

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de grado previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Electrónico.**

**TEMA:**

“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”

**AUTORES:**

Jorge Enrique Erráez Cantos.  
Ángel Levi Yungaicela Ordóñez.

**DIRECTOR:**

Ingeniero Edgar Ochoa Figueroa.

Cuenca, Septiembre 2010.

## **CERTIFICACIÓN.**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los estudiantes Jorge Enrique Erráez Cantos y Ángel Levi Yungaicela Ordóñez, bajo mi supervisión.

---

**Ing. Edgar Ochoa Figueroa.**

**DIRECTOR**

## **RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores:

---

Jorge Enrique Erráez Cantos.

---

Ángel Levi Yungaicela Ordóñez.

### **Agradecimiento:**

Agradezco a Dios por la vida que me ha dado; a mis padres por su guía, comprensión, disciplina y amor incondicional, a mis herman@s y sobrin@s por su cariño y compañía; a mi tía Raquel Jaramillo y su familia por su ayuda desinteresada; sin su ayuda tía hubiera sido complicado; a mis ti@s que siempre se interesaron en las acciones que realizaba; a mis prim@s maternas por su apoyo; a mis prim@s paternos y amigos por los días de distracción y grandes momentos que hemos vivido; a todas las personas que de una u otra forma aportaron para alcanzar este escalón; finalmente a esa mujer que siempre confía en mí y me apoya en lo que me propongo, gracias a ti Madre; sin ti prácticamente “**IMPOSIBLE**”.

Jorge Enrique Erráez Cantos

**Dedicatoria:**

Dedico este trabajo a mis sobrinas; todo esfuerzo al final tiene recompensa.

Jorge Enrique Erráez Cantos

**Agradecimiento:**

Agradezco a Dios por mi existencia; a mis padres y hermanos por tolerarme y apoyarme en los momentos difíciles; a todos mis familiares, de manera especial agradezco a la familia Cabrera Ordóñez por su hospitalidad, confianza y ayuda desinteresada; a mis compañeros y amigos que de una u otra forma han contribuido a mi formación profesional.

Ángel Levi Yungaicela Ordoñez.

**Dedicatoria:**

Dedico este trabajo a la memoria de mi padre, pilar principal de mi proceder y a mi madre quien me ha enseñado el valor de lo esencial.

Ángel Levi Yungaicela Ordoñez.

## INDICE

### CAPITULO I: TECNOLOGIA MMDS

1.1 Descripción del Sistema MMDS.....	1
1.2 Características del Sistema.....	3
1.2.1 Banda de Frecuencias.....	3
1.2.2 Codificación, Modulación y Multiplexación.....	5
1.2.3 MMDS e Internet Inalámbrico.....	6
1.2.4 Aspectos de planificación de Red.....	7
1.2.4.1 Reutilización de Frecuencias y Sectorización.....	8
1.3 Arquitectura de Red del Sistema MMDS.....	9
1.3.1 NOC (Network Operation Center).....	9
1.3.1.1. Administración de Fallas.....	9
1.3.1.2 Administración de Configuración.....	10
1.3.1.3 Administración de Tarifación.....	10
1.3.1.4 Administración de Funcionamiento.....	10
1.3.1.5 Administración de Seguridad.....	11
1.3.2 Estación Base.....	11
1.3.3 Equipo del Cliente.....	12
1.3.4 Topología de red MMDS.....	12
1.3.4.1 Topología fibra – inalámbrico.....	12
1.3.4.2 Topología de Interconexión inalámbrica.....	13
1.4 Aplicaciones de MMDS.....	15
1.5 Ventajas y desventajas de MMDS.....	16
1.5.1 Ventajas Competitivas de los Sistemas MMDS.....	16
1.5.2 Desventajas de MMDS.....	17



## CAPITULO II: DISEÑO DE LA RED MMDS PARA CNEL EL ORO

2.1 Análisis Topográfico de la ciudad de Machala.....	19
2.1.1 Mapa de la ciudad de Machala.....	20
2.2 Estudio de la demanda.....	21
2.2.1 Crecimiento del Internet en el Ecuador.....	21
2.2.2 Crecimiento de TV por Suscripción en el Ecuador.....	22
2.2.3 Análisis de la demanda de TV por Suscripción e Internet en la Ciudad de Machala.....	23
2.2.3.1 Tamaño de la Muestra.....	26
2.2.4 Resultados de las encuestas realizadas.....	28
2.2.4.1 Acceso a internet de la población en sus hogares.....	28
2.2.4.2 Tipo de acceso a internet.....	29
2.2.4.3 Principales proveedores de internet.....	29
2.2.4.4 Anchos de Banda Ofertados a los Usuarios.....	30
2.2.4.5 Sección y Tiempo de la Conexión.....	30
2.2.4.6 Evaluación del proveedor.....	31
2.2.4.7 Acceso de la población a TV por Suscripción.....	32
2.2.4.8 Proveedores de TV por Suscripción y número de canales ofertados.....	33
2.2.4.9 Preferencias de programación y número de canales que le gustaría a los usuarios.....	34
2.2.4.10 Aceptación y disposición de pago del Servicio MMDS.....	35
2.2.4.11 Estimación de los usuarios Potenciales para el sistema MMDS.....	36

2.3 Proveedor de Servicio de Internet.....	38
2.4 Proveedores de Señales de Televisión.....	39
2.5 Diseño de la Cabecera.....	43
2.5.1 Ubicación de la Cabecera.....	43
2.5.2 Tratamiento de las señales de televisión.....	44
2.5.2.1 Antenas Satelitales de Recepción.....	45
2.5.2.1.1 Detector, alimentador o iluminador.....	47
2.5.2.1.2 Conversor LNB (Low Noise Block).....	49
2.5.2.1.3 Divisores de Señales de Satélites.....	50
2.5.2.2 Receptores Satelitales.....	52
2.5.2.3 Recepción de contenidos de Televisión Nacional.....	56
2.5.2.3.1 Antenas Receptoras VHF-UHF.....	56
2.5.2.3.2 Preamplificadores VHF-UHF.....	57
2.5.2.3.3 Divisores de Señales de Televisión.....	58
2.5.2.3.4 Conversor de UHF-VHF.....	58
2.5.2.3.5 Sintonizador VHF.....	59
2.5.2.4 Codificación de señales Analógicas.....	60
2.5.2.5 Multiplexación de Contenidos de Televisión.....	61
2.5.2.5.1 Scrambling y Sistema de Acceso Condicional CAS (Conditional Access System).....	64
2.5.2.6 Modulación de Contenidos de Televisión.....	66
2.5.3 Acceso a Internet mediante Red MMDS.....	67
2.5.3.1 Estándar DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification).....	69
2.5.3.2 CMTS (Cable Modem Terminal System).....	70
2.5.3.3 Conversor Upstream.....	71

2.5.4 Unión de Contenidos de Tv e internet.....	72
2.5.5 Diseño de la red MMDS.....	73
2.5.5.1 Cálculo del Ancho de Banda para Internet.....	73
2.5.5.2 Cálculo Canales MMDS necesarios para Tv por Suscripción.....	77
2.5.5.3 Distribución de Canales MMDS para el proyecto.....	78
2.5.5.4 Cálculo de Enlace para la red MMDS.....	79
2.5.5.5 Área de cobertura del Sistema MMDS.....	95
2.5.5.6 Escalabilidad del Sistema MMDS.....	96
2.6 Equipos de Transmisión.....	97
2.6.1 Transceptor de Estación Base.....	97
2.6.2 Antena Transmisora.....	99
2.7 Equipos de Abonado.....	100
2.7.1 Transceptor MMDS de Usuario y Antena.....	100
2.7.2 Modem para acceso a Internet.....	101
2.7.2 Set-Top-Box.....	104
2.8 Esquema Final del Sistema MMDS.....	107
2.9 Títulos Habilitantes.....	108
2.9.1 Requisitos para obtener la autorización y concesión de la banda de 2500 a 2686MHz en el Ecuador.....	108
2.9.2 Requisitos para la utilización de Sistemas de Audio y Video por suscripción.....	108

2.9.3 Requisitos para obtener el permiso para la explotación de Servicios de Valor Agregado.....	110
2.9.4 Requisitos para obtener la concesión para Servicios Portadores.....	112

### **CAPITULO III: ESTUDIO ECONÓMICO**

3.1 Análisis de Costo de Capital y Operación.....	114
3.1.1 Costos de Equipos.....	114
3.1.2 Costos de Licencias y Derechos de Autor.....	118
3.1.3 Costos de Infraestructura Física.....	119
3.1.4 Costos por Pago a Proveedor de Acceso a Internet.....	119
3.1.5 Costos por Pago a Proveedores de Contenidos de Televisión.....	120
3.1.6 Costos por Permisos y Concesiones de Frecuencia.....	122
3.1.6.1 Costos por permisos y Concesión de la Banda de Frecuencia de 2520 MHz a 2655 MHz para el presente proyecto.....	122
3.1.6.2 Costos por Concesión y Permiso de Funcionamiento de Audio y Video por Suscripción.....	126
3.1.6.3 Costos por Permiso para la Explotación de Servicios de Valor Agregado (SVA).....	131
3.1.6.4 Costos por Concesión de Servicios Portadores.....	131
3.1.7 Costos de Operación.....	132
3.1.8 Total de Inversión Inicial.....	132
3.2 Evaluación Financiera.....	133
3.2.1 Egresos por Año.....	133
3.2.2 Ingresos Por año.....	135
3.2.3 Flujo de Caja.....	136

3.2.4 Depreciación de los Equipos.....	137
3.2.5 Valor Actual Neto (VAN).....	137
3.2.6 Tasa Interna de Retorno (TIR).....	139
3.2.7 Calculo de VAN y TIR.....	139

## **CAPITULO IV: ESTUDIO ECONÓMICO**

4.1 Resultados.....	141
4.2 Conclusiones.....	142
4.3 Recomendaciones.....	143
 BIBLIOGRAFIA.....	 145

## **ANEXOS**

### **ANEXO A**

Formularios para la utilización de Sistemas de Audio y Video por Suscripción

1. Formato 1 Clase De Estación o Sistema.
2. Formato 2 Banda de Frecuencia.
3. Formato 3 Estudio de Ingeniería.
4. Formato 3.1 Para Estudios de Ingeniería de Enlaces Satelitales de Sistemas de Audio y Video por Suscripción.

### **ANEXO B**

Formularios para obtener el permiso para la explotación de servicios de valor agregado.

1. Formulario sp-001 Solicitud de Otorgamiento de un Permiso para la Prestación de Servicios de Valor Agregado.
2. Formulario para Descripción Detallada del Servicio.
3. Formulario para Análisis Técnico Solicitud Permiso SVA.

## ANEXO C

### Formularios para la Concesión de Servicios Portadores

1. Formulario para Análisis Técnico.

## ANEXO D

1. Plano Ciudad de Machala.

## ANEXO E

1. Cartografía Ciudad de Machala.

## ANEXO F

### Imágenes de CNEL El Oro

1. Anexo F.1 Edificio CNEL El Oro.
2. Anexo F.2 Torre CNEL El Oro.
3. Anexo F.3 Espacio 1 Azotea CNEL El Oro.
4. Anexo F.4 Espacio 2 Azotea CNEL El Oro.
5. Anexo F.5 Espacio 3 Azotea CNEL El Oro.
6. Anexo F.6 Espacio 4 Azotea CNEL El Oro.

## INDICE DE FIGURAS

Figura. 1.2.1. Ubicación del espectro para MMDS.....	3
Figura. 1.3.4.1. Topología Fibra-Inalámbrico para sistema MMDS.....	13
Figura. 1.3.4.2.1. Topología de Interconexión inalámbrico para sistema MMDS.....	14
Figura. 1.3.4.2.1. Topología de un sistema MMDS expandido.....	14
Figura 2.1.1 Mapa Urbano de la Ciudad de Machala.....	20
Figura 2.2.1. Evolución de las Cuentas de Abonado de Internet.....	22
Figura 2.2.2. Crecimiento de la TV por Suscripción en el Ecuador.....	22
Figura 2.2.3. Crecimiento Anual de Abonados de Internet en Machala.....	24
Figura 2.2.4.1 Acceso a internet de la población en sus hogares.....	28
Figura 2.2.4.2 Tipo de acceso a internet.....	29

Figura 2.2.4.3 Principales proveedores de internet.....	29
Figura 2.2.4.4 Anchos de Banda Ofertados a los Usuarios.....	30
Figura 2.2.4.5.1 Sección y tiempo de la conexión.....	30
Figura 2.2.4.5.2 Sección y tiempo de la conexión.....	31
Figura 2.2.4.6 Evaluación del proveedor.....	31
Figura 2.2.4.7 Acceso de la población a TV por Suscripción.....	32
Figura 2.2.4.8.1 Proveedores de TV por Suscripción.....	33
Figura 2.2.4.8.2 Numero de Canales del Proveedor.....	33
Figura 2.2.4.9.1 Preferencias de programación.....	34
Figura 2.2.4.9.2 Número de canales solicitado por usuarios.....	34
Figura 2.2.4.10.1 Aceptación del servicio MMDS.....	35
Figura 2.2.4.10.2 Disposición de Pago.....	35
Figura 2.2.4.11 Estimado de Crecimiento de Usuarios Potenciales.....	37
Figura 2.4 Huella de los satélites Intelsat 9 e Intelsat 11.....	40
Figura 2.5.2 Esquema de la Cabecera de Televisión.....	44
Figura 2.5.2.1 Antena Satelital Banda C-3.5 m.....	46
Figura 2.5.2.1.1.1 iluminador PASI-20 C.....	47
Figura 2.5.2.1.1.2 iluminador PASI-50 C.....	48
Figura 2.5.2.1.2 Conversor LNB.....	49
Figura 2.5.2.1.3.1 Divisor de Señales de dos vías.....	50
Figura 2.5.2.1.3.2 Divisor de Señales de ocho vías.....	51
Figura 2.5.2.2.1 Receptor Satelital de Programa Simple.....	53
Figura 2.5.2.2.2 Receptor Satelital de Programa Múltiple.....	54
Figura 2.5.2.2.3 Receptor Satelital Digicipher II.....	55
Figura 2.5.2.3.1 Antenas Receptoras VHF-UHF.....	56
Figura 2.5.2.3.1 Preamplificadores VHF-UHF.....	57
Figura 2.5.2.3.3 Conversor de UHF-VHF.....	58
Figura 2.5.2.3.4 Sintonizador VHF.....	59
Figura 2.5.2.3 Encoder CNA-DT-EM8100.....	61
Figura 2.5.2.4 Multiplexor CNA-DT-MX8100.....	63
Figura 2.5.2.4.1 Scrambler CNA-DT-SR8100.....	65

Figura 2.5.2.5 Modulador CNA-DT-QM8100.....	67
Figura 2.5.3 Red de servidores Presentes en un ISP.....	68
Figura 2.5.3.2 CMTS Motorola BSR-2000.....	71
Figura 2.5.3.3 Conversor Upstream USC-1.....	72
Figura 2.5.4 Combinador VHF CHC-16U/860.....	73
Figura 2.5.5.3 Atribución de la Banda 2520MHz-2655 MHz.....	78
Figura 2.5.5.4 Perfil corregido del enlace.....	81
Figura 2.5.5.4 Punto de Reflexión del Rayo.....	82
Figura 2.5.5.5 Área de cobertura del Sistema MMDS.....	95
Figura 2.6.1 Transceptor de Cabecera.....	98
Figura 2.6.2 Antena Omnidireccional MMDS.....	99
Figura 2.7.1 Transceptor MMDS de Usuario.....	100
Figura 2.7.2 Modem de Usuario para acceso a internet.....	101
Figura 2.7.2 Set-Top-Box CNA-TC-8420 TL.....	105
Figura 2.5.5.7 Esquema Final del Sistema MMDS para CNEL El Oro.....	107

## INDICE DE TABLAS

Tabla. 1.2.1. Distribución de los canales MMDS.....	4
Tabla. 2.2.1. Datos Históricos de la Densidad de Abonados Internet.....	21
Tabla. 2.2.2. Sistemas de Audio y Video por Suscripción a nivel Nacional.....	23
Tabla. 2.2.3. Histórico de la Demanda de Internet.....	24
Tabla. 2.2.3.1 Constantes para niveles de confianza en tamaño de la muestra.....	26
Tabla 2.4.1 Parámetros Intelsat 9 e Intelsat 11.....	40
Tabla 2.4.2 Paquetes de Televisión por Satélite.....	41
Tabla 2.4.3 Canalización de contenidos de TV en la provincia de El Oro.....	43
Tabla 2.5.2.1 Características Antena Satelital Banda C-3.5 m.....	46
Tabla 2.5.2.1.1.1 Características iluminador PASI-20 C.....	47
Tabla 2.5.2.1.1.2 Características iluminador PASI-50 C.....	48
Tabla 2.5.2.1.2 Características Conversor LNB.....	50



Tabla 2.5.2.1.3.1 Características del divisor de Señales de dos vías.....	51
Tabla 2.5.2.1.3.2 Características del divisor de Señales de ocho vías.....	51
Tabla 2.5.2.2.1 Características receptor Satelital de Programa Simple.....	53
Tabla 2.5.2.2.2 Características receptor Satelital de Programa Múltiple.....	54
Tabla 2.5.2.2.3 Características receptor Satelital Digicipher II.....	55
Tabla 2.5.2.3.1 Características Antenas Receptoras VHF-UHF.....	56
Tabla 2.5.2.3.1 Características preamplificadores VHF-UHF.....	57
Tabla 2.5.2.3.3 Características Conversores UHF-VHF.....	59
Tabla 2.5.2.3.4 Características Sintonizador VHF.....	60
Tabla 2.5.2.3 Características Encoder CNA-DT-EM8100.....	61
Tabla 2.5.2.4 Características Multiplexor CNA-DT-MX8100.....	63
Tabla 2.5.2.4.1 Características Scrambler CNA-DT-SR8100.....	65
Tabla 2.5.2.5 Características Modulador CNA-DT-QM8100.....	67
Tabla 2.5.3.1 Comparación entre DOCSIS y EURO-DOCSIS.....	69
Tabla 2.5.3.2 Características CMTS Motorola BSR-2000.....	71
Tabla 2.5.3.3 Características Conversor Upstream USC-1.....	72
Tabla 2.5.4 Características Combinador VHF CHC-16U/860.....	73
Tabla 2.5.5.1.1 Anchos de Banda a Ofrecerse a Usuarios.....	74
Tabla 2.5.5.1.2 Proyecciones Ancho de Banda Downstream.....	76
Tabla 2.5.5.1.3 Proyecciones Ancho de Banda Upstream.....	77
Tabla 2.5.5.3 Distribución canalización MMDS para el proyecto.....	78
Tabla 2.5.5.4.1 Parámetros para cálculo de la red MMDS.....	80
Tabla 2.5.5.4.2 Valores Enlace Downstream.....	87
Tabla 2.5.5.4.3 Valores Enlace Upstream.....	94
Tabla 2.6.1 Características Transceptor de Cabecera.....	98
Tabla 2.6.2 Características Antena Omnidireccional MMDS.....	99
Tabla 2.7.1 Características Transceptor MMDS de Usuario.....	101
Tabla 2.7.2 Características Modem de Usuario.....	102
Tabla 2.7.2 Características Set-Top-Box CNA-TC-8420 TL.....	105
Tabla 3.1.1.1 Valor FOB de los Equipos que requieren Importación.....	115
Tabla 3.1.1.2 Valor CIF de los Equipos de Importación.....	116

Tabla 3.1.1.3	Calculo de Impuestos de Equipos de Importación.....	117
Tabla 3.1.1.4	Precio Final Equipos de Importación.....	117
Tabla 3.1.1.5	Precio Equipos sin Importación.....	118
Tabla 3.1.1.6	Costo Final de Equipos.....	118
Tabla 3.1.4.1	Costos del Proveedor de Internet.....	119
Tabla 3.1.4.2	Costos anuales por Proveedor de Internet.....	120
Tabla 3.1.5.1	Costos del Proveedor de Paquetes de Televisión.....	121
Tabla 3.1.5.2	Costos anuales de Proveedores de Televisión.....	121
Tabla 3.1.6.1.1	Coeficiente de valoración del espectro y Radio de cobertura de la estación.....	123
Tabla 3.1.6.1.2	Coeficiente Factor de Concesión de Frecuencias para los diferentes servicios.....	124
Tabla. 3.1.6.2.1	Coeficiente Base por Tipo de Servicio “X”.....	127
Tabla. 3.1.6.2.2	Potencia Efectiva Radiada por Canal.....	128
Tabla. 3.1.6.2.3	Coeficiente de Población.....	130
Tabla. 3.1.7	Costos de Operación.....	132
Tabla. 3.1.8	Inversión Inicial.....	133
Tabla. 3.2.1	Egresos Anuales.....	134
Tabla. 3.2.2	Ingresos Anuales.....	135
Tabla. 3.2.3	Flujo de Caja.....	136
Tabla. 3.2.5	Decisión en base al valor del VAN.....	138
Tabla. 3.2.7	VAN y TIR para los diferentes años del proyecto.....	140

## **Resumen**

Debido a los grandes avances tecnológicos de los últimos años en el campo de las telecomunicaciones, las empresas existentes se han visto en la necesidad de incursionar en este campo. La CNEL EL ORO al ser una empresa pública y consciente de los requerimientos de la población ha decidido realizar un estudio para la posible prestación de servicios de TV por suscripción e internet inalámbrico en la ciudad de Machala.

Conociendo los requerimientos de CNEL EL ORO de rendimiento y eficiencia en: alta capacidad de transmisión, despliegue e instalación muy rápidos, crecimiento inmediato y simplicidad en el mantenimiento, ventajas hasta ahora inalcanzables a través de las conexiones vía cable; se ha propuesto el “Estudio y Diseño de una Red MMDS(Sistema de Distribución Multicanal Multipunto) para brindar servicios de TV por suscripción e internet inalámbrico para CNEL EL ORO en la ciudad de Machala”

En el capítulo 1 se desarrolla una introducción teórica a la tecnología MMDS, para de esta manera poder comprender su funcionamiento; donde además se realiza una descripción del sistema con sus características técnicas más importantes.

El capítulo 2 aborda todo el estudio de mercado para poder analizar la aceptación que tendría la red en la ciudad de Machala; además se analiza todos los equipos necesarios a utilizarse en la estación base, como los equipos de usuario. Finalmente se realizan los cálculos matemáticos para el diseño total de la red.

En el capítulo 3 se desarrolla todo el estudio económico de los equipos, costos por permisos y concesiones de frecuencias, así como el análisis de viabilidad económica del

proyecto calculando los valores de VAN y TIR para cada uno de los años de duración del proyecto.

Finalmente en el capítulo 4 se tienen los resultados y conclusiones obtenidas al realizar el presente proyecto de tesis.



## **CAPITULO I: TECNOLOGIA MMDS**

### **1.1 Descripción del Sistema MMDS<sup>1</sup>.**

MMDS es un sistema de distribución Multicanal Multipunto para comunicaciones inalámbricas de banda ancha, se desarrolló en EEUU en los años 60 partir de dos servicios de distribución: IFTS (Servicio Fijo de Televisión Instructiva) y MDS (Servicio de Distribución Multipunto). Estos servicios estaban orientados para la programación de información educativa y cultural en los campus universitarios durante el día y programas de entretenimiento en la noche.

La reglamentación original para estos servicios fue controlado por la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones), pero conforme fueron evolucionando los servicios MDS para la década de los 70's, y debido al rápido crecimiento de las empresas de tv por cable que se dio en los 80's, la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones) estableció un nuevo servicio multicanal que se denominó MMDS, asignándole la banda de frecuencias comprendida entre 2500 y 2686 MHz con 31 canales de TV de 6 MHz.

MMDS transmite canales de televisión o datos a través de una antena principal en el rango microondas entre 2500 y 2686 MHz, para su recepción se utilizan pequeñas antenas las cuales se encuentran ubicadas en los hogares de los usuarios. Permite realizar comunicaciones bidireccionales en el sentido abonado-estación base, lo cual se realiza utilizando una porción pequeña del ancho de banda contratado por la productora, lo cual permite que casi todos los equipos en la estación base y del usuario funcionen como transmisores y receptores.

<sup>1</sup> Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, La tecnología MMDS (Multipoint Multichannel Distribution System), Enero 2010,  
<http://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/25/25559/latecnologiammms.pdf>

Permite velocidades de acceso a Internet de hasta 3 Mb/s, y 31 canales de televisión en sistema NTSC (Comisión Nacional de Sistemas de Televisión), si se digitaliza se llegan a utilizar 186 canales de televisión digital. Ofrece un radio amplio de acción que puede alcanzar 24 kilómetros. Distribuye una programación multicanal de TV, acceso a internet, transferencia de datos, acceso bidireccional o “two way” y una gran variedad de servicios interactivos, además se puede pensar un futuro uso como soporte para servicios de telefonía fija y, tomando en cuenta algunas consideraciones, telefonía móvil. Además, el ancho de banda se puede mejorar a través de la compresión de la señal de vídeo y la tecnología digital.

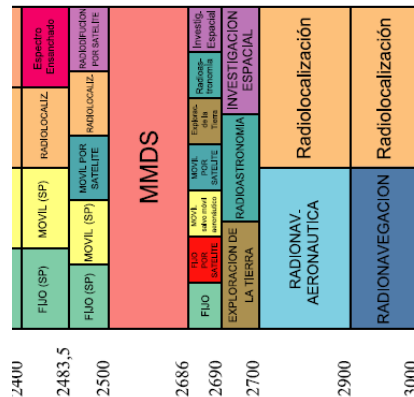
Los sistemas MMDS presentan un gran futuro, ya que son una excelente alternativa para incursionar en el mercado para la propagación de señales de video y datos. Presentan también una buena alternativa económica debido a la disminución de los costos de operación y mantenimiento de los equipos empleados para la difusión de las señales, por lo que podemos decir que realmente se presenta como una opción de negocio viable de acuerdo a las demandas actuales de acceso a la información.

## 1.2 Características del Sistema.

### 1.2.1 Banda de Frecuencias.

“El sistema codificado terrestre de audio y video por suscripción MMDS, utiliza las bandas atribuidas a las ondas decimétricas, comprendidas en 300 MHz a 3000 MHz, de acuerdo al Plan Nacional de Frecuencias y Plan Nacional de Distribución de Frecuencias para Radiodifusión y Televisión.”<sup>2</sup>

**Figura. 1.2.1. Ubicación del espectro para MMDS.**



*Fuente:* CONATEL, “Plan Nacional de Frecuencias y de Uso del Espectro Radioeléctrico”, Resolución 165-04, 2008.

De acuerdo con Norma Técnica para el Sistema Codificado Terrestre Analógico de Audio y Video por Suscripción En La Banda 2500 – 2686 MHz (MMDS), la banda de frecuencias y la asignación de los canales está dada por la siguiente tabla.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> CONATEL, “Plan Nacional de Frecuencias y de Uso del espectro Radioeléctrico”, Resolución 165-04, 2008.

<sup>3</sup> CONARTEL, “Norma Técnica para el Sistema Codificado Terrestre Analógico de Audio y Video por Suscripción En La Banda 2500 – 2686 MHz”, Resolución No. 3711,2007.



**Tabla. 1.2.1. Distribución de los canales MMDS.**

<b>N</b>	<b>GRUPO</b>	<b>CANAL</b>	<b>CATV BW</b>	<b>CANAL MMDS</b>	<b>MMDS BW</b>	<b>VIDEO</b>	<b>AUDIO</b>
1	A	A1	222-228	84	2500-2506	2501,25	2505,75
2	B	B1	228-234	85	2506-2512	2507,25	2511,75
3	A	A2	234-240	86	2512-2518	2513,25	2517,75
4	B	B2	240-246	87	2518-2524	2519,25	2523,75
5	A	A3	246-252	88	2524-2530	2525,25	2529,75
6	B	B3	252-258	89	2530-2536	2531,25	2535,75
7	A	A4	258-264	90	2536-2542	2537,25	2541,75
8	B	B4	264-270	91	2542-2548	2543,25	2547,75
9	C	C1	270-276	92	2548-2554	2549,25	2553,75
10	D	D1	276-282	93	2554-2560	2555,25	2559,75
11	C	C2	282-288	94	2560-2566	2561,25	2565,75
12	D	D2	288-294	95	2566-2572	2567,25	2571,75
13	C	C3	294-300	96	2572-2578	2573,25	2577,75
14	D	D3	300-306	97	2578-2584	2579,25	2583,75
15	C	C4	306-312	98	2584-2590	2585,25	2589,75
16	D	D4	312-318	99	2590-2596	2591,25	2595,75
17	E	E1	318-324	100	2596-2602	2597,25	2601,75
18	F	F1	324-330	101	2602-2608	2603,25	2607,75
19	E	E2	330-336	102	2608-2614	2609,25	2613,75
20	F	F2	336-342	103	2614-2620	2615,25	2619,75
21	E	E3	342-348	104	2620-2626	2621,25	2625,75
22	F	F3	348-354	105	2626-2632	2627,25	2631,75
23	E	E4	354-360	106	2632-2638	2633,25	2637,75
24	F	F4	360-366	107	2638-2644	2639,25	2643,75
25	G	G1	366-372	108	2644-2650	2645,25	2649,75
26	H	H1	372-378	109	2650-2656	2651,25	2655,75
27	G	G2	378-384	110	2656-2662	2657,25	2661,75

28	H	H2	384-390	111	2662-2668	2663,25	2667,75
29	G	G3	390-396	112	2668-2674	2669,25	2673,75
30	H	H3	396-402	113	2674-2680	2675,25	2679,75
31	G	G4	402-406	114	2680-2686	2681,25	2685,75

Fuente: CONARTEL, "Norma Técnica para el Sistema Codificado Terrestre Analógico de Audio y Video por Suscripción en la Banda 2500 – 2686 MHz", Resolución No. 3711, 2007.

### 1.2.2 Codificación, Modulación y Multiplexación<sup>4</sup>.

Los formatos de modulación que se utilizan en sistemas MMDS están BPSK (Binary Phase Shift Keying) que es modulación binaria por corrimiento de fase, QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) que es modulación en cuadratura por corrimiento de fase, QAM (Quadrature Amplitude Modulation) que es modulación de amplitud por cuadratura y DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) que es espectro esparcido de secuencia directa.

En MMDS habitualmente no se utiliza BPSK debido a que su eficiencia espectral es la mitad de la que se tiene con QPSK, lo cual nos da poca ventaja en la relación señal/ruido. Últimamente los fabricantes de equipos están estandarizando la modulación QAM debido a que permite obtener elevadas velocidades de transmisión. Por ejemplo utilizando 64-QAM se llega a obtener velocidades de 27 a 30 Mbps después de realizar la corrección de errores.

Por lo general se utiliza la modulación 64-QAM para la transmisión estación base abonado y modulación QPSK o DQPSK para el retorno en la banda 2150-2162 MHz.

<sup>4</sup>MMDS, Enero 2010, <http://www.marcanos.com/enc/mmds.html>

En lo que respecta a la modulación DSSS, esta nos permitiría obtener rendimientos aun mayores a los obtenidos con QAM, pero no ha sido adoptada aun por los fabricantes de equipos, debido a problemas de reglamentación vigente en cada país.

Los esquemas de multiplicación utilizados en MMDS se los realiza por división de frecuencia (FDMA, Frecuency Division Multiplexing) o bien por división de tiempo (TDMA, Time Division Multiplexing), siendo TDMA el más utilizado.

### **1.2.3 MMDS e Internet Inalámbrico<sup>5</sup>.**

Para poder brindar servicios de internet con MMDS se realiza una ampliación al sistema, la cual consiste en añadir un modulo de acceso, como por ejemplo el modulo BWA-2002 al sistema MMDS existente.

El sistema BWA es un modulo de comunicación inalámbrico de doble vía que opera en la misma banda de frecuencia de MMDS. Una vez ampliado el sistema para brindar servicios de internet, se tiene un retorno inalámbrico del equipo RF para poder lograr la conexión a internet.

<sup>5</sup> Cable AML, Sistemas Integrados de MMDS y acceso a internet, Enero 2010  
[http://www.cableaml.com/esp\\_wirelesstriple\\_integrated\\_system\\_description.html](http://www.cableaml.com/esp_wirelesstriple_integrated_system_description.html)

Cualquier canal en el rango de 2500-2686 MHz del sistema MMDS puede asignarse para la distribución de canales de TV o conexión a internet, todo depende de las preferencias del operador. Una vez instalado el modulo de acceso cada canal tiene una capacidad de 30 Mbps utilizando modulación 64-QAM, lográndose atender de 500 a 4000 usuarios por canal.

Para el retorno de datos del abonado a la cabecera se tienen varias opciones, por ejemplo asignar el espectro MDS 2150-2162 MHz, si este espectro no está disponible, se puede asignar cualquier canal de los 2500 a 2686 MHz; lo cual se denomina retorno en la misma banda.

Otra opción para el retorno de datos consiste en dividir un canal en varios subcanales de 0,2; 0,4; 0,8; 1,6 o 3,2 MHz; con estas subdivisiones se obtiene velocidades para el retorno que van desde los 0,32 a 5,12 Mbps con modulación QPSK, o 0,64 a 10,24 Mbps con modulación 16-QAM.

