. Conversor Upstream

El EMCEE USC-1 es un convertidor de grado comercial Upstream destinado a aplicaciones de Internet inalámbrico. Diseñado principalmente para permitir dos vías de arquitecturas inalámbricas, la USC-1 puede funcionar dentro de los rangos de entrada desde 2150 a 2700 MHz y proporcionan salidas fijas dentro de 27 a 73 MHz para interfaz con el sistema de la cabecera y demodulador/router. Los datos Upstream con velocidad de Mbit/segundo, rango que puede realizarse sin la necesidad de costosas líneas asistente de ancho de ancho de banda de teléfono en el punto de presencia y el suscriptor pueden llegar a ser totalmente independientes de todas las llamadas entrantes. Con suficiente ancho de banda antena de transmisión y espacio guarda entre frecuencias de upstream y dostream, arquitecturas de sistema dúplex, con reducciones en costo y el espacio ocupado.⁵¹



Figura 53 Conversor Upstream USC-1 EMCEE

Tabla 4.4.3.1 Especificaciones Técnicas del conversor Upstream USC-1 EMCEE

Características Eléctricas	
Frecuencia de entrada	2.150 - 2.162 / 2.305 - 2.320, 2.345 - 2.360 / 2.5 - 2.7 GHz
Frecuencia de Salida	27 - 73 MHz
Ancho de banda	2 - 12 MHz
Estabilidad de la frecuencia	±500 Hz
Ganancia de Conversión	40 dB
Nivel máximo de entrada	-30 dBm
Fase de Ruido	-90 dBc/Hz at 10 KHz Offset
Rechazo de imagen	50 dB
Características Mecánicas	
Impedancia de entrada / conector	Tipo "N" 50 Ohms
Impedancia de salida / conector	Tipo BNC/F 75 Ohms
AC entrada	115/220 VAC, 50/60 Hz, 50 Watts
Dimensiones	19" H x 12" W x 5.25" D

⁵¹ <http://www.emceecom.com/Documents/EMCEE%20USC-1%20Upstream%20Converter.pdf>

4.5. Combinación del contenido de cable para TV e internet

Para la combinación de canales se necesita un equipo denominado Combinador pasivo, que básicamente lo que hace es colocar en canales adyacentes las señales de contenidos de televisión ya moduladas y agregar la señal de internet, en la empresa Sepormul-Cabletel se dispone de dos equipos PHC-24G de PICO MACOM para 24 canales cada uno, por lo que a continuación se presenta sus especificaciones técnicas⁵².



Figura 54 Combinador Pasivo PHC-24G PICO MACOM

Tabla 4.5.1 Especificaciones Técnicas del PHC-24G PICO MACOM

Especificaciones Técnicas	
Rango de Frecuencia	5 - 1000 MHz
Puerto-a-Puerto de aislamiento	Los puertos adyacentes 30 dB (típico) Puertos opuestos 40 dB (típico)
Pérdida de inserción	-21 dB (típico)
Montaje	19" Rack
Dimensiones	19" (L) x 3" (D) x 1 3/4" (H)
Peso	3.3 lbs
Conectores	Tipo "F"
Test Point	-20 dB

⁵² http://www.standardcomm.com/_docs/_user_manual/70-pm-phc-24g.pdf

4.6. Equipos de Transmisión

4.6.1. Transceptor para la estación base

Para la transmisión de la señal de televisión con la tecnología MMDS se necesita un transceptor, debido a que el enlace que se va a realizar es bidireccional, entre el headend y el abonado, para el servicio de internet, en la empresa Cable AML se dispone de un producto de este tipo el TRX02-250C TRANSCEIVE (Figura 55).

4.6.1.1. Transceptor TRx02-250C⁵³

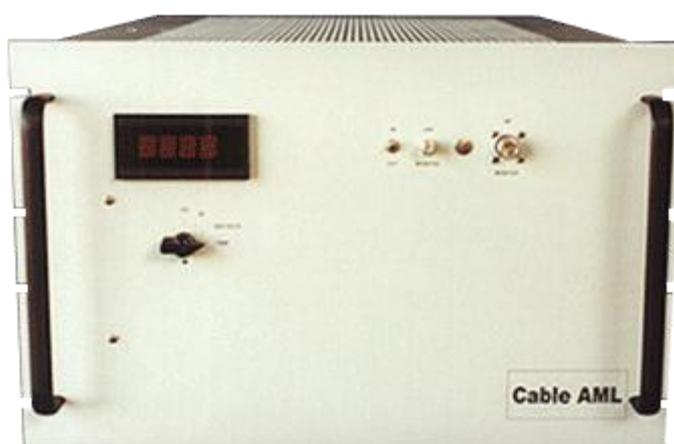


Figura 55 TRX 02-250 C Transceiver⁵⁴

El transceptor TRX02-250C es un transmisor-receptor integrado, para los sistemas MMDS opera con banda downstream (2,5 a 2,7 GHz) y banda upstream (2,150 a 2,162 GHz).

El transceptor está diseñado para transmitir simultáneamente varios canales de televisión de banda ancha y proporcionar conectividad bidireccional de datos a los abonados dentro del área de cobertura. Pueden transmitir hasta 31 portadoras downstream, cada 6 MHz de ancho. Cada portador puede ser una señal de TV analógica (VSBAM), una señal digital MPEG-2 TV (64-QAM modulada) o de un portador 64-QAM datos.

Cuando se conecta a una antena omni-direccional que puede cubrir una zona de un radio de aproximadamente 24 kilómetros bajo carga completa de canales. El rango de cobertura aumenta si se transmite menos de 31 portadoras.

⁵³ www.cableaml.com/website3/wireless_internet/pdf/TRX02-250C.pdf

⁵⁴ <http://cableaml.com/wirelessinternettripleplay/sistemas-de-mmms-internet-inalambrico-ejemplos-de-instalaciones/>

La entrada/salida de flujos de datos está establecido en frecuencias IF compatibles con DOCSIS y con Estación Base WMTS (Sistemas inalámbricos de terminación de módem).

El transceptor es muy simple de instalar y operar. Cuenta con un diseño modular para facilitar el mantenimiento y el servicio. Su diseño compacto requiere sólo 12,25 pulgadas (31,2 cm) de altura en un estándar de 19 pulgadas (48,3 cm) de ancho de rack o gabinete.

En la tabla 4.6.1.1.1 se menciona las características técnicas del equipo:

Tabla 4.6.1.1.1 Características técnicas del transceptor TRX02-250C

Sección de Transmisor	
Frecuencia de entrada	222 a 408 MHz
Nivel de entrada	+20 dBmV (-29 dBm) por canal
Frecuencia de salida	2.5 a 2.686 GHz
Frecuencia del oscilador local	2278 MHz
Respuesta de frecuencia	±1 dB
Estabilidad de la frecuencia	±10 KHz (+10°C a +50°C)
Pérdida de retorno de entrada	15 dB
Conector de entrada	Tipo "F" hembra
Pérdida de retorno de salida	18 dB
Sección de Receptor	
Frecuencia de entrada	2150 to 2162 MHz
Frecuencia de salida:	14.375 to 26.375 MHz
Ganancia	42 dB
Ganancia Plenitud	±1 dB
Figura de ruido	4.5 dB
Pérdida de Retorno	15 dB
Conector de salida	Tipo "F" hembra
Características Mecánicas	
RF de entrada / Conector de salida	Tipo "N" hembra
Rango de temperatura	60° a 100°F (16° a 38°C)
Energía primaria	120/240 VAC, 50/60Hz
Peso	58lb. (26.3 kg)
Dimensiones	(48.3cm W x 31.8cm H x 61cm D)

4.6.2. Antena para la Transmisión

La antena que se utiliza para la transmisión de la señal de televisión e Internet es una omnidireccional para abarcar todo el sector de estudio, para nuestro estudio se utiliza la

Stella Doradus Ireland Ltd ⁵⁵ (Figura 56), que a continuación se presenta sus características técnicas.

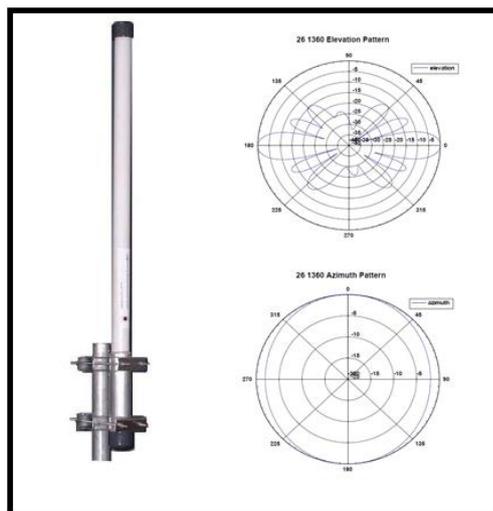


Figura 56 Antena Omnidireccional Stella Doradus Ireland Ltd

Tabla 4.6.2.1 Especificaciones Técnicas Antena Omnidireccional Stella Doradus

Especificaciones eléctricas	
Ganancia	8dBi
Ancho de Banda	2.5 a 2.7GHz
VSWR	1 : 1.8
Polarización	Vertical
Potencia	50W
Altura Ancho de haz	17 grados
Cross Pol. Discrimination	-18dB
Impedancia	50 ohms
Terminación	Fijo N hembra
Especificaciones Mecánicas	
Longitud	66 cm
Diámetro	4.2 cm
Peso	0.5kg
Compensación de viento (a 216 km/h)	8.5kg
Montaje de tubería	5 cm del tubo

4.7. Equipos de Recepción

Una vez que se tenga la estación base, y se envíe la señal de televisión y de internet, mediante el transmisor y la antena omnidireccional, cada abonado necesita un equipo receptor, dichos equipos son conocidos como Customer Premise Equipment (CPE) que en español significa Equipo Local del Cliente, estos

⁵⁵ [http://www.stelladoradus.com/pdfs/mmds/omni/26.1360.\(15-07-10\).pdf](http://www.stelladoradus.com/pdfs/mmds/omni/26.1360.(15-07-10).pdf)

pueden ser usados tanto en interiores como en exteriores para terminar con el enlace, par de esta forma se pueda comunicar el abonado con la estación base.

4.7.1. Transceptor MMDS de usuario y antena

Para cada abonado se requiere un transceptor MMDS, el equipo que vamos a utilizar es un **Planar Array Integrated Antenna Downconverter 2230/011 33 Channel High Gain Standard**, y se encarga de recibir y enviar datos desde y hacia el headend, es un equipo de la empresa California Amplifier, para su instalación permite un montaje fácil y versátil. Ya sea montado en un alero, pared, techo, chimenea o ajustes mástil, azimut y elevación son rápidos y sin esfuerzo, a continuación mencionamos sus características técnicas.



Figura 57 Transceptor MMDS del abonado “Planar Array Integrated Antenna Downconverter”⁵⁶

Tabla 4.7.1.1 Especificaciones Técnicas del Transceptor MMDS del abonado

Características Técnicas	
Ganancia Integral	50 dB ± 3.5 dB
Ganancia plana integrada	2.0 dB ± .5 dB / 6 Mhz
Frecuencia de entrada	2500 - 2686 MHz
Frecuencia de salida	222 - 408 MHz
Ganancia	33 ± 2 dB
Figura de ruido	3.5 dB
PCS Rechazo	90 dB
WCS Rechazo	80 dB
Conector de salida	F-Type hembra, 75 Ohms
Características Generales	
Temperatura de funcionamiento	30°C a +60°C

⁵⁶ http://www.creativegardner.com/web_calamp/pdf_files/Planar.pdf

Tensión de alimentación	+16 a +24 VDC
Dimensiones	13.5 x 13.5 x 2.6 in.
Peso	5,2 libras. (con soporte)
Especificaciones de la antena	
Ganancia	17 dBi ± 1 dB
Ancho de haz a 3 dB	18.5° ± 1.5°
Primer lóbulo lateral	-17 dB Max, 20 dB Typ
Polarización cruzada	-30 dB Max

4.7.2. Cable modem para acceso a internet

La Interface de Red, que en la estación base representa la conexión entre el proveedor de servicio y la red mundial de IP y en el lado del suscriptor, la red de conexión con el sistema inalámbrico MMDS, el abonado necesita un cable modem para modular y demodular los datos para tener acceso a internet, se trabaja con DOCSIS 2.0 puesto que con ese protocolo trabaja internet vía MMDS, la empresa Sepormul-Cabletel dispone del equipo Motorola SURFboard SB5101U, lo cual a continuación se indica sus características técnicas:



Figura 58 Cable Modem SB5101NJ SURFboard⁵⁷

En la tabla 4.7.2.1 tenemos las características técnicas del cable modem SB5101NJ⁵⁸

⁵⁷ http://www.motorola.com/staticfiles/Video-Solutions/Products/Modems%20and%20Gateways/Modems/Cable%20Modems/SB5101/_Documents/SB5101NJ_DataSheet.pdf

⁵⁸ Motorola, Inc., 101 Tournament Drive, Horsham, Pennsylvania 19044 U.S.A. www.motorola.com

Tabla 4.7.2.1 Especificaciones Técnicas de Cable Modem SB5101NJ

Especificaciones Generales	
Cable de interfaz	F-Conector, hembra, 75 Ω
CPE de interfaz de red	10/100 Base-T Ethernet
Protocolo de Datos	TCP/IP
Dimensiones	15.75 cm x 5.84 cm x 15.24 cm
Potencia	9 W (nominal)
Entrada de energía	90 to 110 VAC, 50 to 60 Hz
Especificaciones DOWNSTREAM	
Modulación	64 or 256 QAM
Tasa máxima de datos	DOCSIS ≤ 38 Mbps
Ancho de banda	DOCSIS 6 MHz
Nivel de ingreso	-15 to +15 dBmV
Impedancia	75 Ω (nominal)
Frecuencia de ingreso	88 a 862 MHz
Especificaciones UPSTREAM	
Modulación	8, 16, 32, 64, 128 QAM o QPSK
Tasa máxima de Canal	30 Mbps
Nivel de Salida	+8 a +53 dBmV
Impedancia	75 Ω (nominal)
Rango de Frecuencia	5 a 65 MHz

