



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN PARA QUE  
PROVEEDORES DE AVS VÍA CABLE, ACCEDAN A  
CDNs (REDES DE CONTENIDO)”

**INFORME DE MATERIA INTEGRADORA**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**LUIS ANDRES PÉREZ GALLARDO**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO: 2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco infinitamente a mis padres, Luis Pérez y Zoila Gallardo por ser los pilares de mi vida, el ying y el yang, apoyarme siempre en los momentos buenos y malos, a no dejarme decaer y seguir adelante, para que no desfallezca en mis estudios y sea alguien en la vida tanto profesional como social, dándome sus consejos para tomar siempre buenas decisiones, aunque a veces no lo haga, pero a pesar de eso están siempre para mí.

Al ING. César Yépez, admirándolo como consejero, profesor y un gran emprendedor que es, al ING. Edison Del Rosario, por haberme ayudado con sus críticas constructivas para la mejora de mi proyecto.

También quiero agradecer a las personas que me ayudaron indirectamente con consejos para realizarla, a mi amigo Johnny Zambrano que también estuvo para apoyarme en cualquier momento de las cosas que no entendía.

A mi familia en general que siempre me brindan su apoyo moral para que termine mi carrera y siempre cumpla mis metas.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mis padres, que ansían verme culminar esta etapa de mi vida y pagarles con la inmensa gratitud de haberme dado esta oportunidad de poder ser Ingeniero.

También dedico este proyecto a todas las personas que quieran solucionar un problema, con alma emprendedora, visionaria, para que siempre encuentren un problema ya sea social o económico, de alguna empresa privada o pública y vean el modo de solucionarlo.

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

**Ing. Cesar Yépez Flores MSc.**

PROFESOR EVALUADOR

**Ing. Edison Del Rosario MSc.**

PROFESOR EVALUADOR

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....  
Luis Andres Pérez Gallardo

## RESUMEN

Este proyecto va dirigido a las compañías pequeñas, proveedoras de audio y video por suscripción vía cable o pequeños cable operadores, con una infraestructura HFC. La idea del proyecto consiste, en mejorar el servicio que brindan las compañías pequeñas de audio y video por suscripción (AVS), ya que algunas de estas empresas que tienen una infraestructura adecuada, para ofrecer más y mejores servicios, podrían estar en peligro de perder suscriptores, ya que optan por no hacer uso de tecnologías actualizadas para brindar servicios mejorados, como lo hacen las grandes compañías.

Dejar en el pasado la transmisión analógica, debido a que tiene muchos problemas a los abonados por una mala calidad de video, opacando los colores de las imágenes, no saber la información ni el contenido de la programación, que hoy en día es una obligación según la Ley de comunicación Art. 18, entre otros. Hacer uso de Internet como medio de transmisión para generar un mayor tráfico de datos en el Ecuador, migrando de cable operador a ISP, contar con los títulos habilitantes respectivos, tanto como para brindar audio y videos por suscripción e Internet y puedan mantenerse en el mercado, poco a poco empiecen a crecer con el punto, de que puedan competir con las grandes empresas que cada vez van ganando territorio por su tecnología actualizada. Aprovechar la existencia de compañías proveedoras de redes CDNs, que están interconectadas a nivel mundial proveyendo contenido de empresas generadoras de contenido y así, poder ofrecer al abonado televisión streaming o bajo demanda por IP y Datos (uso de Internet).

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA .....	ii
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN.....	iii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iv
RESUMEN.....	v
ÍNDICE GENERAL .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
CAPÍTULO 1.....	1
1. PROBLEMA A RESOLVER .....	1
1.1 Definición del problema .....	1
1.1.1 Síntesis .....	1
1.1.2 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos .....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos .....	4
1.4 Metodología.....	5
1.5 Resultados esperados.....	6
1.6 Elementos diferenciadores o innovadores.....	6
CAPITULO 2.....	7
2 DISTRIBUCIÓN DE AUDIO Y VIDEO VÍA CABLE .....	7

2.1	Historia del internet hasta la actualidad.....	7
2.2	Desarrollo de la televisión AVS .....	7
2.3	Medio de transmisión vía cable .....	8
2.3.1	Redes HFC .....	8
2.3.2	Redes de transmisión FTTX.....	9
2.4	Componentes de un sistema de CATV .....	11
2.4.1	Cabecera.....	11
2.4.2	Red troncal.....	13
2.4.3	Red de distribución .....	14
2.4.4	Red de acceso .....	15
2.5	IPTV .....	16
2.6	Redes de distribución de contenido CDNs.....	18
2.7	Protocolos de Transmisiones por IP.....	19
2.7.1	Direccionamiento IP .....	21
2.7.2	UDP/IP .....	22
2.7.3	TCP/IP.....	23
2.7.4	IP Multicast.....	23
2.7.5	IGMP .....	25
2.8	Modelo de infraestructura de red HFC de Daule Visión. ....	27
CAPITULO 3.....		35
3	PROVEER INTERNET USANDO LA MISMA INFRAESTRUCTURA DE RED DE LA EMPRESA PROVEEDORA DE AVS. ....	35
3.1	Acceso a internet y televisión utilizando la misma estructura de red por cable.....	35