#### **1.2.4 Aspectos de planificación de Red.**

En sistemas inalámbricos, a medida que va creciendo la demanda de los sistemas, es necesario expandir las zonas de cobertura, por lo que es urgente utilizar algún método que nos permita aumentar las exigencias de demanda sin utilizar frecuencias adicionales debido a que están reguladas por disposiciones gubernamentales. Uno de estos métodos para aprovechar al máximo la capacidad de un canal es la sectorización y la reutilización de frecuencias.

#### **1.2.4.1 Reutilización de Frecuencias y Sectorización.**

La sectorización es una técnica que emplea un arreglo de antenas direccionales para enviar distinta información a diferentes usuarios utilizando los mismos canales de RF en una zona geográfica determinada. Con esta técnica podemos llegar a triplicar la capacidad de cada canal. La sectorización está relacionada con la reutilización de frecuencias debido a que esta última permite dividir la cobertura total por zonas o sectores.

En sistemas inalámbricos de banda ancha como MMDS, se debe tomar en cuenta las prestaciones que presenta el sistema frente a diferentes modulaciones, debido que esta nos da el Factor de reutilización  $D$ , el cual nos da la distancia con la cual cada frecuencia puede ser reutilizada sin afectar a la celda adyacente.

Como mencionamos anteriormente, la modulación más utilizada en MMDS es QAM en sus diferentes formas, 4-QAM, 16-QAM, 64-QAM, para el diseño se debe tomar en cuenta el BER (Bit Error Rate) obtenido para cada modulación QAM en función de  $E_b/N_0$  (Energía de bit respecto a densidad espectral de ruido) para diferentes niveles de CIR (Committed Information Rate), lo cual nos da un factor de reutilización para cada celda.

Para lograr una optimización en la reutilización de frecuencias y sectorización se utilizan diferentes técnicas como son las combinaciones entre diferentes reutilizaciones y polarizaciones de las antenas; tomando en cuenta además otros factores como Niveles de potencia, desvanecimiento de la señal, sensibilidad del receptor, visión directa entre las antenas, etc.

## **1.3 ARQUITECTURA DE RED DEL SISTEMA MMDS**

### **1.3.1 NOC (Network Operation Center).**

El NOC o Centro de Operaciones de Red incluye el equipamiento necesario para el Sistema de Administración de la Red (NMS, Network Management System), controlando todos los puntos de la red, locales o remotos.

El correcto manejo del NOC proporciona servicios altamente confiables, centralizando el mantenimiento, disminuyendo la complejidad del sistema y bajando considerablemente los costos operacionales sin que la capacidad del sistema se vea comprometida.

Para la administración de red es necesaria <sup>6</sup>:

#### **1.3.1.1 Administración de Fallas.**

Tiene la función de identificar, localizar y corregir fallas de la red MMDS, para esta labor se monitorea cada uno de los dispositivos de la red inalámbrica a fin de descartar problemas de funcionamiento y cortes del servicio a los abonados.

<sup>6</sup> REGIS, J. Bates, Comunicaciones Inalámbricas de banda Ancha, 1ª Edición, McGraw-Hill, España, 2003, pág. 249.

### **1.3.1.2 Administración de Configuración.**

Encargada de realizar la inicialización de los recursos de red e inventariado, de forma tal que los equipos MMDS sean detectados por el nodo de red correspondiente al ser instalado; minimizando así los recursos necesarios para la ampliación o actualización del sistema.

### **1.3.1.3 Administración de Tarifación.**

Se encarga de emitir las facturas correspondientes a cada abonado, labor que la realiza posterior al almacenamiento y procesamiento de la información del uso de los servicios ofertados al abonado.

### **1.3.1.4 Administración de Funcionamiento.**

Se encarga de la optimización del funcionamiento del sistema, en función del control de diversos parámetros, siendo de vital importancia el tráfico soportado y niveles de señal, los mismos que son obtenidos del monitoreo constante de los abonados o los distintos nodos en caso de existir.

### **1.3.1.5 Administración de Seguridad.**

Se encarga de la generación y coordinación automática de las claves necesarias para encriptar y desencriptar la información en cada nodo de la red, así como de la autenticación de cada uno de los abonados.

### **1.3.2 Estación Base.**

La estación base consiste en la infraestructura que incluye una torre de gran altura que contiene a una o varias antenas que proveen cobertura a una zona donde están ubicados un número determinado de abonados; se la sitúa en edificaciones o estructuras ya existentes, tratando en lo posible que la estación base brinde cobertura omnidireccional situándose al centro de la zona de servicio.

En la Estación Base se produce la cadena de recepción de señales, donde la señal receptada va a los procesadores de Audio/Video, las salidas de éstos tratándose por lo general en banda base, permitiendo luego codificarse el audio y el video; se modulan y junto con la señal de internet se combinan y pasan a los equipos de transmisión MMDS, los mismos que incluyen un upconverter para trasladar la señal a frecuencia de microondas para ser amplificada y llevadas a las antenas de la torre mediante guía de ondas o cable coaxial a potencias de emisión entre 10 y 100W dependiendo de la cobertura deseada.



### **1.3.3 Equipo del Cliente.**

El equipo del cliente o abonado, empieza por la antena de recepción, la misma que tiene características muy directivas para capturar la señal MMDS y se le acopla un downconverter para trasladarla a una frecuencia que pueda ser sintonizada por el set top box requerido para acoplar la TV o el modem para el computador.

La antena debe colocarse de preferencia sobre el techo del abonado y orientada hacia la antena trasmisora MMDS de la Estación Base para lograr el nivel optimo en la recepción de la señal. El downconverter debe estar acoplado a la antena o muy cercano a ella, para que el mínimo de señal receptada sea instantáneamente amplificada con baja presencia de ruido.

### **1.3.4 Topología de red MMDS.**

La tecnología MMDS ha sido propiamente diseñada para utilizar diseños de acceso punto – multipunto, de tal forma que se establece una zona de cobertura dada por las características de transmisión de la estación base, sin embargo con el transcurrir del tiempo y en base a las necesidades se han producido ampliaciones que expanden el diseño y las opciones a escoger.

#### **1.3.4.1 Topología fibra – inalámbrico.**

Esta topología establece una Red de Transporte basada en fibra óptica y una Red de Distribución MMDS. Esta topología es similar a la arquitectura híbrida fibra – coaxial,

muy utilizada por operadores de cable, con la diferencia que en la distribución de última milla se reemplaza el cable coaxial con el sistema inalámbrico, de esta forma se establecen uno o más anillos de fibra óptica para comunicar las estaciones base entre sí y con la oficina central.

**Figura. 1.3.4.1. Topología Fibra-Inalámbrico para sistema MMDS.**



Fuente: RAMOS, Francisco, “Curso de sistemas inalámbricos de Banda Ancha”,  
*Universidad Politécnica de Valencia, Valencia-España, 2010, pág. 28*

Obviamente esta topología requiere gran inversión inicial y su despliegue es lento en comparación con la topología de interconexión inalámbrica, debido a los sistemas de redundancia que deben implementarse.

#### **1.3.4.2 Topología de Interconexión inalámbrica.**

En esta topología los datos son llevados mediante enlaces punto a punto para comunicar a las estaciones base entre sí y con la oficina central; teniendo la ventaja de un rápido despliegue y minimizando los costos que demanda la implantación inicial.

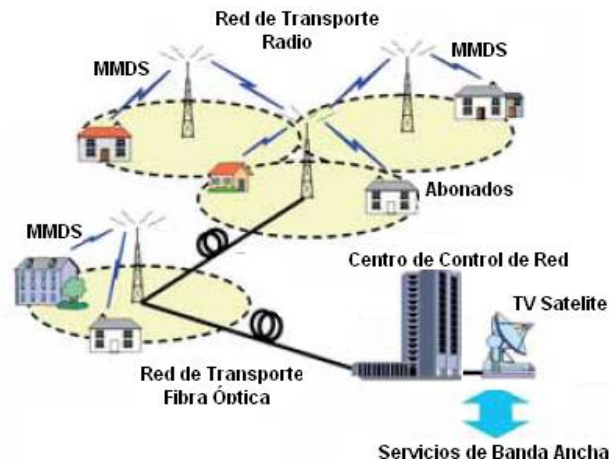
**Figura. 1.3.4.2.1. Topología de Interconexión inalámbrico para sistema MMDS.**



Fuente: RAMOS, Francisco, “Curso de sistemas inalámbricos de Banda Ancha”,  
*Universidad Politécnica de Valencia, Valencia-España, 2010, pág. 28*

Suele inicialmente, dedicarse una porción del espectro para los enlaces punto a punto propios de la topología y luego a medida que los usuarios se incrementen, dedicar esa porción de espectro a última milla. Dependiendo del crecimiento de la empresa, se suele combinar esta topología con backbones de fibra óptica, asignándolos a estaciones base que sirven a usuarios que demanden alta capacidad de transmisión, formándose un sistema MMDS expandido.

**Figura. 1.3.4.2.2. Topología de un sistema MMDS expandido.**



Fuente: RAMOS, Francisco, “Curso de sistemas inalámbricos de Banda Ancha”,  
*Universidad Politécnica de Valencia, Valencia-España, 2010, pág. 28*

## 1.4 Aplicaciones de MMDS.

La tecnología MMDS permite una gran variedad de aplicaciones, entre las que destacan las siguientes.<sup>7</sup>

- Voz/datos.
- Acceso a internet
- Aplicaciones RDSI (Red digital de servicios integrados)
- Difusión de televisión
- Video bajo demanda
- Video conferencia
- Teletrabajo
- E-commerce (Comercio Electrónico)
- Formación a distancia
- Telemedicina
- Interconexión de LANs(Redes de Área Local)
- Interconexión de VPNs (Redes privadas virtuales)

<sup>7</sup> RAMOS, Francisco, “Curso de sistemas inalámbricos de Banda Ancha”, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia-España, 2010, pág. 38

## 1.5 Ventajas y desventajas de MMDS.

### 1.5.1 Ventajas Competitivas de los Sistemas MMDS.

Las principales ventajas de MMDS son:<sup>8</sup>

➤ **Despliegue.**

Mayor rapidez de despliegue que las soluciones cableadas (HFC/CATV, ADSL)  
El ancho de banda se reduce con la distancia en menor medida que con las tecnologías XDSL.

El ancho de banda es compartido y no dedicado, lo que permite dar servicio a más usuarios.

➤ **Instalación.**

Menores costes de instalación.  
Implantación progresiva.  
Antenas y torres de dimensiones reducidas.

➤ **Capacidad.**

El ancho de banda disponible permite tasas de transmisión elevadas para gran número de usuarios.

<sup>8</sup> RAMOS, Francisco, "Curso de sistemas inalámbricos de Banda Ancha", Universidad Politécnica de Valencia, Valencia-España, 2010, pág. 37

➤ Las áreas de cobertura son mayores que LMDS debido a que trabaja a frecuencias más bajas, además que es menos sensible a los problemas que se presentan con frecuencias mayores a 3 GHz.

➤ **Flexibilidad.**

Utilizando antenas sectoriales es posible extender los servicios proporcionadas tanto a usuarios residenciales como a empresas.

La estructura celular permite cubrir adecuadamente las nuevas necesidades de ancho de banda.

➤ Escalabilidad.

### **1.5.2 Desventajas de MMDS.**

Las principales desventajas que se presentan en los sistemas MMDS y que se deben de tomar en cuenta en el diseño son las siguientes:<sup>9</sup>

➤ **Canal de transmisión variante en el tiempo.**

Esto se tiene debido a que existe propagación de trayectoria múltiple, pérdidas significativas al no existir línea de vista e interferencia co-canal.

<sup>9</sup> MMDS, Enero 2010, <http://www.marcianos.com/enc/mmds.html>

➤ **Espectro limitado.**

Esto se debe a reglamentaciones gubernamentales, lo cual exige reutilización de frecuencias, modulaciones eficientes dependiente de la cantidad de tráfico a manejar, etc.

➤ **Canal Compartido.**

Se debe tomar en cuenta las formas de acceso, como repartir el acceso a los usuarios, entre otros requerimientos de servicio.

➤ **Calidad del Servicio (QoS).**

Este varía con el tiempo debido a que está en función del BER (Bit Error Rate), de los retardos de la transmisión y del ancho de banda utilizable.

➤ **Seguridad.**

Debido a que la señal no llega solamente a los suscriptores, por lo que se puede tener problemas de piratería de señal.

## CAPITULO II: DISEÑO DE LA RED MMDS PARA CNEL EL ORO

### 2.1 Análisis Topográfico de la ciudad de Machala.

El cantón Machala se encuentra ubicado en la parte noroccidental de la Provincia de El Oro. Limita al noroeste con el Océano Pacífico y el cantón El Guabo, al sur con el cantón Santa Rosa, y al este con el cantón Pasaje. La jurisdicción política del cantón está integrada por las parroquias urbanas: Machala, 9 de Mayo, Providencia, Jubones, Jambelí y Puerto Bolívar. Y las parroquias rurales: El Cambio y El Retiro.

Existen durante el año dos estaciones, el invierno y el verano. El primero es caracterizado por lluvias y temperaturas elevadas que en la mayoría de los meses que dura el invierno sobrepasan los 30 grados centígrados. El verano está caracterizado por la ausencia de precipitaciones lluviosas y por temperaturas un poco más agradables entre los 25 y 30 grados centígrados.<sup>10</sup>

El cantón Machala tiene una superficie total de 349.9 Km<sup>2</sup> con una población estimada en su parte urbana de acuerdo al último Censo del año 2001 de 210237 con un crecimiento anual del 2,9%, lo que estima para el 2010 una población de 249.992 habitantes.<sup>11</sup>

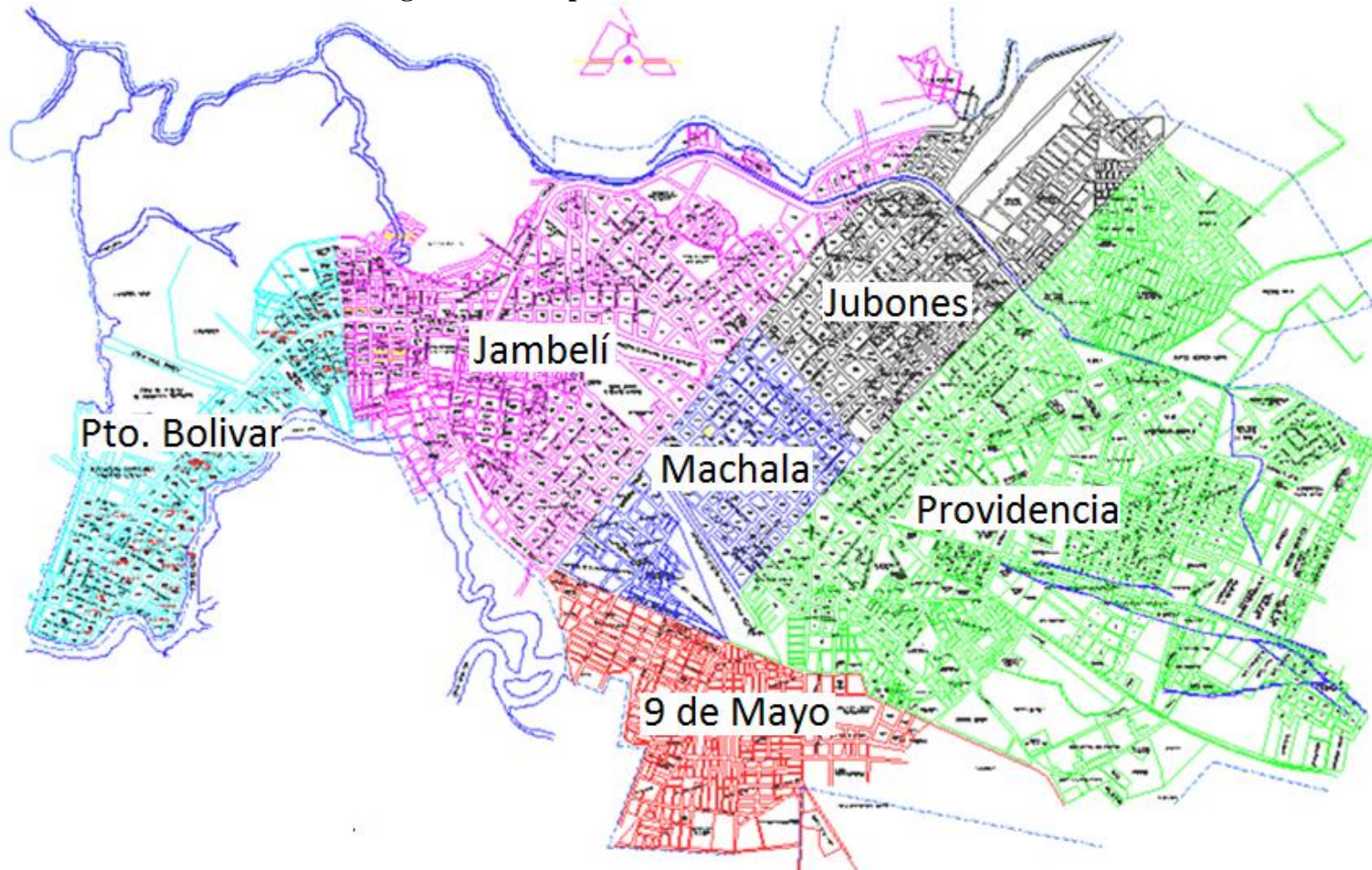
En general el cantón está asentado en tierras planas, a tan solo 4 metros sobre el nivel del mar; todo esto de acuerdo a lo que hemos constatado mediante investigación de campo y respaldado por los datos actualizados en la cartografía que consta en la base de datos del Instituto Geográfico Militar (IGM) (Anexo E).

<sup>11</sup> Proyecciones Población 2001-2010, "Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos", 2010



### 2.1.1 Mapa de la ciudad de Machala.

Figura 2.1.1 Mapa Urbano de la Ciudad de Machala.



Fuente: Ilustre Municipalidad de Machala-Departamento de Planificación Urbana y Catastros, “Mapa Planimétrico de Machala”, 2002.

## 2.2 Estudio de la demanda.

### 2.2.1 Crecimiento del Internet en el Ecuador.

Basándonos en las estadísticas de demanda del Internet obtenidas de la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPATEL), nos podemos dar cuenta que ésta se está incrementando como se puede apreciar en la siguiente tabla.

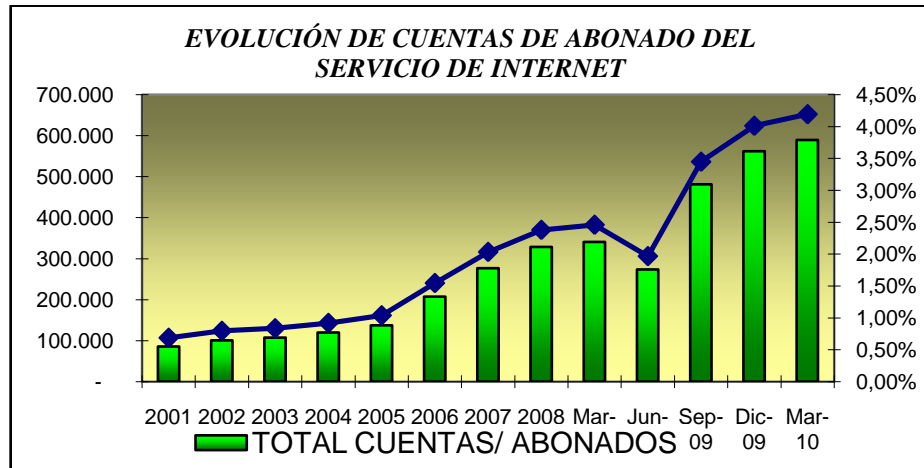
**Tabla. 2.2.1. Datos Históricos de la Densidad de Abonados Internet.**

<b>DENSIDAD DE INTERNET (Abonados )</b>			
<b>AÑO</b>	<b>TOTAL CUENTAS/ ABONADOS</b>	<b>POBLACION</b>	<b>DENSIDAD</b>
2001	85.630	12.479.924	0,69%
2002	100.663	12.660.728	0,80%
2003	107.350	12.842.578	0,84%
2004	119.768	13.026.891	0,92%
2005	137.326	13.215.089	1,04%
2006	207.277	13.408.270	1,55%
2007	276.714	13.605.485	2,03%
2008	328.571	13.805.095	2,38%
mar-09	340.808	13.854.913	2,46%
jun-09	273.621	13.904.911	1,97%
sep-09	481.402	13.955.090	3,45%
<b>dic-09</b>	<b>562.088</b>	<b>14.005.449</b>	<b>4,01%</b>
mar-10	589.604	14.055.051	4,19%

Fuente: SENATEL – DGGST, "Densidad de Abonados de Internet por cada 100 habitantes", Marzo 2010.

**Nota: Incluye líneas activas de datos de los operadores del servicio móvil avanzado.**

**Figura 2.2.1. Evolución de las Cuentas de Abonado de Internet.**



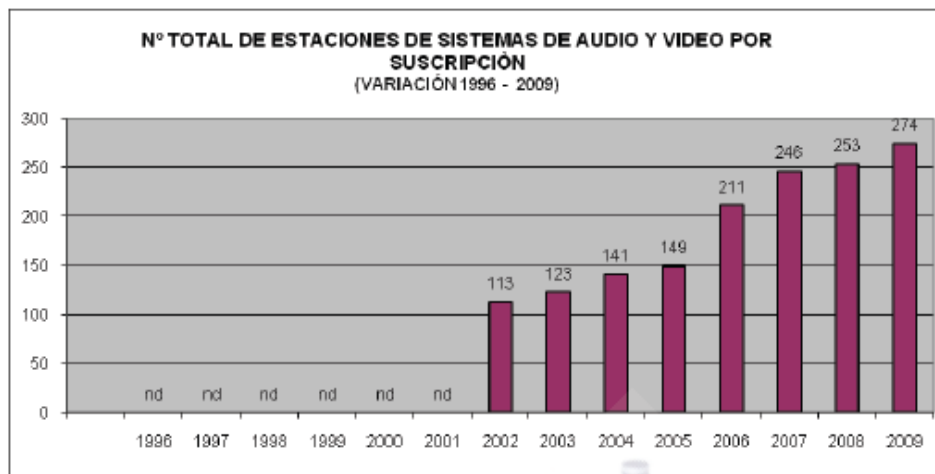
Fuente: SENATEL – DGGST, "Densidad de Abonados de Internet por cada 100 habitantes", Marzo 2010.

Como se puede observar en la gráfica, la tendencia de la demanda de Internet está en crecimiento, debido a que en el Ecuador está en su etapa de desarrollo.

### 2.2.2 Crecimiento de TV por Suscripción en el Ecuador.

Para el análisis de la demanda de TV por Suscripción en el Ecuador se tomaron datos de la SUPERTEL, los mismos que se indican a continuación.

**Figura 2.2.2. Crecimiento de la TV por Suscripción en el Ecuador.**



Fuente: SUPERTEL, "Crecimiento de la TV por Suscripción en el Ecuador", Marzo 2010.

Como se puede observar, la tendencia del número total de Sistemas de Audio y Video por Suscripción (Cable Físico y Aéreo) en el Ecuador es creciente y están divididos de la siguiente manera.

**Tabla. 2.2.2. Sistemas de Audio y Video por Suscripción a nivel Nacional.**

<b>SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN AUTORIZADOS A NIVEL NACIONAL (Actualizado a Mayo de 2010)</b>	
<b>Nº TOTAL</b>	276
<b>Modalidad</b>	<b>Nº de Sistemas Autorizados</b>
<b>Televisión por Cable Físico</b>	248
<b>Televisión Codificada Terrestre</b>	27
<b>Televisión Satelital DTH</b>	1

Fuente: SUPERTEL, "Sistemas de Audio y Video por Suscripción a nivel Nacional", Mayo 2010.

### **2.2.3 Análisis de la demanda de TV por Suscripción e Internet en la Ciudad de Machala.**

Para los análisis de la demanda de internet en la ciudad de Machala, nos hemos basado en los datos de crecimiento de cuentas de abonados de Internet en la Provincia de El Oro en los dos últimos años, que se encuentran en el archivo histórico de cuentas de abonado de internet de la SUPERTEL.

De acuerdo a las proyecciones del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) la ciudad de Machala en su parte urbana representa el 47.4% de la población urbana de la provincia.<sup>12</sup>

<sup>12</sup>Proyecciones Población 2001-2010," Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos", 2010

Por lo tanto de acuerdo a la representación de Machala con respecto a la Provincia de El Oro, el histórico de cuentas de abonado de internet aproximado para la ciudad es la que se muestra en la tabla.

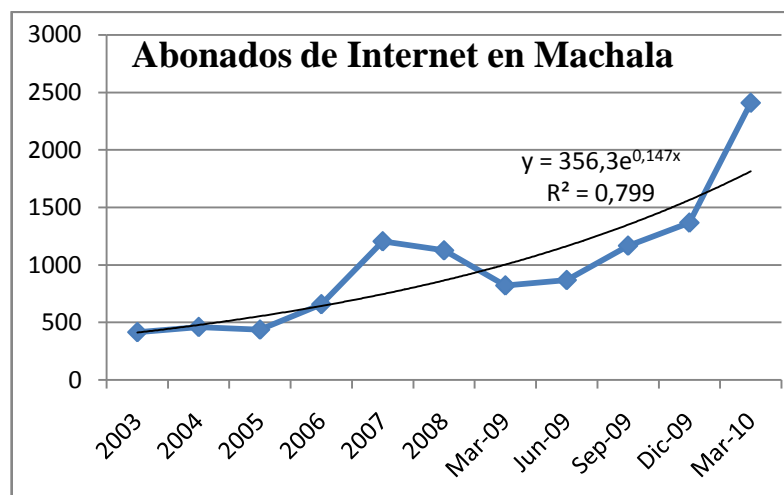
**Tabla. 2.2.3. Histórico de la Demanda de Internet.**

Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	mar-09	jun-09	sep-09	dic-09	mar-10
<b>EL Oro (Abonados)</b>	876	972	922	1390	2543	2377	1733	1832	2464	2886	5083
<b>Machala Abonados)</b>	415	460	437	658	1205	1126	821	868	1167	1367	2409

Fuente: SUPERTEL, ” [http://www.supertel.gov.ec/pdf/estadisticas/historico\\_acceso\\_internet\\_97\\_2008.pdf](http://www.supertel.gov.ec/pdf/estadisticas/historico_acceso_internet_97_2008.pdf)”, Mayo 2010.

Después de haber realizado una regresión exponencial se tiene que el crecimiento anual aproximado de cuentas de abonados de internet, es de 14,7% como se puede ver en la siguiente gráfica.

**Figura 2.2.3. Crecimiento Anual de Abonados de Internet en Machala.**



Fuente: LOS AUTORES, ” Crecimiento aproximado de Abonados de Internet en Machala”, Mayo 2010.

En el caso de TV por Suscripción, de acuerdo al “Resumen Estadístico del Número de Estaciones de Audio y Video por Suscripción Autorizadas en el Ámbito Nacional” actualizado al 31 de Mayo del 2010, existen 21 estaciones que proveen de éste servicio a la Provincia de El Oro, las cuales son vía cable físico; en el caso de TV por Suscripción Codificada Terrestre (MMDS) no existen antecedentes de servicio en la provincia de El Oro.<sup>13</sup>

El número de abonados declarados de TV por suscripción en la ciudad de Machala es de 6357 abonados, de los cuales sus principales proveedores son TVCABLE y GEOVISION; existen otros proveedores como MonicaVision y PuertoCable, los cuales no declaran su número de usuarios.<sup>14</sup>

Los datos obtenidos y expresados en los párrafos anteriores, revelan la situación actual de la TV por Suscripción e Internet en la ciudad de Machala, lo cual esperamos corroborar con la respectiva encuesta.

<sup>13</sup> Estadísticas Audio y Video Por Suscripción, SUPERTEL, [http://www.supertel.gov.ec/pdf/estadisticas/estadistica\\_tv\\_suscripcion\\_consolidado.pdf](http://www.supertel.gov.ec/pdf/estadisticas/estadistica_tv_suscripcion_consolidado.pdf), Mayo 2010.

<sup>14</sup> Estadísticas Audio y Video Por Suscripción, SUPERTEL, [http://www.supertel.gov.ec/pdf/estadisticas/suscriptores\\_tvpagada.pdf](http://www.supertel.gov.ec/pdf/estadisticas/suscriptores_tvpagada.pdf), Mayo 2010

### 2.2.3.1 Tamaño de la Muestra.

El cálculo del tamaño de la muestra es un aspecto muy importante previo a la realización del estudio de mercado y determina el grado de credibilidad de los resultados obtenidos. Una fórmula muy utilizada en el cálculo del tamaño de la muestra es la siguiente:<sup>15</sup>

$$n = \frac{k^2 pqN}{(N-1) + k^2 pq} \quad (2.2.3.1)$$

Donde:

N: es el tamaño de la población o universo.

k: es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos. Los valores k más utilizados y sus niveles de confianza son:

**Tabla 2.2.3.1 Constantes para Niveles de confianza en tamaño de la muestra**

<b>K</b>	1,15	1,28	1,44	1,65	2	2,58
<b>Nivel de Confianza</b>	75%	80%	85%	90%	95.5%	99%

Fuente: Cálculo de la Muestra, <http://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calculador.htm>, Mayo 2010

e: es el error muestral deseado. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.

<sup>15</sup> Cálculo de la Muestra, <http://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calculador.htm>, Mayo 2010

p: es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio, este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que  $p=q=0.5$  que es la opción más segura.

q: es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es  $1-p$ .

n: es el tamaño de la muestra.

Valiéndonos de los datos obtenidos del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) nos da que la proyección para la parte urbana del cantón Machala para el 2010 es de 249992 habitantes.<sup>16</sup>

Dividiendo para un número promedio de 4.5 habitantes por hogar, obtenemos que el número de hogares que se tiene en el cantón Machala son aproximadamente 55554 hogares, lo cual vendría a ser nuestro universo para de esta extraer el tamaño de la muestra con la formula anterior.

El nivel de confianza vamos a tomarlo del 95%, lo que nos da un valor de  $k = 2$ , el error muestral “e” lo vamos a tomar del 5% y finalmente los valores de p y q serán de 0.5 por las razones mencionadas anteriormente. Reemplazando los datos en la ecuación (2.2.3.1)

$$n = \frac{k^2 pqN}{e^2 (N-1) + k^2 pq}$$

$$n = \frac{2^2 (0.5)(0.5)(55554)}{0.05^2 (55554-1) + 2^2 (0.5)(0.5)}$$

$$n = 396,86 \approx 397$$

<sup>16</sup>Proyecciones Población 2001-2010, “Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos”, 2010



Por lo tanto para el estudio de la demanda hemos procedido a realizar 397 encuestas en toda la ciudad de Machala.

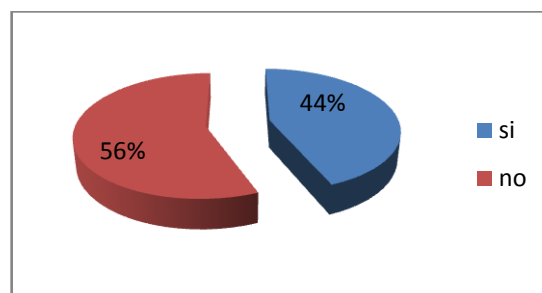
#### **2.2.4 Resultados de las encuestas realizadas.**

Para la realización de las encuestas dividimos por zonas tomamos en cuenta el plano de la ciudad de Machala con sus respectivas parroquias urbanas para de esta forma obtener así una distribución más equitativa de las encuestas en la población de la ciudad.

##### **2.2.4.1 Acceso a internet de la población en sus hogares.**

De acuerdo a la pregunta que se hizo a la población, de que si posee internet en su domicilio; los resultados obtenidos fueron los siguientes:

**Figura 2.2.4.1 Acceso a internet de la población en sus hogares.**

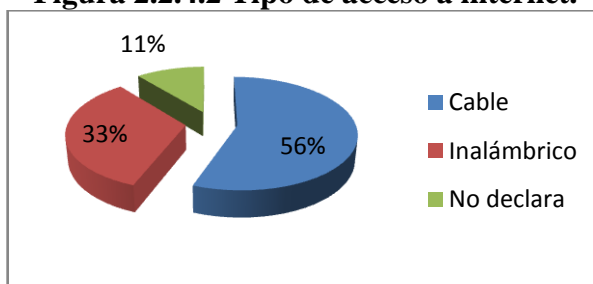


Fuente: LOS AUTORES, "Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala",  
Abril 2010.

#### 2.2.4.2 Tipo de acceso a internet.

Del 44% de la población que tiene acceso a internet, el resultado en el tipo de acceso que poseen fue el siguiente:

**Figura 2.2.4.2 Tipo de acceso a internet.**

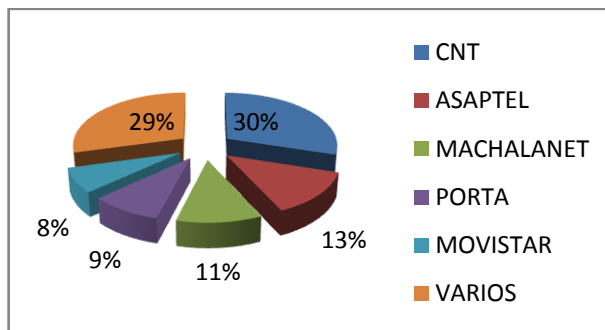


Fuente: LOS AUTORES, "Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala", Abril 2010.