4.8. Diseño de la red MMDS

4.8.1. Cálculo de canales MMDS para ofertar en televisión por cable

Se ofrece 51 canales entre nacionales e internacionales, los cuales se encuentra digitalizado en formato MPEG-2, considerando que por cada canal MMDS de 6 MHz se puede tener 6 contenidos de televisión digital, se realiza la siguiente operación:

$$\#canales\ MMDS = \frac{\#de\ canales\ servicio\ CATV}{6MHz} \quad \text{Ec (4.8.1.1)}$$

$$\#canales\ MMDS = \frac{51}{6}$$

$$\#canales\ MMDS = 8.5 \approx 9\ MMDS$$

4.8.2. Cálculos de Ancho de Banda para internet

Se toma como referencia las encuestas realizadas, el número inicial de clientes potenciales que se tiene es de (70 abonados) según la disposición de pago del servicio MMDS, para ello se elabora una tabla en el que se puede tabular el

número de clientes y el ancho de banda a contratar con sus respectivos precios dispuestos a pagar:

Tabla 4.8.3.1 Disposición de pago y anchos de banda que se oferta

Disposición de pago de los clientes	Porcentaje de los posibles clientes	Número de clientes potenciales	Ancho de banda	Compresión
De 21 a 30	70%	49	512 Kbps	4 a 1
De 30 a 40	29%	20	1 Mbps	8 a 1
Corporativos	1%	1	2 Mbps	1 a 1

Calculamos el ancho de banda de Internet para el primer año de servicio en base a la tabla 4.8.3.1, y tenemos lo siguiente:

$$BW_{downstream} = \frac{Usuarios \times BW}{Compresión} [Kbps] \quad \text{Ecuación (4.8.3.1)}$$

$$BW_{512} = \frac{49 \times 512}{4} = 6272 [Kbps]$$

$$BW_{1Mbps} = \frac{20 \times 1024}{8} = 2560 [Kbps]$$

$$BW_{2Mbps} = \frac{1 \times 2048}{1} = 2048 [Kbps]$$

$$BW_{downstream} = BW_{512} + BW_{1Mbps} + BW_{2Mbps} \quad \text{Ecuación (4.8.3.2)}$$

$$BW_{downstream} = 6272 + 2560 + 2048 [Kbps]$$

$$BW_{downstream} = 10880 [Kbps]$$

$$BW_{downstream} = 10.880 [Mbps]$$

Si de los 16Mbps se considera que la capacidad de utilización del BW es de la mitad de abonados que utilizan al mismo tiempo la conexión de internet se tiene lo siguiente:

$$BW_{downstream} = 10.880 \times 0.5 [Mbps]$$

$$BW_{downstream} = 5.44 [Mbps]$$

De igual forma se calcula para el ancho de banda de upstream:

$$BW_{upstream} = 5.44 \times 0.5 [Mbps]$$

$$BW_{upstream} = 2.72 [Mbps]$$

A continuación se calcula el número de E1 que se necesita inicialmente:

$$\#E1_{downstream} = \frac{BW_{downstream}[Mbps]}{2.048 [Mbps]} \quad \text{Ecuación (4.8.3.2)}$$

$$\#E1_{downstream} = \frac{5.44[Mbps]}{2.048 [Mbps]} = 2.65625 E1 \approx 3 E1$$

De igual forma se calcula para los E1 de upstream:

$$\#E1_{upstream} = \frac{2.72[Mbps]}{2.048 [Mbps]} = 1.328125 E1 \approx 2 E1$$

Por último se calcula el número de canales MMDS que se necesita para Downstream y Upstream de internet:

$$\#MMDS_{downstream} = \frac{BW_{downstream}[Mbps]}{27 [Mbps]} \quad \text{Ecuación (4.8.3.3)}$$

$$\#MMDS_{downstream} = \frac{5.44[Mbps]}{27 [Mbps]} = 0.201481 \rightarrow 1 \text{Canal MMDS}$$

$$\#MMDS_{upstream} = \frac{2.72[Mbps]}{27 [Mbps]} = 0.10074 \rightarrow 1 \text{Canal MMDS}$$

4.8.3. Enlaces para la red de distribución MMDS

Para los enlaces se utiliza un software de computadora llamado Radio Mobile, se toma 6 puntos en el sector de estudio, con sus coordenadas en UTM's y con la altura con respecto a nivel del mar, para ello la herramienta que se utiliza es la Samsung Tablet 2.0 y la aplicación GPS Map (Figura 59).

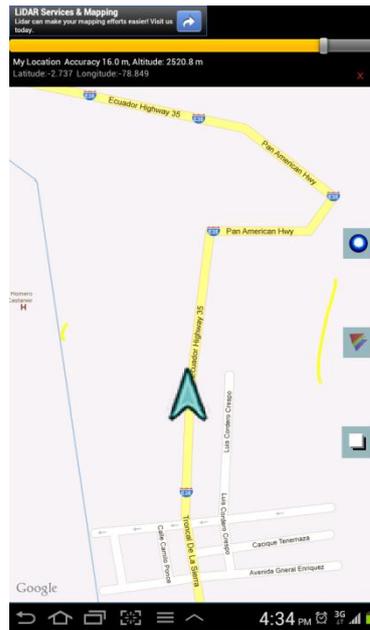


Figura 59 Aplicación GPS MAP para obtener coordenadas UTM y la altura sobre el nivel del mar

En la figura 60 se puede observar que existen 5 puntos como abonados (5 esquinas, Calle Juan Bautista, Terminal Terrestre, 24 de mayo y G Enriquez, Bolivar y G Enriquez) y un punto como estación base (Cabletel-Sepormul), para de esta forma realizar los enlaces, por lo que se tiene las siguientes configuraciones para cada punto.