Cabe mencionar que del 33% de la población que posee acceso inalámbrico, está incluido a los que tienen acceso por medio de la red celular de porta y movistar. El 11% que no declara su tipo de acceso es porque desconocía el tipo de acceso que posee.

#### 2.2.4.3 Principales proveedores de internet.

**Figura 2.2.4.3 Principales proveedores de internet.**

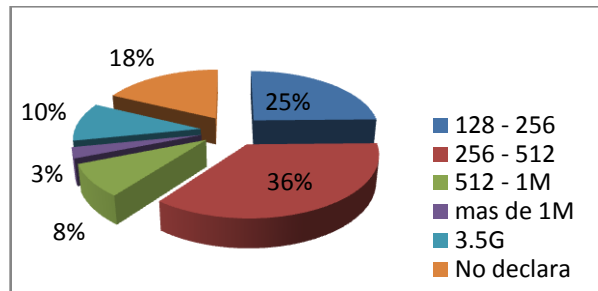


Fuente: LOS AUTORES, "Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala", Abril 2010.

El principal proveedor de internet de acuerdo a las encuestas es CNT con un 30%.

#### 2.2.4.4 Anchos de Banda Ofertados a los Usuarios.

**Figura 2.2.4.4 Anchos de Banda Ofertados a los Usuarios.**

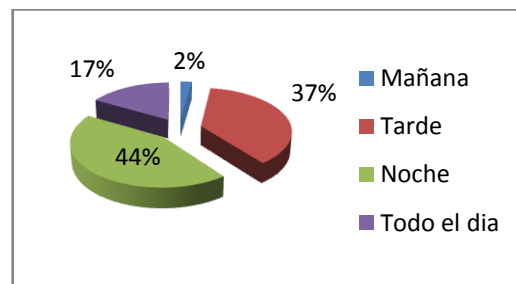


Fuente: LOS AUTORES, "Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala", Abril 2010.

Una parte de la población cuenta con anchos de banda que oscilan entre los 128 y 256 Kbps en un 25%, mientras que otra parte que es la mayoritaria con un 36% cuenta con anchos de banda que oscilan entre los 256 y 512 Kbps.

#### 2.2.4.5 Sección y tiempo de la conexión.

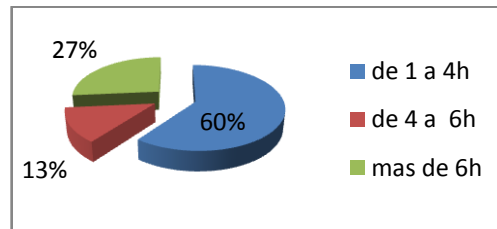
**Figura 2.2.4.5.1 Sección y tiempo de la conexión.**



Fuente: LOS AUTORES, "Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala", Abril 2010.

Como se puede ver las preferencias de conexión de la población son en las noches con un 44% y en las tardes con un 37%. Esto nos indica el porcentaje máximo de abonados que ocupa su conexión, es decir el porcentaje de uso máximo del ancho de banda.

**Figura 2.2.4.5.2 Sección y tiempo de la conexión.**

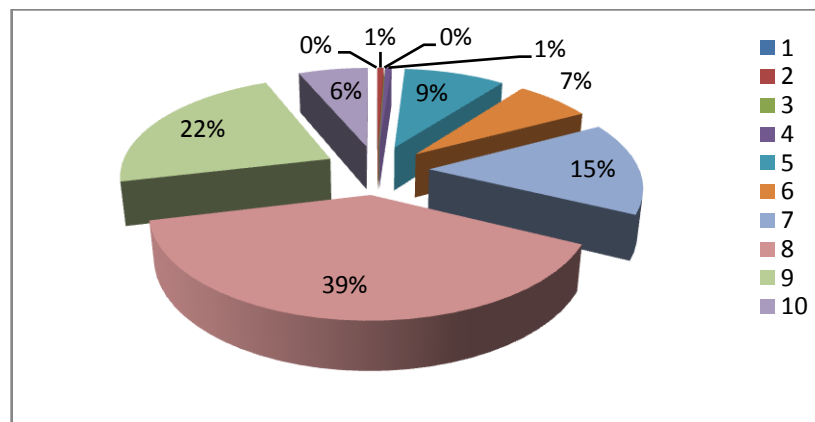


Fuente: LOS AUTORES, “Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala”, Abril 2010.

La población utiliza su conexión a internet desde su hogar de 1 a 4 horas en un 60 %, esto se debe a que la mayoría de los usuarios encuestados se conecta en la noche a internet.

**2.2.4.6 Evaluación del proveedor.**

**Figura 2.2.4.6 Evaluación del proveedor.**



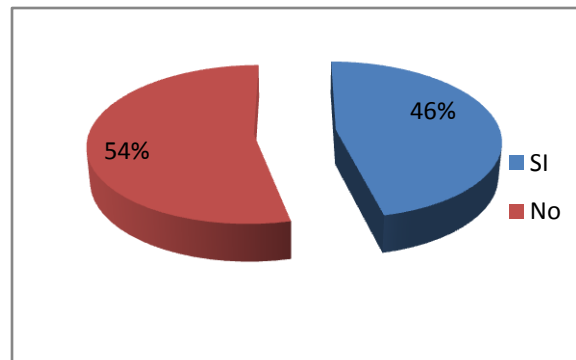
Fuente: LOS AUTORES, “Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala”, Abril 2010.

En su mayoría los usuarios calificaron a sus proveedores de muy buenos y buenos, con calificaciones que oscilan entre 10 y 8.

Cabe mencionar que hubo evaluaciones bajas de los usuarios hacia los proveedores como son CNT y las redes celulares de porta y movistar, debido a que indicaban que el servicio es deficiente porque había cortes de acceso a internet y las velocidades de acceso no eran las que ellos habían contratado, al tiempo que el servicio técnico no era oportuno.

#### 2.2.4.7 Acceso de la población a TV por Suscripción.

**Figura 2.2.4.7 Acceso de la población a TV por Suscripción.**

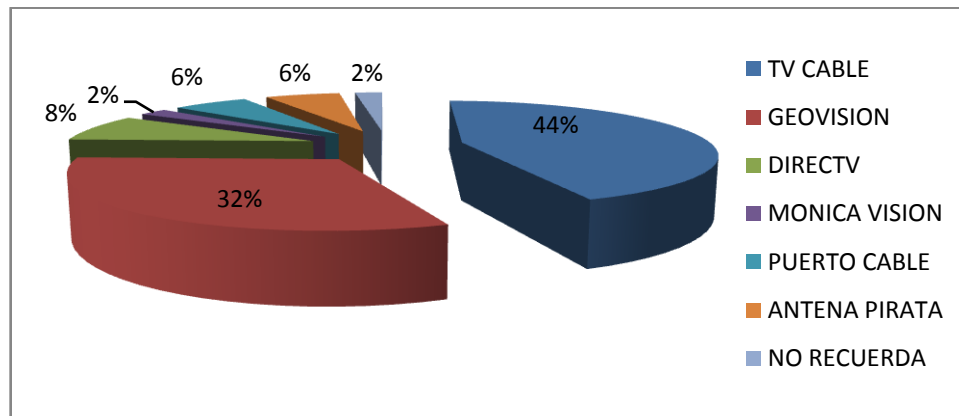


Fuente: LOS AUTORES, “Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala”, Abril 2010.

Hay que mencionar que en el porcentaje de usuarios que posee el servicio de TV por suscripción está incluido aquellas personas que tenían las antenas satelitales, conocidas como las antenas piratas.

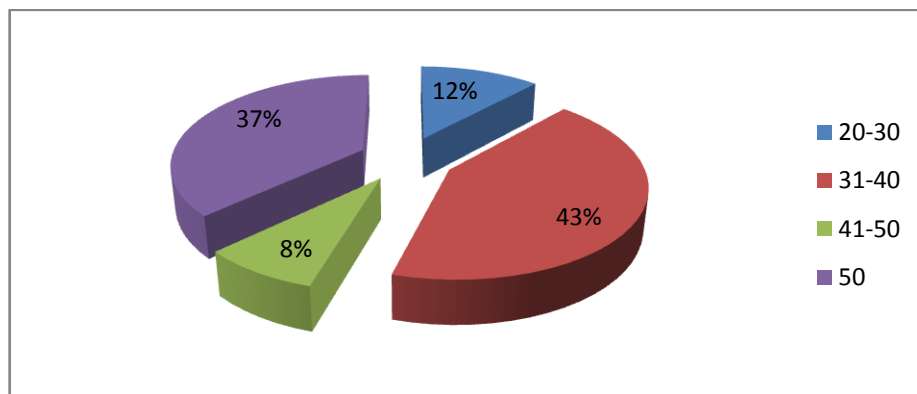
## 2.2.4.8 Proveedores de TV por Suscripción y número de canales ofertados.

**Figura 2.2.4.8.1 Proveedores de TV por Suscripción.**



Fuente: LOS AUTORES, “Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala”, Abril 2010.

**Figura 2.2.4.8.2 Numero de Canales del Proveedor.**

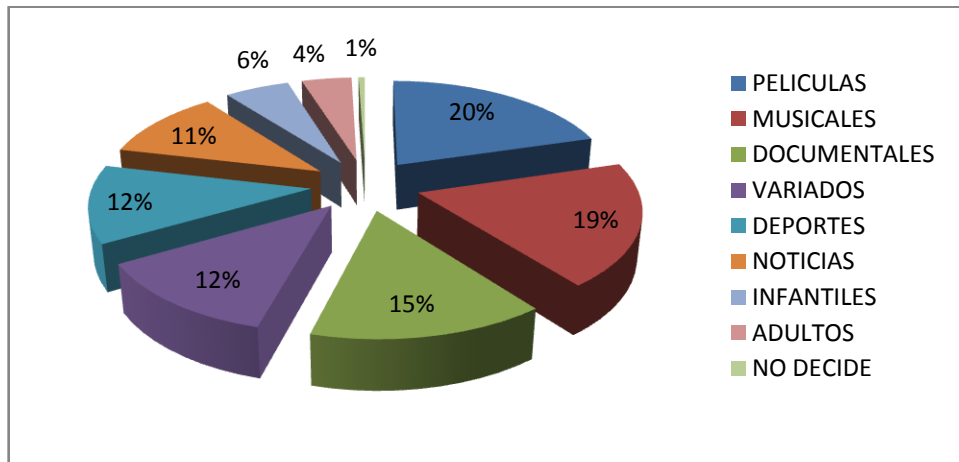


Fuente: LOS AUTORES, “Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala”, Abril 2010.

Los principales proveedores de TV por suscripción son Tv cable y TV Oro, y el número de canales que les ofertan los proveedores están de 31-40 canales con un 43% y más de 50 con un 37%, lo que incluye los canales que se obtiene con las antenas piratas.

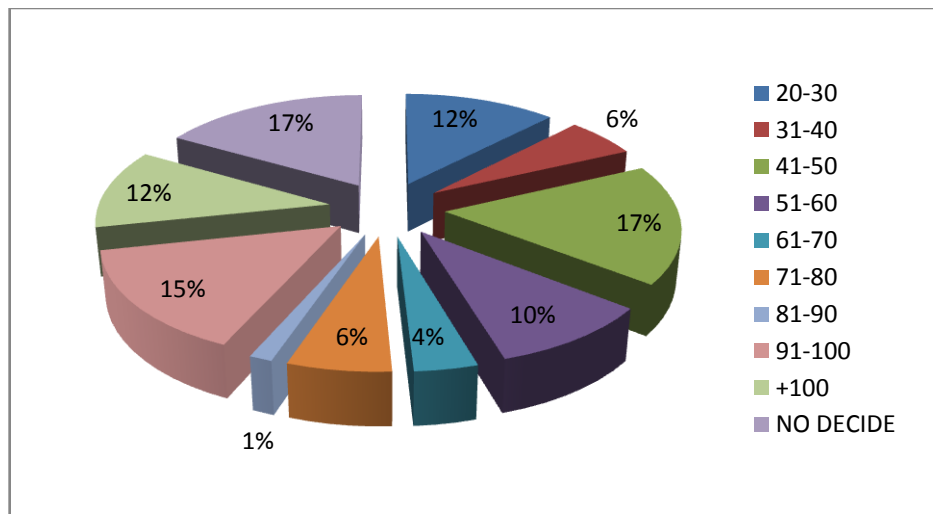
**2.2.4.9 Preferencias de programación y número de canales que le gustaría a los usuarios.**

**Figura 2.2.4.9.1 Preferencias de programación**



Fuente: LOS AUTORES, “Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala”, Abril 2010.

**Figura 2.2.4.9.2 Número de canales solicitado por usuarios.**

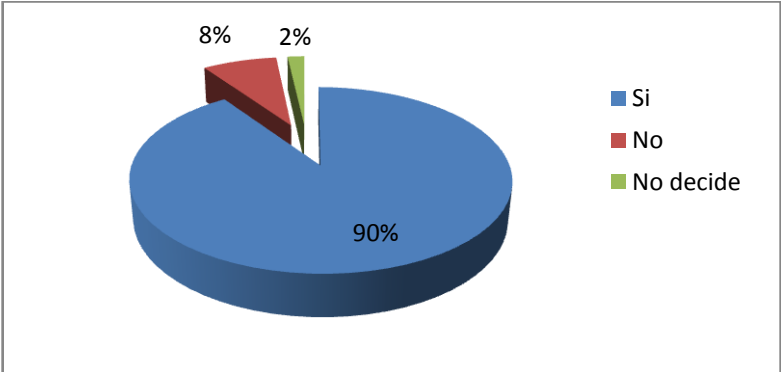


Fuente: LOS AUTORES, “Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala”, Abril 2010.

Los usuarios prefieren la programación del tipo Películas, Musicales y Documentales, con una preferencia de canales que oscila entre los 51-60 canales.

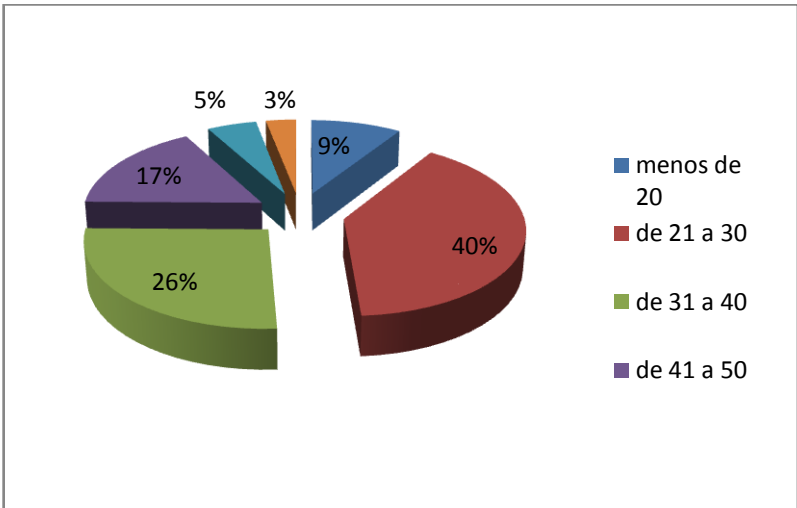
**2.2.4.10 Aceptación y disposición de pago del Servicio MMDS.**

**Figura 2.2.4.10.1 Aceptación del servicio MMDS.**



Fuente: LOS AUTORES, “Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala”, Abril 2010.

**Figura 2.2.4.10.2 Disposición de Pago.**



Fuente: LOS AUTORES, “Encuesta de Estudio de Mercado Realizado a la población de Machala”, Abril 2010.



El 90% de la población encuestada mostró su aceptación por el servicio con una disposición de pago entre 21-30 dólares mensuales con un 40% del total de los encuestados.

#### **2.2.4.11 Estimación de los usuarios Potenciales para el sistema MMDS.**

Para estimar el número de usuarios Potenciales nos basamos en el modelo matemático de la tasa de crecimiento exponencial utilizada para sistemas de telecomunicaciones, la cual está dada por la siguiente fórmula:

$$Q_n = Q_0(1 + \zeta)^n \quad (2.2.4.11)$$

$Q_0$  = Cantidad inicial de Usuarios Potenciales

$Q_n$  = Cantidad de usuarios Potenciales después de n años

$\zeta$  = Tasa de crecimiento promedio acumulativa anual

n = Número de años

Como se puede ver en las encuestas, la aceptación de nuestro sistema es del 90% de la población encuestada, lo que nos da 357 usuarios potenciales que estarían dispuestas a contratar nuestro servicio.

Sin embargo, de las 357 usuarios potenciales, 45% aproximadamente ya cuenta con uno de los dos servicios ofertados; por lo tanto nuestros usuarios potenciales iniciales se

verían reducidos a 197, lo cual sería la base para la estimación de los usuarios potenciales a largo plazo.

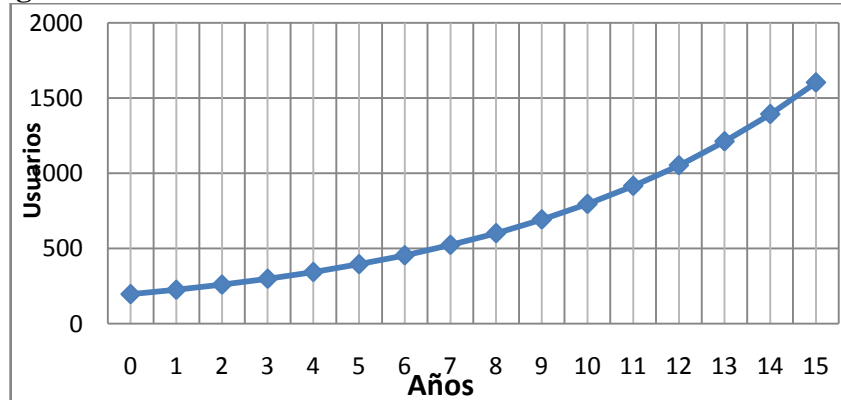
Para la tasa de crecimiento promedio acumulativa anual nos hemos basado en el valor obtenido en la regresión exponencial realizada sobre las estadísticas de crecimiento del acceso a internet y tv por suscripción en el país que constan en el registro de estadísticas de la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL) que hemos analizado anteriormente, la cual para la provincia de El Oro esta aproximadamente en el 15%.

El plazo más adecuado para proyectos de telecomunicaciones es el mediano plazo el cual está entre 5 a 15 años; debido a como están dadas las concesiones en el país.

Finalmente aplicando los datos obtenidos en la formula nos da como resultado lo siguiente:

$Q_n = Q_0(1 + \zeta)^n$	$Q_n = Q_0(1 + \zeta)^n$	$Q_n = Q_0(1 + \zeta)^n$
$Q_5 = 197(1 + 0.15)^5$	$Q_{10} = 197(1 + 0.15)^{10}$	$Q_{15} = 197(1 + 0.15)^{15}$
$Q_5 = 397$ [bonados]	$Q_{10} = 798$ [bonados]	$Q_{15} = 1603$ [bonados]

**Figura 2.2.4.11 Estimado de Crecimiento de Usuarios Potenciales**



Fuente: LOS AUTORES, “Estimado de Crecimiento de Usuarios”, Mayo 2010.

### **2.3 Proveedor de Servicio de Internet.**

La empresa por la que nos hemos decidido para que nos dé la salida a la red de internet es TELCONET S.A., la cual nos proveerá de una conexión a internet dedicado 1:1. Nos hemos decidido por esta empresa debido a que tiene un anillo de fibra óptica que cruza por la ciudad de Machala, la misma que se encuentra cerca al lugar en donde hemos hecho el estudio de donde se podrían ubicar los equipos.

Esta empresa nos proporcionará una conexión permanente a Internet, la cual nos permitirá configurar las opciones de acuerdo a nuestras necesidades hacia cada uno de los usuarios.

Los servicios de Internet Dedicado de TELCONET, cuenta con todos los servicios de un Centro de Operaciones de Red (NOC), alta velocidad de interconexión al NAP local en Ecuador y al NAP internacional en Miami, redundancia de plataforma y redundancia de interconexión internacional a los principales proveedores TIER 1, entre muchos otros servicios que aseguran una salida segura y rápida hacia la red de Internet.

Otras de las ventajas a parte de las antes mencionadas serían:

Triple Salida al Internet a través de Fibra Óptica submarina (Cables, Panamericano, Emergia y Arcos) con un total de 5 STM-1.

La tecnología de TELCONET se basa en GigaBit Ethernet a nivel de BackBone, lo que garantiza túneles de Internet y Datos Clear Channel garantizados.

Telconet es ISP y Portadora, es decir tiene infraestructura propia no tercerizada en ningún tramo, es decir TELCONET de punta a punta.

El servicio de monitoreo y atención al cliente es real los 7x24x365, tiene dos centros de Monitoreo, uno en Guayaquil y otro en Quito, redundante 100%.

El nivel del servicio ofrecido SLA (Service Level Agreement) es del 99,6% mensual, Packet loss: cercanos al 0%, Latencias al backbone en USA: 100 ms, El tiempo medio de reparación MTTR (Mean Time To Repair): 2 horas.

La solución ofrecida se implementará a través de una última milla de fibra óptica, la cual llega hasta las instalaciones donde se pueden ubicar los equipos, se instalará un router CISCO, en el cual se configurará el ancho de banda contratado y demás servicios de existir segmentación o priorización, la interface entregada es RJ45. Además de que la empresa antes mencionada entregará una clave para el monitoreo del ancho de banda contratado.

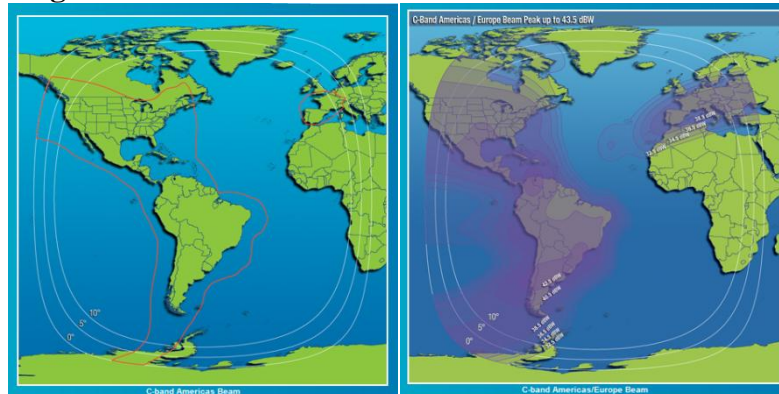
## **2.4 Proveedores de Señales de Televisión**

Los canales de televisión han sido seleccionando de acuerdo a las preferencias de programación obtenidas en las encuestas realizadas.

Las señales de tv por paga van a ser receptadas desde los Satélites INTELSAT 9 at 58.0° W e INTELSAT 11 at 43.1° W, mediante los cuales se transmite los paquetes de contenido de televisión que hemos seleccionado para ofertar; las señales serán

receptadas con antenas parabólicas que operan en la banda C (3700 – 4200 MHz), estas antenas estarán equipadas con amplificadores LNB (Low Noise Block) para la recepción de las señales. Las antenas parabólicas serán dos antenas de 3.5m de diámetro. La cobertura del satélite INTELSAT 9 y 11 se muestra a continuación:

**Figura 2.4 Huella de los satélites Intelsat 9 e Intelsat 11**



Fuente: LYNGSAT, [http://www.intelsat.com/flash/coverage-maps/sat\\_foot.html?sat=IS9%20at%20302%BA%20E](http://www.intelsat.com/flash/coverage-maps/sat_foot.html?sat=IS9%20at%20302%BA%20E), Mayo 2010).

**Tabla 2.4.1 Parámetros Intelsat 9 e Intelsat 11.**

Parámetros Importantes		Intelsat 9	Intelsat 11
Total de Transponders	Banda-C: Banda-Ku:	24 x 36MHz 24 x 36MHz	12 x 54MHz 4 x 64MHz
Polarización	Banda-C: Banda-Ku:	Lineal-Horizontal o Vertical Lineal-Horizontal o Vertical	Lineal-Horizontal o Vertical Lineal-Horizontal o Vertical
Frecuencia de Bajada	Banda-C: Banda-Ku:	3700 a 4200 MHz 11.45 a 12.2 GHz	3700 a 4200 MHz
E.I.R.P.(Edge of Coverage to Beam Peak)	Banda-C:	36.0 hasta 42.8 db/K	>36.0 dBW
G/T (Edge of Coverage to Beam Peak)	Banda-C: Banda-Ku:	-10.0 hasta 2.6 db/K hasta 0.0 db/K	>-8.0 db/K
SDF (0.0 dB/K)	Banda-C: Banda-Ku:	-94.1 dBW/m2 (Vert.) -95.0 dBW/m2 (Horiz.) -93.1 dBW/m2	-100 dBW/m2.

Fuente: LYNGSAT, [http://www.intelsat.com/flash/coverage-maps/sat\\_foot.html?sat=IS9%20at%20302%BA%20E&display=keyparam](http://www.intelsat.com/flash/coverage-maps/sat_foot.html?sat=IS9%20at%20302%BA%20E&display=keyparam), Mayo 2010.

Los contenidos de televisión por paga a receptor con las características que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

**Tabla 2.4.2 Paquetes de Televisión por Satélite.**

<b>Paquete de Televisión</b>	<b>Canales incluidos</b>		<b>Satélite</b>	<b>Frec. Down Link</b>	<b>Transponder</b>	<b>Pol.</b>	<b>FEC</b>
Paquete Fox	1	Canal Fox	Intelsat 9	3714	tp 1	V	5/6
	2	National Geographic	Intelsat 9	3714	tp 1	V	5/6
	3	Fox Sport-Español	Intelsat 9	4006	tp 16	H	7/8
Paquete HBO	4	HBO Plus	Intelsat 9	4000	tp 15	V	7/8
	5	Cinemax	Intelsat 11	3736	AE2C	H	7/8
	6	AXN	Intelsat 9	4040	tp 17	V	7/8
	7	History Channel	Intelsat 9	4040	tp 17	V	7/8
	8	Warner Channel	Intelsat 9	4040	tp 17	V	7/8
	9	The Biography Channel	Intelsat 9	4040	tp 17	V	7/8
	10	E! Latino	Intelsat 11	4113	AE14C	H	7/8
Paquete Discovery	11	Discovery Channel	Intelsat 11	3994	AE10C	H	3/4
	12	Animal Planet	Intelsat 11	3994	AE10C	H	3/4
	13	Discovery Home-Health	Intelsat 11	3994	AE10C	H	3/4
	14	Discovery Kids	Intelsat 11	3994	AE10C	H	3/4
	15	Liv	Intelsat 11	3994	AE10C	H	3/4
Paquete LapTv	16	Movie City	Intelsat 9	3760	tp 4	H	7/8
	17	Film Zone	Intelsat 9	3760	tp 4	H	7/8
	18	Cinecanal	Intelsat	3760	tp 4	H	7/8

			9				
Paquete Televisa	19	Canal de las estrellas	Intelsat 11	3909	AE8C	H	3/4
	20	Tv novelas	Intelsat 11	3909	AE8C	H	3/4
	21	De Película	Intelsat 11	3909	AE8C	H	3/4
	22	Ritmo son Latino	Intelsat 11	3909	AE8C	H	3/4
	23	Golden	Intelsat 11	3909	AE8C	H	3/4
Paquete Turner	24	HTV	Intelsat 9	3760	tp 3	V	7/8
	25	Playboy Tv LA	Intelsat 9	3760	tp 3	V	7/8
	26	Tooncast	Intelsat 9	3760	tp 3	V	7/8
	27	TCM	Intelsat 9	3760	tp 3	V	7/8
	28	Infinito	Intelsat 9	3760	tp 3	V	7/8
	29	Much Music Latin	Intelsat 9	3760	tp 3	V	7/8
	30	TNT	Intelsat 11	3780	AE4C	H	7/8
	31	Cartoon Network	Intelsat 11	3780	AE4C	H	7/8
	32	Boomerang	Intelsat 11	3780	AE4C	H	7/8
Otros	33	MTV	Intelsat 9	4080	tp 19	V	5/6
	34	Nickelodeon	Intelsat 9	4080	tp 19	V	5/6
	35	ESPN	Intelsat 9	3800	tp 5	V	3/4
	36	ESPN 2	Intelsat 9	3800	tp 5	V	3/4
	37	FX Latin	Intelsat 9	3733	tp 1	V	3/4
	38	SciFi Channel Latin	Intelsat 9	3733	tp 1	V	3/4
	39	CNN en español	Intelsat 11	4040	AE12C	H	7/8

Fuente: LYNGSAT, <http://www.lyngsat.com/intel9.html>, Mayo 2010.

Los contenidos de Televisión de Producción Nacional que serán adquiridos mediante antena Yagi de VHF-UHF son los siguientes:

**Tabla 2.4.3 Canalización de contenidos de TV en la provincia de El Oro.**

<b>Paquete de Televisión</b>	<b>Canales incluidos</b>		<b>Canal</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Banda</b>
Televisión Nacional	1	RTS	3	60 a 66	VHF
	2	Telerama	6	82 a 88	VHF
	3	Ecuavisa	7	174 a 180	VHF
	4	Gama TV	9	192 a 198	VHF
	5	Teleamazonas	11	204 a 210	VHF
	6	TC Televisión	13	216 a 222	VHF
	7	Canal Uno	21	512 a 518	UHF
	8	RTU	31	572 a 578	UHF
	9	Ecuador TV	48	674 a 680	UHF

Fuente: LOS AUTORES, “Canalización de contenidos de Tv”, Mayo 2010.

## **2.5 Diseño de la Cabecera**

### **2.5.1 Ubicación de la Cabecera.**

La elección de la ubicación de la cabecera del sistema así como todos los equipos a utilizarse ha sido en las instalaciones del edificio de la CNEL El Oro, la misma que se encuentra en las calles Santa Rosa y Arízaga esquina; cuyas coordenadas son 3°15'34.7” S y 79°57'48.2” O, debido a que se cuenta con el espacio suficiente para la ubicación de dichos equipos, además de las siguientes facilidades que se mencionan a continuación.

- Disponibilidad de Energía Eléctrica continua, debido a que cuentan con generadores.
- Disponibilidad de conexión a tierra, apta para sistemas de telecomunicaciones.

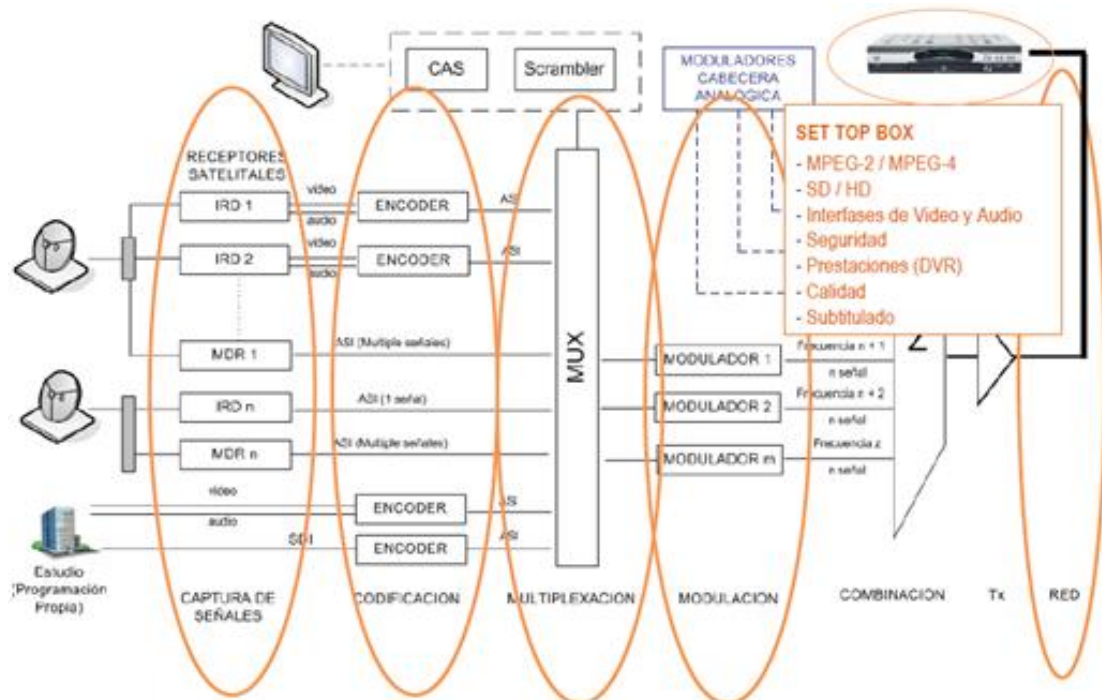


- Existencia de Torre con espacio suficiente para montaje de antenas de transmisión.
- Línea de vista con toda la ciudad desde la torre.
- La ubicación del edificio de la CNEL El Oro es estratégica debido a que se encuentra en un punto central con respecto a las dimensiones de la ciudad de Machala.

## 2.5.2 Tratamiento de las señales de televisión.

El tratamiento de las señales de contenido de televisión lleva un proceso largo hasta que estén listas para ser transmitidas, lo que se explica más detalladamente a continuación.

**Figura 2.5.2 Esquema de la Cabecera de Televisión.**



Fuente: Rodríguez, Diego, "Curso de Televisión Digital", Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador, Julio 2008, Presentación 7, pág. 40.

### 2.5.2.1 Antenas Satelitales de Recepción.

Las señales de contenido de televisión serán receptadas con dos antenas parabólicas de 3.5 mt de diámetro que operan en la banda C (3700 – 4200 MHz), las cuales receptaran las señales desde los satélites INTELSAT 9 e INTELSAT 11.

Los satélites INTELSAT son satélites Geoestacionarios de baja potencia ( $30W < P_s < 100W$ ), por lo que se utiliza para la recepción de las señales que estos emiten antenas parabólicas de foco primario; en las cuales las ondas inciden paralelamente al eje principal, se reflejan y van a parar al foco. El foco está centrado en el paraboloide. Tiene un rendimiento máximo del 60% aproximadamente, es decir, de toda la energía que llega a la superficie de la antena, el 60% llega al foco y se aprovecha, mientras que el resto no llega al foco y se pierde. Suelen ser de tamaño considerable.<sup>17</sup>

Para determinar la orientación de la antena, hay que tener en cuenta la localización geográfica del lugar de recepción ( $3^{\circ}15'34.7''$  S y  $79^{\circ}57'48.2''$  O) y la ubicación del satélite geoestacionario sobre el plano ecuatorial (INTELSAT 9 a  $58^{\circ}$  O e INTELSAT 11 a  $43.1^{\circ}$  O).

Se deben tomar en cuenta los ángulos de orientación de la antena como son:

- La elevación: es el ángulo al que hay que elevar la antena desde el horizonte para localizar el satélite en cuestión ( $90^{\circ}$  en el ecuador).

<sup>17</sup> Antenas Satelitales, Mayo 2010,

<http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest/2002terc/tecnologia/sica83.html>

- El azimut: es el ángulo horizontal al que hay que girar el eje de la antena, desde el polo norte geográfico terrestre hasta encontrar el satélite. A veces se indica este ángulo con relación al polo sur.
- El desplazamiento de la polarización: es el ángulo al que hay que girar el convertidor de la antena para que la polarización horizontal y vertical incida perfectamente en el convertidor.

La antena a ser utilizada es la zirok avr-150, la cual se muestra a continuación con sus características.

**Figura 2.5.2.1 Antena Satelital Banda C-3.5 m.**



Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/dx8.htm>

**Tabla 2.5.2.1 Características Antena Satelital Banda C-3.5 m.**

<b>Características Técnicas</b>	
<b>Frecuencia de Operación</b>	3700 MHz-4200MHz
<b>Polarización</b>	Horizontal/Vertical
<b>Ganancia a Frecuencia Central</b>	44,4 dBi
<b>Temperatura Equivalente Ruido</b>	25°K
<b>Pérdidas por aislamiento</b>	30 dB
<b>Angulo a 3 dB</b>	1.2 °
<b>Resistencia al viento</b>	80 Km/h
<b>Rango de Ajuste de Elevación</b>	0°-90°

Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/dx8.htm>

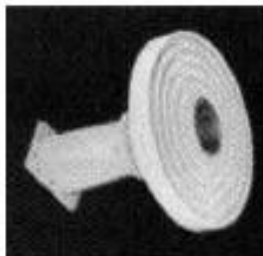
Además de lo antes mencionado se debería tomar en cuenta los siguientes componentes, los cuales sirven para la recepción de las señales de contenido de televisión.

### 2.5.2.1.1 Detector, alimentador o iluminador.

Es el encargado de recoger las señales reflejadas en la antena parabólica. Va colocado en el foco de la parábola. Para diferenciar entre polarización horizontal y vertical existe un elemento denominado polarizador, que discrimina la polarización según el tipo y la forma de colocarlo.<sup>18</sup>

El iluminador a ser utilizado es el PASI-20C, el cual se muestra a continuación junto con sus características.

**Figura 2.5.2.1.1.1 iluminador PASI-20 C.**



Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/dx8.htm>

**Tabla 2.5.2.1.1.1 Características iluminador PASI-20 C.**

<b>Banda de Trabajo</b>	Banda C
<b>Rango de Frecuencia</b>	De 3.7 GHz a 4.2 GHz
<b>VSWR</b>	1.3 Máxima
<b>F / D Ajustable</b>	0.3 – 0.45
<b>Polarización</b>	Lineal Horizontal o Vertical no simultáneas

Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/dx8.htm>

<sup>18</sup> Antenas Satelitales, Mayo 2010, <http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest/2002terc/tecnologia/sica83.html>

Existen detectores de doble polaridad u ortomodos, que permiten disponer simultáneamente de las señales de TV por satélite en polarización vertical y horizontal, los que utilizan dos guías de ondas del tamaño requerido, perpendiculares entre sí; una transmite la polaridad horizontal y la otra la polaridad vertical, además se utilizan dos conversores LNB para cada una de estas señales recibidas.<sup>19</sup>

El iluminador de doble polaridad que va ser utilizado es el PASI-50C, el cual se muestra a continuación junto con sus características.

**Figura 2.5.2.1.1.2 iluminador PASI-50 C.**



Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/dx8.htm>

**Tabla 2.5.2.1.1.2 Características iluminador PASI-50 C.**

<b>Banda de Trabajo</b>	Dual Banda C
<b>Rango de Frecuencia</b>	De 3.7 GHz a 4.2 GHz
<b>VSWR</b>	1.5 Máxima
<b>F / D Ajustable</b>	C1= 0.3
<b>F / D Ajustable</b>	C2= 0.34 / 0.40
<b>F / D Ajustable</b>	C3= 0.40
<b>Relación Axial</b>	2 dB Máx.
<b>Polarización</b>	Lineal Horizontal y Vertical simultáneas

Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/dx8.htm>

<sup>19</sup> Antenas Satelitales, Mayo 2010,

<http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest/2002terc/tecnologia/sica83.html>

### 2.5.2.1.2 Conversor LNB (Low Noise Block).

Se ubica en el foco del reflector y debe estar sellado para soportar las inclemencias del tiempo, se encarga de convertir el bloque de señales satelitales, mediante un oscilador local, a una frecuencia intermedia situada entre 950 y 1750 MHz con un bajo factor de ruido.

Además de realizar la conversión, estos dispositivos tienen una elevada ganancia (de 40 a 60 dB) lo que nos permite conectarlos a un número elevado de unidades interiores de conversión a RF sin amplificador auxiliar. El amplificador está completado por un filtro que elimina las frecuencias no deseadas y las frecuencias de polarización inversa de la deseada.<sup>20</sup>

El conversor LNB que va ser utilizado es el CALIFORNIA AMPLIFIER Professional II 17K, el cual se muestra a continuación junto con sus características.

**Figura 2.5.2.1.2 Conversor LNB.**



Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/lnc17k.htm>

<sup>20</sup> Antenas Satelitales, Mayo 2010,

<http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest/2002terc/tecnologia/sica83.html>

**Tabla 2.5.2.1.2 Características Conversor LNB.**

<b>Frecuencia de Ingreso</b>	3.4GHz a 4.2GHz
<b>Frecuencia de Salida</b>	950MHz a 1750MHz
<b>Ganancia</b>	65dB $\pm$ 1.5dB
<b>Filtro RF Pasa Banda</b>	Si
<b>Frecuencia Oscilador</b>	5150MHz $\pm$ 500KHz
<b>Fuente DC</b>	+16 a +28 Vdc
<b>Corriente</b>	210mA Máx.
<b>Temperatura de Operación</b>	-40C a +60C
<b>Interfase de Entrada</b>	WR 229G
<b>Interfase de Salida</b>	75 $\Omega$ , Conector Hembra tipo F
<b>Dimensiones</b>	4.0 x 3.0 x 6.0 in

Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/lnc17k.htm>

### 2.5.2.1.3 Divisores de Señales de Satélites.

Sirven para dividir la señal receptada en múltiples señales, las cuales van hacia los receptores satelitales. Utilizaremos divisores de dos y de ocho vías, los cuales se muestran a continuación junto con sus características. El divisor de dos vías es el DX SED-772.

**Figura 2.5.2.1.3.1 Divisor de Señales de dos vías.**



Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/dx8.htm>

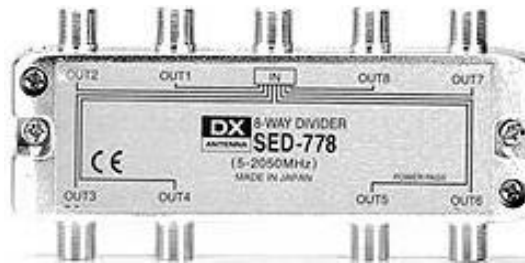
**Tabla 2.5.2.1.3.1 Características del divisor de Señales de dos vías.**

MODELO	Salidas	Frecuencia MHz	Perdidas por Distribución (dB) Max.	Perdidas por Aislamiento (dB) Min.	Perdidas por Retorno (dB) Min.
SED-772	2	5 - 10	4.7	20	10
		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

Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/dx8.htm>

El divisor de ocho vías es el DX SED-778.

**Figura 2.5.2.1.3.2 Divisor de Señales de ocho vías.**



Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/dx8.htm>

**Tabla 2.5.2.1.3.2 Características del divisor de Señales de ocho vías.**

MODELO	Salidas	Frecuencia MHz	Perdidas por Distribución (dB) Max.	Perdidas por Aislamiento (dB) Min.	Perdidas por Retorno (dB) Min.
SED-778	8	5 - 10	12.0	17	10
		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

Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/recepcion/dx8.htm>



### 2.5.2.2 Receptores Satelitales.

Es un equipo para redes de televisión digital que permite la recepción y decodificación de señal digital comprimida en formato MPEG-2 abierta y en formato DVB (Digital Video Broadcasting) provenientes de las antenas satelitales; proyecta la señal recibida, con modo de vídeo, datos y audio, y sus salidas son interfases digitales las cuales llevan los Transport Stream directamente al multiplexor. Existen dos tipos de receptores digitales según la cantidad de señales entregadas:<sup>21</sup>

- De Programa Simple los cuales permiten descryptar el contenido de la señal de entrada y dan a la salida una trama de contenido de un solo programa.
- De Programas Múltiples los cuales permiten descryptar el contenido de la señal de entrada y dan a la salida una trama de contenido de múltiples programas multiplexados.

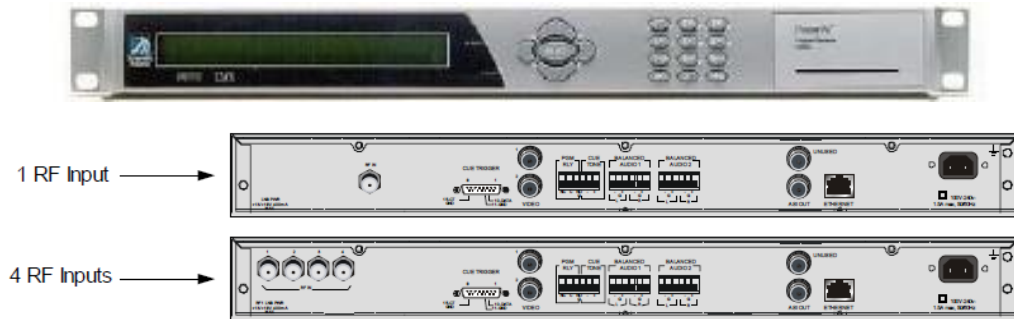
Estos últimos son los más utilizados debido a que los contenidos de televisión provenientes del satélite llegan en paquetes de acuerdo al proveedor contratado, además de que permite sumar señales ASI (Asynchronous Serial Interface) de otros receptores.

Se van a utilizar tres equipos diferentes, un receptor de programa simple y un receptor de programas múltiples para PowerVu además de un receptor de programas múltiples para Digicipher II.

<sup>21</sup> Fuente: Rodríguez, Diego, “Curso de Televisión Digital”, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador, Julio 2008, Presentación 7, pág.

El receptor satelital de programa simple que va ser utilizado es el D9850 de Scientific Atlanta, el cual se muestra a continuación junto con sus características.

**Figura 2.5.2.2.1 Receptor Satelital de Programa Simple**



Fuente: SCIENTIFIC ATLANTA Inc., Mayo 2010, Model D9850, [www.scientificatlanta.com](http://www.scientificatlanta.com)

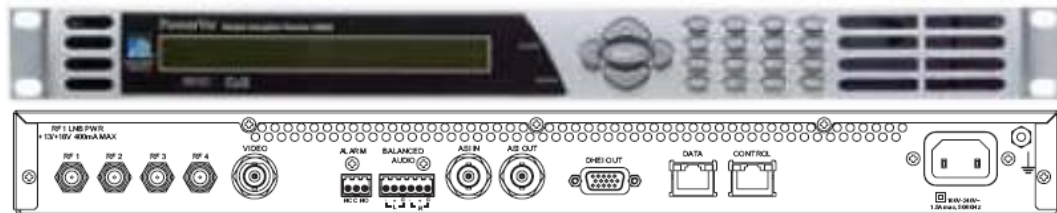
**Tabla 2.5.2.2.1 Características receptor Satelital de Programa Simple.**

Características	Descripción	
Sistema	Compatible con MPEG-2/DVB	De-Modulación QPSK FEC: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
Frecuencia	950 MHz a 2150 MHz	Satélites Banda C y Ku
Datos de Ingreso	1 o 4 Ingresos RF Opcional	Cada Ingreso RF soporta hasta 1 Contenido de Programa
Datos Salida	1 ASI	Soporta hasta 45 Msymbol/s
Salida Adicional	Ethernet IP	Para control y monitoreo
Dimensiones/Trabajo	4.4x48.3x38.1 cm	0 a 50 °C
Potencia	100 VAC a 240 VAC Frec. 50/60 Hz	50 W máximo

Fuente: SCIENTIFIC ATLANTA Inc., Mayo 2010, Model D9850, [www.scientificatlanta.com](http://www.scientificatlanta.com)

El receptor satelital de programas múltiples que va ser utilizado es el D9828 de Scientific Atlanta, el cual se muestra a continuación junto con sus características.

**Figura 2.5.2.2.2 Receptor Satelital de Programa Múltiple.**



Fuente: SCIENTIFIC ATLANTA Inc., Mayo 2010, Model D9828, www.scientificatlanta.com

**Tabla 2.5.2.2.2 Características receptor Satelital de Programa Múltiple.**

Características	Descripción	
Sistema	Compatible con MPEG-2/DVB	De-Modulación QPSK FEC: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
Frecuencia	950 MHz a 2150 MHz	Satélites Banda C y Ku
Entrada DVB-ASI	Para Múltiples Propósitos	Soporta Tasas de Bit hasta 68.5 Mbps
Datos de Ingreso	4 Ingresos RF	Cada Ingreso RF soporta hasta 16 Contenidos de Programas
Datos Salida	1 ASI	Soporta hasta 45 Msymbol/s
Salida Adicional	Ethernet IP	Para control y monitoreo
Dimensiones/Trabajo	4.4x48.3x52.1 cm	0 a 50 °C
Potencia	100 VAC a 240 VAC Frec. 50/60 Hz	64 W máximo

Fuente: SCIENTIFIC ATLANTA Inc., Mayo 2010, Model D9828, www.scientificatlanta.com

El receptor satelital de programas múltiples para Digicipher II que va ser utilizado es el DSR-4402X de Motorola, el cual se muestra a continuación junto con sus características.

**Figura 2.5.2.2.3 Receptor Satelital Digicipher II.**



Fuente: MOTOROLA., Mayo 2010, Model DSR-4402 X, www.amt.com

**Tabla 2.5.2.2.3 Características receptor Satelital Digicipher II.**

Características	Descripción	
Sistema	Compatible con MPEG-2/DVB	De-Modulación QPSK-OQPSK FEC: 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 7/8
Frecuencia	950 MHz a 2150 MHz	Satélites Banda C y Ku
Datos de Ingreso	2 Ingresos RF	Cada Ingreso RF soporta hasta 16 Contenidos de Programas
Datos Salida	1 ASI	Soporta hasta 29.27 Msymbol/s
Dimensiones/Trabajo	4.2x48x46 cm	0 a 40 °C
Potencia	90 VAC a 250 VAC Frec. 50/60 Hz	25 W

Fuente: MOTOROLA., Mayo 2010, Model DSR-4402 X, www.amt.com

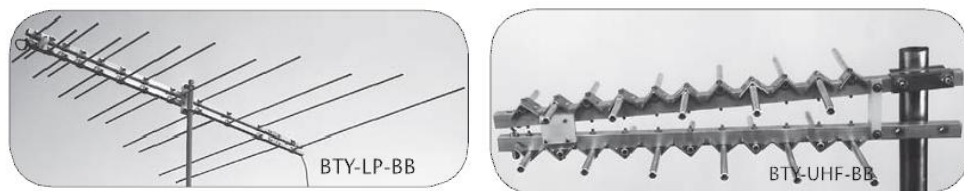
### 2.5.2.3 Recepción de contenidos de Televisión Nacional.

#### 2.5.2.3.1 Antenas Receptoras VHF-UHF.

Para la recepción de contenidos de televisión Nacional se necesitan antenas de recepción VHF y UHF, debido a que estos trabajan en estas bandas de frecuencias.

Las antenas de recepción a utilizarse son el modelo BTY-LP-BB para VHF y el modelo BTY-UHF-BB para UHF, cuyas características se indican en la siguiente tabla.

**Figura 2.5.2.3.1 Antenas Receptoras VHF-UHF**



Fuente: BLONDER TONGUE, Mayo 2010, [www.blondertongue.com](http://www.blondertongue.com)

**Tabla 2.5.2.3.1 Características Antenas Receptoras VHF-UHF**

Características	BTY-LP-BB (VHF)	BTY-UHF-BB (UHF)
Canales	2-13	14-69
Ancho de Banda (MHz)	54-88, 174-216	470-860
Ganancia (dBi)	8.2	10.2
Perdidas por Retorno (dBi)	12	12
Impedancia ( $\Omega$ )	75	75
Conector	Hembra	Hembra
Número de Elementos	12	11

Fuente: BLONDER TONGUE, Mayo 2010, [www.blondertongue.com](http://www.blondertongue.com)

### 2.5.2.3.2 Preamplificadores VHF-UHF

Los Preamplificadores VHF-UHF se utilizan debido a se debe dividir la señal receptada con las antenas para poder enviarlas hacia los sintonizadores de canales. Los preamplificadores utilizados son los de BLONDER TONGUE, cuyos modelos son el CMA-BB para VHF y el CMA-Uc para UHF. Las características de estos se muestran a continuación.

**Figura 2.5.2.3.2 Preamplificadores VHF-UHF**



Fuente: BLONDER TONGUE, Mayo 2010, www.megahz.com

**Tabla 2.5.2.3.2 Características preamplificadores VHF-UHF**

Características	CMA-BB (VHF)	CMA-Uc (UHF)
Canales	2-13	14-69
Frecuencia (MHz)	54-216	470-806
Ganancia (dB)	26	20
Pérdidas por retorno In (dB)	11	-
Pérdidas por retorno Out (dB)	8	-
Ingreso Mínimo (dBmV)	-7	-9
Impedancia ( $\Omega$ )	75	75
Conector	Hembra	Hembra

Fuente: BLONDER TONGUE, Mayo 2010, www.megahz.com

### 2.5.2.3.3 Divisores de Señales de Televisión.

Los divisores de Señales para televisión serán los mismos que los utilizados para la recepción satelital debido a que el rango de frecuencia de trabajo del equipo si están para VHF y UHF.

### 2.5.2.3.4 Conversor de UHF-VHF.

Se utilizan Conversores de canales UHF-VHF debido a que los sintonizadores de canales UHF son escasos, con la facilidad de que nos permiten seleccionar el canal de entrada y el canal de salida.

El equipo a utilizarse es el PICO MACOM UXV, con la principal característica que se utiliza un equipo por canal a convertir, debiéndose especificar la característica de conversión a la fábrica.

**Figura 2.5.2.3.4 Conversor de UHF-VHF.**



Fuente: MULTICOM Inc., Junio 2010, [www.multicominc.com](http://www.multicominc.com)

**Tabla 2.5.2.3.4 Características Conversores UHF-VHF.**

Características	PICO MACOM UXV
Ingreso canales UHF	14-70
Salida canales VHF	2-13
Ganancia (dB)	20
Pérdidas por retorno In (dB)	14
Pérdidas por retorno Out (dB)	14
Salida Máxima (dBmV)	47
Impedancia ( $\Omega$ )	75
Conector	Hembra

Fuente: MULTICOM Inc., Junio 2010, [www.multicominc.com](http://www.multicominc.com)

### 2.5.2.3.5 Sintonizador VHF.

El equipo sintonizador es el que nos permite trabajar individualmente con cada canal analógico de televisión, para de esta forma poder tratar el contenido de señales de televisión enviándolo al codificador MPEG-2.

El equipo sintonizador a utilizarse es el Scientific Atlanta 6109, cuyas características se indican en la siguiente tabla.

**Figura 2.5.2.3.5 Sintonizador VHF.**



Fuente: SCIENTIFIC ATLANTA Inc., Junio 2010, Model D6109, [www.scientificatlanta.com](http://www.scientificatlanta.com)



**Tabla 2.5.2.3.5 Características Sintonizador VHF.**

<b>Características</b>	<b>D6109</b>
Canales	2-13
Rango Ingreso	-15 dBmV a 15 dBmV
Pérdidas por retorno In (dB)	17
Salida	0.6 a 1.3 Vpp
Ingreso Mínimo (dBmV)	-7
Impedancia ( $\Omega$ )	75
Conector	Hembra
Potencia	90 a 130 VAC / 25 W máx.
Trabajo	0 a 50 °C

Fuente: SCIENTIFIC ATLANTA Inc., Junio 2010, Model D6109, [www.scientificatlanta.com](http://www.scientificatlanta.com)

#### **2.5.2.4 Codificación de señales Analógicas.**

La codificación de las señales analógicas se las realiza por medio de un encoder (codificadores); lo que hace es transformar las señales analógicas entrantes de televisión en salidas digitales de televisión en formato MPEG-2 lista para ingresarla al multiplexador.

El encoder realiza todos los pasos necesarios para la digitalización de la señal, tales como, muestreo, cuantificación, compresión y Multiplexación; incluso existen equipos que permiten más de una entrada analógica de televisión, realizándose en este un pre-Multiplexación de las señales.<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Fuente: Rodríguez, Diego, “Curso de Televisión Digital”, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador, Julio 2008, Presentación 7, pág. 14.

Igualmente las salidas del encoder son del tipo ASI (Asynchronous Serial Interface), IP, o manera simultánea, etc, dependiendo del equipo.

El equipo codificador MPEG-2 que va ser utilizado es el CNA-DT-EM8100, el cual se muestra a continuación junto con sus características.

**Figura 2.5.2.4 Encoder CNA-DT-EM8100.**



Fuente: CABLE NETWORK, Junio 2010, CNA-DT-EM8100., <http://www.cablenetwork.net/Digital.htm>

**Tabla 2.5.2.4 Características Encoder CNA-DT-EM8100.**

Características	Descripción	
Ingreso Video	NTSC/PAL	Resolución de 10 bits
Ingreso Audio	Stereo, Single Channel, Dual Channel	Resolución de 24 bits
Datos Salida	2 ASI	2-15 Mbps
Salida Adicional	Ethernet IP	Para control y monitoreo
Dimensiones/Trabajo	4.4x48.3x37.5 cm	-5 a 45 °C
Potencia	90 VAC a 260 VAC Frec. 50/60 Hz	<14 W

Fuente: CABLE NETWORK, Junio 2010, CNA-DT-EM8100., <http://www.cablenetwork.net/Digital.htm>

### 2.5.2.5 Multiplexación de Contenidos de Televisión.

La Multiplexación en la cabecera se la realiza para transportar en un solo paquete (Transport Stream) los contenidos de televisión, los cuales pueden provenir de diferentes fuentes como son: encoders, receptores satelitales, estudio, etc. Además permite

modificar los contenidos de televisión agregando datos y tablas NIT (Network Information Tables).

Existen varias formas de Multiplexación entre las que destacan:<sup>23</sup>

- Estadística
- Estadística Limitada
- Velocidad Constante
- Modalidad Combinada

El tipo de Multiplexación se elige de acuerdo al tipo de contenidos de televisión que se tengan, dependiendo de la velocidad con la que cambian las tramas, por ejemplo en los programas donde se dan cambios bruscos de imágenes como son los programas de deportes.

La más utilizada es la Multiplexación estadística debido a que esta incrementa el número de programas a transmitir, ya que aumenta la calidad de codificación del video dando prioridad a los contenidos de programa con mayor requerimiento de Velocidad de Bit comprimiendo más los streams de menor complejidad y/o prioridad.

Los equipos multiplexores tienen varias entradas digitales ASI (Asynchronous Serial Interface) y la salida tiene varios formatos como son ASI, PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), la cual puede ser elegida de acuerdo a las necesidades de cada usuario.

<sup>23</sup> Fuente: Rodríguez, Diego, “Curso de Televisión Digital”, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador, Julio 2008, Presentación 7, pág. 14

En esta parte se realiza el proceso de Scrambling y el control de CAS para evitar que las señales de contenido de televisión sean vistas por usuarios no deseados.

El equipo Multiplexor que va a ser utilizado es el CNA-DT-MX8100, el cual se muestra a continuación junto con sus características.

**Figura 2.5.2.5 Multiplexor CNA-DT-MX8100.**



Fuente: CABLE NETWORK, Junio 2010, CNA-DT-MX8100., <http://www.cablenetwork.net/Digital.htm>

**Tabla 2.5.2.5 Características Multiplexor CNA-DT-MX8100.**

Características	Descripción	
Ingreso	8 ASI 1 SPI	Hasta 180 Mbps
Salida	Doble ASI	
Salida Adicional	Ethernet IP RS-232	Para control y monitoreo
Dimensiones/Trabajo	4.4x48.3x37.5 cm	-5 a 45 °C
Potencia	90 VAC a 260 VAC Frec. 50/60 Hz	30 W máx.

Fuente: CABLE NETWORK, Junio 2010, CNA-DT-MX8100., <http://www.cablenetwork.net/Digital.htm>

#### **2.5.2.5.1 Scrambling y Sistema de Acceso Condicional CAS (Conditional Access System).**

El objetivo del Sistema de Acceso Condicional (CAS) es limitar la recepción de los servicios únicamente a los usuarios autorizados por el proveedor del servicio, en donde los usuarios estarán provistos de un receptor apropiado para la recepción de estos servicios. Una forma de hacer esta limitación en la distribución del servicio es por medio de la encriptación, a continuación se mencionan dos más utilizadas.

**Clave secreta o simétrica:** La encriptación simétrica se basa en la utilización de la misma clave para el cifrado y para el descifrado de las señales. Su ventaja es la sencillez de implementación; sin embargo, el problema es la forma de distribuir las claves, debido que se debe garantizar plenamente la confidencialidad de los datos cifrados.

**Clave pública o asimétrica:** Se utilizan dos claves, una para cifrar y otra para descifrar. A partir de un mensaje cifrado con su clave, se puede obtener el mensaje con la clave de descifrado, por tanto cada usuario tendrá que mantener y gestionar dos claves, lo cual hace más complejo y lento el sistema.

Para los decodificadores se utilizan dos tipos de acceso condicional:

- Symulcrypt
- Multicrypt

El symulcrypt se caracteriza porque permite poseer varios sistemas de acceso condicional diferentes, de esta forma se puede utilizar diferentes fabricantes de decodificadores. Mientras que el multicrypt permite la utilización de dos sistemas de acceso condicional en el mismo decodificador mediante un módulo de ampliación.

El equipo Scrambling que va ser utilizado es el CNA-DT-SR8100, el cual se muestra a continuación junto con sus características.

**Figura 2.5.2.5.1 Scrambler CNA-DT-SR8100**



Fuente: CABLE NETWORK, Junio 2010, CNA-DT-SR8100., <http://www.cablenetwork.net/Digital.htm>

**Tabla 2.5.2.5.1 Características Scrambler CNA-DT-SR8100**

Características	Descripción	
Ingreso	2 ASI	Hasta 50 Mbps
Salida	Doble ASI	
Salida Adicional	Ethernet IP	Para control y monitoreo
CAS	Compatible con Simulcrypt-Soporta más de un CAS	
Dimensiones/Trabajo	4.4x48.3x37.5 cm	-5 a 45 °C
Potencia	90 VAC a 260 VAC Frec. 50/60 Hz	30 W máx

Fuente: CABLE NETWORK, Junio 2010, CNA-DT-SR8100., <http://www.cablenetwork.net/Digital.htm>

### **2.5.2.6 Modulación de Contenidos de Televisión.**

La elección del modulador depende de múltiples factores, entre los que destacan:

- Eficiencia del espectro, lo permite abarcar distancias más grandes en la transmisión de la información.
- Evita interferencias entre canales e incrementa el ancho de banda de cada canal.
- Protege la información transmitida de la degradación por ruido, lo que mantiene la calidad de la señal.

Para señales de contenidos de televisión, lo más recomendable son los moduladores QAM debido a que los anchos de banda de canal son mayores en comparación a las otras modulaciones conocidas, pero con la desventaja que es un poco más susceptible al ruido.

Los equipos moduladores poseen varias entradas ASI (Asynchronous Serial Interface) y a la salida tienen varias salidas RF en el rango de frecuencias de 90MHz a 867MHz.

El equipo Modulador que va ser utilizado es el CNA-DT-QM8100, el cual se muestra a continuación junto con sus características.

**Figura 2.5.2.6 Modulador CNA-DT-QM8100**



Fuente: CABLE NETWORK, Junio 2010, CNA-DT-QM8100., <http://www.cablenetwork.net/Digital.htm>

**Tabla 2.5.2.6 Características Modulador CNA-DT-QM8100**

Características	Descripción	
Modulación	QAM	16-32-64-128-256
Ingreso	2 ASI 1 DS3	0~7 MS/s
Frecuencia Salida	110~810 MHz	RF/IF ajustable
Salida Adicional	Ethernet IP RS-232	Para control y monitoreo
Dimensiones/Trabajo	4.4x48.3x37.5 cm	-5 a 45 °C
Potencia	90 VAC a 260 VAC Frec. 50/60 Hz	<30 W

Fuente: CABLE NETWORK, Junio 2010, CNA-DT-QM8100., <http://www.cablenetwork.net/Digital.htm>

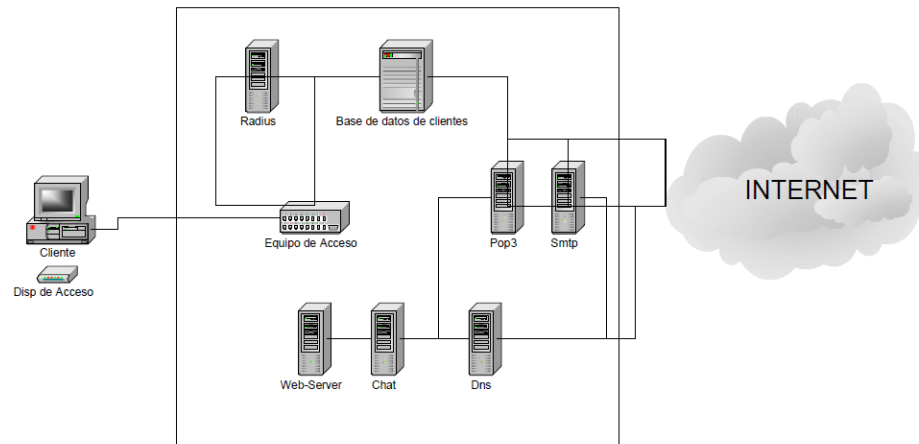
### **2.5.3 Acceso a Internet mediante Red MMDS**

A partir de que TELCONET S.A. nos da el acceso al backbone de internet, lo que se hace a continuación dentro de las instalaciones elegidas son las configuraciones necesarias para brindar el acceso a internet a cada uno de los usuarios a manera de que nuestro sistema funcione como un ISP.

Se debe establecer a continuación una red de servidores los cuales permitirán cumplir con las solicitudes de conexión de los abonados.



**Figura 2.5.3 Red de servidores Presentes en un ISP**



Fuente: Como funciona un ISP, Abril 2010,  
[http://autogestion.ciudad.com.ar/ciudad/descargas/manuales/Manual\\_Funcionamiento\\_ISP.pdf](http://autogestion.ciudad.com.ar/ciudad/descargas/manuales/Manual_Funcionamiento_ISP.pdf)

Donde el equipo de acceso, luego de recibir la petición de un cliente se conecta mediante el equipo radius a la base de datos para autenticar al usuario. Una vez que el usuario haya sido autenticado se dirige al servidor DNS el cual es el que le permite salir a la red de internet mediante una ip publica, y dependiendo del tipo de petición que se solicito al inicio puede dirigirse a los servidores POP3 o SMTP o salir directamente a la red de internet.

El acceso a internet mediante MMDS se basa en el estándar DOCSIS utilizando uno o varios canales MMDS para el downstream y upstream de internet, con la diferencia que estos canales no deben ser adyacentes para evitar interferencias.

Para poder lograr la transmisión bidireccional de datos se necesita un equipo CMTS (Cable Modem Terminal System).

### 2.5.3.1 Estándar DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification).

DOCSIS es un estándar creado por CableLabs, el cual define las transferencias de datos a altas velocidades en una red de televisión por cable, la misma que ha sido adoptado para transferencias bidireccionales de datos utilizando el espectro MMDS.