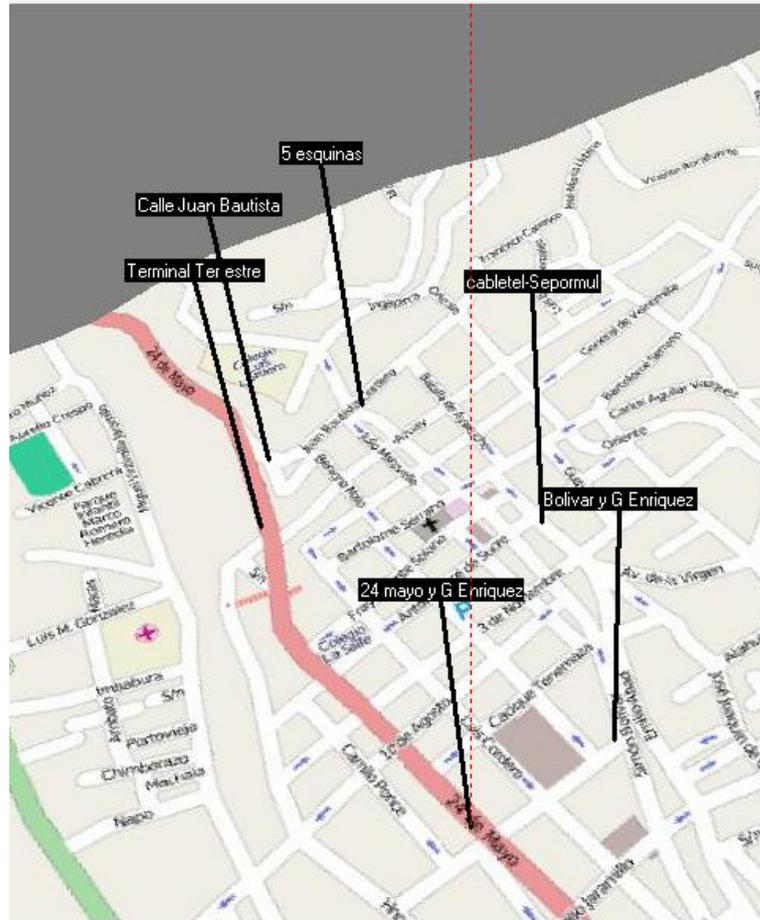


Figura 60 Ubicación de los puntos estratégicos para los enlaces

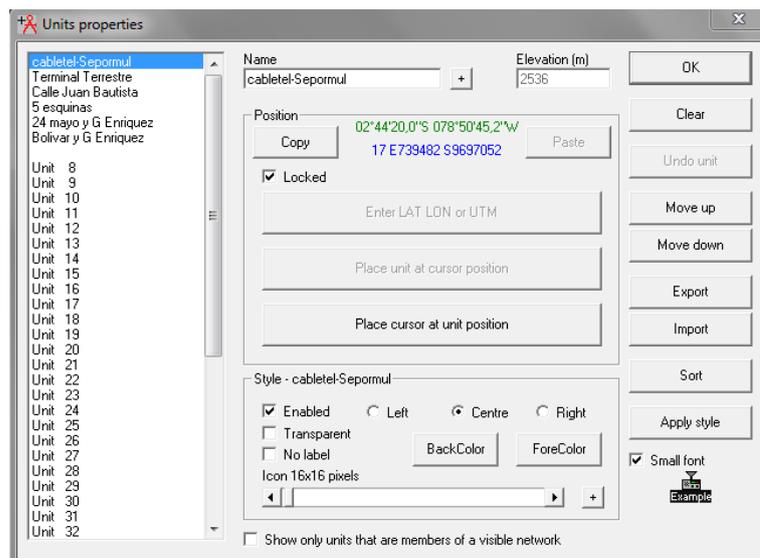


Figura 61 Configuración del punto "Cabletel-Sepormul" en Radio Mobile

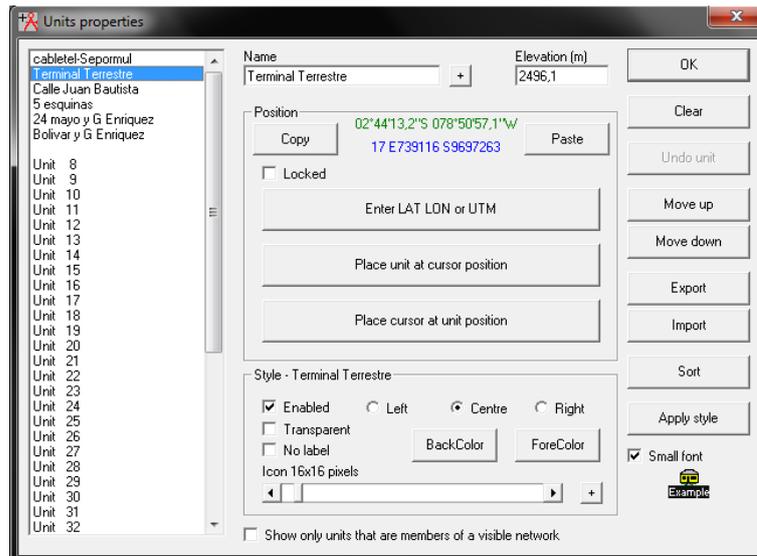


Figura 62 Configuración del punto "Terminal Terrestre" en Radio Mobile

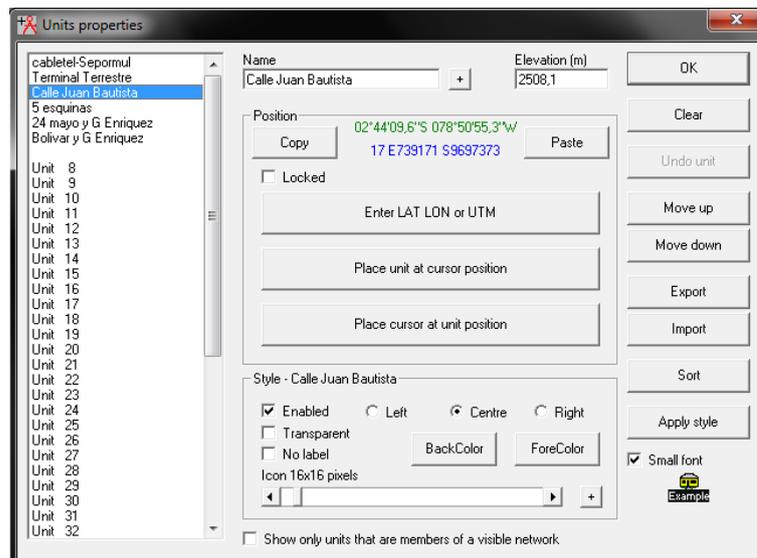


Figura 63 Configuración del punto "Calle Juan Bautista" en Radio Mobile

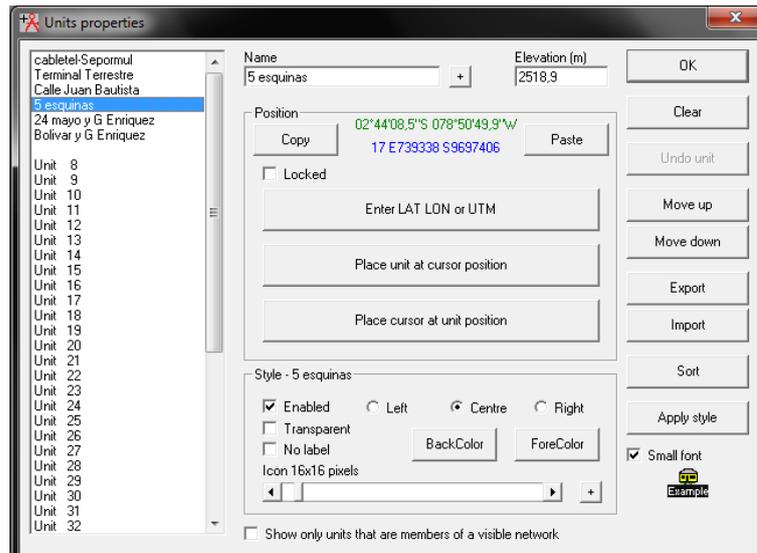


Figura 64 Configuración del punto “5 esquinas” en Radio Mobile

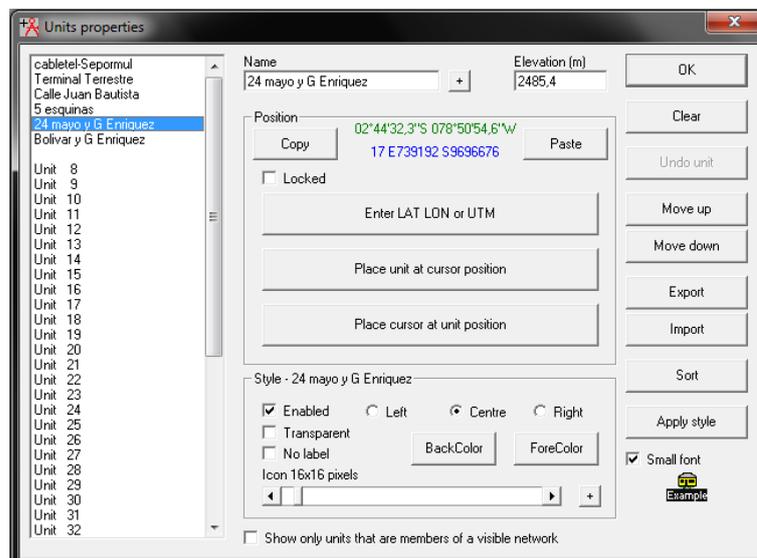


Figura 65 Configuración del punto “24 mayo y G Enriquez” en Radio Mobile

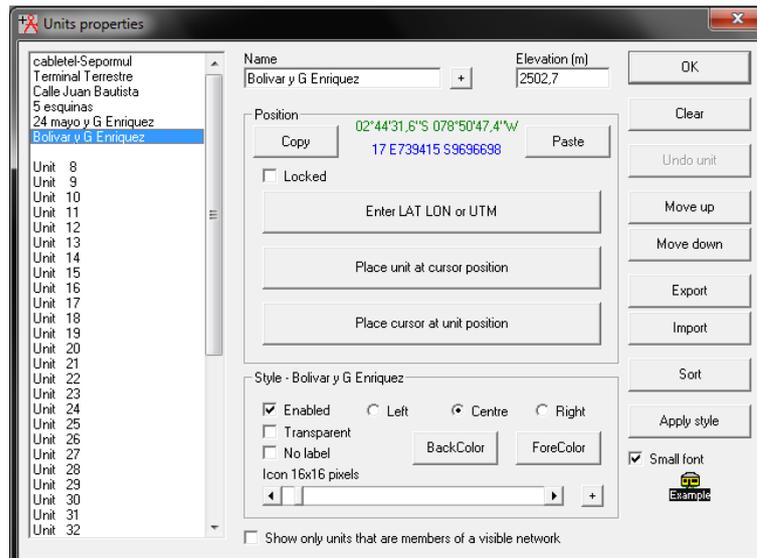


Figura 66 Configuración del punto “Bolívar y G Enríquez” en Radio Mobile

Se configura los parámetros, como la frecuencia de transmisión, tipo de polarización, y las condiciones del medio ambiente en el que se realiza el enlace, por lo que se obtiene lo siguiente:

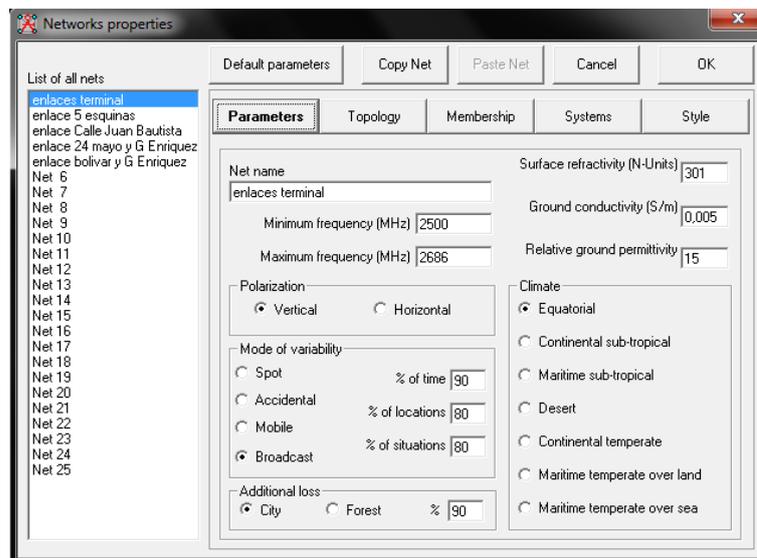


Figura 67 Configuración de parámetros para el enlace hacia el punto terminal terrestre