DOCSIS consta de dos componentes, un módem de cable situado con el cliente y el sistema de terminación de cable módem (CMTS) operado por los proveedores de servicios de cable.

DOCSIS ha tenido varias versiones, las cuales han ido mejorando en las velocidades de bajada y subida de datos. Existen en si dos estándares DOCSIS; el DOCSIS que es utilizado para canales de 6 MHz y EURO-DOCSIS, utilizado mayormente en Europa debido a que se manejan canalizaciones de 6,4 MHz.<sup>24</sup>

A continuación se indica una tabla comparativa entre las versiones de DOCSIS y EURO-DOCSIS.

**Tabla 2.5.3.1 Comparación entre DOCSIS y EURO-DOCSIS**

Versión	DOCSIS		EURO-DOCSIS	
	Downstream	Upstream	Downstream	Upstream
<b>1.x</b>	42,88(38) Mbps	10,24(9) Mbps	55,62(50) Mbps	10,24(9) Mbps
<b>2.0</b>	42,88(38) Mbps	30,27(27) Mbps	55,62 (50) Mbps	30,27(27)Mbps
<b>3.0 (4 canales)</b>	171,52(152) Mbps	122,88(108) Mbps	222,48 (200) Mbps	122,88(108)Mbps
<b>3.0 (8 canales)</b>	343,04(304) Mbps	122,88(108) Mbps	444,96 (400) Mbps	122,88(108)Mbps

Fuente: WORLDLINGO, Mayo 2010, <http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/DOCSIS>

<sup>24</sup> DOCSIS, Mayo 2010, <http://www.techfaq.com/es/docsis.html>

### 2.5.3.2 CMTS (Cable Modem Terminal System)

El CMTS es un equipo que se encuentra en la cabecera de una estación de Tv por suscripción y sirve para brindar servicios de transmisión de datos bidireccional de alta velocidad controlando el downstream y upstream de la conexión a internet.<sup>25</sup>

El CMTS tiene puertos de Ethernet Radio Frecuencia (RF), transformando el tráfico que llega de internet por el puerto Ethernet a RF, para de ahí ser modulada y combinada con las señales provenientes de la cabecera de televisión; para de esta forma ser distribuida hacia los abonados, donde es receptada por el cable Modem. El trafico que generan los abonados y sale a internet toma el sentido contrario; es decir el CMTS enruta los datos desde y hacia los abonados.

El número de canales upstream y downstream que el CMTS maneja esta dado por los siguientes factores:

- Área de Servicio
- Número de abonados
- Disponibilidad del Espectro
- Tasa de transferencia de cada abonado

El Equipo CMTS que va a ser utilizado es el equipo Motorola BSR-2000, el cual está basado en DOCSIS 2.0, cuyas principales características se muestra a continuación.

<sup>25</sup> La tecnología cable modem, Mayo 2010, <http://www.cinit.org.mx/articulo.php?idArticulo=9>

**Figura 2.5.3.2 CMTS Motorola BSR-2000**



Fuente: MOTOROLA, Junio 2010, BSR-2000, <http://www.motorola.com/broadband>

**Tabla 2.5.3.2 Características CMTS Motorola BSR-2000**

Características	Descripción	
Modulación Upstream	QAM QPSK	16-32-64-256
Bit Rate Upstream por canal	0.32-40.96 Mbps	
Frecuencia Ingreso Upstream	5-42 MHz	
Modulación Downstream	QAM QPSK	16-64-256
Frecuencia Salida Downstream	88-857 MHz	
Paso de Frecuencia Salida	125 KHz	

Fuente: MOTOROLA, Junio 2010, BSR-2000, <http://www.motorola.com/broadband>

### **2.5.3.3 Conversor Upstream.**

Este equipo nos sirve para convertir la frecuencia de la señal enviada desde los usuarios para que pueda funcionar con la banda de frecuencia del equipo CMTS; es decir nos convierte de la frecuencia de MMDS (2500-2686 MHz) a la frecuencia con la que trabaja el equipo (5-42 MHz).

El equipo a utilizarse es USC-1 Upstream Converter de Telecom Products, cuyas características tenemos a continuación.

**Figura 2.5.3.3 Conversor Upstream USC-1.**



Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/mmds>

**Tabla 2.5.3.3 Características Conversor Upstream USC-1.**

Características	Descripción
Frecuencia de Ingreso	2500-2700 MHz
Frecuencia de Salida	27-73 MHz
Ancho de Banda	2-12 MHz
Ganancia de conversión	40 dB
Ruido	3 dB
Nivel Ingreso Máximo	-30 dBm
Retardo	± 10 ns

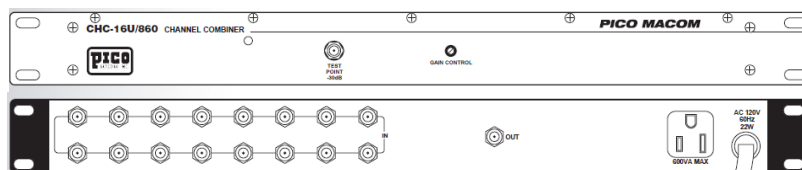
Fuente: INNER, Mayo 2010, <http://www.inner.com.ar/productos/mmds>

#### **2.5.4 Unión de Contenidos de Tv e internet.**

La unión de contenidos de Televisión e Internet se realiza mediante un equipo combinador de canales, el cual coloca en canales adyacentes las señales de contenidos de televisión moduladas previamente mas la señal de internet proveniente del CMTS.

El equipo a utilizar es el CHC-16U/860 de PICO MACOM, cuyas características se indican a continuación.

**Figura 2.5.4 Combinador VHF CHC-16U/860**



Fuente: PICO MACOM, Mayo 2010, <http://www.picomacom.com>

**Tabla 2.5.4 Características Combinador VHF CHC-16U/860**

Características	Descripción
Canales	2-135
Frecuencia	54-860 MHz
Perdidas por retorno Ingreso	16 dB
Perdidas por retorno Salida	16 dB
Ganancia	6-12 dB Ajustable
Impedancia	75 Ω
Nivel Ingreso Máximo	42 dBmV
Alimentación	115 VAC, 60 Hz 3 W
Temperatura Trabajo	-10 a 50 °C
Peso	4.1 Lbs.

Fuente: PICO MACOM, Mayo 2010, <http://www.picomacom.com>

## 2.5.5 Diseño de la red MMDS

### 2.5.5.1 Cálculo del Ancho de Banda para Internet.

Basándonos en las encuestas realizadas de la disposición de pago de los clientes del servicio MMDS y del número inicial de clientes potenciales que se tiene (197 abonados), se ha desarrollado una tabla en la cual se detalla el número de clientes potenciales por ancho de banda a contratar. Los abonados potenciales con disposición de pago de menos de 20 e indecisos los hemos incluido dentro del grupo de abonados con

disposición de pago de 21 a 30 dólares y el 1% hemos tomado para posibles abonados corporativos.

**Tabla 2.5.5.1.1 Anchos de Banda a Ofrecerse a Usuarios.**

Disposición de Pago de Abonados	% de abonados potenciales	Nº de abonados Potenciales	Ancho de Banda	Compresión
De 21 a 30	51%	100	200/100 Kbps	8 a 1
De 31 a 40	26%	52	300/150 Kbps	8 a 1
De 41 a 50	17%	34	400/200Kbps	8 a 1
Más de 50	5%	10	512/256Kbps	8 a 1
Corporativos	1%	1	1 Mbps /512Kbps	1 a 1

Fuente: LOS AUTORES, “Cálculos de Anchos de Banda para internet”, Julio 2010.

Calculamos el ancho de banda de Internet para el primer año de servicio en base a la tabla anterior:

$$BW_{downstream} = \frac{Usuarios \times BW}{Compresion} \text{ Kbps} \quad (2.5.5.1.1)$$

$$BW_{200} = \frac{100 \times 200}{8} = 2500 \text{ Kbps}$$

$$BW_{300} = \frac{52 \times 300}{8} = 1950 \text{ Kbps}$$

$$BW_{400} = \frac{34 \times 400}{8} = 1700 \text{ Kbps}$$

$$BW_{512} = \frac{10 \times 512}{8} = 640 \text{ Kbps}$$

$$BW_{1M} = \frac{1 \times 1024}{1} = 1024 \text{ Kbps}$$

$$BW_{downstream} = BW_{200} + BW_{300} + BW_{400} + BW_{512} + BW_{1M} \quad (2.5.5.1.2)$$

$$\begin{aligned}
 BW_{downstream} &= 2500 + 1950 + 1700 + 640 + 1024 \\
 BW_{downstream} &= 7814 \text{ [Kbps]} \approx 7,814 \text{ [Mbps]} \\
 BW_{upstream} &\approx 3,907 \text{ [Mbps]}
 \end{aligned}$$

Tomando en cuenta que la capacidad de utilización del ancho de banda es de aproximadamente el 50%, debido a que esa porción de abonados es la que utiliza su conexión a internet al mismo tiempo, de esta manera se obtiene:

$$\begin{aligned}
 BW_{downstream} &= 7,814 \text{ [Mbps]} \times 0,5 & (2.5.5.1.3) \\
 BW_{downstream} &= 3,907 \text{ [Mbps]}
 \end{aligned}$$

Así mismo:

$$\begin{aligned}
 BW_{upstream} &= 3,907 \text{ [Mbps]} \times 0,5 \\
 BW_{upstream} &= 1,9535 \text{ [Mbps]}
 \end{aligned}$$

A continuación calculamos los E1 que necesitamos inicialmente:

$$\# E1_{downstream} = \frac{BW_{downstream}}{2.048} = \frac{3,907 \text{ [Mbps]}}{2.048 \text{ [Mbps]}} = 1,9078 \text{ [E1]} \approx 2 \text{ [E1]} \quad (2.5.5.1.4)$$

Así mismo:

$$\# E1_{upstream} = \frac{BW_{upstream}}{2.048} = \frac{1,9535 \text{ [Mbps]}}{2.048 \text{ [Mbps]}} = 0,9539 \text{ [E1]} \approx 1 \text{ [E1]}$$



Por lo tanto, el número de canales MMDS necesarios para Downstream y Upstream de internet lo calculamos de la siguiente manera:

$$\# MMDS = \frac{BW_{downstream} \text{ Mbps}}{27 \text{ Mbps}} = \frac{3,907 \text{ Mbps}}{27 \text{ Mbps}} = 0,1447 \Rightarrow 1 \text{ Canal MMDS} \quad (2.5.5.1.5)$$

Así mismo:

$$\# MMDS = \frac{BW_{upstream} \text{ Mbps}}{27 \text{ Mbps}} = \frac{1,9535 \text{ Mbps}}{27 \text{ Mbps}} = 0,072 \Rightarrow 1 \text{ Canal MMDS}$$

A continuación se indica una tabla con las proyecciones de Ancho de Banda Downstream y Upstream para los próximos 15 años:

**Tabla 2.5.5.1.2 Proyecciones Ancho de Banda Downstream.**

Proyecciones Ancho de Banda Internet Downstream				
años	usuarios	BW(Mbps)	E1	MMDS
0	197	3,907	2	1
1	226	4,851	3	1
2	260	5,44625	3	1
3	299	6,06575	3	1
4	344	7,38625	4	1
5	396	8,244	5	1
6	455	9,7895	5	1
7	524	11,5045	6	1
8	602	13,3445	7	1
9	693	14,8725	8	1
10	796	17,132	9	1
11	916	20,223	10	1
12	1053	23,09025	12	1
13	1212	26,84525	14	1
14	1393	30,4265	15	2
15	1603	35,5645	18	2

Fuente: LOS AUTORES, "Proyecciones Ancho de Banda Potenciales", Julio 2010.

**Tabla 2.5.5.1.3 Proyecciones Ancho de Banda Upstream.**

Proyecciones Ancho de Banda Internet Upstream				
años	usuarios	BW(Mbps)	#E1	#MMDS
0	197	1,9534	1	1
1	226	2,4255	2	1
2	260	2,723125	2	1
3	299	3,032875	2	1
4	344	3,693125	2	1
5	396	4,122	3	1
6	455	4,89475	3	1
7	524	5,75225	3	1
8	602	6,67225	4	1
9	693	7,43625	4	1
10	796	8,566	5	1
11	916	10,1115	5	1
12	1053	11,545125	6	1
13	1212	13,422625	7	1
14	1393	15,21325	8	1
15	1603	17,78225	9	1

Fuente: LOS AUTORES, “Proyecciones Ancho de Banda Potenciales”, Julio 2010.

### 2.5.5.2 Cálculo Canales MMDS necesarios para Tv por Suscripción.

El número total de contenidos de televisión a ofertarse entre nacionales e internacionales son en total 49 incluido uno de teletexto, los cuales se encuentran digitalizados en formato MPEG-2. Ahora tomando en cuenta que por cada canal MMDS de 6 MHZ se puede tener 6 contenidos de televisión digital, se tiene:

$$\# \text{canales MMDS} = \frac{49}{6}$$

$$\# \text{canales MMDS} = 8.1666 \approx 9 \text{ MMDS}$$

### 2.5.5.3 Distribución de Canales MMDS para el proyecto.

La distribución de la canalización para el presente proyecto se la realiza en base a la atribución de Frecuencias del Plan Nacional de Frecuencias (Marzo-2008) y de las características de los equipos Transceptor de la cabecera y del abonado.

**Figura 2.5.5.3 Atribución de la Banda 2520MHz-2655 MHz**

REGIÓN 2		ECUADOR	
Banda MHz		Banda MHz	NOTAS
2520 - 2655		2520 - 2655	EOA.115
FIJO		FIJO	
FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MOD 5.415		MOD 5.384A	
MÓVIL salvo móvil aeronáutico MOD 5.384A			
RADIODIFUSIÓN POR SATÉLITE 5.413 MOD 5.416			
5.339 MOD 5.403 5.417C 5.417D 5.418B 5.418C			

Fuente: CONATEL, “Plan Nacional de Frecuencias y de Uso del espectro Radioeléctrico”, Resolución 165-04, 2008.

Por lo tanto nuestra canalización para el presente proyecto quedaría de la siguiente forma:

**Tabla 2.5.5.3 Distribución canalización MMDS para el proyecto**

N	GRUPO	CANAL	CANAL CATV	CATV BW	CANAL MMDS	MMDS BW	Uso Canal
5	A	A3	O/28	246-252	88	2524-2530	Upstream Internet
6	B	B3	P/29	252-258	89	2530-2536	
7	A	A4	Q/30	258-264	90	2536-2542	
8	B	B4	R/31	264-270	91	2542-2548	
9	C	C1	S/32	270-276	92	2548-2554	
10	D	D1	T/33	276-282	93	2554-2560	
11	C	C2	U/34	282-288	94	2560-2566	
12	D	D2	V/35	288-294	95	2566-2572	
13	C	C3	W/36	294-300	96	2572-2578	

14	D	D3	AA/37	300-306	97	2578-2584	
15	C	C4	BB/38	306-312	98	2584-2590	Televisión Digital
16	D	D4	CC/39	312-318	99	2590-2596	Televisión Digital
17	E	E1	DD/40	318-324	100	2596-2602	Televisión Digital
18	F	F1	EE/41	324-330	101	2602-2608	Televisión Digital
19	E	E2	FF/42	330-336	102	2608-2614	Televisión Digital
20	F	F2	GG/43	336-342	103	2614-2620	Televisión Digital
21	E	E3	HH/44	342-348	104	2620-2626	Televisión Digital
22	F	F3	II/45	348-354	105	2626-2632	Televisión Digital
23	E	E4	JJ/46	354-360	106	2632-2638	Televisión Digital
24	F	F4	KK/47	360-366	107	2638-2644	Downstream Internet
25	G	G1	LL/48	366-372	108	2644-2650	Downstream Internet
26	H	H1	MM/49	372-378	109	2650-2656	

Fuente: LOS AUTORES, "Canalización MMDS para el proyecto", Julio 2010.

#### 2.5.5.4 Cálculo de Enlace para la red MMDS.

La SENATEL (Secretaría Nacional de Telecomunicaciones) recomienda dividir el cálculo del enlace en perfiles cada 30° y tomando distancias para el enlace de 1Km.

Para el cálculo del enlace nos hemos basado en la norma técnica del Sistema Codificado de Audio y Video por Suscripción Analógico MMDS. Los parámetros que se toma en cuenta son:

- La altura de la antena del receptor a 10m sobre el nivel del suelo.
- La potencia efectiva radiada (PER=11[dBW] por canal) debe ser aquella que genere  $E = 66$  [dBuV/m] máximo en el borde del área de operación (5Km).

A continuación procedemos a realizar el cálculo para el perfil 0°, ubicado hacia el norte geográfico a distancia de 1Km, cuyos datos a tomar en cuenta para el cálculo son los siguientes:

**Tabla 2.5.5.4.1 Parámetros para cálculo de la red MMDS.**

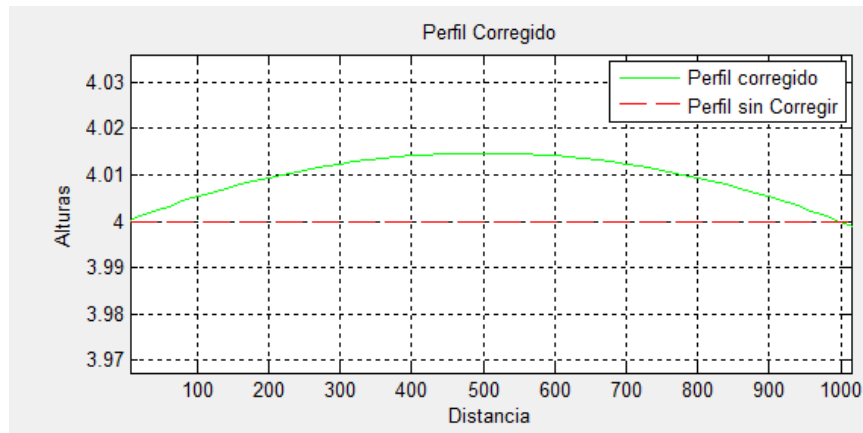
<b>Datos de equipos de Cabecera (Tx)</b>	
Frecuencia de trasmisión ( $f$ )	2600MHz
Potencia de Transmisión ( $P_t$ )	10W
Longitud de la guía de onda ( $l_g$ )	50m
Perdidas en la guía de onda ( $\alpha$ )	0.144 dB/m
Ganancia de la antena de Transmisión ( $G_t$ )	8 dBi
Altura de la Antena transmisora ( $h_t$ )	40 m
Ganancia de recepción del Tranceiver( $G_{rt}$ )	42dB
<b>Datos de equipos de Abonado (Rx)</b>	
Ganancia de la antena del receptor ( $G_r$ )	17 dBi
Ganancia Downconverter ( $G_{rd}$ )	32dB $\pm$ 5dB
Ganancia Upconverter ( $G_{ru}$ )	26dB $\pm$ 2dB
Altura de la Antena receptora ( $h_r$ )	10 m
Pico Máximo PIRE	43dBm

Fuente: LOS AUTORES, “Parámetros para Calculo del enlace de la red MMDS”, Julio 2010.

### **Calculo Cabecera – Abonado (Downstream)**

Primero se debe corregir el perfil del enlace debido a la curvatura de la Tierra, por ende el perfil queda de la siguiente forma:

**Figura 2.5.5.4 Perfil corregido del enlace.**



Fuente: LOS AUTORES, " Perfil corregido del enlace a 0°", Julio 2010.

Primero determinamos el PIRE (Potencia Isotrópica Radiada equivalente)

$$PIRE [dB] = 10 \times \log \left( \frac{P_t}{P_r} \right) + G_t [dB] - L_u [dB] \quad (2.5.5.4.1)$$

$$PIRE [dB] = 10 \times \log \left( \frac{P_t}{P_r} \right) + G_t [dB] - \left( \frac{h}{r} \right) \propto [dB/m]$$

$$PIRE [dB] = 10 \times \log (10) + 8 - (10 \times 0.144)$$

$$PIRE = 10.8 [dB]$$

Analizamos todas las pérdidas que puedan existir

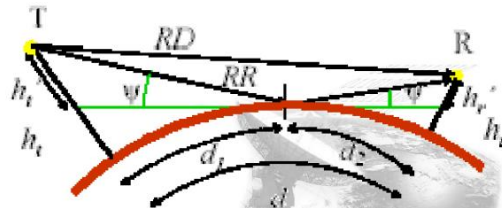
➤ *Perdidas por Difracción*

En este caso no existen pérdidas por difracción debido a que no existen obstáculos y la topografía de la Ciudad de Machala es plana.

➤ *Calculo de pérdidas por reflexión:*

Calculamos el punto de reflexión:

**Figura 2.5.5.4 Punto de Reflexión del Rayo**



Fuente: OCHOA, Edgar, "Curso de Comunicaciones II", Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador, 2008

$$d = d_1 + d_2 \quad (2.5.5.4.2)$$

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[ 6.37 \left( \frac{4}{3} \right) \left( h_t \left[ \text{m} \right] + h_r \left[ \text{m} \right] \right) + \left( \frac{d \left[ \text{km} \right]}{2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.5.5.4.3)$$

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[ 6.37 \left( \frac{4}{3} \right) (4 + 14) + \left( \frac{1}{2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$p = 25.6352$$

$$\phi = \text{Cos}^{-1} \left[ \frac{12.74K \left( \frac{4}{3} \right) \left( h_t \left[ \text{m} \right] + h_r \left[ \text{m} \right] \right) d \left[ \text{km} \right]}{p^3} \right] \quad (2.5.5.4.4)$$

$$\phi = \text{Cos}^{-1} \left[ \frac{12.74 \left( \frac{4}{3} \right) (4 + 14) \times 1}{25.6352^3} \right]$$

$$\phi = 1.5405 \text{ [rad]}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + p \times \text{Cos} \left( \frac{\pi \times \phi}{3} \right) \quad (2.5.5.4.5)$$

$$d_1 = \frac{1}{2} + 25.6352 \times \text{Cos} \left( \frac{\pi \times 1.5405}{3} \right)$$

$$d_1 = 0.75852 \text{ [km]}$$

$$d_2 = d - d_1$$

$$d_2 = 1 - 0.75852$$

$$d_2 = 0.2415 \text{ [km]}$$

$$h_t' = h_t - \frac{d_1^2}{2KR_0} \quad (2.5.5.4.6)$$

$$h_t' = 0.044 - \frac{0.75852^2}{2\left(\frac{4}{3}\right) \times 6370}$$

$$h_t' = 43.9662 \text{ [m]}$$

$$h_r' = h_r - \frac{d_2^2}{2KR_0} \quad (2.5.5.4.7)$$

$$h_r' = 0.014 - \frac{0.2415^2}{2\left(\frac{4}{3}\right) \times 6370}$$

$$h_r' = 13.9978 \text{ [m]}$$

*Cálculo del ángulo de incidencia:*

$$\varphi = \frac{h_t' \text{ [m]} + h_r' \text{ [m]}}{d \text{ [km]}} \quad (2.5.5.4.8)$$

$$\varphi = \frac{43.9662 + 13.9978}{1}$$

$$\varphi = 57.9639 \text{ [rad]}$$

$$\varphi_{\text{lim}} = \left( \frac{5400}{f \text{ [MHz]}} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (2.5.5.4.9)$$

$$\varphi_{\text{lim}} = \left( \frac{5400}{2600} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$\varphi_{\text{lim}} = 1.2759 \text{ [rad]}$$



*Cálculo de diferencia de trayectos:*

$$\Delta l = \frac{2 \times h_r' [h] \times h_r' [h]}{d [Km]} \cdot 10^{-3} \quad (2.5.5.4.10)$$

$$\Delta l = \frac{2 \times 43.9662 \times 13.9978}{1} \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta l = 1.2309 [h]$$

$$\Delta = \frac{\pi \times f [MHz] \times \Delta l [h]}{150} \quad (2.5.5.4.11)$$

$$\Delta = \frac{\pi \times 2600 \times 1.2309}{1}$$

$$\Delta = 67.0254 [ad]$$

*Cálculo del factor de divergencia:*

$$D = \left[ 1 + \left( \frac{5}{16K} \right) \frac{d_1 [Km]^2 \times d_2 [Km]}{d [Km] \times h_r' [h]} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.5.5.4.12)$$

$$D = \left[ 1 + \left( \frac{5}{16 \cdot 3} \right) \frac{0.75852^2 \times 0.2415}{1 \times 43.9662} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$D = 0.9996$$

*Permitividad y conductividad del suelo:*

$$\varepsilon_r = 15$$

$$\sigma = 0.59 [S/m]$$

$$\lambda = \frac{c \left[ \frac{m}{s} \right]}{f \left[ \frac{1}{s} \right]} \quad (2.5.5.4. B)$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{2600 \times 10^6}$$

$$\lambda = 0.11538 \left[ m \right]$$

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_r - j60 \times \sigma \times \lambda \quad (2.5.5.4. H)$$

$$\varepsilon_0 = 15 - j60 \times 0.59 \times 0.11538$$

$$\varepsilon_0 = 15 - j4.0846$$

Calculando para polarización vertical:

$$R_V = \frac{\varepsilon_0 \text{Sen} \phi - \sqrt{\varepsilon_0 - \text{Cos}^2 \phi}}{\varepsilon_0 \text{Sen} \phi + \sqrt{\varepsilon_0 - \text{Cos}^2 \phi}} \quad (2.5.5.4. B)$$

$$R_V = \frac{(15 - j4.0846) \text{Sen}(7.9639 \times 10^{-3}) - \sqrt{(15 - j4.0846) \text{Cos}^2(7.9639 \times 10^{-3})}}{(15 - j4.0846) \text{Sen}(7.9639 \times 10^{-3}) + \sqrt{(15 - j4.0846) \text{Cos}^2(7.9639 \times 10^{-3})}}$$

$$R_V = -0.6198 - j0.0383$$

$$R_V = 0.6210 e^{-j3.0799}$$

$$|R_V| = 0.6210$$

$$\beta = 3.0799$$

*Cálculo del campo eléctrico en recepción:*

$$e = e_0 \left[ 1 + \left( \frac{D}{R} \right)^2 + 2D \left( \frac{D}{R} \right) \cos(\alpha + \beta) \right] \quad (2.5.5.4.16)$$

$$e = e_0 \left[ 1 + 0.9996 \times 0.6210 + 2 \times 0.9996 \times 0.6210 \cos(7.0254 + 3.0799) \right]$$

$$e = 1.4275e_0$$

*Pérdidas por reflexión:*

$$L_{ref} = 20 \times \log \left( \frac{e_0}{e} \right) \quad (2.5.5.4.17)$$

$$L_{ref} = 20 \times \log \left( \frac{1}{1.4275} \right)$$

$$L_{ref} = -3.1520 \text{ [dB]}$$

*Pérdidas en el espacio libre:*

$$L_{bf} = 34.45 + 20 \times \log(f \text{ [MHz]}) + 20 \times \log(R \text{ [km]}) \quad (2.5.5.4.18)$$

$$L_{bf} = 34.45 + 20 \times \log(600) + 20 \times \log(1)$$

$$L_{bf} = 100.9475 \text{ [dB]}$$

*Pérdidas Totales:*

$L_{Ed} \rightarrow$  Pérdidas por edificios

$$L_T = L_{bf} [dB] + L_{ref} [dB] + L_{Ed} [dB] \quad (2.5.5.4.9)$$

$$L_T = 100.9475 - 3.1520 + 20$$

$$L_T = 117.5975 [dB]$$

Potencia en el Receptor:

$$P_R = PIRE [dB] + G_r [dB] + L_T [dB] + G_{rd} [dB] - \left( \frac{4\pi R^2}{\lambda^2} \right) \alpha_r [dB/m] \quad (2.5.5.4.10)$$

$$P_R = 10.8 [dB] + 17 [dB] + 117.5975 [dB] + 32 - \left( \frac{4\pi \times 0.17^2}{\lambda^2} \right) [dB]$$

$$P_R = -61.1975 [dB]$$

Campo eléctrico en el Receptor

$$E_R [Bu] = P_R [dB] + 20 \log f [MHz] + 107.2 \quad (2.5.5.4.11)$$

$$E_R [Bu] = -61.1975 + 20 \log 600 + 107.2$$

$$E_R = 114.302 [Bu]$$

De acuerdo a la topografía del terreno de la Ciudad de Machala, la misma que es totalmente plana; nos da perfiles idénticos, lo cual permite que se dé un solo cálculo para cada kilómetro, esto para cada perfil.

A continuación se muestra una tabla con los valores obtenidos para cada kilómetro:

**Tabla 2.5.5.4.2 Valores Enlace Downstream**

**Valores Calculados para el enlace Cabecera = Abonado**

<b>Km</b>	<b>PIRE (dBW)</b>	<b>L<sub>ref</sub>(dB)</b>	<b>L<sub>bf</sub>(dB)</b>	<b>L<sub>t</sub>(dB)</b>	<b>P<sub>R</sub> (dBW)</b>	<b>E<sub>R</sub> (dBuV/m)</b>
1	10,8	-3,152	100,7495	117,5975	-61,1975	114,302
2	10,8	-3,493	106,7701	123,2770	-66,8770	108,6224
3	10,8	-5,332	110,2919	124,9599	-68,5599	106,9396
4	10,8	0	112,7907	132,7907	-76,3907	99,1088
5	10,8	6,2474	114,7289	140,9762	-84,5762	90,9232

Fuente: LOS AUTORES, "Valores Downstream para enlace de la red MMDS", Julio 2010.  
 Los valores indicados en la tabla anterior son útiles para todos los perfiles.

El campo eléctrico en el borde del área de cobertura es:

$$P_{5Km} = PIRE [dB] - L_T [dB]$$

$$P_{5Km} = 10.8 [dB] - 140.9762 [dB]$$

$$P_{5Km} = -130.1762 [dB]$$

$$E_{5Km} [dBuV/m] = P_{5Km} [dB] + 20 \log f [MHz] + 107.2$$

$$E_{5Km} [dBuV/m] = -130.1762 + 20 \log 600 + 107.2$$

$$E_{5Km} = 45.3233 [dBuV/m]$$

Como se puede observar, el valor de campo eléctrico en borde del área de cobertura (5 Km) cumple con lo establecido en la norma.

### Calculo Abonado – Cabecera (Upstream)

El cálculo para el enlace de Abonado - Cabecera se realiza tomando las mismas consideraciones del cálculo Cabecera – Abonado, pero en el sentido opuesto.

Por lo tanto el perfil es el mismo que el indicado en la *Figura 2.5.5.4*.

El PIRE tiene un valor máximo debido a las características del Upconverter del equipo de abonado:

$$PIRE = 43 \text{ dBm}$$

$$PIRE = 13 \text{ dB}$$

Analizamos todas las pérdidas que puedan existir

➤ *Pérdidas por Difracción*

En este caso no existen pérdidas por difracción debido a que no existen obstáculos y la topografía de la Ciudad de Machala es plana.