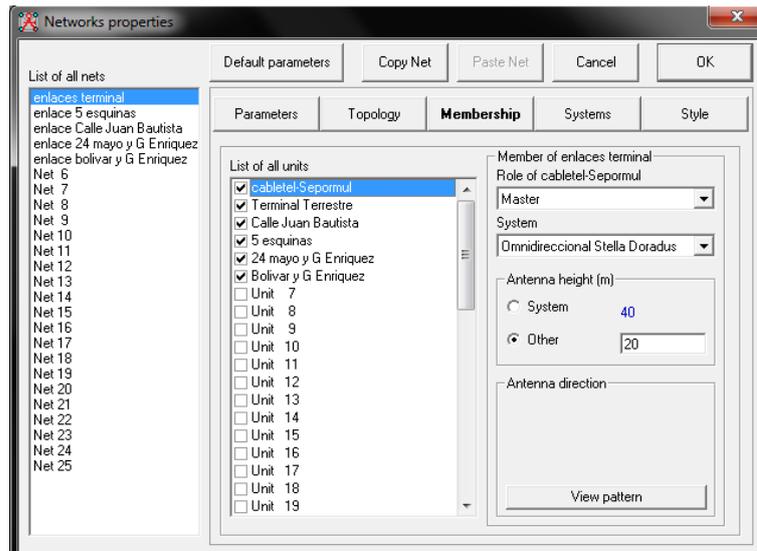


Figura 68 Estableciendo Membership Master al punto Cabletel-Sepomul

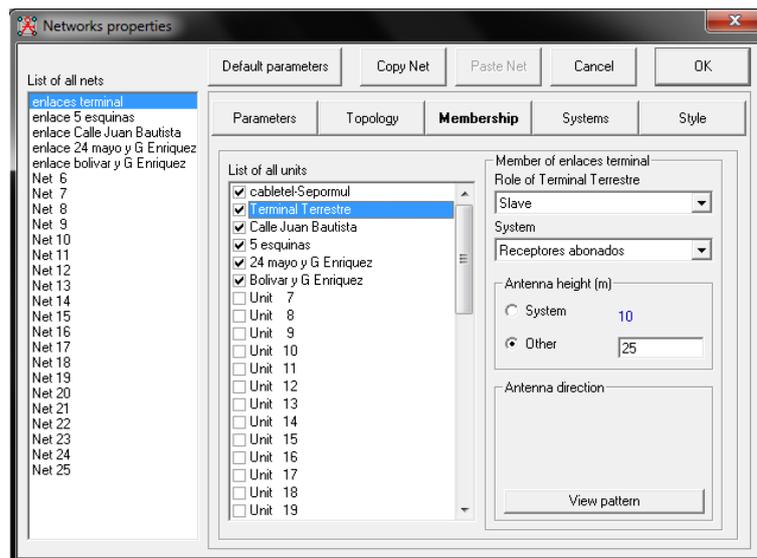


Figura 69 Estableciendo Membership Slave al punto Terminal Terrestre

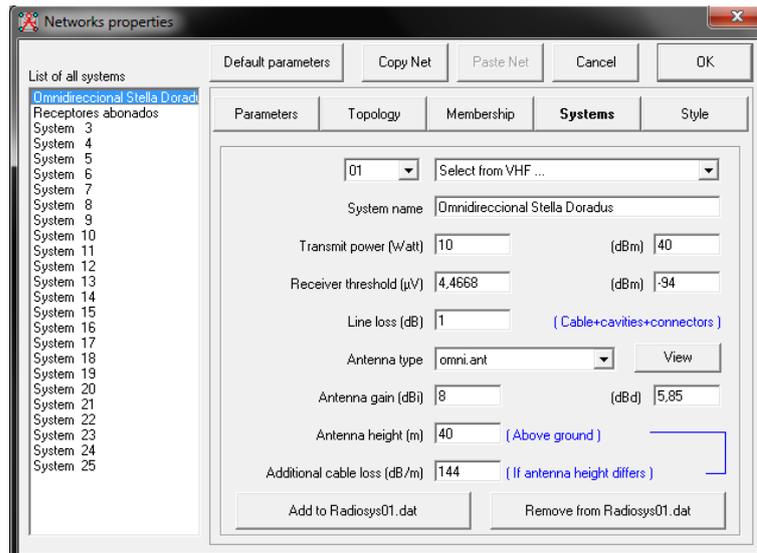


Figura 70 Configuración de la antena omnidireccional Stella Doradus

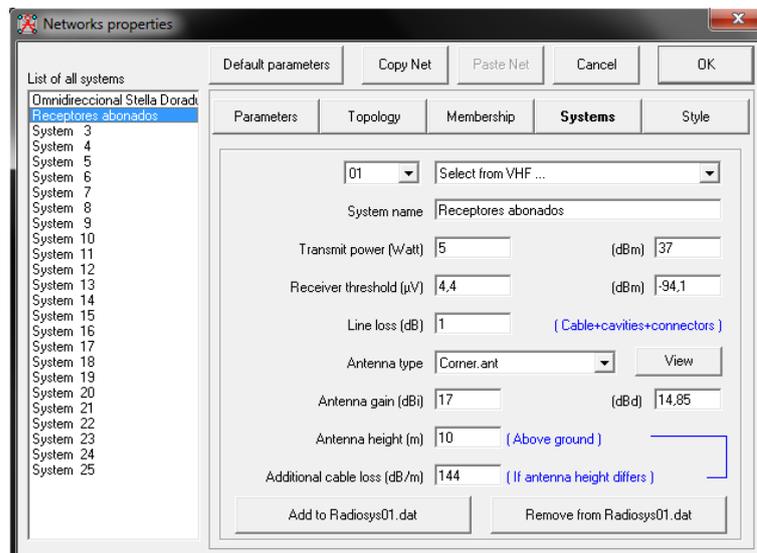


Figura 71 Configuración de la antena receptora para cada abonado

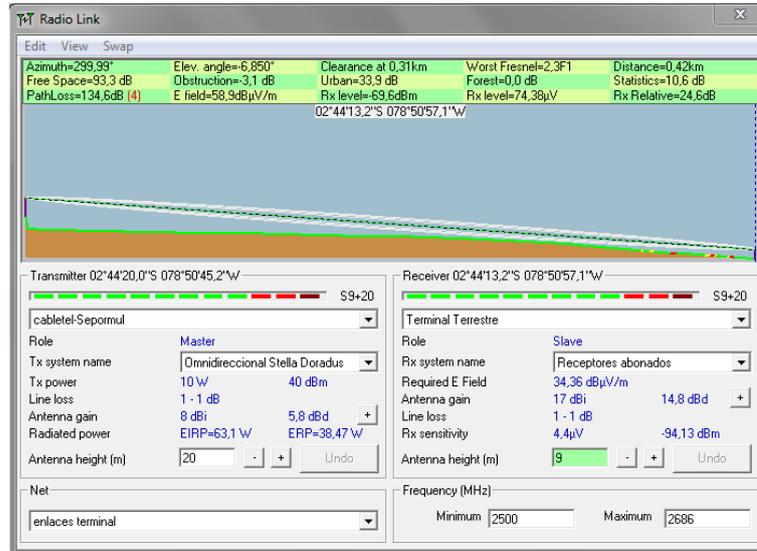


Figura 72 Enlace estación base y terminal terrestre

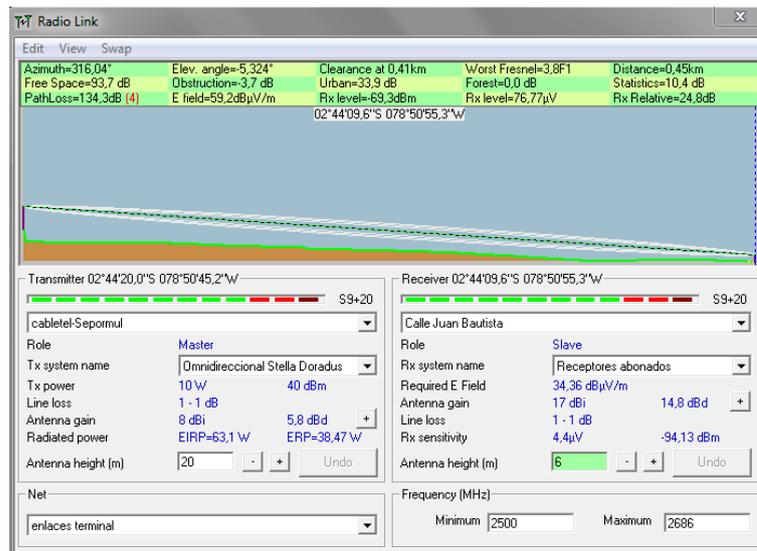


Figura 73 Enlace estación base y Calle Juan Bautista

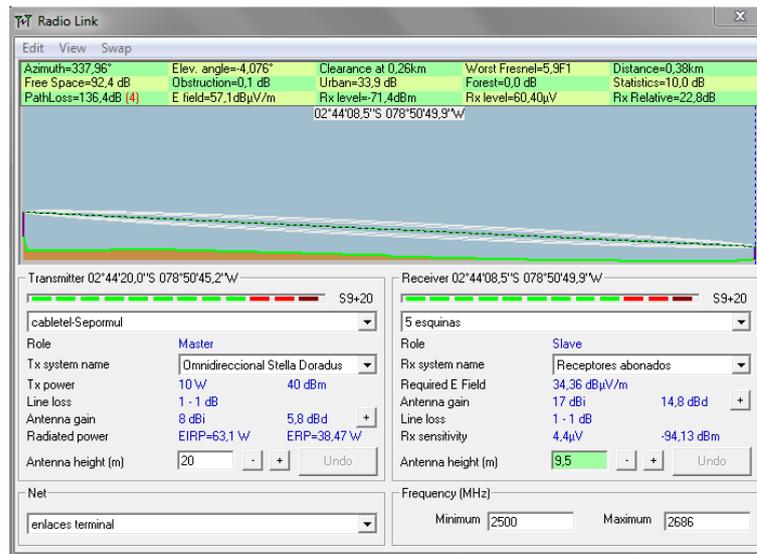


Figura 74 Enlace estación base y 5 esquinas

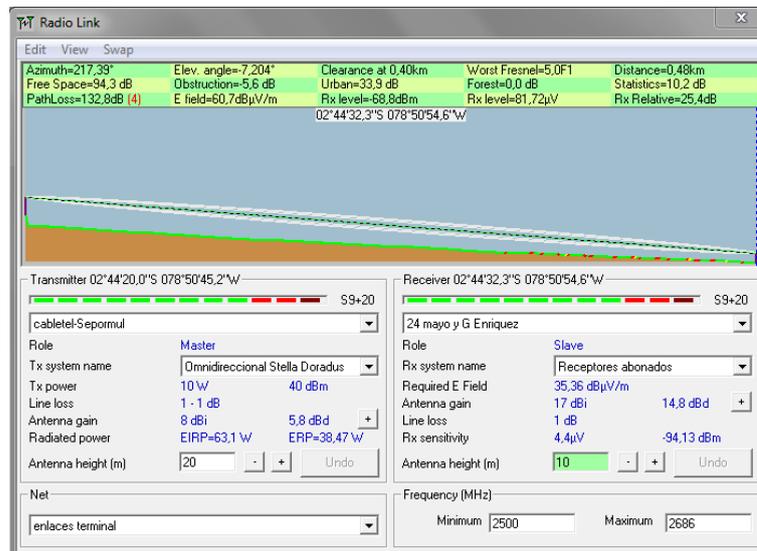


Figura 75 Enlace estación base y 24 de mayo y G Enriquez

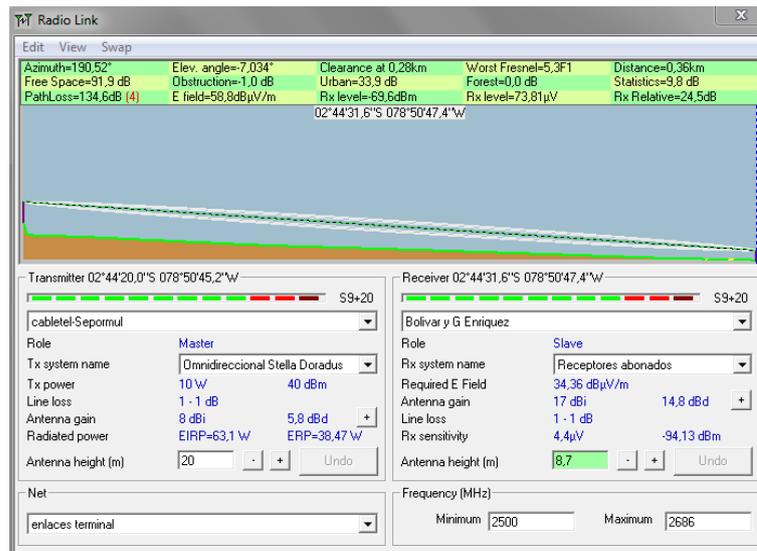


Figura 76 Enlace estación base y Bolívar y G Enríquez

A continuación se realiza los enlaces del abonado hacia la estación base para los que es Upstream.

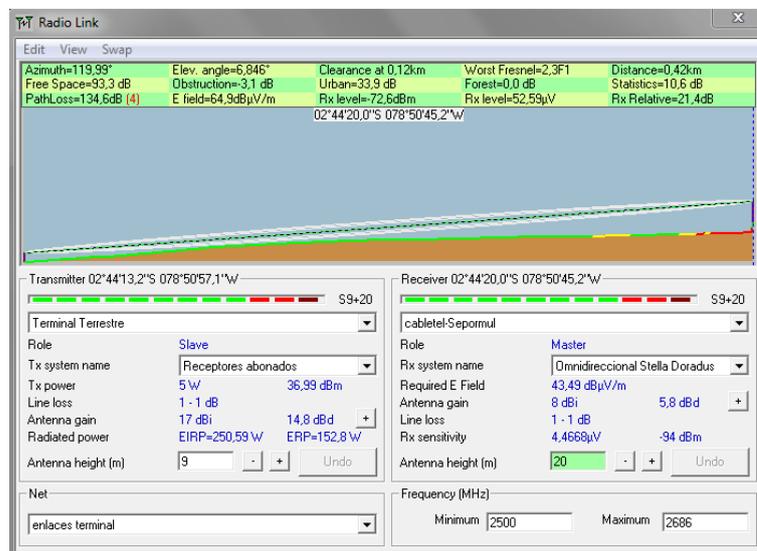


Figura 77 Enlace terminal terrestre y estación base

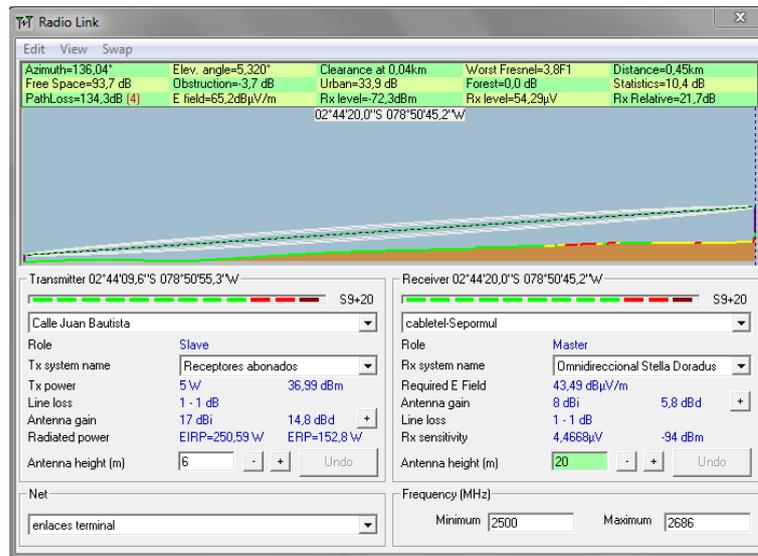


Figura 78 Enlace Calle Juan Bautista y estación base

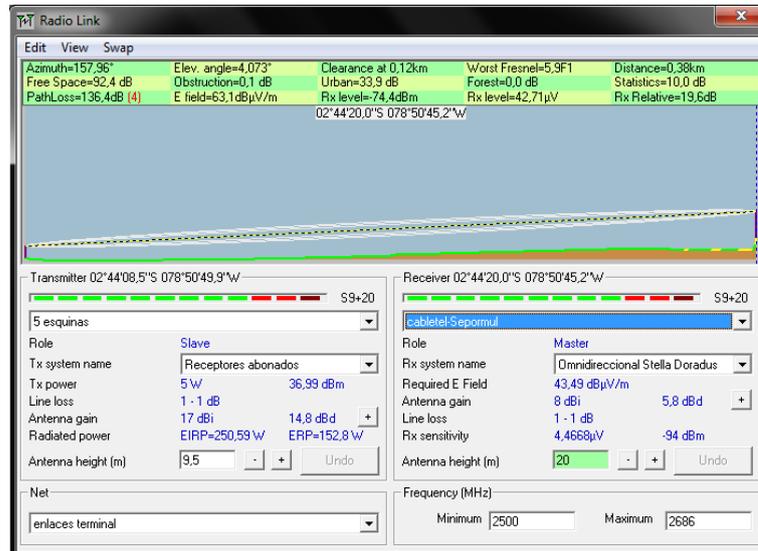


Figura 79 Enlace 5 esquinas y estación base

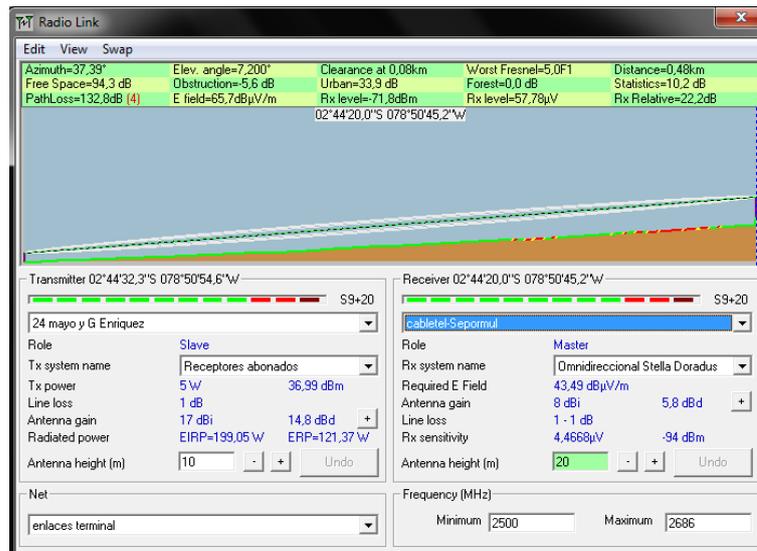


Figura 80 Enlace 24 de mayo y G Enriquez y estación base

¡Error! Marcador no definido.

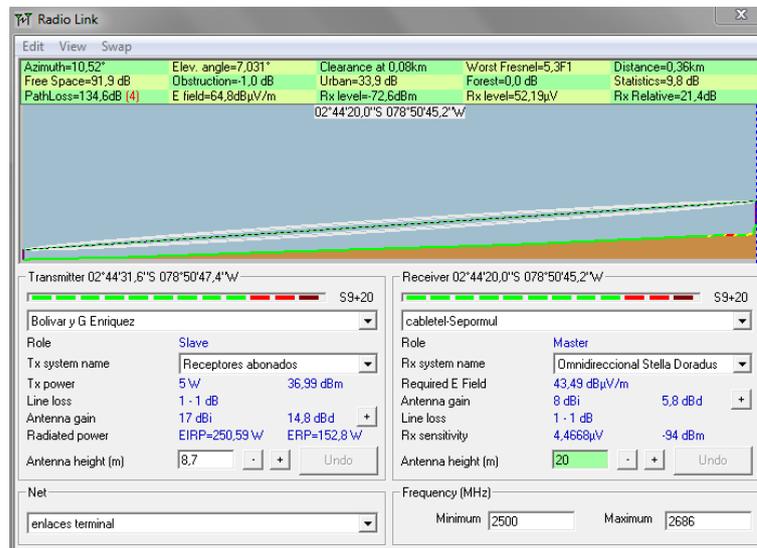


Figura 81 Enlace Bolívar y G Enriquez y estación base

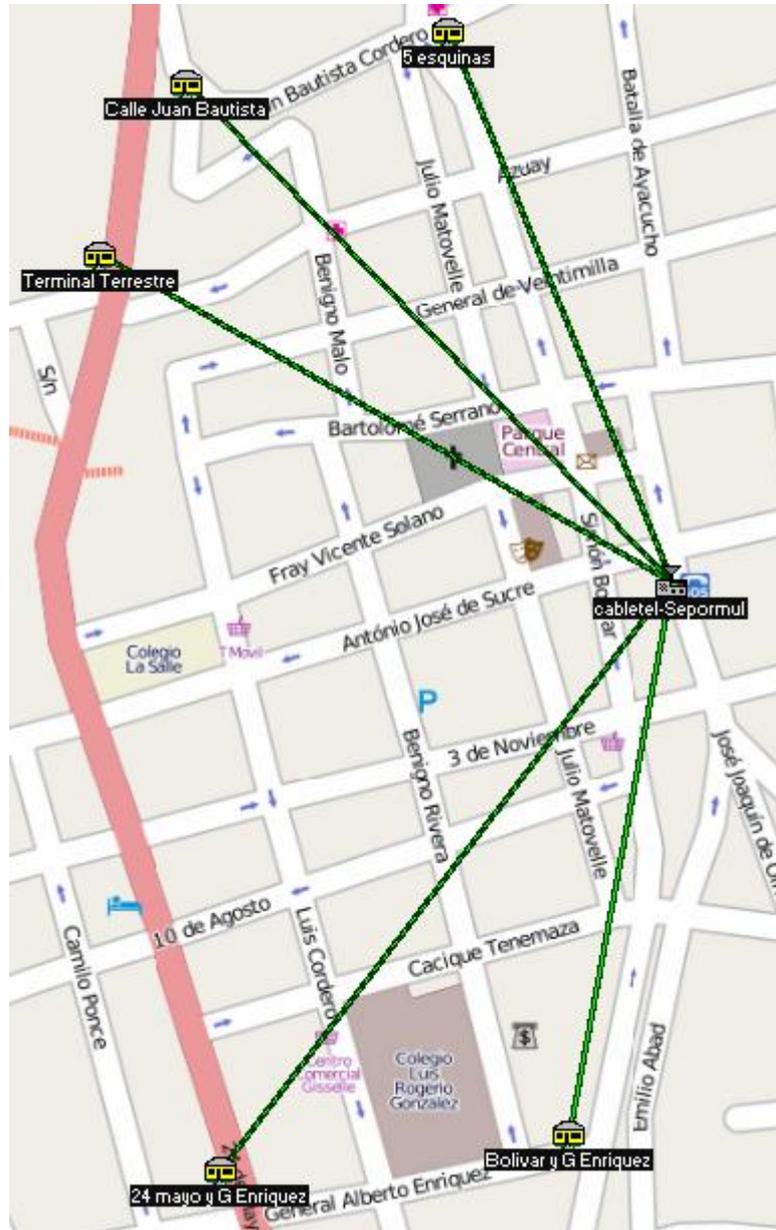


Figura 82 Enlaces Satisfactorios en puntos clave de la zona de estudio

Finalmente se obtuvo los siguientes datos de los Enlaces realizados, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.8.3.2 Datos de la Red de los 5 puntos de análisis

Enlaces	Azimuth de la antena °	Perdidas en el espacio libre dB	Distancia del enlace Km	Intensidad de Campo dBuV/m	Rx Relative dB	Altura de las antenas receptoras m
Base-Terminal Terrestre	299.99	134.6	0.42	58.9	24.6	9
Terminal Terrestre-Base	119.99	134.6	0.42	64.9	21.4	20
Base-Calle Juan Bautista	316.04	134.3	0.45	59.2	24.8	6
Calle Juan Bautista-Base	136.04	134.3	0.45	65.2	21.7	20
Base-5 esquinas	337.96	136.4	0.38	57.1	22.8	9.5
5 esquinas-Base	157.96	136.4	0.38	63.1	19.6	20
Base-24 mayo y G Enríquez	217.39	132.8	0.48	60.7	25.4	10
24 mayo y G Enríquez-Base	37.39	132.8	0.48	65.7	22.2	20
Base-Bolívar y G Enríquez	190.52	134.6	0.36	58.8	24.5	8.7
Bolívar y G Enríquez-Base	10.52	134.6	0.36	64.8	21.4	20

Fuente: Los Autores, "Datos de la Red de los 5 puntos de análisis", Diciembre 2012

4.8.4. Área de cobertura del sistema MMDS



Figura 83 Área de cobertura del sistema MMDS de un 1km de radio

4.8.5. Esquema Final del sistema MMDS para Cabletel-Sepormul

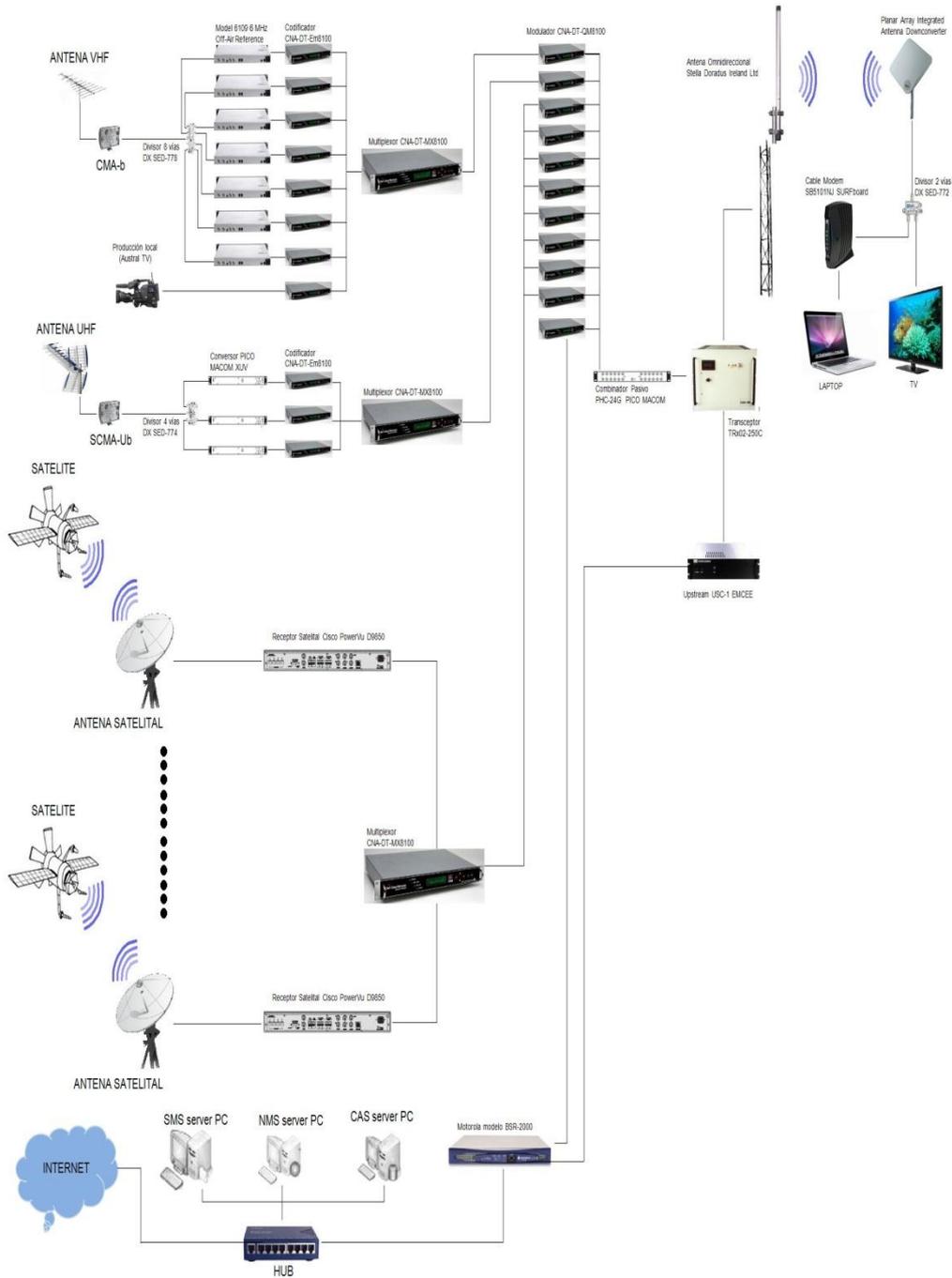


Figura 84 Esquema Final del sistema MMDS para Sepormul-Cabletel

4.9. Requisitos y permisos para operar con el sistema MMDS

4.9.1. Requisitos de autorización y concesión de la banda de 2500 a 2686 MHz en Ecuador

- 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 peticionario 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.

Adicional a los requisitos se tiene que tomar en cuenta las siguientes aclaraciones presentadas a continuación:

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 peticionario 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.

4.9.2. Requisitos para la obtención del permiso para la explotación de Servicio de valor agregado

Información legal:

- a. Solicitud dirigida al Secretario Nacional de Telecomunicaciones, detallando: nombres y apellidos completos, dirección domiciliaria, acompañada de un Plan de Concesión.
- b. Copia a color de la Cédula de Ciudadanía, Identidad o Pasaporte (en caso de personas jurídicas del representante legal).
- c. Copia a color del Certificado de votación del último proceso electoral (en caso de personas jurídicas del representante legal).
- d. Copia certificada o protocolizada del Registro Único de Contribuyentes (R.U.C).
- e. Certificado (original) de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto a la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante, incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas.

Información financiera:

- a. Original del Certificado de Obligaciones económicas de la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones.
- b. Original del Certificado de no adeudar a la Superintendencia de Telecomunicaciones.

Información técnica:

- a. Anteproyecto técnico firmado por un Ingeniero en Electrónica y/o Telecomunicaciones (debidamente colegiado, adjuntar copia de la licencia profesional), debe contener:

- b. Descripción y alcance detallado de cada uno de los servicios que se desea ofrecer.
- c. Diagrama esquemático y descripción técnica detallada de todo el sistema.
- d. Ubicación Geográfica inicial del sistema, especificando la dirección de cada Nodo, incluyendo las coordenadas geográficas del caso.
- e. Descripción y diagrama técnico detallado de cada Nodo.
- f. Descripción detallada de las modalidades de acceso al servicio.
- g. Requerimientos de conexión con las redes Públicas de Telecomunicaciones.
- h. Conexión Internacional (Si es aplicable): si la infraestructura es propia presentar las correspondientes solicitudes, 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.
- i. Conexión entre nodos (Si es aplicable): si la infraestructura es propia, presentar 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.
- j. Características técnicas y especificaciones de los equipos a utilizar. Para Audiotexto los equipos deben permitir registrar las llamadas recibidas y duración en tiempo real.
- k. Estudio y proyecto de factibilidad económica, mismo que debe incluir: inversión inicial de los tres primeros años, recuperación y plan comercial.
- l. Estos requisitos deben ser presentados de manera: vigente, legible y en el orden establecido.
- m. Los Servicios de Audio texto no deben atentar contra las disposiciones de protección a la sociedad, la moral y las buenas costumbres previstos en la legislación ecuatoriana.
- n. 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.

4.9.3. Requisitos para obtener la concesión para servicios portadores

Información Legal:

- a. Solicitud dirigida al Secretario Nacional de Telecomunicaciones, detallando: nombres y apellidos completos, dirección domiciliaria, acompañada de un Plan de Concesión.
- b. Copia a color de la Cédula de Ciudadanía, Identidad o Pasaporte (en caso de personas jurídicas del representante legal).

- c. Copia a color del Certificado de votación del último proceso electoral (en caso de personas jurídicas del representante legal).
- d. Copia certificada o protocolizada del Registro Único de Contribuyentes (R.U.C).
- e. Certificado Original emitido por la Contraloría General del Estado de no hallarse impedida de contratar con el Estado.
- f. Original del Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones, incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas.

Información Financiera:

- a. Copia de las declaraciones de impuesto a la renta correspondientes a los dos últimos ejercicios económicos.
- b. Proyección de la inversión prevista, para los primeros cinco (5) años de la concesión y monto de la inversión inicial a ser ejecutada durante el primer año.
- c. Plan de inversiones mínimo.
- d. Original del Certificado de Obligaciones económicas de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.
- e. Original del Certificado de no adeudar a la Superintendencia de Telecomunicaciones.

Información Técnica:

- a. Descripción del servicio propuesto.
- b. Proyecto técnico que describa la topología de la red, sus elementos, equipos, su localización geográfica y la demostración de su capacidad.
- c. La identificación de los recursos del espectro radioeléctrico que sean necesarios.
- d. Determinación de los puntos de interconexión requeridos.
- e. Estos requisitos deben ser presentados de manera: vigente, legible y en el orden establecido.
- f. En el caso de que la prestación del servicio incluya el uso de espectro radioeléctrico, el interesado deberá solicitar el título habilitante respectivo; y se tramitará conjuntamente con el correspondiente para la prestación de servicios de telefonía fija local y/o pública.

5. CAPITULO: ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1.1. Costos de Equipos

Los equipos a utilizarse para este sistema deben ser importados, para ello debemos cancelar impuestos de importación. Para el cálculo de impuestos debemos sumar los siguientes valores⁵⁹

AD-VALOREM (Arancel Cobrado a las Mercancías) Impuesto administrado por la Aduana del Ecuador. Porcentaje variable según el tipo de mercancía y se aplica sobre la suma del Costo, Seguro y Flete (base imponible de la Importación).

FODINFA (Fondo de Desarrollo para la Infancia) Impuesto que administra el INFA. 0.5% se aplica sobre la base imponible de la Importación.

ICE (Impuesto a los Consumos Especiales) Administrado por el SRI. Porcentaje variable según los bienes y servicios que se importen

IVA (Impuesto al Valor Agregado) Administrado por el SRI. Corresponde al 12% sobre: Base imponible + ADVALOREM + FODINFA + ICE

En la siguiente tabla tenemos los equipos a ser importados, tanto los equipos de cabecera como los equipos para los abonados.

Tabla 5.1.1 Inversión inicial del proyecto

EQUIPOS DE CABECERA			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Final
Antena Parabólica 3,5m	5	\$ 2.899,00	\$ 14.495,00
Iluminador Pasi-44C	3	\$ 210,00	\$ 630,00
Iluminador Pasi-20C	2	\$ 210,00	\$ 420,00
Convertor LNB	6	\$ 210,00	\$ 1.260,00
Divisor de señales de 4 Vías DX SED-774	2	\$ 288,00	\$ 576,00
Divisor de señales de 5 Vías DX SED-778	3	\$ 340,00	\$ 1.020,00
Receptor Satelital Cisco PowerVu D9850	35	\$ 2.900,00	\$ 101.500,00
Antena VHF BTY-LP-BB	1	\$ 760,00	\$ 760,00
Antena UHF BTY-UHF-BB	1	\$ 350,00	\$ 350,00

⁵⁹ http://www.aduana.gob.ec/pro/to_import.action#re6

Preamplificador VHF CMA-b	1	\$	295,00	\$	295,00
Preamplificador UHF CMA-Ub-single	1	\$	305,00	\$	305,00
Conversor UHF-VHF PICO MACOM XUV	3	\$	130,00	\$	390,00
Sintonizador VHF 6109	6	\$	800,00	\$	4.800,00
Codificador MPEG-2 CNA-DT-EM8100	10	\$	1.500,00	\$	15.000,00
Scrambler CNA-DT-SR8100	1	\$	2.500,00	\$	2.500,00
Modulador QAM CNA-DT-QM8100	10	\$	1.600,00	\$	16.000,00
CMTS Motorola BSR-2000	1	\$	41.900,00	\$	41.900,00
Conversor Upstream EMCEE USC-1	1	\$	1.000,00	\$	1.000,00
Combinador Pasivo PHC-24G PICO MACOM	1	\$	250,00	\$	250,00
Transceptor TRX02-250C	1	\$	40.000,00	\$	40.000,00
Antena Omnidireccional Stella Doradus Ireland	1	\$	350,00	\$	350,00
Equipos de Abonados					
Transceptor MMDS del abonado	1139	\$	45,00	\$	51.255,00
Modem Motorola SURFboard SB5101U	1139	\$	56,00	\$	63.784,00
Total FOB				\$	358.840,00

Fuente: Los Autores, "Inversión Inicial", Diciembre 2012

Al tener que importar estos equipos, tenemos que considerar ciertos valores uno de ellos el transporte de los equipos hacia nuestro país y un valor de seguro a pagar como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 5.1.2 Valor del CIF

Cálculo del Valor del CIF	
FOB	\$ 358.840,00
Flete	\$ 3.000,00
Seguro	\$ 7.176,80
CIF	\$ 369.016,80

Fuente: Los Autores, "valor del CIF", Diciembre 2012

Una vez obtenido el valor del CIF, calculamos los impuestos que debemos pagar en la aduana del Ecuador por conceptos de importación. Como nuestra mercadería son equipos de Telecomunicaciones no pagamos lo que es el ICE y el VALOREM con lo tenemos:

Tabla 5.1.3 Cálculo de los Impuestos de Importación

Impuestos	Porcentaje	Valor
AD-VALOREM	20% CIF(Libre)	\$ -
ICE	0,5%CIF	\$ 1.845,08
FODINFA	15%CIF(Libre)	\$ -
CORPEI	0,25% FOB	\$ 897,10
IVA	12%(CIF+A+F+I+C)	\$ 44.611,08
	Total	\$ 47.353,26

Fuente: Los Autores, "Cálculo de los Impuestos de Importación", Diciembre 2012

En la siguiente tabla tenemos el valor total de los equipos:

Tabla 5.1.4 Cálculo de Equipos que necesitan ser importados

Valor Final de Equipos de Importación	
CIF	\$ 369.016,80
Impuestos	\$ 47.353,26
Precio Total	\$ 416.370,06

Fuente: Los Autores, "Cálculo de Equipos que necesitan ser importados", Diciembre 2012

A parte de los equipos que son necesarios importar, también se requiere otros equipos que si los podemos encontrar en nuestro medio como son:

Tabla 5.1.5 Cálculo de Equipos que no necesitan importación

Equipos	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Servidores	3	\$ 1.500,00	\$ 4.500,00
Switch	2	\$ 1.500,00	\$ 3.000,00
Computadoras	6	\$ 640,00	\$ 3.840,00
Suministros de Oficina	1	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00
Equipos de Protección	1	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
Varios (cables, conectores, movilización, otros)	1	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
		Total	\$ 33.840,00

Fuente: Los Autores, "Cálculo de Equipos que no necesitan importación", Diciembre 2012

Con los equipos que necesitan importación y los que no, obtenemos el monto necesario en lo que respecta a equipos tanto de cabecera como para los abonados.