➤ *Cálculo de pérdidas por reflexión:*

Calculamos el punto de reflexión:

Utilizando ecuación (2.5.5.4.3)

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[ 6.37 \left( \frac{4}{3} \right) \left( 4 + 44 \right) + \left( \frac{1}{2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$p = 25.6352$$

$h_t < h_r \therefore$

De acuerdo a la consideración anterior y tomando ecuación (2.5.5.4.4)

$$\phi = \cos^{-1} \left[ \frac{12.74 \left( \frac{4}{3} \right) \left( 4 - 14 \right) \times 1}{5.6352} \right]$$

$$\phi = 1.5405 \text{ [rad]}$$

Utilizando Ecuación(2.5.5.4.5)

$$d_2 = \frac{1}{2} + 25.6352 \times \cos\left(\frac{\pi \times 1.5405}{3}\right)$$

$$d_2 = 0.75852 \text{ Km}$$

$$d_1 = d - d_2$$

$$d_1 = 1 - 0.75852$$

$$d_1 = 0.2415 \text{ Km}$$

Utilizando Ecuación(2.5.5.4.6)

$$h_r' = 0.044 - \frac{0.2415^2}{2\left(\frac{4}{3}\right) \times 6370}$$

$$h_r' = 13.9966 \text{ n}$$

Utilizando Ecuación(2.5.5.4.7)

$$h_r' = 0.014 - \frac{0.75852^2}{2\left(\frac{4}{3}\right) \times 6370}$$

$$h_r' = 43.9674 \text{ n}$$

*Cálculo del ángulo de incidencia:*

Utilizando Ecuación (2.5.5.4.8 )

$$\varphi = \frac{13.9966 + 43.9674}{1}$$

$$\varphi = 57.9639 \text{ rad}$$

Utilizando Ecuación (2.5.5.4.9)

$$\varphi_{\text{lim}} = \left( \frac{5400}{2527} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$\varphi_{\text{lim}} = 1.2880 \text{ [rad]}$$

*Cálculo de diferencia de trayectos:*

Utilizando Ecuación (2.5.5.4.1 0)

$$\Delta l = \frac{2 \times 13.9978 \times 43.9662}{1} \times 10^{-3}$$

$$\Delta l = 1.2308 \text{ [m]}$$

Utilizando Ecuación (2.5.5.4.1 1)

$$\Delta = \frac{\pi \times 2527 \times 1.2308}{1}$$

$$\Delta = 65.1397 \text{ [rad]}$$

*Cálculo del factor de divergencia:*

Utilizando Ecuación (2.5.5.4.1 2)

$$D = \left[ 1 + \left( \frac{5}{16} \right) \frac{0.2415 \times 0.7585}{1 \times 13.9966} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$D = 0.9996$$

*Permitividad y conductividad del suelo:*

$$\varepsilon_r = 15$$

$$\sigma = 0.59 \text{ [S/m]}$$



Utilizando Ecuación(2.5.5.4. B)

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{2527 \times 10^6}$$

$$\lambda = 0.1187 \text{ [m]}$$

Utilizando Ecuación(2.5.5.4. H)

$$\epsilon_0 = 15 - j60 \times 0.59 \times 0.1187$$

$$\epsilon_0 = 15.0000 - j4.2026$$

Calculando para polarización vertical:

Utilizando Ecuación(2.5.5.4. B)

$$R_V = \frac{(5 - j4.2026) \sin(7.9639 \times 10^{-3}) - \sqrt{(5 - j4.2026) \cos^2(7.9639 \times 10^{-3})}}{(5 - j4.2026) \sin(7.9639 \times 10^{-3}) + \sqrt{(5 - j4.2026) \cos^2(7.9639 \times 10^{-3})}}$$

$$R_V = -0.6197 - j0.0394$$

$$R_V = 0.6209 e^{-j3.0782}$$

$$|R_V| = 0.6209 \quad \beta = 3.0782$$

Cálculo del campo eléctrico en recepción:

Utilizando Ecuación(2.5.5.4. B)

$$e = e_0 \left[ 0.9996 \times 0.6209 + 2 \times 0.9996 \times 0.6209 \cos(5.1397 + 3.0782) \right]$$

$$e = 1.4695 e_0$$

*Pérdidas por reflexión:*

Utilizando Ecuación (2.5.5.4. 7)

$$L_{ref} = 20 \times \log\left(\frac{1}{1.4375}\right)$$
$$L_{ref} = -3.3437 \text{ [dB]}$$

*Perdidas en el espacio libre:*

Utilizando Ecuación (2.5.5.4. 8)

$$L_{bf} = 34.45 + 20 \times \log(527) + 20 \times \log(1)$$
$$L_{bf} = 100.5021 \text{ [dB]}$$

*Pérdidas Totales:*

$L_{Ed} \rightarrow$  *Pérdidas por edificios*

Utilizando Ecuación (2.5.5.4. 9)

$$L_T = 100.5021 - 3.3437 + 20$$
$$L_T = 117.1584 \text{ [dB]}$$

*Potencia en el Receptor:*

Utilizando Ecuación (2.5.5.4. 10)

$$P_R = 13 \text{ [dB]} + 50 \text{ [dB]} + 117.1584 \text{ [dB]} - 60 \times 0.144 \text{ [dB]}$$
$$P_R = -61.3584 \text{ [dB]}$$

*Campo eléctrico en el Receptor*

Utilizando Ecuación(2.5.5.4.2)

$$E_R \text{ [dBu]} = -61.3584 + 20 \log(527) + 107.2$$

$$E_R = 113.8937 \text{ [dBu]}$$

Los cálculos totales se resumen en la siguiente tabla:

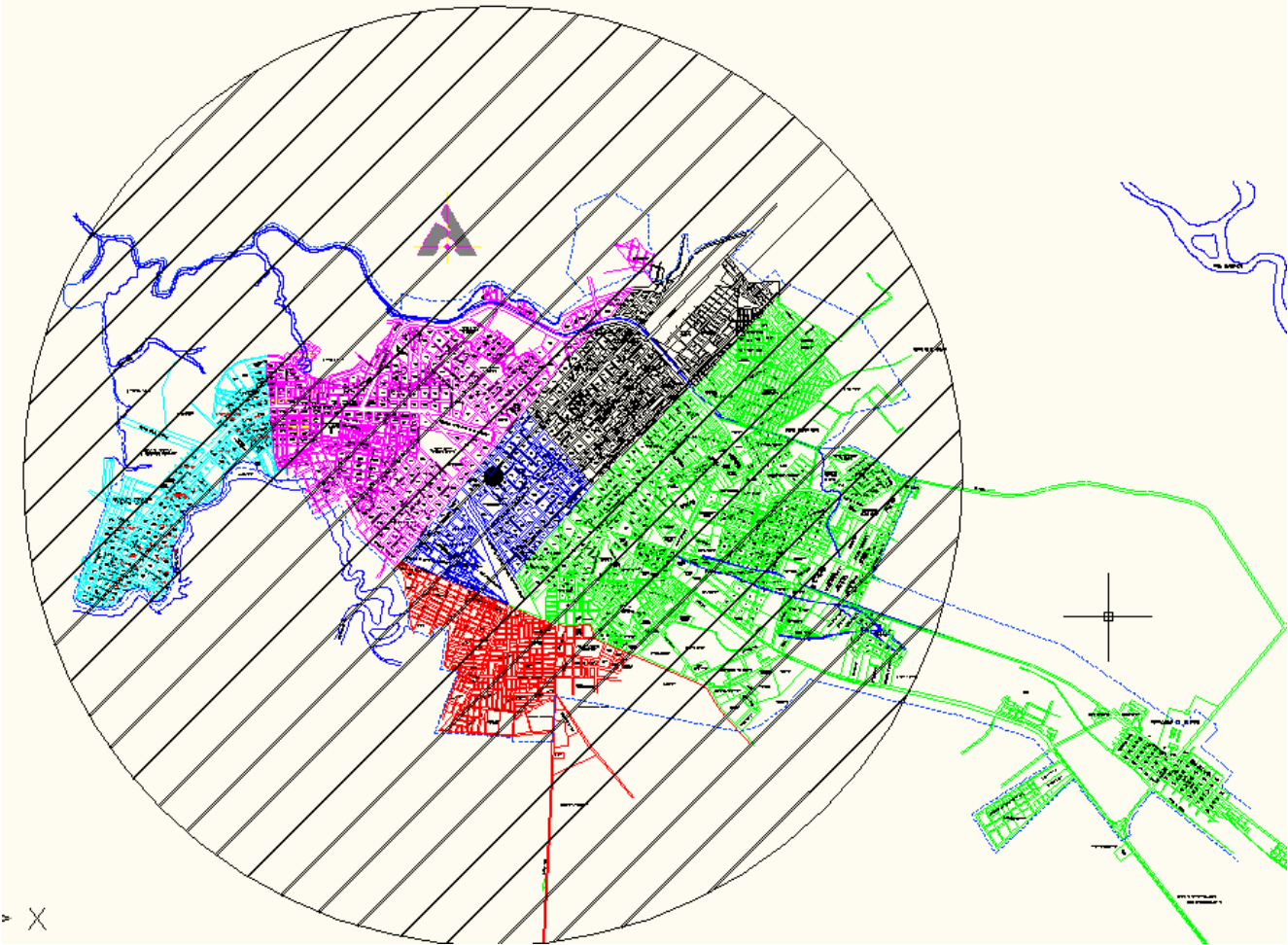
**Tabla 2.5.5.4.3 Valores Enlace Upstream**

Valores Calculados para el enlace Abonado - Cabecera						
Km	PIRE (dBW)	$L_{ref}$ (dB)	$L_{bf}$ (dB)	$L_f$ (dB)	$P_R$ (dBW)	$E_R$ (dBuV/m)
1	-34,9506	-3,3437	100,5021	117,1584	-109,3091	65,9430
2	-34,9506	0,9460	106,5227	127,4687	-119,6193	55,6328
3	-34,9506	-5,1139	110,0445	124,9307	-117,0813	58,1708
4	-34,9506	-5,3974	112,5433	127,1459	-119,2965	55,9556
5	-34,9506	15,8610	114,4815	150,3425	-142,4931	32,7590

Fuente: LOS AUTORES, "Valores Downstream para enlace de la red MMDS", Julio 2010.

2.5.5.5 Área de cobertura del Sistema MMDS

Figura 2.5.5.5 Área de cobertura del Sistema MMDS



Fuente: LOS AUTORES, "Área de Cobertura del Enlace para la ciudad de Machala", Julio 2010.

### 2.5.5.6 Escalabilidad del Sistema MMDS.

De acuerdo a los equipos utilizados, se tiene la característica de cambiar la modulación de 64 QAM a 128/256 QAM para los contenidos de televisión e internet, lo cual nos permitirá incrementar el número de contenidos de televisión ofrecidos a los abonados.

Tomando en cuenta que con una modulación 256 QAM se pueden tener hasta 9 contenidos de televisión por canal de 6 MHz, se tendría:

contenidos de tv = *contenidos* por canal \* *canales* MMDS

contenidos de tv = 9 \* 9

contenidos de tv = 81 contenidos de tv

Para internet, dada la canalización tomada para el proyecto y expresada en la **tabla 2.5.5.3**; se tendrían dos canales de 6 MHz adicionales, de los cuales uno sería para Downstream de internet y el otro para Upstream.

Por tanto de acuerdo a las proyecciones de ancho de Banda Downstream de la **tabla 2.5.5.1.2**, se tendría un incremento de 1212 usuarios a los que se les podría brindar servicio de internet.

Finalmente, comparando con el número de usuarios proyectados, se podrían incrementar el número de abonados a los que les podría brindar el servicio en:

$$\%incremento = \frac{1212}{1603} * 100$$
$$\%incremento = 75.6\%$$

Lo mismo que daría un número total de usuarios de 2815 aproximadamente, a los cuales se les daría el servicio de 89 canales de televisión e internet.

De esta forma se comprueba que el sistema planteado es escalable y abierto al crecimiento de abonados.

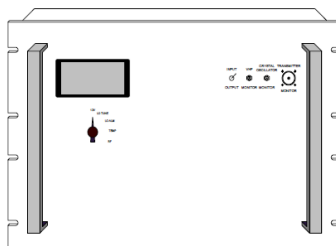
## **2.6 Equipos de Transmisión.**

### **2.6.1 Transceptor de Estación Base.**

Tomando en cuenta las necesidades del sistema, especialmente la condición de canal de retorno dentro de la banda MMDS, el equipo que se debe utilizar debe ser un transceptor, debido a que se necesita un enlace bidireccional entre la cabecera y el abonado.

El equipo a utilizarse es el TRX02-250C TRANSCEIVER de Cable AML, cuyas características indicamos a continuación, las mismas que han sido modificadas en Upstream para trabajar en la banda MMDS, las mismas que son garantizadas por la empresa.

**Figura 2.6.1 Transceptor de Cabecera.**



Fuente: CABLE AML Inc., Mayo 2010, TRX02-250C, www.cableaml.com

**Tabla 2.6.1 Características Transceptor de Cabecera.**

<b>Características Generales</b>	
<b>Sección de Transmisión</b>	
Frecuencia de Entrada	222 a 408 MHz
Nivel de Entrada	+20dBmV (-29dBm) por canal
Frecuencia de Salida	2.5 a 2686 GHz
Estabilidad de Frecuencia	±10KHz (+10°C a +50°C)
Conector de Entrada	F (Hembra)
<b>Sección de Recepción</b>	
Frecuencia de Entrada	2524 a 2536 MHz
Frecuencia de Salida	14.375 a 26.375 MHz
Ganancia	42 dB ±1dB
Estabilidad de Frecuencia	±10KHz (+10°C a +50°C)
Conector de Entrada	F (Hembra)
<b>Características Mecánicas</b>	
Rango de Temperatura de Operación	16°C a +38°C
Humedad	95% máx.
Fuente de Energía	120/240 VAC, 50/50Hz
Peso	58lb (26.3kg)
Dimensiones	(48.3cm W x 31.8cm H x 61cm D)

Fuente: CABLE AML Inc., Mayo 2010, TRX02-250C, www.cableaml.com

## 2.6.2 Antena Transmisora.

La antena que se debe utilizar es aquella que garantice el área de cobertura deseada y cuyas características eléctricas estén acorde a los requerimientos del sistema. La antena a utilizarse es la Omnidireccional Antenna 261360 de Stella Doradus Ireland Ltd., cuyas características indicamos a continuación:

**Figura 2.6.2 Antena Omnidireccional MMDS**



Fuente: DORADUS, Ltd., Julio 2010

**Tabla 2.6.2 Características Antena Omnidireccional MMDS**

<b>Características Generales</b>	
<b>Especificaciones Eléctricas</b>	
Ganancia	8 dBi
Ancho de Banda	2.5 a 2.7 GHz
Polarización	Vertical
Potencia	50 W
Impedancia	50 $\Omega$
<b>Especificaciones Mecánicas</b>	
Longitud	66 cm
Diámetro	4.2 cm
Peso	0.5 Kg
Resistencia al viento (216Km/h)	8.5 Kg

Fuente: DORADUS, Ltd., Julio 2010



## 2.7 Equipos de Abonado

Los equipos de abonado son conocidos también como los CPE (Customer Premise Equipment), y son los equipos necesarios para que el abonado tenga acceso a los contenidos de televisión e internet enviados desde la cabecera.

### 2.7.1 Transceptor MMDS de Usuario y Antena.

Este equipo cumple la función de recibir y enviar datos desde/hacia la cabecera. El equipo que se ha tomado en cuenta es el *MMDS planar Transceiver* de California Amplifier, el cual presenta la ventaja de tener incluido en el transceptor, antena y down/up converter.

Las características del equipo antes mencionado se muestran a continuación:

**Figura 2.7.1 Transceptor MMDS de Usuario.**



Fuente: CALIFORNIA AMPLIFIER., Mayo 2010, MMDS planar transceiver, [www.calamp.com](http://www.calamp.com)

**Tabla 2.7.1 Características Transceptor MMDS de Usuario.**

<b>Características Downconverter</b>	
<i>Frecuencia de Ingreso</i>	2584 MHz-2686 MHz
<i>Frecuencia de Salida</i>	306 MHz-408 MHz
<i>Ganancia</i>	32 dB±5
<b>Características Upconverter</b>	
<i>Frecuencia de Ingreso</i>	23 MHz-65 MHz
<i>Frecuencia de Salida</i>	2500MHz-2542 MHz
<i>Ganancia</i>	26 dB±2
<b>Características Antena</b>	
<i>Ganancia</i>	17 dBi±1
<i>Ancho de Haz a 3 dB</i>	18,5°±1,5
<i>Primer lóbulo lateral</i>	17 dB máx.
<b>Características Generales</b>	
<i>Potencia</i>	16 a 24 VDC
<i>Dimensiones</i>	13.5x13.5x3.5 in
<i>Peso</i>	7 lbs. con montaje

Fuente: CALIFORNIA AMPLIFIER., Mayo 2010, MMDS planar transceiver, www.calamp.com

### 2.7.2 Modem para acceso a internet.

El modem es el que se encarga de modular y demodular los datos para que el usuario pueda acceder a internet. Para el diseño se ha seleccionado un modem compatible con DOCSIS 2.0, debido a que internet vía MMDS trabaja con este protocolo. El equipo a utilizar es el D-Link DCM-202, el cual se indica con sus características.

**Figura 2.7.2 Modem de Usuario para acceso a internet.**



Fuente: D-LINK., Mayo 2010, Broadband Cable Modem

**Tabla 2.7.2 Características Modem de Usuario.**

<b>Características Downstream</b>	
<i>Demodulación</i>	64/256 QAM
<i>Velocidad Máxima</i>	38 Mbps-64 QAM 43 Mbps-256 QAM
<i>Frecuencia de Ingreso</i>	91 MHz-857 MHz
<i>Ancho de Banda</i>	6 MHz
<i>Nivel Ingreso</i>	-15 dBmV~15dBmV
<i>Impedancia</i>	75 Ω
<b>Características Upstream</b>	
<i>Modulación</i>	64/256 QAM
<i>Multiplexación TDMA</i>	QPSK-8-16-32 64 QAM
<i>Multiplexación CDMA</i>	QPSK-8-16-32 64-128 QAM
<i>Velocidad Máxima</i>	5,12 Mbps-QPSK 10,24 Mbps-16 QAM
<i>Rango de Salida</i>	5 MHz - 42 MHz
<i>Nivel Salida</i>	8dBmV ~ 53dBmV
<b>Características Generales</b>	
<i>Estándar</i>	Certificado para DOCSIS 2.0
<i>Compatible</i>	DOCSIS 1.0-1.1
<i>Dimensiones</i>	1.2x4.7x5.6 in
<i>Peso</i>	0.4 lbs.

Fuente: D-LINK., Mayo 2010, Broadband Cable Modem

La sensibilidad del modem se obtiene a partir del nivel de ingreso [dbmV] y la Impedancia de Ingreso [Ω], por lo tanto:

$$V \text{ [BmV]} = 20 \log(V \text{ [nV]}) \quad (2.7.2.1)$$

Despejando V [nV] se tiene

$$V \text{ [nV]} = 10^{\frac{V \text{ [BmV]}}{20}} \quad (2.7.2.1.1)$$

$$P \text{ [V]} = \frac{V \text{ [V]}}{Z \text{ [Ω]}} \quad (2.7.2.2)$$

Reemplazando (2.7.2.1.) en (2.7.2.2)

$$P [V] = \frac{\left( \frac{10^{\frac{v [BmV]}{20}}}{1000} \right)^2}{Z [\Omega]} \quad (2.7.2.3)$$

Conociendo

$$P [BW] = 10 \log(P [V]) \quad (2.7.2.4)$$

Reemplazando (2.7.2.3) en (2.7.2.4) se tiene

$$P [BW] = 10 \log \left( \frac{\left( \frac{10^{\frac{v [BmV]}{20}}}{1000} \right)^2}{Z [\Omega]} \right) \quad (2.7.2.5)$$

Utilizando la Ecuación (2.7.2.5)

$$P [BW] = 10 \log \left( \frac{\left( \frac{10^{\frac{-15}{20}}}{1000} \right)^2}{75} \right)$$

$$P = -93,7506 [BW]$$

$$P_{[BW]} = 10 \log \left( \frac{\left( \frac{15}{10^{20}} \right)^2}{75} \right)$$

$$P = -63,7506 \text{ [BW]}$$

Lo cual nos indica que el rango de sensibilidad del modem es:

$$-93,7506 < P_{[BW]} \leq -63,7506 \text{ dBW}$$

Comparando con los datos obtenidos en la **tabla 2.5.5.4.2** se tiene que existe enlace hasta los 5 Km para Downstream de internet.

### 2.7.2 Set-Top-Box.

Es el encargado de decodificar los contenidos de televisión para que el usuario tenga acceso a la programación enviada desde la cabecera. El equipo seleccionado es el CNA-TC-8420 TL de Cable Network, el cual se indica a continuación con sus características.

**Figura 2.7.2 Set-Top-Box CNA-TC-8420 TL**



Fuente: CABLE NETWORK, Junio 2010, CNA-TC-8420 TL., <http://www.cablenetwork.net/Digital.htm>

**Tabla 2.7.2 Características Set-Top-Box CNA-TC-8420 TL**

Características Técnicas	
<i>Frecuencia de Ingreso</i>	50 MHz-860 MHz
<i>Nivel Ingreso</i>	-10 dBmV~20dBmV
<i>Impedancia de Ingreso</i>	75Ω
<i>Demodulación</i>	16/32/64/128/256 QAM
<i>Tasa de Símbolo</i>	3 ~7 MS/s
<i>Rango de Salida</i>	5 MHz-42 MHz
<i>Estándar</i>	MPEG-2

Fuente: CABLE NETWORK, Junio 2010, CNA-TC-8420 TL., <http://www.cablenetwork.net/Digital.htm>

Basándonos en la **Ecuación (2.7.2.5)** se tiene que:

$$P_{[BW]} = 10 \log \left( \frac{\left( \frac{10^{\frac{-10}{20}}}{1000} \right)^2}{75} \right)$$

$$P_{[BW]} = -88,7506$$

$$P_{[dBW]} = 10 \log \left( \frac{\left( \frac{10^{\frac{20}{20}}}{1000} \right)^2}{75} \right)$$

$$P = -58,7506 \text{ [dBW]}$$

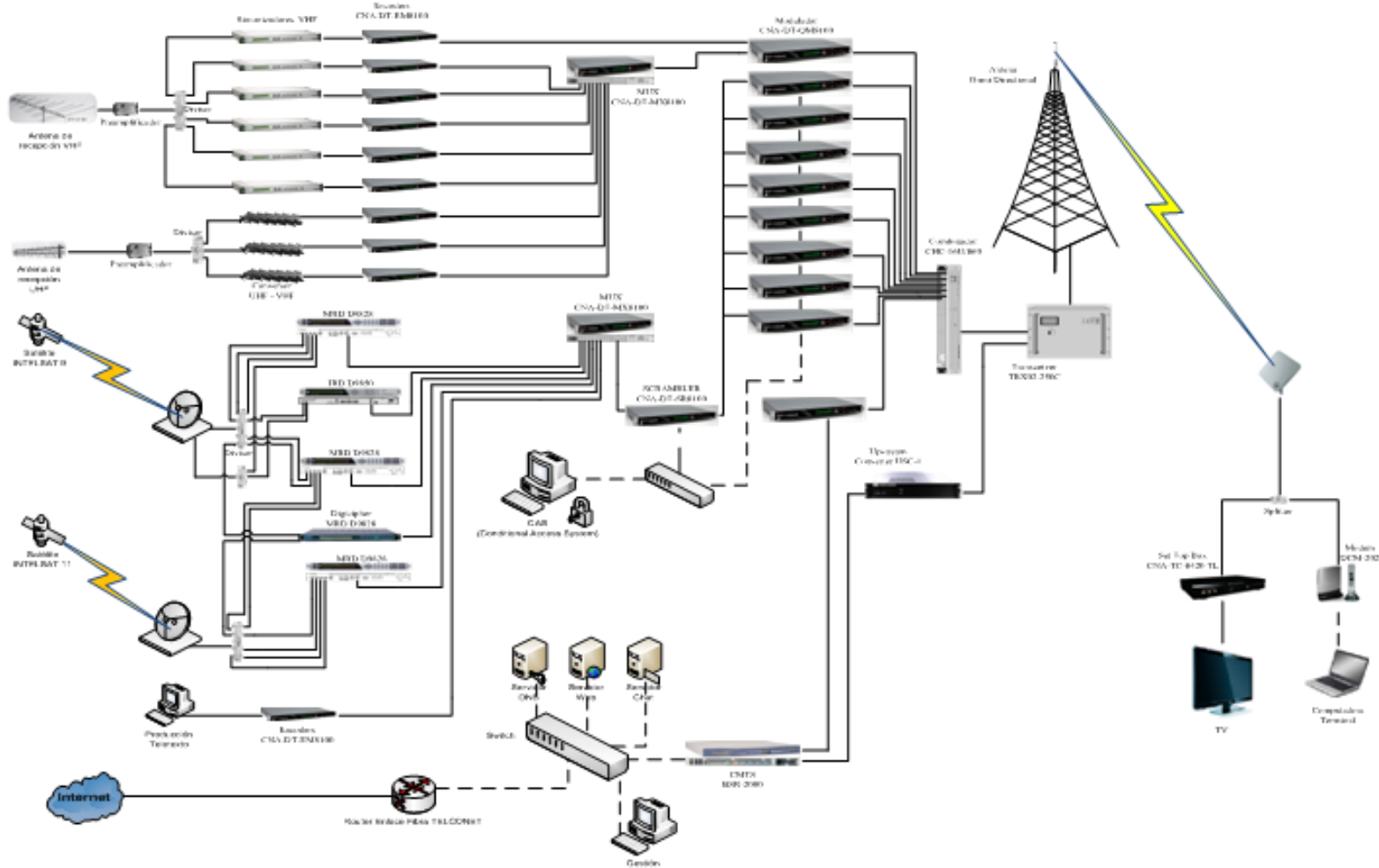
Lo cual nos indica que el rango de sensibilidad del set top box es:

$$-88,7506 < P_{[dBW]} \leq -58,7506 \text{ dBW}$$

Igualmente comparando con los datos obtenidos en la **tabla 2.5.5.4.3** se tiene que existe enlace hasta los 5 kilómetros para recepción de Upstream de Internet.

## 2.8 Esquema Final del Sistema MMDS.

Figura 2.8 Esquema Final del Sistema MMDS para CNEL El Oro.



Fuente: LOS AUTORES,” Diseño total MMDS CNEL El Oro”, Agosto 2010.



## **2.9 Títulos Habilitantes.**

### **2.9.1 Requisitos para obtener la autorización y concesión de la banda de 2500 a 2686MHz en el Ecuador.**

Para obtener la autorización y concesión de la banda 2500 a 2686 se debe realizar una solicitud dirigida a la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), en la cual se deben constar la banda de frecuencia a utilizar, siempre y cuando este asignada de conformidad con el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de frecuencias.

Además de justificar para que se necesite utilizar la banda de frecuencia solicitada, con lo que se deberían adjuntar más títulos habilitantes que para este caso serian los que se detallan a continuación.

### **2.9.2 Requisitos para la utilización de sistemas de audio y video por suscripción.**

Los requisitos para obtener un permiso de funcionamiento de audio y video por suscripción está estipulado en el Art. 16 del Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión, el mismo que establece el formato de requisitos que deben presentar los peticionarios, con el objeto de obtener la concesión y autorización para instalar, operar y explotar un sistema de Audio y Video por Suscripción.

Los requisitos que se deben cumplir son los siguientes:

Solicitud escrita dirigida al señor Presidente del CONARTEL.

Nombre propuesto para la estación o sistema a instalarse.

Clase de sistema.

Banda de frecuencia.

Estudio de Ingeniería suscrito por un ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.

Ubicación y potencia de la estación o estaciones.

Horario de trabajo.

Dos certificados bancarios que acrediten la solvencia económica del solicitante.

Currículum Vitae para caso de persona natural.

Cumplir con el artículo 10 de la Ley de Radiodifusión y Televisión.

Entre otros, además de que se debe adjuntar los formatos de:

Formato 1: CLASE DE ESTACIÓN O SISTEMA.

Formato 2: BANDA DE FRECUENCIA.

Formato 3: ESTUDIO DE INGENIERÍA.

### **2.9.3 Requisitos para obtener el permiso para la explotación de servicios de valor agregado.**

Los requisitos están establecidos en la resolución 071-03-2002 del CONATEL, en donde se establecen los requisitos y formatos a seguir para obtener un permiso para explotación de servicios de valor agregado (SVA).

Existen requisitos para personas naturales y jurídicas, entre los que sobresalen los siguientes:

Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones.

Copia del RUC.

Copia de la cédula de identidad del solicitante.

Copia del último certificado de votación, del solicitante.

Certificado de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en el caso de haberlas.

Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones.

El Anteproyecto Técnico debe contener lo siguiente:

Diagrama técnico detallado del sistema.

Descripción y alcance detallado de cada servicio que desea ofrecer.

Conexión Internacional: si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de Concesión de Uso de Frecuencias, con todos los requisitos que se establecen para el efecto, y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.

Conexión entre Nodos: si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de permiso de Concesión de uso de frecuencias, con todos los requisitos que se establecen para el efecto, y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.

Modalidades de acceso: descripción detallada de las mismas.

Ubicación geográfica inicial del sistema, especificando la dirección de cada Nodo y su descripción técnica.

Diagrama técnico detallado de cada Nodo, y especificaciones técnicas de los equipos.

Estudio y proyecto de factibilidad económica, mismo que debe incluir: inversión inicial de los 5 primeros años, recuperación y plan comercial.

Requerimientos de conexión con alguna red pública de Telecomunicaciones.

Los formularios sugeridos para obtener permiso para explotar servicios de valor agregado son los siguientes:

FORMULARIO SP-001-SOLICITUD DE PERMISO-v1

FORMULARIO IL-001- DETALLE DE INFORMACION LEGAL  
SOLICITADA-v1

FORMULARIO DS\_SVA-DESCRIPCION SERVICIO  
FORMULARIO EM-ESTUDIO MERCADO  
FORMULARIOS\_SVA\_TECNICO-v1  
FORMULARIOS-DR-SVA-ORGANIZACIÓN  
FORMULARIOS\_SVA-AF-FINANCIERO-v4

La duración del título habilitante para la prestación de Servicio de Valor Agregado es de diez años prorrogables por igual periodo de tiempo, siempre y cuando el prestador haya cumplido con las condiciones y términos del título habilitante.

#### **2.9.4 Requisitos para obtener la concesión para servicios Portadores.**

Se necesita obtener una concesión para servicios portadores debido a que los servicios de valor agregado no se ofertan directamente al abonado.

Los requisitos para la concesión están establecidos en la Resolución 605-30-CONATEL-2006. La concesión comprende el derecho para la instalación, modificación, ampliación y operación de las redes alámbricas e inalámbricas necesarias para proveer tales servicios.

Las concesiones pueden ser Nacionales o Regionales y los precios están de acuerdo al artículo 2 de la resolución antes mencionada.

Los formularios sugeridos para obtener la concesión para servicios portadores son los siguientes:

Formulario PT-SP-001 (Formulario para Descripción Técnica Detallada de cada servicio propuesto y Cobertura).

Formulario PT-SP-002 (Formulario para Descripción de Nodos Principales y Secundarios Red de Transporte).

Formulario PT-SP-003 (Formulario para Descripción de Enlaces de Red de Transporte).

Formulario PT-SP-003-1 (Formulario para Descripción de Tipos de Medios de Transmisión de Enlaces Físicos de Red de Transporte).

Formulario PT-SP-004 (Formulario para Descripción de Conexión Internacional de Red de Transporte).

Formulario PT-SP-005 (Formulario para Descripción de Enlaces de Red de Acceso)

Formulario PT-SP-006 (Formulario para Descripción de Adjuntos).

Formulario PT-SP-007 (Formulario para Plan Tarifario Propuesto).

## CAPITULO III: ESTUDIO ECONÓMICO

### 3.1 Análisis de Costo de Capital y Operación.

#### 3.1.1 Costos de Equipos.

Para los costos de equipos debe de tomarse en cuenta que se deben cancelar impuestos por importación. La base imponible para el cálculo de los impuestos esta dado por la suma de los siguientes valores:

- Precio FOB (Valor Soportado en las facturas).
- Flete (Valor por Transporte Internacional).
- Seguro (Valor de la Prima).

La suma de los valores antes indicados me da el valor CIF (Costo, seguro y Flete). Una vez obtenido el valor CIF, los impuestos que se deben pagar son los siguientes:<sup>26</sup>

- AD-VALOREM (Arancel cobrado a las Mercancías).
- FODINFA (Fondo de Desarrollo para la Infancia).
- ICE (Impuesto a los consumos especiales).
- CORPEI (Corporación de Promoción de Exportación e Inversión.)
- IVA (Impuesto al Valor Agregado).

<sup>26</sup>Procedimientos para importar, Agosto 2010, <http://www.aduana.gov.ec/contenido/procImportar.html>

A continuación se muestra en la Tabla los precios de los equipos de cabecera y usuario que necesitan importarse, lo que sería nuestro valor FOB de los equipos.

**Tabla 3.1.1.1 Valor FOB de los Equipos que requieren Importación**

<b>Equipos cabecera</b>			
<i>Detalle</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Final</i>
Antena Parabólica C 3.5 m	2	1560	3120
Iluminador Pasi-20 C	1	180	180
Iluminador Pasi-50C	1	395	395
Conversor LNB	3	152	456
Divisor Señales de dos vías	2	42,4	84,8
Divisor Señales de ocho vías	3	94,25	282,75
Receptor Satelital D9828	3	2780	8340
Receptor Satelital D9850	1	1050	1050
Receptor Satelital Digicipher DSR-4402 X	1	2750	2750
Antena VHF BTY-LP-BB	1	788	788
Antena UHF BTY-UHF-BB	1	303	303
Preamplificador VHF CMA-BB	1	207	207
Preamplificador UHF CMA-Uc	1	193	193
conversor UHF-VHF Pico Macom UXV	3	250	750
Sintonizador VHF D6109	6	800	4800
Codificador MPEG-2 CNA-DT-EM8100	10	1455	14550
Multiplexor CNA-DT-MX8100	2	2739	5478
Scrambler CNA-DT-SR8100	1	2480	2480
Modulador QAM CNA-DT-QM8100	10	1574	15740
CMTS Motorola BSR-2000	1	41900	41900



Conversor Upstream USC-1	1	1000	1000
Combinador VHF SHC-16U/860	1	250	250
Transceptor Cabecera TRX02-250C	1	40000	40000
Antena Omnidireccional MMDS	1	169	169
<b>Equipos Abonado</b>			
Antena Transceptor Abonado	1603	45	72135
Set Top Box CNA-TC-8420 TL	1603	39	62517
Modem D-Link DCM-202	1603	56	89768
			<b>Total FOB (US\$)</b>
			369686,55

Fuente: LOS AUTORES," Valor FOB de los Equipos que requieren Importación"), Agosto 2010.

Tomando en cuenta que el valor del flete en un contenedor esta en 3000 dólares y que el valor del seguro es del 2% del total del FOB se tiene el valor CIF.

**Tabla 3.1.1.2 Valor CIF de los Equipos de Importación.**

<b>Calculo Valor CIF</b>	
FOB	369686,55
Flete	3000
Seguro(2% FOB)	7393,731
<b>CIF (US\$)</b>	<b>380080,281</b>

Fuente: LOS AUTORES," Valor CIF de los Equipos de Importación"), Agosto 2010.