Tabla 5.1.6 Valor de Equipos Necesarios

Valor Total de Equipos	
Equipos a ser Importados	\$ 416.370,06
Equipos sin importación	\$ 33.840,00
Precio Total	\$ 450.210,06

Fuente: Los Autores, "Cálculo de Equipos que no necesitan importación", Diciembre 2012

5.1.2. Costos de proveedores de Internet y Televisión

El proveedor de internet es la Empresa Eléctrica de Azogues, que tiene los siguientes precios

Tabla 5.1.2.1 Costo del Proveedor de Internet

Capacidad	Precio	IVA	Promedio E1
5 E1	4000	4480	896
10 E1	6500	7280	728
15 E1	9625	10780	719

Fuente: Los Autores, "Cálculo de Equipos que no necesitan importación", Diciembre 2012

Tabla 5.1.2.2 Costo Anual del Proveedor de Internet

años	Usuarios	Proyección Bw(Mbps)	E1	Precio anual
0	140	3,83125	2	11683
1	169	4,699725	2	14103,05
2	203	5,5682	3	16940,35
3	242	6,436675	3	20194,9
4	287	7,30515	3	23950,15
5	339	8,65195	4	28289,55
6	398	9,99875	5	33213,1
7	467	11,34555	5	38971,15
8	545	12,69235	6	45480,25
9	636	14,03915	7	53074,2
10	739	15,38595	8	61669,55

Fuente: Los Autores, "Cálculo de Equipos que no necesitan importación", Diciembre 2012

Tabla 5.1.2.3 Costo Anual del proveedor de Televisión

Años	Usuarios	Valor
0	140	3355,8
1	169	4050,93
2	203	4865,91
3	242	5800,74
4	287	6879,39

5	339	8125,83
6	398	9540,06
7	467	11193,99
8	545	13063,65
9	636	15244,92
10	739	17713,83

Fuente: Los Autores, "Cálculo de Equipos que no necesitan importación", Diciembre 2012

5.1.3. Costos por Licencias

En lo respecta a sistemas operativos usaremos software libre como es LINUX que es mucho más seguro que Windows, y más fiable para funcionamiento como servidores.

Para el sistema de Acceso Condicional (CAS) y gerencia la licencia tiene un costo de 5000 con una capacidad para 5000 abonados.

5.1.4. Costos por Infraestructura

La empresa Cabletel-Serpormul ya dispone de la infraestructura necesaria como son la torre para colocar las antenas y el espacio suficiente para montar los equipos de cabecera pero sin embargo tenemos que considerar un monto de 5000 para adecuaciones y mejoramiento de las instalaciones.

5.1.5. Costos por Permisos y Concesiones de Frecuencias⁶⁰

Para el cálculo del componente de la tarifa por uso de frecuencias está regido por la siguiente ecuación:

$$T(US\$) = K_a * \alpha_4 * \beta_4 * A * (D)^2 \quad \text{Ec (5.1.5.1)}$$

Dónde:

T(US\$)=Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América

K_a =Factor de ajuste por inflación

α_4 =Coeficiente de corrección para la tarifa por Estación de Base o estación Central Fija.

β_4 =Coeficiente de corrección para la tarifa por Estación de Base o Estación Central Fija.

⁶⁰

http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=101:reglamento-de-derechos-de-concesion-y-tarifas-por-el-uso-de-frecuencias-del-espectro-radioelectrico&catid=48:normas-del-sector&Itemid=10

A=Anchura de banda del bloque de frecuencias en MHz concesionado en transmisión y recepción.

D =Radio de cobertura de la Estación de base o estación central fija en Kilómetros

El radio de cobertura o alcance de la Estación base y el coeficiente de valoración del espectro para el servicio Fijo y Móvil (Multiacceso) según la banda de frecuencia autorizada se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 5.1.5.1 Coeficiente de valoración del espectro α_4 y Radio de cobertura de la estación base para el servicio Fijo y Móvil

	Banda de Frecuencias	30 MHz – 300 MHz	300 MHz – 512 MHz	614 MHz – 960 MHz	1427 MHz – 2690 MHz	2690 MHz – 6 GHz	6 GHz – 20 GHz	20 GHz – 30 GHz
		50 Km	25 Km	16.5 Km	11.5 Km	8 Km	6.5 Km	5 Km
Sistemas y Servicios	Fijo (Punto-Multipunto)	0.0438384	0.0193761	0.0460182	0.0133210	0.0185687	-----	0.0879998
	Fijo (Punto-Multipunto) MDBA	-----	-----	0.0036731	0.0020828	0.0015625	-----	-----
	Buscapersonas Unidireccional	0.1179400	0.2734600	0.5371800	-----	-----	-----	-----
	Buscapersonas Bidireccional	-----	-----	0.5371800	-----	-----	-----	-----
	Fijo (Punto-Multipunto) FWA	-----	-----	-----	-----	0.0781436	-----	-----
	Toncalizado	-----	0.111999	0.220380	-----	-----	-----	-----
	Servicio Móvil Avanzado	-----	-----	0.0696406	0.119400	-----	-----	-----

Fuente: Supertel, “Coeficiente de valoración del espectro α_4 y Radio de cobertura de la estación base para el servicio Fijo y Móvil”, Diciembre 2012

Tabla 5.1.5.2 Coeficiente de valoración del espectro α_5 por Estaciones de Abonado el Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso)

	Banda de Frecuencias	30 MHz – 300 MHz	300 MHz – 512 MHz	614 MHz – 960 MHz	1427 MHz – 2690 MHz	2690 MHz – 6 GHz	6 GHz – 20 GHz	20 GHz – 30 GHz
		5	5	5	5	5	-----	5
Sistemas y Servicios	Fijo (Punto-Multipunto)	5	5	5	5	5	-----	5
	Fijo (Punto-Multipunto) MDBA	-----	-----	1	1	1	-----	-----
	Buscapersonas Unidireccional	1	1	1	-----	-----	-----	-----
	Buscapersonas Bidireccional	-----	-----	1	-----	-----	-----	-----
	Fijo (Punto-Multipunto) WLL	-----	-----	-----	-----	1	-----	-----
	Telefonía Móvil Celular	-----	-----	1	-----	-----	-----	-----

Toncalizado de Despacho	-----	1	1	-----	-----	-----
Servicio Móvil Avanzado	-----	-----	1	1	-----	-----

Fuente: Supertel, "Coeficiente de valoración del espectro $\alpha 5$ por Estaciones de Abonado el Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso)", Diciembre 2012

Los Derechos de Concesión para los Servicios y Sistemas, se deberán pagar por una sola vez por el tiempo de duración de la concesión, estos valores se obtienen de la siguiente Ecuación.

$$D_c = T(US\$) * T_c * F_{cf} \text{ Ec (5.1.5.2)}$$

Dónde:

T(US\$)= Tarifa mensual por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico en dólares de los Estados Unidos de América correspondientes a los servicios y sistemas en consideración.

T_c =Tiempo de concesión. Valor en meses de la concesión a otorgarse al respectivo servicio y sistema.

F_{cf} =Factor de concesión de frecuencias

D_c =Derecho de concesión

Para el factor de concesión de frecuencias tenemos la siguiente tabla.

Tabla 5.1.5.3 Factor de Concesión de Frecuencias para los diferentes servicios y bandas

Servicio	Factor de Concesión de Frecuencias
Fijo y Móvil – (Bajo 30 MHz)	0.021024
Fijo y Móvil – (Sobre 30 MHz VHF 30-300 MHz)	0.022120
Fijo y Móvil – (Sobre 30 MHz UHF 300-512 MHz)	0.028500
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Unidireccional VHF 137 – 300 MHz)	0.0070616
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Unidireccional UHF 300 – 512 MHz)	0.00711968
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Unidireccional UHF 614 – 960 MHz)	0.00710696
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Bidireccional UHF 614 – 960 MHz)	0.00710696
Fijo y Móvil – (Sistema Troncalizado UHF 400 MHz)	0.49407115
Fijo y Móvil – (Sistema Troncalizado UHF 400 MHz)	0.50403226
Fijo (Enlaces punto-punto $0 < f \leq 1$ GHz)	0.054194

Fijo (Enlaces punto-punto 1<f<=5 GHz)	0.0330652
Fijo (Enlaces punto-punto 5<f<=10 GHz)	0.0312929
Fijo (Enlaces punto-punto 10<f<=15 GHz)	0.0295017
Fijo (Enlaces punto-punto 15<f<=20 GHz)	0.0294794
Fijo (Enlaces punto-punto 20<f<=25 GHz)	0.0290454
Fijo (Enlaces punto-punto f>25 GHz)	0.0290191
Fijo y Móvil por Satélite	0.0555096
Fijo (Enlaces punto-multipunto) (Multiacceso)	0.0477714

Fuente: Supertel, "Factor de Concesión de Frecuencias para los diferentes servicios y bandas", Diciembre 2012

Para calcular los costo por permiso y concesión de frecuencia mediante el uso del sistema MMDS que está en los rangos de 2521 MHz a 2536 MHz y 2638 MHz a 2656 MHz usamos la ecuación **Ec (5.1.5.1)**

$$T(US\$) = K_a * \alpha_4 * \beta_4 * A * (D)^2$$

$$T(US\$) = 1 * 0.0133210 * 1 * 30 * (11.5)^2$$

$$T(US\$) = 52.85US\$$$

Con este valor podemos calcular los Derechos de Concesión para 15 años aplicando la siguiente Ecuación **Ec (5.1.5.2)**.

$$D_c = T(US\$) * T_c * F_{cf}$$

$$D_c = 52.85 * 180 * 0.0477714$$

$$D_c = 454.45 US\$$$

Repetimos los cálculos anteriores pero para brindar servicio de Tv por suscripción mediante el sistema MMDS que está en rango de frecuencia de 2584 MHz a 2638 MHz.

$$T(US\$) = K_a * \alpha_4 * \beta_4 * A * (D)^2$$

$$T(US\$) = 1 * 0.0133210 * 1 * 54 * (11.5)^2$$

$$T(US\$) = 95.13US\$$$

Con este valor podemos calcular los Derechos de Concesión para 15 años aplicando la siguiente Ecuación.

$$D_c = T(US\$) * T_c * F_{cf}$$

$$D_c = 95.13 * 180 * 0.0477714$$

$$D_c = 818.1 US\$$$

5.1.6. Costos de Permisos de Funcionamiento de Audio y Video por suscripción⁶¹

La tarifa por concesión y utilización mensual de frecuencias y canales de Redifusión Sonora y de televisión serán determinados en dólares americanos y se obtienen de la siguiente ecuación

$$Tarifa = \frac{X}{k} (f_T * f_c) \text{ Ec (5.1.6.1)}$$

Dónde:

X=Coeficiente base por tipo de servicio

f_T =Factor de Trasmisión

f_c =Factor de Cobertura

k =Constante poblacional

Para los valores de constante poblacional y factor de cobertura hay ciertos valores a tomar en cuenta, para la zona fronteriza a 15 km de la línea limítrofe regional e insular. A excepción de las capitales de provincia el valor de k será igual a 4 y para el resto del país será $k = 2$ y $k=3$ para zonas de sombra.

Para el cálculo del factor de trasmisión se aplica la siguiente formula

$$f_T = U * P \left(n_v + \frac{n_a}{8} \right) \text{ Ec (5.1.6.2)}$$

Dónde:

U =Factor de utilización del espectro

P =Factor de Potencia Efectiva Radiada

n_v =Número de canales de video

n_a =Número de canales de audio

El factor de utilización del espectro se calcula con la siguiente ecuación

$$U = \frac{B_A}{B_T} \text{ Ec (5.1.6.3)}$$

Dónde:

⁶¹http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/?option=com_docman&task=doc_details&gid=3128&Itemid=

B_A =Ancho de banda autorizado (MHz)

B_T =Ancho de banda atribuido para este servicio (MHz)

El cálculo del factor de cobertura es

$$f_c = q * \left(m + \frac{c}{3} + \frac{p}{6} \right) \text{ Ec (5.1.6.4)}$$

Dónde:

q =Coeficiente de población

m =Número de capitales de provincias dentro del área de cobertura principal autorizada

c =Número de cabeceras cantonales dentro del área de cobertura principal autorizada

p =Número de parroquias rurales dentro del área de cobertura principal autorizada

Para aplicar estas fórmulas aplicamos las siguientes tablas.

Tabla 5.1.6.1 Coeficiente base por tipo de servicio "X"

Servicio	Coeficiente base concesión	Coeficiente base imposición mensual
Radiodifusión sonora Onda Corta	19	5
Radiodifusión sonora de Onda Media	113	15
Radiodifusión sonora FM	750	30
Televisión abierta VHF	3750	80
Televisión abierta UHF	3000	45
Televisión Codificada Terrestre UHF (686-806MHz)	300	% facturación
Televisión Codificada Multipunto Multicanal MMDS (2500-2686MHz)	300	% facturación
Televisión Codificada por Satélite (11,45-12,2GHz)	300	% facturación
Estaciones terrenas clase III transmisión-televisión	75	5
Estaciones terrenas clase III recepción-televisión	8	0
Estaciones terrenas clase III transmisión-radiodifusión sonora	30	4

Fuente: Supertel, "Coeficiente base por tipo de servicio "X"", Diciembre 2012

Tabla 5.1.6.2 Factor de Potencia Efectiva Radiada “p”

Potencia Efectiva Radiada por Canal [dBW]	Coficiente TCT MMDS
0-10	1
11-17	2
18-21	3
22-23	4
24-25	5
26-29	6
30	7
31	8
32	9
33	10

Fuente: Supertel, “Factor de Potencia Efectiva Radiada “p””, Diciembre 2012

Tabla 5.1.6.3 Coficiente de Población “q”

Número de Habitantes	Coficiente
0-50.000	0.8
50.001-200.000	1.5
200.001-300.000	3
300.001-500.000	4
500.001-1.000.000	6
1.000.001-2.000.000	10
+ de 2.000.001	15

Fuente: Supertel, “Coficiente de Población “q””, Diciembre 2012

Aplicando la ecuación

$$f_c = q * \left(m + \frac{c}{3} + \frac{p}{6} \right)$$

$$f_c = 0.8 * \left(1 + \frac{1}{3} + \frac{0}{6} \right)$$

$$f_c = 1.067$$

$$U = \frac{B_A}{B_T}$$

$$U = \frac{54}{54}$$

$$U = 1$$

$$f_T = U * P \left(n_v + \frac{n_a}{8} \right)$$

$$f_T = 1 * 1 \left(38 + \frac{38}{8} \right)$$

$$f_T = 42.75$$

$$Tarifa = \frac{X}{k} (f_T * f_c)$$

$$Tarifa = \frac{300}{2} (42.75 * 1.067)$$

$$Tarifa = 6843US\$$$

5.1.7. Costos por permiso para la Explotación de Servicios de Valor Agregado (SVA)

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.