Con el valor del CIF calculamos los impuestos que se debe pagar por importación en la aduana del Ecuador. Tomando en cuenta que la importación de equipos de Telecomunicaciones está libre de arancel en lo que respecta a los impuestos de AD-VALOREM e ICE, se tiene:

**Tabla 3.1.1.3 Calculo de Impuestos de Equipos de Importación.**

<b>Tipo de Impuesto</b>	<b>Valor</b>	<b>Final</b>
AD-VALOREM (1)	20% CIF (Libre )	0,00
FODINFA (2)	0,5 % CIF	1900,40
ICE (3)	15% CIF (libre)	0,00
CORPEI (4)	0,25% FOB	924,22
IVA (5)	12% (CIF+1+2+3+4)	45948,59
	<b>Total (US\$)</b>	48773,21

Fuente: LOS AUTORES, "Calculo de Impuestos de Equipos de Importación", Agosto 2010.

Finalmente el Precio de los equipos a importar incluido impuestos sería:

**Tabla 3.1.1.4 Precio Final Equipos de Importación.**

<b>Precio Final de Equipos Importación</b>	
CIF	380080,28
Impuestos	48773,21
<b>Final (US\$)</b>	428853,49

Fuente: LOS AUTORES, "Precio Final Equipos de Importación", Agosto 2010.

Ahora se obtiene los costos de equipos y materiales que no requieren importación:

**Tabla 3.1.1.5 Precio Equipos sin Importación.**

Detalle	Cantidad	Precio	Total
Computadores	9	700	6300
Servidores	4	1500	6000
Switch	2	1500	3000
cables conectores y guías de onda	1	8000	8000
Equipos de protección	1	5000	5000
Suministros de Oficina	1	3000	3000
Movilización	1	0	0
otros	1	2000	2000
		<b>Final (US\$)</b>	33300

Fuente: LOS AUTORES, "Precio Equipos sin Importación", Agosto 2010.

Finalmente el Costo Total por Equipos sería el siguiente:

**Tabla 3.1.1.6 Costo Final de Equipos.**

Costo Final de Equipos	
Equipos de Importación	428853,49
Equipos No Importación	33300,00
<b>Final (US\$)</b>	462153,49

Fuente: LOS AUTORES, "Costo Final de Equipos", Agosto 2010.

### 3.1.2 Costos de Licencias y Derechos de Autor.

El único valor a pagar por software sería el sistema CAS de la Cabecera, el mismo que tiene un precio de 5000 dólares para manejar un máximo de 5000 abonados.

En lo que respecta a sistemas operativos para instalación de servidores, se utilizara Linux, el cual además de ser un sistema Operativo libre, presenta muchas ventajas en seguridad, lo que lo hace más atractivo que Windows.

### 3.1.3 Costos de Infraestructura Física.

CNEL El Oro cuenta con la infraestructura Física Necesaria en lo que para montaje de equipo se refiere, como son:

- Espacio suficiente para montaje de equipos de Cabecera.
- Torre de para Montaje de Antena.

Sin embargo se tomará un valor de 10000 dólares, para hacer adecuaciones en el espacio físico a utilizar.

### 3.1.4 Costos por Pago a Proveedor de Acceso a Internet.

El proveedor de servicio de Internet es TELCONET, el mismo que tiene los siguientes precios los cuales ya incluyen el arrendamiento de la infraestructura de última milla.

**Tabla 3.1.4.1 Costos del Proveedor de Internet.**

Capacidad	Precio	+12% IVA	Promedio E1
5 E1	4000	4480	896
10 E1	6500	7280	728
15 E1	9625	10780	718

Fuente: LOS AUTORES,” Costos del Proveedor de Internet”), Agosto 2010.

Tomando en Cuenta las proyecciones para ancho de banda Downstream que constan en la *Tabla 2.5.5.1.2*, y los costos por proveedor de internet, procedemos a calcular los precios por ancho de banda para los diferentes años.

**Tabla 3.1.4.2 Costos anuales por Proveedor de Internet.**

<i>años</i>	<i>usuarios</i>	<i>BW(Mbps)</i>	<i>EI</i>	<i>Precio anual</i>
0	197	3,83125	2	16440
1	226	4,851	3	20160
2	260	5,44625	3	20160
3	299	6,06575	3	20160
4	344	7,38625	4	26880
5	396	8,244	5	33600
6	455	9,7895	5	33600
7	524	11,5045	6	40320
8	602	13,3445	7	47040
9	693	14,8725	8	53760
10	796	17,132	9	60480
11	916	20,223	10	67200
12	1053	23,09025	12	76608
13	1212	26,84525	14	89376
14	1393	30,4265	15	95760
15	1603	35,5645	18	114912

Fuente: LOS AUTORES, "Costos anuales por Proveedor de Internet", Agosto 2010.

### **3.1.5 Costos por Pago a Proveedores de Contenidos de Televisión.**

Los proveedores venden sus paquetes de televisión en función del número de abonado que se tenga, de acuerdo a esto los precios por paquetes que se tiene son los siguientes:

**Tabla 3.1.5.1 Costos del Proveedor de Paquetes de Televisión.**

<b>Paquete</b>	<b>Costo por Suscriptor</b>
FOX	2,17
HBO	10,00
Discovery	1,20
LAPTV	4,50
Televisa	1,20
Turner	1,00
<b>Otros Contenidos</b>	
MTV Nickelodeon	0,8
ESPN ESPN 2	1,8
FX Latin SciFi Channel Latin	0,8
CNN en español	0,5

Fuente: LOS AUTORES, "Costos del Proveedor de Paquetes de Televisión", Agosto 2010.

**Tabla 3.1.5.2 Costos anuales de Proveedores de Televisión.**

<b>AÑO</b>	<b>SUSCRIPTORES</b>	<b>PAGO</b>
0	197	4722,09
1	226	5417,22
2	260	6232,20
3	299	7167,03
4	344	8245,68
5	396	9492,12
6	455	10906,35
7	524	12560,28
8	602	14429,94

9	693	16611,21
10	796	19080,12
11	916	21956,52
12	1053	25240,41
13	1212	29051,64
14	1393	33390,21
15	1603	38423,91

Fuente: LOS AUTORES, "Costos anuales de Proveedores de Televisión", Agosto 2010.

### 3.1.6 Costos por Permisos y Concesiones de Frecuencia.

#### 3.1.6.1 Costos por permisos y Concesión de la Banda de Frecuencia de 2520 MHz a 2655 MHz para el presente proyecto.

Las tarifas mensuales para usar la banda 2520 MHz a 2655 MHz está dado por la fórmula para Servicio Fijo (Multiacceso) punto-multipunto:<sup>27</sup>

$$T(US\$) = K_a * \alpha_4 * \beta_4 * A * (D)^2 \quad (3.1.6.1)$$

Donde:

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

Ka: Factor de Ajuste por inflación.

$\alpha_4$ : Coeficiente de Valoración del espectro.

$\beta_4$ : Coeficiente de corrección para tarifa por estación Base.

<sup>27</sup> CONATEL, "Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico", RESOLUCION N° 485 – 20, Artículo 10, 2003.

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

D: Radio de Cobertura de la estación base en Kilómetros.

**Tabla 3.1.6.1.1 Coeficiente de valoración del espectro  
y Radio de cobertura de la estación.**

<b>Banda de Frecuencias</b>	<b>30 – 300 MHz</b>	<b>300–512 MHz</b>	<b>614–960 MHz</b>	<b>1427–2690 MHz</b>	<b>2690MHz – 6GHz</b>	<b>6 – 20 GHz</b>	<b>20 – 30 GHz</b>
<b>Distancia Referencial</b>	<b>50 Km</b>	<b>25 Km</b>	<b>16,5 Km</b>	<b>11,5 Km</b>	<b>8 Km</b>	<b>6,5 Km</b>	<b>5 Km</b>
<b>Servicios – Sistemas</b>							
<b>Fijo (Punto - Multipunto)</b>	0,043838 4	0,193761	0,046018	0,0133210	0,0185687	---	0,087999 8
<b>Fijo (Punto - Multipunto) MDBA</b>	---	---	0,0036731	0,0020828	0,0015625	---	---
<b>Buscapersonas Unidireccional</b>	0,117940 0	0,273460 0	0,5371800	---	---	---	---
<b>Buscapersonas Bidireccional</b>	---	---	0,5371800	---	---	---	---
<b>Fijo (Punto - Multipunto) FWA</b>	---	---	---	---	0,0781436	---	---
<b>Troncalizado</b>	---	0,111999	0,220380	---	---	---	---
<b>Servicio Móvil Avanzado</b>	---	---	0,0696406	0,119400	---	---	---

Fuente: CONATEL, “Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico”, RESOLUCION N° 485 – 20, 2003.)

Para obtener los permisos por concesión del espectro nos basamos en la siguiente ecuación: <sup>28</sup>

<sup>28</sup> CONATEL, “Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico”, RESOLUCION N° 485 – 20, Artículo 31, 2003.



$$D_c = T(\text{US\$}) * T_c * F_{cf} \quad (3.1.6.2)$$

Donde:

T(US\$): Tarifa mensual por uso del espectro radioeléctrico en dólares de los Estados Unidos de América.

T<sub>c</sub>: Tiempo de concesión en meses a otorgarse al respectivo sistema.

F<sub>cf</sub>: Factor de concesión de Frecuencias.

D<sub>c</sub>: Derecho de Concesión

**Tabla 3.1.6.1.2 Coeficiente Factor de Concesión de Frecuencias para los diferentes servicios.**

Servicio	Factor de Concesión de Frecuencias
Fijo – Móvil (Bajo 30 MHz)	0,021024
Fijo – Móvil (Bajo 30 MHz VHF 30 – 300 MHz)	0,022120
Fijo – Móvil (Bajo 30 MHz UHF 300 – 512 MHz)	0,028500
Fijo – Móvil (Sistemas Buscapersonas Unidireccional VHF 30 – 300 MHz)	0,0070616
Fijo – Móvil (Sistemas Buscapersonas Unidireccional UHF 300 – 512 MHz)	0,00711968
Fijo – Móvil (Sistemas Buscapersonas Unidireccional UHF 614 – 960 MHz)	0,00710696
Fijo – Móvil (Sistemas Buscapersonas Bidireccional UHF 614 – 960 MHz)	0,00710696
Fijo – Móvil (Sistema Troncalizado UHF 400 MHz)	0,49407115
Fijo – Móvil (Sistema Troncalizado UHF 400 MHz)	0,50403226

Fijo (Enlaces punto – punto $0 < f \leq 1$ GHz)	0,054194
Fijo (Enlaces punto – punto $1 < f \leq 5$ GHz)	0,0330652
Fijo (Enlaces punto – punto $5 < f \leq 10$ GHz)	0,0312929
Fijo (Enlaces punto – punto $10 < f \leq 15$ GHz)	0,0295017
Fijo (Enlaces punto – punto $15 < f \leq 20$ GHz)	0,0294794
Fijo (Enlaces punto – punto $20 < f \leq 25$ 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: CONATEL, “Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico”, RESOLUCION N° 485 – 20, 2003.)

A continuación calculamos los costos por permisos y concesión del espectro de 2524MHz a 2536 MHz y 2638MHz a 2656 MHz para uso de internet mediante MMDS Para obtener la Tarifa mensual por uso del espectro usamos la **Ecuación 3.1.6.1**:

$$T(US\$) = 1 * 0.0133210 * 1 * 30 * (11,5)^2$$

$$T(US\$) = 52,86 \text{ [US\$]}$$

A partir de esta tarifa obtenida y usando la **Ecuación 3.1.6.1** obtenemos los derechos de concesión para uso del espectro por 10 años.

$$D_c = 52,8511 * 120 * 0,0477714$$

$$D_c = 302,98 \text{ [US\$]}$$

Los costos por permisos y concesión del espectro de 2584MHz a 2638 MHz para brindar servicio de Tv por Suscripción vía MMDS son:

Para obtener la Tarifa mensual por uso del espectro usamos la **Ecuación 3.1.6.1**:

$$T(US\$) = 1 * 0.0133210 * 1 * 54 * (11,5)^2$$

$$T(US\$) = 95,14 \text{ [US\$]}$$

A partir de este tarifa obtenida y usando la **Ecuación 3.1.6.1** obtenemos los derechos de concesión para uso del espectro por 15 años.

$$D_c = 52,8511 * 180 * 0,0477714$$

$$D_c = 818,03 \text{ [US\$]}$$

### 3.1.6.2 Costos por Concesión y Permiso de Funcionamiento de Audio y Video por Suscripción.

Las Tarifas por concesión y autorización de sistemas de audio y video por suscripción, serán determinados en dólares americanos, y se calcularán de acuerdo a las siguientes fórmulas para televisión codificada terrestre MMDS:<sup>29</sup>

$$Tarifa = \frac{X}{k} * f_T * f_C \quad (3.1.6.1.1)$$

Donde:

X: Coeficiente Base por tipo de servicio.

F<sub>C</sub>: Factor de Cobertura.

f<sub>T</sub>: Factor de Transmisión.

k: Constante Poblacional (2)

<sup>29</sup> CONARTEL, "Reglamento de Tarifas por Concesión, Autorización y Utilización de Frecuencias, Canales y otros servicios de Radiodifusión Sonora y de Televisión", Resolución No. 4760, Artículo 2, 2008

**Tabla. 3.1.6.2.1 Coeficiente Base por Tipo de Servicio “X”**

<b>SERVICIO</b>	<b>Coeficiente Base Concesión</b>	<b>Coeficiente Base Imposición Mensual</b>
Radiodifusión Sonora Onda Corta	19	5
Radiodifusión Sonora 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 – 2686 MHz)	300	% facturación
Televisión Codificada por Satélite (11,45 – 12,2GHz)	300	% facturación
Estaciones Terrenas clase III Trasmisión - Televisión	75	5
Estaciones Terrenas clase III Recepción - Televisión	8	0
Estaciones Terrenas clase III Trasmisión – Radiodifusión Sonora	30	4
Estaciones Terrenas clase III Recepción – Radiodifusión Sonora	3	0
Sistema de Audio y Video por Suscripción mediante medio físico	500	% facturación
Frecuencias de enlace punto - punto de radiodifusión sonora	3870	600
Frecuencias de enlace punto - punto de televisión	1130	175
Frecuencias de enlace punto multipunto de radiodifusión sonora	24250	3760
Frecuencias de enlace punto multipunto de televisión	24250	3760

Fuente: CONARTEL, "Reglamento De Tarifas Por Concesión, Autorización Y Utilización De Frecuencias, Canales Y Otros Servicios De Radiodifusión Sonora y De Televisión", Resolución No. 4760,

2008

El factor de transmisión esta dado por:

$$f_T = U * P(n_v + \frac{n_a}{8}) \quad (3.1.6.1.2)$$

Donde:

U=Factor de Utilización del Espectro

P= Potencia Efectiva Radiada.

$n_v$ :Numero de canales de video.

$n_a$ :Numero de canales de audio.

**Tabla. 3.1.6.2.2 Potencia Efectiva Radiada por Canal**

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: CONARTEL, "Reglamento De Tarifas Por Concesión, Autorización Y Utilización De Frecuencias, Canales Y Otros Servicios De Radiodifusión Sonora y De Televisión", Resolución No. 4760,

2008

El factor de Utilizacion del espectro esta dado por:

$$U = \frac{B_A}{B_T} \quad (3.1.6.1.3)$$

Donde:

$B_A$ : Ancho de Banda Autorizado (MHz).

$B_T$ : Ancho de Banda Autorizado para este servicio (MHz)

El factor de Cobertura esta dado por:

$$f_c = q * \left( m + \frac{c}{3} + \frac{p}{6} \right) \quad (3.1.6.1.4)$$

Donde:

$q$ = Coeficiente de Población (Tabla 4).

$m$ : Número de capitales de provincias dentro del área de cobertura principal autorizada.

$c$ : Numero de cabeceras cantonales dentro del área de cobertura principal autorizada.

$p$ : Número de parroquias rurales dentro del área de cobertura principal autorizada.

**Tabla. 3.1.6.2.3 Coeficiente de Población**

Número de Habitantes	Coeficiente
0 – 500000	0.8
50001 – 200000	1.5
200001 – 300000	3
300001 – 500000	4
500001 – 1000000	6
1000001 – 2000000	10
+ de 2000001	15

Fuente: CONARTEL, "Reglamento De Tarifas Por Concesión, Autorización Y Utilización De Frecuencias, Canales Y Otros Servicios De Radiodifusión Sonora y De Televisión", Resolución No. 4760, 2008

Aplicando la *Ecuación 3.1.6.1.4*

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

$$f_c = 4$$

Aplicando la *Ecuación 3.1.6.1.3*

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

$$U = 1$$

Aplicando la *Ecuación 3.1.6.1.2*

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

$$f_T = 42,75$$

Aplicando la **Ecuación 3.1.6.1.1**

$$\begin{aligned} \text{Tarifa} &= \frac{300}{2} \text{ €} (2,75 * 4) \\ \text{Tarifa} &= 25650 \text{ US\$} \end{aligned}$$

### **3.1.6.3 Costos por Permiso para la Explotación de Servicios de Valor Agregado (SVA).**

El valor de permiso para la prestación de servicios de valor agregado el valor de **USD 500** dólares de los Estados Unidos de América. El título habilitante para la prestación de servicios de valor agregado tendrá una duración de 10 años, prorrogables por igual período de tiempo, a solicitud escrita del interesado, presentada con tres meses de anticipación al vencimiento del plazo original, siempre y cuando el prestador haya cumplido con los términos y condiciones del título habilitante.<sup>30</sup>

### **3.1.6.4 Costos por Concesión de Servicios Portadores.**

Para el presente proyecto se pedirá una concesión para servicios portadores regionales, cuyo valor por concesión para la provincia de El Oro es de 9000 dólares, y su respectivo valor de garantía es de 2000 dólares; Por lo tanto el costo total de inversión para la concesión de servicios portadores es de **11000 dólares**. Derecho de concesión para prestación de servicios portadores regionales.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> CONATEL, "Requisitos para obtener permisos de servicios de valor agregado", Resolución 072-03,2002

<sup>31</sup> CONATEL, "Requisitos para obtener permisos de servicios portadores", Resolución 605-30-CONATEL, Artículo 2 y 3,2006.



### 3.1.7 Costos de Operación.

Los costos de operación son aquellos necesarios para el mantenimiento y correcto funcionamiento del sistema. Los costos de operación se indican en la siguiente tabla:

**Tabla. 3.1.7 Costos de Operación.**

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sueldo incluido Beneficios Sociales</b>	<b>Anual</b>
Ingenieros	2	800	19200
Técnicos y personal soporte	3	300	10800
Pago servicios Básico (luz, teléfono)	1	200	2400
Movilización	1	200	2400
Otros	1	100	1200
		<b>TOTAL (US\$)</b>	<b>36000</b>

Fuente: LOS AUTORES, "Costos de Operación", Agosto 2010.

### 3.1.8 Total de Inversión Inicial.

El valor de inversión inicial es aquel necesario para poner en funcionamiento el sistema, el mismo cuyo total se obtiene en la siguiente tabla:

**Tabla. 3.1.8 Inversión Inicial**

<b>Inversión Inicial</b>	<b>Costos (US\$)</b>
Costo Total de los equipos	462153,49
Costo de Licencias y Derechos de Autor	5000,00
Costo de Infraestructura Física	10000,00
Derecho de concesión banda 2524MHz a 2536 MHz y 2638MHz a 2656	302,97
Derecho de concesión banda 2584MHz a 2638 MHz	818,03
Permisos Para servicios de valor Agregado	500,00
Permisos Para Audio y video Suscripción	25650,00
Derecho de Concesión para Prestación de Servicios Portadores	11000,00
<b>TOTAL</b>	<b>515424,48</b>

Fuente: LOS AUTORES, "Inversión Inicial", Agosto 2010.

### **3.2 Evaluación Financiera.**

#### **3.2.1 Egresos por Año.**

Para calcular los egresos al Final de cada año, sumamos los valores obtenidos por cada uno de los siguientes costos:

- Proveedores de Internet.
- Proveedores de Tv.
- Permiso uso espectro 2524MHz a 2536 MHz y 2638MHz a 2656.
- Permiso uso espectro 2584MHz a 2638MHz.
- Gastos de Operación.

Finalmente los egresos al final de cada año se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla. 3.2.1 Egresos Anuales**

<b>Año</b>	<b>Usuarios</b>	<b>total</b>
0	197	58937,8859
1	226	63353,0159
2	260	64167,9959
3	299	65102,8259
4	344	72901,4759
5	396	80867,9159
6	455	82282,1459
7	524	90656,0759
8	602	99245,7359
9	693	108147,006
10	796	117335,916
11	916	126932,316
12	1053	139624,206
13	1212	156203,436
14	1393	166926,006
15	1603	191111,706

Fuente: LOS AUTORES, “Egresos Anuales”, Agosto 2010.

### 3.2.2 Ingresos Por año.

Los ingresos a obtenerse por año estarán en función de las tarifas que se ha dispuesto para cada abonado, las cuales se muestran a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla. 3.2.2 Ingresos Anuales.**

Año	Tarifas					Ingreso Por usuarios	por instalación	Total año
	US\$ 30	US\$ 40	US\$ 50	US\$ 65	US\$ 400			
	Usuarios							
0	100	51	35	10	1	94080	19700	113780
1	116	58	39	11	2	111180	2900	114080
2	133	67	45	13	2	126780	3400	130180
3	152	77	50	14	2	142200	3500	145700
4	176	90	59	17	3	169620	5000	174620
5	202	103	68	19	3	192180	5000	197180
6	233	119	78	22	4	224160	6100	230260
7	267	137	90	26	5	260160	6900	267060
8	307	157	103	30	6	299880	7800	307680
9	354	181	119	34	6	341040	9100	350140
10	406	207	136	39	7	391140	10100	401240
11	468	239	156	45	9	455100	12200	467300
12	537	274	180	52	10	521400	13600	535000
13	618	316	207	60	12	602760	16000	618760
14	711	363	237	70	13	689400	18100	707500
15	817	416	273	80	16	796800	20800	817600

Fuente: LOS AUTORES, "Ingresos Anuales", Agosto 2010.

### 3.2.3 Flujo de Caja.

El Flujo de Caja constituye un elemento importante para la evaluación de un proyecto de una manera rápida y fácil. El flujo de caja se obtiene de realizar una suma algebraica de los ingresos y egresos; donde los ingresos suman y los egresos restan.

A continuación se indica el flujo de Caja para los próximos 15 años del proyecto.

**Tabla. 3.2.3 Flujo de Caja**

<b>Año</b>	<b>ingresos</b>	<b>Egresos año</b>	<b>Flujo caja</b>
<b>Inversión Inicial</b>			-515424,48
0	113780	58937,89	54842,11
1	114080	63353,02	50726,98
2	130180	64168,00	66012,00
3	145700	65102,83	80597,17
4	174620	72901,48	101718,52
5	197180	80867,92	116312,08
6	230260	82282,15	147977,85
7	267060	90656,08	176403,92
8	307680	99245,74	208434,26
9	350140	108147,01	241992,99
10	401240	117335,92	283904,08
11	467300	126932,32	340367,68
12	535000	139624,21	395375,79
13	618760	156203,44	462556,56
14	707500	166926,01	540573,99
15	817600	191111,71	626488,29

Fuente: LOS AUTORES, "Flujo de Caja", Agosto 2010.

### 3.2.4 Depreciación de los Equipos.

La depreciación es la pérdida de valor que van sufriendo los activos fijos de la empresa a medida que transcurren los años de uso.

Para el cálculo de la depreciación de nuestros equipos nos hemos basado en método de depreciación lineal, la cual está dada por la siguiente fórmula:

$$Depreciación = \frac{\text{Costo} - \text{Valor Residual}}{\text{Vida Útil}} \quad (3.2.4)$$

Por lo tanto considerando que la vida útil de los equipos de telecomunicaciones es de alrededor de 20 años, se tiene.

$$Depreciación = \frac{462153,49 - 37000}{20}$$
$$Depreciación = 21.257,67 \text{ (US\$)}$$

### 3.2.5 Valor Actual Neto (VAN).

El valor actual neto es un procedimiento ampliamente utilizado en el análisis de rentabilidad de proyectos, el mismo que permite calcular valor presente neto de un determinado número de flujos de caja futuros resultantes de una inversión.

El VAN consiste en descontar al momento actual todos los flujos de caja futuros del proyecto restándole la inversión inicial.

La fórmula que nos permite calcular el VAN es la siguiente:

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n} \quad (3.2.5)$$

Donde:

I: Inversión Inicial.

$Q_n$ : Representa los flujos de caja en el Periodo n.

N: Periodo máximo.

r: Es el porcentaje de interés que se obtendría en invertir en algo fijo.

Del valor obtenido de aplicar la formula anterior nos da la decisión a tomar sobre el proyecto.

**Tabla. 3.2.5 Decisión en base al valor del VAN**

Valor	Significado	Decisión a tomar
$VAN > 0$	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad (r).	El proyecto puede aceptarse.
$VAN=0$	La inversión no producirá ganancias ni pérdidas.	La decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.
$VAN < 0$	La inversión produciría ganancias por debajo de la rentabilidad exigida (r).	El proyecto debe descartarse.

Fuente: BREALEY, MYERS Y ALLEN, "Principios de Finanzas Corporativas", 8ª Edición, Editorial Mc.

Graw Hill 2006.

### 3.2.6 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Cuando el VAN toma un valor igual a 0,  $r$  pasa a llamarse TIR (Tasa interna de Retorno). La TIR es la rentabilidad que nos está proporcionando el proyecto.

Es decir tomando en la Ecuación anterior  $\text{VAN} = 0$ , se tendría:

$$0 = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n} \quad (3.2.6)$$

De donde se despejaría el valor de  $r$ , el cual a la final sería el porcentaje de interés que se ganaría con el proyecto de inversión.

### 3.2.7 Calculo de VAN y TIR.

Para el cálculo del VAN y TIR se debe de tomar en cuenta el flujo de caja, en la cual se debe incluir la depreciación de los equipos. Tomando para el cálculo un interés de  $r=10\%$ , se obtienen los valores VAN y TIR para cada uno de los años de duración del proyecto.



**Tabla. 3.2.7 VAN y TIR para los diferentes años del proyecto.**

<b>AÑOS</b>	<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>VAN</b>	<b>TIR</b>
<b>Inversión Inicial</b>	-515424,48		
0	-460582,37		
1	50726,98	-414.466,93	-88,99%
2	66012,00	-359.911,55	-56,24%
3	80597,17	-299.357,70	-31,19%
4	101718,52	-229.882,58	-13,98%
5	116312,08	-157.661,93	-2,97%
6	147977,85	-74.132,29	5,14%
7	176403,92	16.390,82	10,88%
8	208434,26	113.626,94	15,04%
9	241992,99	216.255,59	18,12%
10	283904,08	325.712,91	20,47%
11	340367,68	445.009,70	22,33%
12	395375,79	570.988,61	23,79%
13	462556,56	704.974,77	24,95%
14	540573,99	847.324,80	25,89%
15	626488,29	997.301,12	26,65%

Fuente: LOS AUTORES, "VAN y TIR", Agosto 2010.

## **CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **4.1 Resultados.**

El proyecto como ha sido desarrollado plantea una red MMDS que tiene capacidad para brindar servicio a 2815 abonados aproximadamente sin que se realicen modificaciones en la cabecera de la red.

La oferta de contenidos de televisión y los anchos de banda de internet han sido desarrollados de acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a la población de la ciudad de Machala.

Los resultados de los cálculos realizados cumplen con la norma técnica vigente para sistemas de Audio y Video por Suscripción MMDS, además de cumplir con los parámetros de sensibilidad de los equipos de usuario propuestos para el presente proyecto dentro del Área de cobertura.

El Área de cobertura de la red abarca un radio máximo de 5 Km, la misma que brinda servicio a toda la parte Urbana del cantón Machala. En caso de incremento de cobertura hacia otras localidades, deberían realizarse los estudios necesarios para el efecto, debido a que no está considerado en el presente proyecto, por no ser objetivo del mismo.

En lo que respecta a la parte económica se calcularon los indicadores más importantes para análisis de un proyecto de inversión, tales como son el VAN y TIR para un lapso de

15 años, teniéndose que la inversión se recuperaría al final del año 7 teniendo en cuenta una porcentaje de interés de 10%. Al final del año 15 se obtiene un VAN= US\$ 997301,12 y un TIR=26,65%

#### **4.2 Conclusiones.**

Para todo proyecto de Telecomunicaciones, deberían realizarse estudios de mercado, debido a que estas nos ayudan para analizar la situación y preferencias de los potenciales usuarios.

El análisis topográfico del terreno en el que se encuentra situada la ciudad de Machala nos dio la facilidad de diseñar la red utilizando una antena omnidireccional, debido a que no se presentaron irregularidades en el terreno.

Se ha escogido a la empresa TELCONET S.A. como proveedora del servicio de internet debido a que posee un anillo de fibra óptica, la misma que cruza por la ciudad de Machala, lo cual nos facilita el diseño de la red.

En lo que respecta a los contenidos de televisión se utiliza dos antenas parabólicas, las mismas que nos permiten receptar todas las señales que serán distribuidas a los usuarios.

La ubicación de la cabecera será en las instalaciones de la CNEL El Oro debido a que se encuentra estratégicamente ubicada en una zona céntrica respecto a las dimensiones de la ciudad, además que cuenta con todas las facilidades necesarias para la implementación de equipos de telecomunicaciones como protecciones, torre de transmisión y suministro continuo de energía.

La canalización seleccionada para el presente proyecto, así como los cálculos desarrollados para la red MMDS, han sido realizados en función de la Atribución de Banda de Frecuencias que consta en el plan Nacional de Frecuencias vigente en el CONATEL; así como de las características de los equipos de transmisión y recepción.

Como se puede apreciar en los cálculos desarrollados, el proyecto es escalable y abierto al crecimiento; con lo que se tiene un margen adicional para el incremento de usuarios no previstos en el proyecto.

El proyecto fue analizado para un periodo de 15 años, debido a que las concesiones y permisos de funcionamiento necesarios para el proyecto tienen una duración máxima del periodo antes mencionado, con opción a una renovación por igual periodo.

De acuerdo a los resultados obtenidos de VAN y TIR se tiene que el proyecto es viable dentro del tiempo estipulado con una  $TIR=26,65\%$ ; lo cual es superior a la tasa de interés de oportunidad que se obtendría por una inversión fija.

### **4.3 Recomendaciones.**

Para la implementación de la cabecera se recomienda utilizar los equipos propuestos en el diseño del proyecto, para de esta forma evitar problemas por incompatibilidades, especialmente en lo que respecta en el tratamiento de señales de contenidos de televisión.

No omitir los sistemas de seguridad como el CAS y los servidores, debido a que las señales podrían ser captadas por usuarios no autorizados; dejando como consecuencia pérdidas económicas para la empresa.

Analizar detalladamente los títulos habilitantes necesarios para la obtención de concesiones y permisos de funcionamiento, debido a que un proyecto es rechazado cuando no se cumple con alguna especificación o norma técnica vigente.

## **BIBLIOGRAFIA.**

- SKLAR Bernard, “Digital Communications”, Editorial Prentice Hall, USA, 2001.
- RABANOS José María, “Transmisión por Radio”, Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, España 1993.
- REGIS, J. Bates, Comunicaciones Inalámbricas de banda Ancha, 1a Edición, Mcgraw-Hill, España, 2003.
- BREALEY, MYERS Y ALLEN, “Principios de Finanzas Corporativas”, 8ª Edición, Editorial Mc. Graw Hill 2006.

## **Proyectos de Titulación.**

- MALATAXI Luis, PANCHI Edwin, “Estudio de la tecnología MMDS para el diseño de un sistema para el servicio de radiodifusión de tv inalámbrica”, 2000
- CANDO Washington, “Estudio de un sistema MMDS bidireccional para la distribución de internet de banda ancha”, 2002.

- FUERTES Cristian, SARANGO Juan, “Diseño de un sistema multiservicio con tecnología MMDS bidireccional para la ciudad de Ibarra” ,2004.

### **Catálogos y Cursos.**

- RAMOS, Francisco, “Curso de sistemas inalámbricos de Banda Ancha”, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia-España, 2010.
- Rodríguez, Diego, “Curso de Televisión Digital”, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador, Julio 2008.
- Proyecciones Población 2001-2010, “Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos”, 2010.

### **Páginas Web.**

- <http://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/25/25559/latecnologiammms.pdf>
- <http://www.marcianos.com/enc/mmds.html>
- [http://www.cableaml.com/esp\\_wirelesstriple\\_integrated\\_system\\_description.html](http://www.cableaml.com/esp_wirelesstriple_integrated_system_description.html)
- <http://www.marcianos.com/enc/mmds.html>
- <http://www.mipasaje.com/provincia/machala.htm>
- [http://www.supertel.gov.ec/pdf/estadisticas/estadistica\\_tv\\_suscripcion\\_consolidado.pdf](http://www.supertel.gov.ec/pdf/estadisticas/estadistica_tv_suscripcion_consolidado.pdf)
- [http://www.supertel.gov.ec/pdf/estadisticas/suscriptores\\_tvpagada.pdf](http://www.supertel.gov.ec/pdf/estadisticas/suscriptores_tvpagada.pdf)

- <http://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calculador.htm>
- <http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest/2002terc/tecnologia/sica83.html>
- <http://www.techfaq.com/es/docsis.html>
- <http://www.cinit.org.mx/articulo.php?idArticulo=9>
- <http://www.aduana.gov.ec/contenido/procImportar.html>

### **Resoluciones Consultadas.**

- CONATEL, “Plan Nacional de Frecuencias y de Uso del espectro Radioeléctrico”, Resolución 165-04, 2008.
- CONARTEL, “Norma Técnica para el Sistema Codificado Terrestre Analógico de Audio y Video por Suscripción En La Banda 2500 – 2686 MHz”, Resolución No. 3711,2007.
- CONATEL,” Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico”, RESOLUCION N° 485 – 20,2003.
- CONATEL,” Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico”, RESOLUCION N° 485 – 20,2003.
- CONARTEL, “Reglamento de Tarifas por Concesión, Autorización y Utilización de Frecuencias, Canales y otros servicios de Radiodifusión Sonora y de Televisión”, Resolución No. 4760, 2008.
- CONATEL,”Requisitos para obtener permisos de servicios de valor agregado”, Resolución 072-03,2002.
- CONATEL, “Requisitos para obtener permisos de servicios portadores”, Resolución 605-30-CONATEL, 2006.

ANEXOS



# ***ANEXO A***

***Formularios para la utilización  
de Sistemas de Audio y  
Video por Suscripción.***

**FORMATO 1**  
**AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN**

**CLASE DE ESTACION O SISTEMA**

1) Nombre del Peticionario: *Corporación de Electrificación “CNEL El Oro”*

2) Clase de sistema:

a) Audio y video por suscripción, mediante redes de cable o fibra óptica (Televisión por Cable): SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_

b) Audio y video por suscripción, mediante utilización de los canales altos de UHF-TV (Televisión Codificada): SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_

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

d) Audio y video por suscripción, mediante Sistemas Distribución Multipunto Local (TV Celular), en la banda de ..... a ..... GHz: SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_

e) Audio y video por suscripción, mediante sistemas satelitales (DTH): SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_

f) Audio y video por suscripción, mediante sistemas de radiodifusión (Venta de Música): SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_

g) Otros (describir):

## FORMATO 2

### AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN

#### BANDA DE FRECUENCIA

Nombre del peticionario: *Corporación de Electricidad "CNEL El Oro"*

a) Para Sistemas de Televisión por Cable o fibra óptica  
No se requiere llenar esta información.

b) Para Sistemas de Televisión Codificada en UHF  
Llenar el siguiente cuadro de los canales que transmitirá:

No. CANAL	BANDA DE FRECUENCIA (MHz)

c) Para Sistemas de televisión Codificada MMDS  
Llenar el siguiente cuadro de los canales que transmitirá:

No. CANAL	BANDA DE FRECUENCIA (MHz)
98-106	2584-2638

d) Para sistemas de TV-Celular  
Llenar el siguiente cuadro:

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

e) Para sistemas DTH  
Banda de Frecuencias que utilizará y satélite (posición orbital).

f) Para sistemas de venta de música  
Banda de Frecuencias:

g) Otros  
Detalle bandas de frecuencias requeridas:

**FORMATO 3**  
**AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN**  
**ESTUDIO DE INGENIERIA**

Nombre del peticionario: *Corporación de Electricidad “CNEL El Oro”*

**1. DECLARACION DEL PROFESIONAL:**

Jorge Enrique Erráez Cantos y Ángel Levi Yungaicela Ordoñez declaramos que el presente estudio de Ingeniería, planos de equipos e instalaciones y demás documentación técnica la presentamos bajo nuestra responsabilidad y manifestamos 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.

**2. Descripción general del sistema (Memoria Técnica).**

El sistema a ofrecerse es utilizando la tecnología de transmisión multipunto- multicanal MMDS, con la que se transmitirá contenidos de televisión digitalizadas con comprensión 6 a 1 utilizando modulación 64 QAM para la transmisión hacia los usuarios.

Los canales estarán codificados para evitar la interceptación por parte de usuarios indeseados, a excepción de los contenidos de televisión nacional, los cuales de acuerdo a la ley Radiodifusión y Televisión no pueden ser codificadas porque son de libre transmisión hacia los usuarios.

Para la recepción de los contenidos de televisión por parte de los usuarios se tendrá una antena de abonado y un set top box, los cuales serán los encargados de la recepción y decodificación de los contenidos de televisión para poder ser utilizados por parte de los abonados.

**3. Descripción del servicio que se ofrecerá a los usuarios del sistema.**

El servicio a ofrecerse a los abonados es el de tv por suscripción prepago mensual.

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

La elección de la ubicación de la cabecera del sistema así como todos los equipos a utilizarse ha sido en las instalaciones del edificio de la CNEL El Oro, la misma que se encuentra en las calles Santa Rosa y Arízaga esquina; cuyas coordenadas son 3°15'34.7" S y 79°57'48.2" O.

**5. Características técnicas de los equipos que conforman el sistema.**

**6. Características del sistema de recepción de las señales.**

**7. Características de la calidad de la señal.**

La señal tiene una intensidad en el borde del área de cobertura de -130,1762 [dbW], lo cual comparando con el rango de sensibilidad del set top box, nos da que la calidad de la señal es buena para todos los usuarios.

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

**9. Descripción de los dispositivos de seguridad y señalización para la navegación aérea que se instalarán en caso necesario, conforme a las regulaciones pertinentes sobre la materia.**

La torre de la CNEL El Oro Cuenta con las respectivas seguridades correspondientes para señalización y navegación aérea.

## FORMATO 3.1

### PARA ESTUDIOS DE INGENIERIA DE ENLACES SATELITALES DE SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN

Nombre del peticionario: *Corporación de Electricidad “CNEL El Oro”*

#### 1. DECLARACION DEL PROFESIONAL:

Jorge Enrique Erráez Cantos y Ángel Levi Yungaicela Ordoñez declaramos que el presente estudio de Ingeniería, planos de equipos e instalaciones y demás documentación técnica la presentamos bajo nuestra responsabilidad y manifestamos 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.

#### 2. NOMBRE DE LA ESTACION TERRENA:

*“CNEL El Oro”*

#### 3. OPERADOR:

3.1 Nombre: *Corporación de Electrificación “CNEL El Oro”*

3.2 No. Telefónico

3.3 No. Fax:

3.4 Dirección: *Santa Rosa y Arízaga esquina*

#### 4. INFORMACION GEOGRAFICA

4.1 Latitud: 3 grados 15 min 34.7 seg. Norte \_\_\_\_\_ Sur **X**

4.2 Longitud: 79 grados 57 min 48.2 seg. Oeste

4.3 Dirección (calles, No. , ciudad)

*Santa Rosa y Arízaga esquina, Machala*

#### 5. SATÉLITES A UTILIZARSE:

Intelsat 9, 58° W

Intelsat 11, 43.1 W

## **6. TIPO DE ESTACION TERRENA:**

### **Intelsat 9, 58° W**

- 6.1 Diámetro de antena: *3.5 metros*
- 6.2 Tipo de polarización: *Vertical y Horizontal*
- 6.3 Método de rastreo: *Antenas parabólicas de foco primario.*
- 6.4 Banda de recepción *3714 a 4040 MHz*
- 6.5 Figura de mérito G/T: *-10.0 hasta 2.6 dB/K*
- 6.6 Capacidad para variar la frecuencia: *24 x 36MHz*
- 6.7 Sistemas de control de la estación terrena

### **Intelsat 11, 58° W**

- 6.1 Diámetro de antena: *3.5 metros*
- 6.2 Tipo de polarización: *Horizontal*
- 6.3 Método de rastreo: *Antenas parabólicas de foco primario.*
- 6.4 Banda de recepción *3736 a 4040 MHz*
- 6.5 Figura de mérito G/T: *>-8.0 dB/K*
- 6.6 Capacidad para variar la frecuencia: *12 x 54MHz*
- 6.7 Sistemas de control de la estación terrena

## **7. INDICAR LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD HUMANA Y DE NAVEGACION AÉREA QUE DISPONDRÁ LA ESTACION TERRENA:**

## **8. ADJUNTAR LITERATURA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Y ANTENAS A UTILIZARSE**

Elaborado por:

Jorge Enrique Erráez Cantos.  
Ángel Levi Yungaicela Ordóñez.

f)

---

## ***ANEXO B***

***Formularios para obtener el permiso  
para la explotación de servicios  
de valor agregado.***



**FORMULARIO SP-001**

**SOLICITUD DE OTORGAMIENTO DE UN PERMISO PARA LA PRESTACIÓN DE  
SERVICIOS DE VALOR AGREGADO**

[Ciudad] \_\_ de \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

**Sr. ....**

**Secretario Nacional de Telecomunicaciones**

**Secretaría Nacional de Telecomunicaciones de la República del Ecuador**

**Ciudad**

**De mi consideración:**

*(Primer Párrafo: Identificación)*


- Información Solicitante
- Establezca el motivo de la solicitud, lo solicitado

*(Segundo Párrafo: Descripción de lo Solicitado)*

- Descripción de lo solicitado.
- Zona de servicio de la solicitud.
- Haga referencia al proyecto Técnico y Financiero y a los antecedentes legales que acompañan a esta solicitud.

*(Cuarto Párrafo: Firmas y Datos de localización)*

- Firma Solicitante.
- Dirección Completa, Teléfono (s), Fax. WEB site, email, etc.

	Secretaría Nacional de Telecomunicaciones Solicitud de permiso por adjudicación directa Información e Identificación del Solicitante	IL-001 FECHA:
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------

### I. Datos del Solicitante

Razón Social / Apellidos y Nombres	Persona Jurídica <input type="checkbox"/>	Numero de Trámite
	Persona Natural <input type="checkbox"/>	Fecha : / /

Cédula de Identidad	Pasaporte	R.U.C.

Domicilio Legal (Urbanización, Calle principal, Número, Intercepción 1, Intercepción 2, Piso, Oficina,)

Ciudad	Cantón	Parroquia (urbana / Rural)	Provincia

Teléfono (s)	Móvil (s)	Fax	E-mail	URL del sitio WEB

Domicilio Actual (Urbanización, Calle principal, Número, Intercepción 1, Intercepción 2, Piso, Oficina,)

Ciudad	Cantón	Parroquia (urbana / Rural)	Provincia

Teléfono (s)	Móvil (s)	Fax	E-mail	URL del sitio WEB

### II. Datos del Representante Legal (si es persona jurídica)

Apellidos y nombres	Cédula de Identidad	Pasaporte

Número de Inscripción : \_\_\_\_\_ Registrador Mercantil de: \_\_\_\_\_

Domicilio Actual (Urbanización, Calle principal, Número, Intercepción 1, Intercepción 2, Piso, Dpto, Suite)

Ciudad	Cantón	Parroquia (urbana / Rural)	Provincia

Teléfono (s)	Móvil (s)	Fax	E-mail	Página WEB

### III. Datos de la persona jurídica

<b>Nombre Comercial</b>	<b>Fecha de Constitución</b>	<b>Resolución de Constitución #</b>
<b>Capital Autorizado (USD)</b>	<b>Capital Suscrito (USD)</b>	<b>Capital Pagado (USD)</b>
<b>Vida jurídica remanente (años)</b>	<b>Recursos Estables (USD)</b> <small>(Capital pagado + reservas + Deuda de Largo Plazo + Aporte para Futura Capitalización + provisiones )</small>	<b>Recursos Inmovilizados (USD)</b> <small>(Activos fijos netos, + cuentas por cobrar a largo plazo + participaciones en otras sociedades )</small>

### V. Lista de entregables que se adjuntan

**Persona Natural:**

Copia de la cédula de identidad, de ciudadanía o pasaporte de la persona natural;

**Persona Jurídica:**

Copia del Registro Único de Contribuyentes (RUC);

Copia certificada o protocolizada, del nombramiento del representante legal, que se halle vigente, debidamente inscrito en el Registro. Mercantil;

Copia de la cédula de identidad, de ciudadanía o pasaporte del Representante Legal.

Certificado de existencia legal de la compañía, capital social, objeto social, plazo de duración y cumplimiento de obligaciones extendido por la Superintendencia de Compañías;

Copia del estatuto social de la compañía;

Certificado, emitido por el Institutos de Compras Públicas de no hallarse impedido de contratar con el Estado; e,

Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas, incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas

### VI. Declaración

Declaro que los datos y documentos proporcionados a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones dentro del proceso de concesión para prestar los servicios de telecomunicaciones son verdaderos y auténticos, ateniéndome a lo que dispone la Ley en el caso de no ser verdadera la información proporcionada.

Se autoriza a ser notificado en el domicilio legal de la empresa, en caso de encontrarse no habido en el domicilio real.

Los datos son reales y verificables, por consiguiente tiene valor de declaración jurada.	Lugar: _____
_____ NOMBRES Y APELLIDOS	Fecha:     /     / Día    Mes    Año
C.I.: _____	Hora: _____
Firma del solicitante o Representante Legal _____	_____

	<b>FORMULARIO PARA DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL SERVICIO</b>	SVA-DS-001
		Elab.: DGGST
		Fecha:

<b>NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:</b>	Corporación Nacional de Electricidad "CNEL El Oro"
-----------------------------------------------	-------------------------------------------------------

### SVA-DS-001-1: DESCRIPCIÓN REGULATORIA DEL SERVICIO

**Según el artículo 2 del Reglamento para prestación de Servicios de Valor Agregado: *Son servicios de valor agregado aquellos que utilizan servicios finales de telecomunicaciones e incorporan aplicaciones que permiten transformar el contenido de la información transmitida. Esta transformación puede incluir un cambio neto entre los puntos extremos de la transmisión en el código, protocolo o formato de la información.***

### SVA-DS-001-2: MODALIDADES DEL SERVICIO A PRESTAR

**2.1. Detalle de las modalidades de servicio a prestar:**

	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>MODALIDAD DEL SERVICIO 1:</b>	<i>Internet</i>	<i>Servicio de Internet utilizando sistemas multipunto-Multicanal MMDS</i>
<b>MODALIDAD DEL SERVICIO 2:</b>		
<b>MODALIDAD DEL SERVICIO 3:</b>		
<b>MODALIDAD DEL SERVICIO 4:</b>		

**Nota.- El solicitante puede insertar el número de filas que requiera de acuerdo al número de modalidades de servicio que desea prestar.**

**SVA-DS-001-3: PLAN O PROGRAMA PARA LOS SERVICIOS PRE-VENTA Y POSVENTA**

**3.1. PLANES PRE-VENTA:**

**MODALIDAD DEL SERVICIO 1:**

*Servicio Inalámbrico de Internet prepago mensual*

**MODALIDAD DEL SERVICIO 2:**

**3.2. PLANES POS-VENTA:**

**MODALIDAD DEL SERVICIO 1:**

**MODALIDAD DEL SERVICIO 2:**



# FORMULARIO PARA ESTUDIO DEL MERCADO: SERVICIO DE VALOR AGREGADO

SV  
A-  
EM-  
001

Elab.:  
DGG  
ST

Fecha  
:

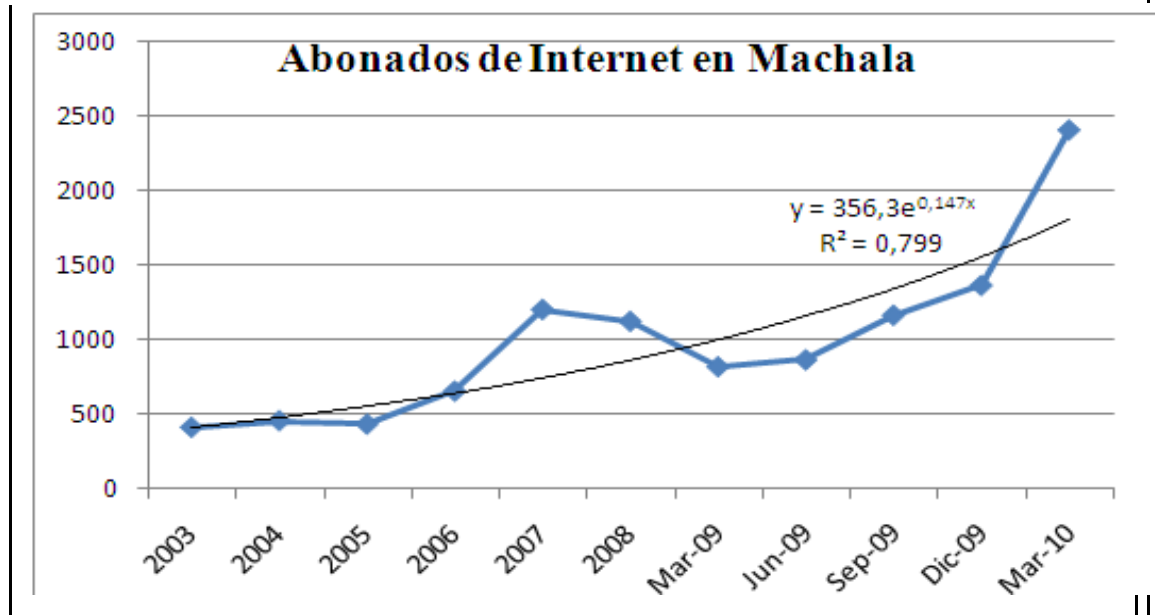
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:

Corporación de Electricidad "CNEL El Oro"

## 1. SVA-EM-001-1: COMPORTAMIENTO DEL MERCADO POTENCIAL

### [1.1. BASE DE DATOS ESTADÍSTICOS DEL COMPORTAMIENTO DE MERCADO](#)

### 1.2. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL MERCADO POTENCIAL



## 2. SVA-EM-001-2: ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA DIRECTA

### 2.1. COMPETENCIA DIRECTA EN EL ÁREA DE OPERACIÓN SOLICITADA:

#### 2.1.1. AREA 1:

PERMISIONARIO SVA	No. Abonados	PARTICIPACIÓN DE MERCADO* (%)
CNT	723	30%
ASAPTEL	313	13%
MACHALA NET	265	11%
PORTA	217	9%
MOVISTAR	193	8%
VARIOS	699	29%
		0%
		0%
		0%
		0%
<b>TOTAL</b>	<b>2.409</b>	<b>100%</b>

**FUENTE: Estudio de Mercado a la Población Machala.**

### 2.2. BASES DE LA COMPETENCIA: Análisis de precios en las áreas de solicitadas.

2.2.1. MODALIDAD DE SERVICIO 1:	Acceso a Internet		
DESCRIPCIÓN	COMPETIDOR 1	COMPETIDOR 2	SOLICITANTE
	TARIFA SIN IMPUESTOS (USD/Kbps)	TARIFA SIN IMPUESTOS (USD/Kbps)	TARIFA SIN IMPUESTOS (USD/Kbps)
Ancho de Banda de 200 Kbps	18,00	20,00	15,00
Ancho de Banda de 300 Kbps	28,00	32,00	25,00
Ancho de Banda de 400 Kbps	30,00	35,00	35,00
Ancho de Banda de 512 Kbps	45,00	45,00	50,00
Ancho de Banda de	-----	-----	400,00

1024 Kbps

**BREVE ANALISIS:**

### 3. SVA-EM-001-3: UBICACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL MERCADO OBJETIVO

#### 3.1. SEGMENTACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL MERCADO OBJETIVO:

**3.1.1. MODALIDAD 1 DEL SERVICIO:** Internet Inalámbrico de Banda Ancha

#### A. CRITERIO UTILIZADO PARA LA SEGMENTACIÓN Y SUPOSICIONES PARA LAS PROYECCIONES:

Análisis de Encuestas a la población mediante fórmula del tamaño de muestra para análisis de estudios de mercado.

#### B. PROYECCIONES DE MERCADO PARA LOS PRIMEROS 5 AÑOS

##### PROYECCIÓN 1

**PROVINCIA:** EL Oro

**CANTON:** Machala

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>POBLACIÓN PROVINCIA (Habitantes)</b>	642.479	653.459	664.627	675.985	687.538
<b>POBLACIÓN CANTON (Habitantes)</b>	249.992	254.264	258.610	263.029	267.525
<b>DEMANDA POTENCIAL</b>	5.083	5.159	5.237	5.315	5.395
<b>DEMANDA SATISFECHA CANTON (Clientes/abonados)</b>	2.409	2.445	2.482	2.519	2.557
<b>DEMANDA INSATISFECHA CANTON</b>	2.674	2.714	2.755	2.796	2.838



(Clientes/abonados )					
<b>OBJETIVO DE MERCADO PARA EL CANTON (%)</b>	9%	11%	12%	14%	15 %
<b>DEMANDA OBJETIVO SEGÚN EL TIPO DE CLIENTE/ABONADO (Clientes/abonados )</b>	<b>227</b>	<b>261</b>	<b>300</b>	<b>345</b>	<b>396</b>

**NOTA: AGREGAR LAS PROYECCIONES NECESARIAS DE ACUERDO A LA MODALIDAD DEL SERVICIO Y LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA**



## FORMULARIO PARA ANÁLISIS TÉCNICO SOLICITUD PERMISO SVA

**SVA-AT-01**  
Elab.: DGGST  
Fecha:

<b>a. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:</b>	Corporación Nacional de Electricidad "CNEL El Oro"
--------------------------------------------------	----------------------------------------------------

### SVA-AT-01: DESCRIPCIÓN TÉCNICA DETALLADA DE CADA SERVICIO PROPUESTO Y COBERTURA

**b. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO PROPUESTO**

De conformidad con la normativa vigente, son servicios de valor agregado aquellos que utilizan servicios finales o portadores de telecomunicaciones e incorporan aplicaciones que permiten transformar el contenido de la información transmitida. Esta transformación puede incluir un cambio neto entre los puntos extremos de la transmisión en el código, protocolo o formato de la información.

**c. DETALLAR LOS SERVICIOS PROPUESTOS DE SVA SOLICITADO**

Acceso a Internet de Banda Ancha

(Añadir hojas adicionales en el caso de que se requiera)

**d. ÁREA DE COBERTURA**

Inicialmente el área de cobertura solicitada para la prestación de Servicios de Valor Agregado por parte del SOLITANTE comprende las actuales regiones de:

#	Provincia / Ciudad	SI
1	Azuay	
2	Bolívar	
3	Cañar	
4	Carchi	
5	Chimborazo	
6	Cotopaxi	
7	El Oro	X
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	

**e. RESPONSABLE TÉCNICO:**

Jorge Erráez - Ángel Yungaicela

**f. REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA NATURAL:**



# FORMULARIO PARA ANÁLISIS TÉCNICO SOLICITUD PERMISO SVA

**SVA-AT-02**

Elab.: DGGST

Fecha:

**a. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:**

Corporación Nacional de Electricidad "CNEL El Oro"

## SVA-AT-02: DESCRIPCIÓN DE NODOS

**b. NODOS (PRINCIPALES (1))**

Nodo 1:

Nombre del Nodo:		CNEL El Oro			
Código Asignado al Nodo (#):		001			
Ubicación Geográfica					
Provincia:	Cantón:	Parroquia:	Ciudad / Localidad:		
El Oro	Machala	Machala	Machala		
Dirección					
Av./Calle principal:	No.	Av./Calle intersección 1:	Av./Calle intersección 2:	Sector	Referencia
Santa Rosa		Arízaga		Centro	Esquina
Coordenada Geográfica LATITUD					
° (grados)	' (minutos)	' (segundos)	Observaciones		
3	15	34,7	Sur		
Coordenada Geográfica LONGITUD					
° (grados)	' (minutos)	' (segundos)	Observaciones		
79	57	48,2	Oeste		

(Añadir hojas adicionales en el caso de que se requiera)

**d. DESCRIPCIÓN DE EQUIPAMIENTO Y SISTEMAS. ADJUNTAR DIAGRAMAS Y DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS Y SOFTWARE DE LOS NODOS, Y COPIA DE LOS CATÁLOGOS TÉCNICOS.**

Incluye	
Observaciones:	Anexo 1

#	EQUIPO Y SOFTWARE	# DE EQUIPOS O SOFTWARE	MARCA	COSTO REFERENCIAL (USD)	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO DEL NODO DONDE ESTÁN UBICADOS LOS EQUIPOS O SOFTWARE	OBSERVACIONES
1	Antena Parabólica C 3.5 m	2	Zirock	1560		001	no incluye IVA ni Importacon
2	Iluminador Pasi-20 C	1	PASI	180		001	no incluye IVA ni Importacon
3	Iluminador Pasi-50C	1	PASI	395		001	no incluye IVA ni Importacon
4	Conversor LNB	3	California Amplifier	152		001	no incluye IVA ni Importacon
5	Divisor Señales de dos vías	2	DX	42,4		001	no incluye IVA ni Importacon
6	Divisor Señales de ocho vías	3	DX	94,25		001	no incluye IVA ni Importacon
7	Receptor Satelital D9828	3	Scientific Atlanta	2780		001	no incluye IVA ni Importacon
8	Receptor Satelital D9850	1	Scientific Atlanta	1050		001	no incluye IVA ni Importacon
9	Recp. Digicipher DSR-4402	1	Motorola	2750		001	no incluye IVA ni Importacon
10	Antena VHF BTY-LP-BB	1	BLONDER TONGUE	788		001	no incluye IVA ni Importacon
11	Antena UHF BTY-UHF-BB	1	BLONDER TONGUE	303		001	no incluye IVA ni Importacon

12	Preamp. VHF CMA-BB	1	BLONDER TONGUE	207		001	no incluye IVA ni Importacon
13	Preamp. UHF CMA-Uc	1	BLONDER TONGUE	193		001	no incluye IVA ni Importacon
14	Conversor UHF- VHF UXV	3	Pico MACOM	250		001	no incluye IVA ni Importacon
15	Sintonizador VHF D6109	6	Scientific Atlanta	800		001	no incluye IVA ni Importacon
16	Codif. CNA-DT- EM8100	10	CABLE NETWORK	1455		001	no incluye IVA ni Importacon
17	Mux. CNA-DT- MX8100	2	CABLE NETWORK	2739		001	no incluye IVA ni Importacon
18	ScramblerCNA- DT-SR8100	1	CABLE NETWORK	2480		001	no incluye IVA ni Importacon
19	Mod. CNA-DT- QM8100	10	CABLE NETWORK	1574		001	no incluye IVA ni Importacon
20	CMTS Motorola BSR-2000	1	Motorola	41900		001	no incluye IVA ni Importacon
21	Conv. Upstream USC-1	1	Telecom Products	1000		001	no incluye IVA ni Importacon
22	Comb.VHF SHC-16U/860	1	Pico MACOM	250		001	no incluye IVA ni Importacon
23	Transceptor TRX02-250C	1	CABLE AML Inc.	40000		001	no incluye IVA ni Importacon
24	Antena Omni MMDS	1	DORADUS, Ltd.	169		001	no incluye IVA ni Importacon

(Añadir hojas adicionales en el caso de que se requiera)

**Nodo:** para efectos del estudio técnico se considera como nodo al sitio de concentración de elementos pasivos y activos de red para la prestación del servicio

En el caso de SVA-ISP se considera:

[\[1\] Nodos principales: son aquellos con conexión internacional](#)

[\[2\] Nodos secundarios: aquellos que realizan su conexión internacional a través del nodo principal](#)



# FORMULARIO PARA ANÁLISIS TÉCNICO SOLICITUD PERMISO SVA

SVA-AT-03

Elab.:  
DGGST

Fecha:

a. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL  
SOLICITANTE:

Corporación Nacional de Electricidad "CNEL El Oro"

## SVA-AT-03: DESCRIPCIÓN DE ENLACES ENTRE NODOS (CONEXIÓN NACIONAL)

b. CONEXIÓN ENTRE NODOS

<b>Inicialmente si requiere</b>		<b>Inicialmente no requiere</b>	X
<b>Observaciones</b>			



## FORMULARIO PARA ANÁLISIS TÉCNICO SOLICITUD PERMISO SVA

SVA-AT-05

Elab.: DGGST

Fecha:

**a. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:** Corporación Nacional de Electricidad "CNEL El Oro"

### SVA-AT-05: DESCRIPCIÓN DE ENLACES DE RED DE ACCESO

**b. MEDIOS DE TRANSMISION / ENLACES DE RED DE ACCESO:**

Físicos		Inalámbricos	X
---------	--	--------------	---

**c. DESCRIPCIÓN: Detallar las modalidades de acceso a abonados**

**TDMA (Time Division Multiplexing Access)**

La conexión de última milla o red de acceso debe ser provisto por una empresa de servicios finales o portadores autorizada

No se autoriza la construcción de redes de acceso a un permisionario de SVA



## FORMULARIO PARA ANÁLISIS TÉCNICO SOLICITUD PERMISO SVA

SVA-AT-  
06

Elab.:  
DGGST

Fecha:

a. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:

### SVA-AT-06: OTROS ANEXOS

b. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TOTAL DE LA INFRAESTRUCTURA EMPLEADA PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO, DETALLANDO CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS TALES COMO: VELOCIDAD DE TX/RX, MEDIO DE TRANSMISIÓN, PROVEEDOR, PUNTOS DE CONEXIÓN.

Incluye	
Observaciones:	Anexo 2

c. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE CADA NODO DETALLANDO CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS TALES COMO: VELOCIDAD DE TX/RX, MEDIO DE TRANSMISIÓN, PROVEEDOR, PUNTOS DE CONEXIÓN.

Incluye	
Observaciones:	Anexo 3





**FORMULARIO PARA  
ANÁLISIS TÉCNICO  
SOLICITUD PERMISO SVA**

**SVA-AT-07**

Elab.:  
DGGST

Fecha:

**a. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:**

Corporación Nacional de Electricidad "CNEL El Oro"

**SVA-AT-07: PLAN TARIFARIO PROPUESTO**

**b. PLAN TARIFARIO PROPUESTO:**

Internet Banda Ancha 200 Kbps	US\$ 15
Internet Banda Ancha 300 Kbps	US\$ 25
Internet Banda Ancha 400 Kbps	US\$ 35
Internet Banda Ancha 512 Kbps	US\$ 50
Internet Banda Ancha 1024 Kbps	US\$ 400
Observaciones:	Anexo 4

# *ANEXO C*

## *Formularios para la concesión de servicios portadores*



## FORMULARIO PARA ANÁLISIS TÉCNICO

PT-SP-001  
Elab.:  
DGGST

Fecha:

a. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:

### 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	
4	Carchi	
5	Chimborazo	
6	Cotopaxi	
7	El Oro	x
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 Chinchiipe	

<b>d. RESPONSABLE TÉCNICO:</b>	Jorge Erráez Ángel Yungaicela
--------------------------------	----------------------------------

<b>e. REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA NATURAL:</b>	
--------------------------------------------------	--

***ANEXO D***

***Plano Ciudad***

***de Machala***

***ANEXO E***

***Cartografía Ciudad***

***de Machala***

***ANEXO F***

***Imágenes de***

***CNEL El Oro***

**Anexo F.1 Edificio CNEL El Oro**



**Anexo F.2 Torre CNEL El Oro**





**Anexo F.3 Espacio 1 Azotea CNEL El Oro**



**Anexo F.4 Espacio 2 Azotea CNEL El Oro**



**Anexo F.5 Espacio 3 Azotea CNEL El Oro**



**Anexo F.6 Espacio 4 Azotea CNEL El Oro**



## GLOSARIO

**MMDS:** Sistema de Distribución Multicanal Multipunto

**IFTS:** Servicio Fijo de Televisión Instructiva.

**MDS:** Servicio de Distribución Multipunto.

**GPS:** Sistema de Posicionamiento Global.

**FCC:** Comisión Federal de Comunicaciones.

**ITU:** Unión Internacional de Telecomunicaciones.

**NTSC:** Comisión Nacional de Sistemas de Televisión.

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

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

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

**DSSS:** Direct Sequence Spread Spectrum o espectro ensanchado de secuencia directa.

**BER:** Bit Error Rate.

**$E_b/N_0$ :** Energía de bit respecto a densidad espectral de ruido.

**CIR:** Committed Information Rate.

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

**RDSI:** Red digital de servicios integrados.

**LAN:** Redes de Área Local.

**VPNs:** Redes privadas virtuales.

**QoS:** Calidad del Servicio.

**CONATEL:** Consejo Nacional de Telecomunicaciones

**IGM:** Instituto Geográfico Militar.

**SUPERTEL:** Superintendencia de Telecomunicaciones.

**INEC:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

**MTTR:** Mean Time To Repair.

**SLA:** Service Level Agreement.

**LNB:** Low Noise Block.

**ASI:** Asynchronous Serial Interface.

**TS:** Transport Stream.

**NIT:** Network Information Tables.

**PDH:** Plesiochronous Digital Hierarchy.

**CAS:** Conditional Access System o Sistema de Acceso Condicional.

**CMTS:** Cable Modem Terminal System.

**DOCSIS:** Data Over Cable Service Interface Specification.

**SENATEL:** Secretaria Nacional de Telecomunicaciones.

**PIRE:** Potencia Isotrópica Radiada equivalente.

**CPE:** Customer Premise Equipment.

**SVA:** Servicios de Valor Agregado.

**FOB:** Valor Soportado en las facturas.

**Flete:** Valor por Transporte Internacional.

**Seguro:** Valor de la Prima.

**CIF:** Costo, seguro y Flete.

**AD-VALOREM:** Arancel cobrado a las Mercancías.

**FODINFA:** Fondo de Desarrollo para la Infancia.

**ICE:** Impuesto a los consumos especiales.

**CORPEI:** Corporación de Promoción de Exportación e Inversión.

**IVA:** Impuesto al Valor Agregado.

**VAN:** Valor Actual Neto.

**TIR:** Tasa Interna de Retorno.