El plazo de duración de un permiso para la operación de Redes Privadas será de 5 años, prorrogables por igual período, a solicitud escrita del interesado, presentada con tres meses de anticipación al vencimiento del plazo original, siempre y cuando haya cumplido con los términos y condiciones del título habilitante. Cumplido el plazo el permiso se caducará.⁶²

5.1.8. Costos por concesión de Servicios Portadores.

⁶²http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=1628:permiso-de-operacion-de-redes-privadas&catid=757:prestacion-servicios-telecomunicaciones-cat&Itemid=600

Concesión Mediante Resolución 605-30-CONATEL-2006 para concesiones regionales que se realicen dentro del período de cinco años contados a partir de la vigencia de la presente resolución, se establecen los siguientes valores de derecho de concesión, para la provincia de Cañar es de 5.000\$ y el valor de garantía es de 1.000 \$ por lo tanto el costo total para el servicio de portadores es de 6.000\$.⁶³

5.1.9. Costos de Operación

Los costos de operación son aquellos necesarios para el funcionamiento y mantenimiento de los sistemas.

Tabla 5.1.9.1 Costos de Operación

Ítems	Cantidad	Sueldo incluido Beneficios Sociales	Valor Anual
Ingenieros	2	800	19200
Técnicos	4	350	12600
Pago servicios Básicos	1	250	3000
Movilización	1	200	2400
Otros	1	100	1200
Total(US\$)			38400

Fuente: Cabletel-Serpomul "Rubro de pagos Personal y servicios Básicos", Diciembre del 2012

5.1.10. Inversión inicial

El valor de la inversión inicial será el resultado de todos los equipos, infraestructura y permisos como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 5.1.10.1 Inversión Inicial

Costos Total de los Equipos	\$ 450.210,06
Costos de Licencias	\$ 5.000,00
Costos de Infraestructura Física	\$ 5.000,00
Derecho de concesión de Frecuencias 2524 MHz a 2536 MHz y 2638 MHz a 2656 MHz	\$ 454,45
Derecho de concesión de frecuencia 2584 MHz a 2638 MHz	\$ 818,10

⁶³http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=1624%3Aprestacion-de-servicios-portadores&catid=757%3Aprestacion-servicios-telecomunicaciones-cat&Itemid=600&limitstart=1

Permiso para el servicio de Valor Agregado	\$ 500,00
Permiso para audio y video por suscripción	\$ 6.843,00
Derecho de Concesión para Prestación de servicios portadoras	\$ 6.000,00
Total	\$ 474.825,61

Fuente: Los Autores, "Inversión Inicial", Diciembre 2012

5.2. Análisis Económico

5.2.1. Egresos por año

- ✓ Para calcular los egresos por cada año sumamos los siguientes valores
- ✓ Proveedor de internet
- ✓ Proveedor de Televisión
- ✓ Permiso del uso del espectro 2524MHz a 2536MHz y 2638MHz a 2656MHz
- ✓ Permiso del uso del espectro 2584MHz a 2638MHz
- ✓ Costos de operación

Tabla 5.2.1.1 Egresos Anuales

Año	Usuarios	Valor Total
0	140	54711,35
1	169	57826,53
2	203	61478,81
3	242	65668,19
4	287	70502,09
5	339	76087,93
6	398	82425,71
7	467	89837,69
8	545	98216,45
9	636	107991,67
10	739	119055,93

Fuente: Los Autores, "Egresos Anuales", Diciembre 2012

5.2.2. Ingresos por Año

Los ingresos por año está dado por los servicios contratados por los usuarios, el primer mes se cobrara un rubro por instalación de 100\$ y los siguientes meses este valor puede ser promocional.

Tabla 5.2.2.1 Valores de Ingresos por años

Años	Tarifas					Ingresos por año	Por Instalación	Valor Total
	30	40	50	65	90			
	Usuarios							
0	100	25	9	5	1	62100	14000	76100
1	113	30	15	10	1	76680	2535	79215
2	125	40	20	16	2	98280	3045	101325
3	135	50	35	19	3	122820	3630	126450
4	152	65	42	25	3	145020	4305	149325
5	175	75	52	33	4	175140	5085	180225
6	186	92	70	45	5	212220	5970	218190
7	213	103	90	55	6	251820	7005	258825
8	233	120	110	75	7	299580	8175	307755
9	266	139	128	95	8	351780	9540	361320
10	295	179	152	105	8	403620	11085	414705

5.2.3. Flujo de Caja

Tabla 5.2.3.1 Flujo de Caja

Año	Ingresos	Egresos	Flujo de Caja
0	76100	54711,35	21388,65
1	79215	57826,53	21388,47
2	101325	61478,81	39846,19
3	126450	65668,19	60781,81
4	149325	70502,09	78822,91
5	180225	76087,93	104137,07
6	218190	82425,71	135764,29
7	258825	89837,69	168987,31
8	307755	98216,45	209538,55
9	361320	107991,67	253328,33
10	414705	119055,93	295649,07
	Inversión Inicial		-474.825,61

Fuente: Los Autores, "Flujo de Caja", Diciembre 2012

5.2.4. Depreciación de los Equipos

La depreciación de los equipos es la pérdida de valor que van sufriendo los activos fijos de una empresa de acuerdo a los años de su uso.

Se calcula tomando el costo de la inversión menos su valor de desecho, si existe; entre el número de años de vida útil. Supone que el activo se desgasta de manera uniforme durante el transcurso de su vida útil.⁶⁴

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Valor original} - \text{Valor desecho}}{\text{Vida Útil}} \text{Ec (5.2.4.1)}$$

Valor original.- Es el costo de adquisición del activo.

Vida útil.- Es un período de servicio del activo en favor de la entidad particular, no necesariamente su vida total esperada, para estimarla se toman en cuenta ciertos factores:

- ✓ Intensidad de uso (uso y consumo)
- ✓ Adecuación al mantenimiento.
- ✓ Desarrollo tecnológico.

Valor de desecho.- Es la cantidad, expresada en términos monetarios, que se puede obtener por un bien al final de su vida, cuando ya no tiene un uso alterno y se estima por el valor de sus elementos de construcción. El valor de desecho es similar al valor de chatarra o de salvamento

El valor de desecho representa la cantidad del costo de adquisición un activo fijo que se recuperará al finalizar la vida útil de servicio.

Para los equipos de telecomunicaciones la vida útil es de 10 años

$$\text{Depreciación} = \frac{365.344,28 - 29500}{10}$$

$$\text{Depreciación} = 33,584.428 \text{ US\$ Anual}$$

5.2.5. Valor Actual Neto (VAN)

En términos monetarios, equivale al valor presente del flujo estimado de fondos de un proyecto, teniendo como dato una determinada tasa de descuento.

⁶⁴ http://tesisugto.blogspot.com/2010/01/21-metodo-en-linea-recta_27.html

La tasa de descuento se determina por lo general en función del costo promedio del dinero en un mercado de capitales específico y otras variables macroeconómicas.⁶⁵

5.2.5.1. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)⁶⁶

El VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{(Ft)}{(1 + TD)^t} - I_0$$

Dónde:

Ft =Flujo de Fondos o de caja del periodo t .

TD =Tasa de corte o de descuento (Costo de capital)

n =Número total de periodos

I_0 =Inversión Inicial

5.2.5.2. Criterios de Decisión

Si $VAN \geq 0$, la inversión producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida, entonces se acepta el proyecto

Si $VAN < 0$, la inversión producirá perdidas por debajo de la rentabilidad exigida, entonces se rechaza el proyecto.

5.2.6. Tasa Interna de Retorno (TIR)⁶⁷

El TIR es la tasa de descuento (TD) de un proyecto de inversión que hace que el Valor Actual Neto VAN sea igual a 0.

Matemáticamente se expresa de la siguiente manera

⁶⁵ Enrique Paredes Roldan, "Proyectos de Inversión y Desarrollo", Centro de Publicaciones de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Cuenca

⁶⁶ <http://www.slideshare.net/elizmaragreda/calculo-del-van-y-el-tir>

⁶⁷ <http://www.slideshare.net/elizmaragreda/calculo-del-van-y-el-tir>

$$VAN = 0 = \sum_{t=1}^n \frac{(Ft)}{(1+TIR)^t} - I_0 \text{Ec (5.2.6.1)}$$

Dónde:

Ft =Flujo de Fondos o de caja del periodo t.

TIR =Tasa de corte o de descuento que hace al VAN igualar a cero.

n =Número total de periodos

I_0 =Inversión Inicial

5.2.7. Calculo de VAN y TIR⁶⁸

Para calcular el VAN y TIR existen aspectos a ser tomados en cuenta como son el flujo de caja en el cual se incluye la depreciación de los equipos y un interés del 10% para cada uno de los años de duración del proyecto.

Tabla 5.2.7.1 Calculo de VAN y TIR

Años	Flujo de Caja
0	-453.436,96
1	21388,47
2	39846,19
3	60781,81
4	78822,91
5	104137,07
6	135764,29
7	168987,31
8	209538,55
9	253328,33
10	295649,07
Inversión Inicial	474.825,61

Fuente: Los Autores, "Cálculo del VAN y TIR", Diciembre 2012

El VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia.

⁶⁸ <http://www.vantir.com/>

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{(Ft)}{(1 + TD)^t} - I_0$$

$$VAN = 245.627,49$$

Dado que el VAN es mayor que cero se califica al proyecto como rentable.

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{(Ft)}{(1 + TIR)^t} - I_0$$

$$TIR = 24\%$$

Dado que el TIR es mayor del 20%, el negocio es aceptable para la inversión con lo cual se considera rentable, se toma como referencia que el TIR sea mayor al 20% debido a las normas internacional.

6. CAPITULO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Los sistemas MMDS, brindan una facilidad de conexión en lugares donde no podemos dar cobertura mediante cables.

La ubicación de Headend se colocara en el techo del local de la empresa Cabletel-Sepormul el cual nos da la cobertura necesaria para la zona de estudio.

El contenido de canales para CATV y anchos de banda de internet, son los que actualmente la empresa Cabletel-Sepormul brinda a sus clientes, el diseño del sistema MMDS está basado para brindar el mismo servicio.

Para los enlaces se tomaron cinco puntos de referencia en la zona de estudio, con sus respectivas coordenadas para ser ingresados en el software Radio-Mobile y de esta manera obtener los respectivos cálculos de los enlaces.

Los resultados que se obtuvo con el software, en cada uno de los puntos de referencia en cuestión fueron aceptables, para la sensibilidad de cada receptor se supera los 20db necesarios para un enlace satisfactorio, también se observa que existe línea de vista en todos los enlaces a pesar que el terreno de estudio es irregular.

Tomando en cuenta la norma técnica del Sistema Codificado de Audio y Video por Suscripción Analógico MMDS la intensidad de campo mínimo a proteger, es el valor de intensidad de campo medido a 10 metros de altura sobre el nivel del suelo, el cual no deberá exceder los 66 dBuV/m, en el diseño realizado cumple con estos parámetros satisfactoriamente.

En el diseño de la red MMDS no consta con un Sistema de Acceso Condicional (CAS), por lo que no se necesita de un Set-Top-Box que decodifique el contenido de televisión, debido que la política de la empresa que es brindas a varios televisores el servicio CATV, si se implementa este sistema implicaría un costo adicional, haciendo que no sea tan rentable el proyecto.

En caso de ser necesario expandir la red en la zona urbana de Ciudad de Azogues, tendríamos que colocar un Headend de mayor cobertura, o colocar un Headend en otra zona alta para dar cobertura a otros sectores.

Al desarrollar el estudio y análisis de todo el proyecto presentado se cumple con los objetivos y expectativas trazadas al comienzo de este, que logra soluciones de buena calidad en un tiempo prudente para el sistema que se desea implementar a futuro.

Los servicios de Telecomunicaciones como es de televisión e internet son muy competitivos en el mercado, por lo cual es necesario disponer de una red escalable, confiable, adaptable, y de gran capacidad, para brindar un servicio de calidad y de esta manera ser competitivos.

Mediante el estudio de mercado realizado se pudo obtener información de forma más exacta a comparación de la obtención de datos de fuentes externas, ya que de esta manera permite definir los requerimientos explícitos que la empresa debe cumplir para satisfacer las exigencias de los potenciales clientes

6.1. Recomendaciones

Se recomienda utilizar el software Radio Mobile para cuando se vaya hacer un enlace con un nuevo abonado, para así tener claro la ubicación de la antena su orientación, su altura, y que cumpla con los valores necesarios para su buen funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA:

LIBROS

BESLEY, Scott, *Fundamentos de administración financiera*, 14va Edición, Cengage, México, 2008.

CHARLES, T y HONGREN, George, *Contabilidad de costos: Un enfoque gerencial*, 12ma Edición, Pearson Prentice Hall, México, 2007.

COSS BU, Raúl, *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*, Editorial Limusa, México, 2005.

CUENCA, Pedro Ángel, *Codificación y transmisión robusta de señales de vídeo MPEG-2 de caudal variable sobre redes de transmisión asíncrona ATM*, Ediciones de la Universidad de Castilla, La Mancha, 1999.

DORNBUSCH, Rudiger, *Macroeconomía*, 7ma Edición, Mc Graw Hill, Madrid 1998.

KOTLER, Philip, *Fundamentos de Marketing*, 6ta Edición, Pearson, México, 2003.

KRAMER, Glen, *Ethernet Passive Optical Networks*, McGraw-Hill, United States of America, 2005.

MOCHON, Francisco, *Principios de Economía*, 3ra Edición, Mc Graw Hill, España, 2004.

MONTALVAN, César, *Los recursos humanos para la pequeña y mediana empresa*, 1ra Edición, Universidad Iberoamericana, México, 1999.

NERI, Rodolfo, *Líneas de Transmisión*, 1ra Edición, McGraw-Hill, México, 2004.

NEVADO, Domingo, *Cómo gestionar el binomio rentabilidad-productividad: Función económico*, 1ra Edición, Wolters Kluwer, España, 2007.

PAREDES ROLDAN, Enrique, *Proyectos de Inversión y Desarrollo*, Centro de Publicaciones de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Cuenca, Ecuador, 2003.

PASQUAL, Joan, *La Evaluación de Políticas y Proyectos: Criterios de Valoración Económicos y Sociales*, 2da Edición, Universidad Autónoma de Barcelona, España, 2003.

PEDRET, Ramón, *Herramientas para Segmentar Mercados y Posicionar Productos*, 3ra Edición, Bilbao: Deusto, España, 2003.

WILLIAM, G, y Otros, *Ingeniería económica de DeGarmo*, 10ma Edición, Pearson Prentice Hall, México, 2004.

WILLIAM, Stallings, *Comunicaciones y Redes de Computadores*, 7ma Edición, PEARSON EDUCACION, Madrid, 2004.

TESIS

CADME, María, y CHUYA, Diego, *Propuesta de optimización de la cobertura del sistema de datos e internet de la provincia del Cañar brindado por la corporación nacional de telecomunicaciones sucursal Cañar*, Tesis Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Carrera de Ingeniería Electrónica, Cuenca, Ecuador, 2012.

ERRAEZ, Jorge, y YUNGAICELA, Ángel, *Estudio y diseño de una red MMDS para brindar servicios de TV por suscripción e internet inalámbrico para CNEL El Oro en la ciudad de Machala*, Tesis Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Carrera de Ingeniería Electrónica, Cuenca, Ecuador, Mayo, 2010.

ILLESCAS, Cristian, y ILLESCAS, John, *Estudio previo para la implementación del sistema triple play en una red HFC de la empresa SERVICABLE*, Tesis Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Carrera de Ingeniería Electrónica, Cuenca, Ecuador, Mayo, 2010.

FOLLETOS

PEREZ, Constantino, “INTRODUCCION A LOS SISTEMAS TRANSMISORES DE TELEVISION”. 2005. Documento recuperado el 13 de julio del 2012.

HONGFENG. TECHNICAL DATA SHEET. Single Mode Optical Fiber Cable ITU-T Rec. G652D.

MOTOROLA intelligence everywhere, “Fundamentos de los Sistemas de Cable”, Motorola Document Classification, Canopy Enterprise Solution, Rev. 2.0. 2006. Documento recuperado el 15 de Septiembre del 2012.

SENATEL, “PROVEEDORES DE SERVICIO DE VALOR AGREGADO DE INTERNET (ISP's)”. Documento recuperado el 12 de Diciembre del 2012.

OCHOA, Edgar, “Módulo de Comunicaciones III”, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca – Ecuador, 2010.

CORONEL, Jonathan, “CDMA - Presentaciones Comunicaciones IV”, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca – Ecuador, 2010.

REINOSO, Marco, “Control de Mercadotecnia – Módulo De Mercadotecnia”, Universidad Católica, Cuenca – Ecuador, 2010.

MALLETTE, Edwin. “MSO Use Case Topologies for EPOC”. IEEE 802.3 Plenary Meeting Waikoloa, HI. March 12-16, 2012. Documento recuperado el 22 de Octubre del 2012.

PAGINAS WEB

http://www.ieee802.org/3/epoc/public/mar12/mallette_01_0312.pdf

<http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Introduccion%20a%20los%20sistemas%20transmisores%20de%20TV.pdf>

<http://217.116.8.23/publicac/publbit/bit115/ba2.html>

<http://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/25/25559/latecnologiammds.pdf>

<http://www.slideshare.net/mscrol/network-operation-center-8913391>

<http://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/25/25559/latecnologiammds.pdf>

<http://cableaml.com/mmds/sistemas-de-mmds-descripcion/>

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4470/1/CD-4085.pdf>

<http://cableaml.com/wirelessinternettripleplay/sistemas-de-mmds-internet-inalambrico-descripcion/>

<http://www.ing.ula.ve/~albornoz/mmds.html>

<http://www.marcianos.com/enc/mmds.html>

http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/14072250/modulacion-de-amplitud-en-quadratura-_QAM_.html

<http://www.cableaml.com>

<http://www.une.edu.ve/~iramirez/te1/mediostransmision.htm>

<http://www.sonuem.com/index.php/redes-inalambricas>

<http://www.vantir.com/>

<http://www.slideshare.net/elizmaragreda/calculo-del-van-y-el-tir>

http://tesisugto.blogspot.com/2010/01/21-metodo-en-linea-recta_27.html

<http://www.conatel.gob.ec>

<http://www.tvpccolombia.com>

ANEXOS

ANEXOS A

Formularios para utilización de Sistema de Audio y Video por Suscripción

FORMATO 1

AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCION

CLASE DE ESTACION O SISTEMA

Nombre del Peticionario: **“Cabletel-Sepormul”**

Clase de sistema:

Audio y video por suscripción, mediante redes de cable o fibra óptica (Televisión por Cable): SI ____ NO **X**

Audio y video por suscripción, mediante utilización de los canales altos de UHF-TV (Televisión Codificada): SI ____ NO **X**

Audio y video por suscripción, mediante Sistemas de Distribución Multicanal-Multipunto (MMDS): SI **X** NO ____

Audio y video por suscripción, mediante Sistemas de Distribución Multipunto Local (TV Celular), en la banda de aGHz: SI ____ NO **X**

Audio y video por suscripción, mediante sistemas satelitales (DTH): SI ____ NO **X**

Audio y video por suscripción, mediante sistemas de radiodifusión (Venta de Música): SI ____ NO **X**

Otros (describir):

FORMATO 2

AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCION

BANDA DE FRECUENCIA

Nombre del peticionario: “**Cabletel-Sepormul**”

Para Sistemas de Televisión por Cable o fibra óptica

No se requiere llenar esta información

Para Sistemas de Televisión Codificada en UHF

Llenar el siguiente cuadro de los canales que transmitirá:

No. CANAL	BANDA DE FRECUENCIA (MHz)

Para Sistemas de televisión Codificada MMDS

Llenar el siguiente cuadro de los canales que transmitirá:

No. CANAL	BANDA DE FRECUENCIA (MHz)
<i>98-106</i>	<i>2500-2686</i>

Para sistemas de TV-Celular

Llenar el siguiente cuadro:

Ciudad	No. Celda	No. Canales en la celda	Banda de frecuencia que ocupa el transmisor

Para sistemas DTH

Banda de Frecuencias que utilizará y satélite (posición orbital).

Para sistemas de venta de música

Banda de Frecuencias:

Otros

Detalle bandas de frecuencias requeridas:

FORMATO 3

AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCION

ESTUDIO DE INGENIERIA

Nombre del peticionario: **“Cabletel-Sepormul”**

DECLARACION DEL PROFESIONAL:

Cristian Geovany Coronel Naranjo y Bayron Fabián Mora Verdugo declaráramos que el presente estudio de ingeniería, planos de equipos e instalaciones y demás documentación técnica los presentamos bajo nuestra responsabilidad; así como indicamos claramente conocer 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.

Descripción general del sistema (Memoria Técnica)

El sistema a Ofertarse es mediante la tecnología MMDS, se ofrece 51 canales entre nacionales e internacionales, los cuales se encuentra digitalizado en formato MPEG-2, considerando que por cada canal MMDS de 6 MHz se puede tener 6 contenidos de televisión digital.

Para la recepción del contenido de CATV cada uno de los abonados dispone de una antena receptora, de esa manera el abonado pueda usar el servicio.

Descripción del servicio que se ofrecerá a los usuarios del sistema

El pago por el servicio de suscripción será mensual.

Datos de ubicación geográfica de la (s) estación (es): localidad, dirección, coordenadas geográficas y descripción de su función en el sistema

El lugar donde está ubicado el Headend y todos los diferentes equipos a utilizarse, se encuentra en las instalaciones en del edificio de Corporaciones MS-Prieto en la ciudad de AZOGUES en las calles Emilio Abad 2-31 y Sucre, cuyas coordenadas geográficas son 2°44'20'' S 78°50'45.2'' W.

Características técnicas de los equipos que conforman el sistema

Características del sistema de recepción de las señales

Características de la calidad de la señal

Características de la programación de las estaciones de televisión internacionales que serán distribuidas por el cable

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

La torre donde está ubicada la antena omnidireccional para la transmisión de la señal de CATV cuenta con las respectivas seguridades correspondientes para señalización y navegación aérea.

ANEXOS B

Formularios para la concesión de servicios portadores



FORMULARIO PARA ANÁLISIS TÉCNICO

PT-SP-
001
Elab.:
DGGST

Fecha:

SOLICITANTE:

Cabletel-Sepormul

PT-SP-001: DESCRIPCIÓN TÉCNICA DETALLADA DE CADA SERVICIO PROPUESTO Y COBERTURA

b. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO PROPUESTO

De conformidad con la normativa vigente el solicitante en caso de obtener la concesión a la que aplica, podrá proporcionar a terceros la capacidad necesaria para la transmisión de signos, señales, datos, imágenes y sonidos entre puntos de terminación de una red definidos, usando uno o más segmentos de una red. Esta capacidad puede ser suministrada a través de redes públicas conmutadas o no conmutadas integradas por medios físicos y/o inalámbricos.

c. ÁREA DE COBERTURA

NACIONAL

REGIONAL

x

Si el área de cobertura es regional, con base en la aplicación de la Resolución No. 605-30-CONATEL-2006, el área de cobertura solicitada para la prestación de Servicios Portadores Regionales por parte del SOLITANTE comprende las actuales regiones de:

#	Provincia / Ciudad	SI
1	Azuay	
2	Bolívar	
3	Cañar	X
4	Carchi	
5	Chimborazo	
6	Cotopaxi	
7	El Oro	
8	Esmeraldas	
9	Galápagos	
10	Guayas	
11	Imbabura	
12	Loja	
13	Los Ríos	
14	Manabí	
15	Morona	

	Santiago	
16	Napo	
17	Orellana	
18	Pastaza	
19	Pichincha	
20	Santa Elena	
21	Santo Domingo de los Tsáchilas	
22	Sucumbíos	
23	Tungurahua	
24	Zamora Chinchipe	

d. RESPONSABLE TÉCNICO:	Cristian Coronel Byron Mora
--------------------------------	--------------------------------

e. REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA NATURAL:	Cabletel-Sepormul
--	-------------------

ANEXOS C

Fotos de la Empresa Cabletel-Sepormul

Anexo C.1 Edificio MS-Prieto



Anexo C.2 Headend de la Empresa Cabletel-Sepormul



Anexo C.3 Antenas Parabólicas de la Empresa Cabletel-Sepormul



**Anexo C.4 Torre 5 metros situado en la terraza de la Empresa
Cabletel-Sepormul**



ANEXOS D

Plano de la Ciudad de Azogues

Glosario

ASI: Interfaz Serial Asíncrona

ATM: Modo de Transferencia Asíncrona

ATM: Modo de Transferencia Asíncrona

BER: Bit Error Rate.

BPSK: Binary Phase Shift Keying o modulación binaria por corrimiento de fase.

CAS: Conditional Access System o Sistema de Acceso Condicional.

CATV: Servicio de Televisión por suscripción

CIF: Costo, seguro y Flete.

CIR: Committed Information Rate.

CMTS: Cable Modem Terminal System.

CONATEL: Consejo Nacional de Telecomunicaciones

CORPEI: Corporación de Promoción de Exportación e Inversión.

CPE: Customer Premise Equipment.

DBL-PS: Doble Banda Lateral con Portadora Suprimida

DOCSIS: Data Over Cable Service Interface Specification.

FCC: Comisión Federal de Comunicaciones.

Flete: Valor por Transporte Internacional.

FOB: Valor Soportado en las facturas.

FODINFA: Fondo de Desarrollo para la Infancia.

GPS: Sistema de Posicionamiento Global.

ICE: Impuesto a los consumos especiales.

IFTS: Servicio Fijo de Televisión Instructiva.

IGM: Instituto Geográfico Militar.

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

IVA: Impuesto al Valor Agregado.

LAN: Redes de Área Local.

LNB: Low Noise Block.

MCPC: Multiple Channel Per Carrier

MDS: Servicio de Distribución Multipunto.

MMDS: Sistema de Distribución Multicanal Multipunto

MTTR: Mean Time To Repair.

NIT: Network Information Tables.

NOC: Network Operation Center o Centro de Operaciones de Red.

NTSC: Comisión Nacional de Sistemas de Televisión.

PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy.

PES: Packet Elementary Stream

PES: Packetized Elementary Stream

PIRE: Potencia Isotrópica Radiada equivalente.

QAM: Quadrature Amplitude Modulation o modulación de amplitud por cuadratura.

QoS: Calidad del Servicio.

QPSK: Quadrature Phase Shift Keying o modulación en cuadratura por corrimiento de fase.

RDSI: Red digital de servicios integrados.

SCPC: Single Channel Per Carrier

SDH: Jerarquía Digital Síncrona

Seguro: Valor de la Prima.

SENATEL: Secretaria Nacional de Telecomunicaciones.

SLA: Service Level Agreement.

SUPERTEL: Superintendencia de Telecomunicaciones.

SVA: Servicios de Valor Agregado.

TIR: Tasa Interna de Retorno.

TS: Transport Stream.

UHF: Ultra High Frequency

VAN: Valor Actual Neto.

VHF: Very High Frequency

VPNs: Redes privadas virtuales.