3.2	Cable modem sistema de terminación .....	36
3.2.1	CMTS.....	36
3.2.2	Cable modem CM .....	38
3.3	Tecnología DOCSIS 3.0 .....	41
3.4	Estructura para ofrecer televisión e internet.....	44
3.5	Análisis de la capacidad de abonados para proveer internet y brindar la misma programación de tv.....	46
3.6	Problemas en la transmisión de datos a través de la estructura de red .....	47
3.7	Requerimiento de los equipos para conexión bidireccional.....	48
3.7.1	CMTS.....	48
3.7.2	Equipo terminal de usuario.....	48
3.8	Análisis económico para brindar internet y tv .....	49
3.8.1	Inversión inicial.....	49
3.8.2	Ingresos con los diferentes planes.....	51
3.8.3	Sostenibilidad económica.....	52
3.8.4	Tabla de amortización.....	55
CAPÍTULO 4.....		56
4	PROPUESTA DE DISEÑO PARA VIDEO BAJO DEMANDA .....	56
4.1	Título .....	56
4.2	Fundamentación legal .....	56
4.3	Justificación.....	59
4.3.1	Generador de contenido .....	60
4.3.2	Proveedores de CDN .....	61

4.4	Objetivos .....	63
4.5	Ubicación geográfica .....	63
4.6	Descripción de la propuesta .....	64
4.7	Análisis de la capacidad de abonados .....	67
4.8	Análisis económico para implementar tv bajo demanda.....	68
4.8.1	Inversión inicial.....	68
4.8.2	Ingresos con los diferentes planes.....	71
4.8.3	Sostenibilidad económica.....	73
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
	BIBLIOGRAFIA.....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Crecimiento de abonados AVS hasta 2016 .....	2
Figura 1.2 Suscriptores por provincia .....	2
Figura 1.3 Participación Mercado AVS todas las modalidades.....	3
Figura 2.1 Red HFC.....	9
Figura 2.2 Opciones de redes de fibra híbridas (FTTX).....	10
Figura 2.3 Componentes de un sistema de televisión por cable.....	11
Figura 2.4 Componentes en la CABECERA.....	12
Figura 2.5 Topología tipo anillo.....	13
Figura 2.6 Topología tipo árbol .....	13
Figura 2.7 Esquema de GATEWAY (nodo óptico).....	14
Figura 2.8 Esquema de última milla.....	14
Figura 2.9 Red de acceso.....	15
Figura 2.10 esquema IPTV .....	16
Figura 2.11 Arquitectura CDN.....	18
Figura 2.12 Diferentes capas del modelo de referencia OSI .....	19
Figura 2.13 Diferentes capas del modelo TCP .....	20
Figura 2.14 Cabecera IP.....	22
Figura 2.15 Cabecera UDP.....	22
Figura 2.16 Cabecera TCP .....	23
Figura 2.17 TRANSMISIÓN MULTICAST.....	24
Figura 2.18 Primer bit del primer octeto indicando el frame.....	25
Figura 2.19 Cabecera IGMP .....	26
Figura 2.20 Construcción de un árbol DVRMP .....	27
Figura 2.21 Estructura de red de Daule Visión .....	33
Figura 2.22 Red Troncal y Cantones de su Red de Distribución .....	33
Figura 3.1 Canales de television e internet por cable .....	35
Figura 3.2 Conexión bidireccional entre Cabecera y Abonado. ....	36

Figura 3.3 Funcionalidad del CMTS .....	37
Figura 3.4 Ancho de Banda de DOCSIS 1.0, 1.1 y 2.0.....	41
Figura 3.5 Ancho de Banda de DOCSIS 3.0.....	41
Figura 3.6 Modificación de Cabecera para ser ISP. ....	45
Figura 3.7 Adición de Internet a la Red de Daule Visión .....	46
Figura 4.1 Componente de una red CDN .....	60
Figura 4.2 Características de proveedores de CDN .....	61
Figura 4.3 Ubicación de la cabecera de Daule Visión y su red troncal. ....	63
Figura 4.4 Rediseño de Cabecera con acceso a CDN global, con una red CDN privada. ....	64
Figura 4.5 Red troncal, Distribución y equipos terminales del abonado CDN .....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Direccionamiento IP según la clase .....	21
Tabla 2 Distribución de frecuencias .....	32
Tabla 3 Total de suscriptores de Daule Visión.....	34
Tabla 4 Velocidad requerida para transmisión de MPEG .....	38
Tabla 5 Velocidad en downstream dependiendo de la modulación .....	43
Tabla 6 Velocidad de transmisión en upstream dependiendo de la modulación .....	43
Tabla 7 Número de abonados máximos con 5 y 10 Mbps, haciendo channel bonding de 4 canales.....	47
Tabla 8 Inversión inicial de infraestructura para ser ISP .....	49
Tabla 9 Gastos en el año 1 ISP .....	49
Tabla 10 Gastos en el año 2 ISP .....	49
Tabla 11 Gastos en el año 3 ISP .....	50
Tabla 12 Gastos en el año 4 ISP .....	50
Tabla 13 Gastos en el año 5 ISP .....	50
Tabla 14 Tarifas de lo servicios ofrecidos por Daule Visión.....	51
Tabla 15 Solo TV con 60 canales ISP .....	51
Tabla 16 Combo TV e Internet 5 Mbps ISP .....	51
Tabla 17 TV e internet 10 Mbps ISP .....	52
Tabla 18 Internet 5 Mbps ISP .....	52
Tabla 19 Internet 10 Mbps ISP .....	52
Tabla 20 Flujo de Fondos de DAULE VISIÓN ISP .....	54
Tabla 21 Préstamo a 2 años plazo de Inversión para ISP .....	55
Tabla 22 Distribución de los servidores réplica a los distintos cantones .....	65
Tabla 23 Cantidad de abonados provistos con channel bonding de 8 canales CDN.....	68
Tabla 24 Inversión inicial de infraestructura para TV bajo demanda CDN....	68

Tabla 25 Gastos en el año 1 CDN .....	69
Tabla 26 Gastos en el año 2 CDN .....	69
Tabla 27 Gastos en el año 3 CDN .....	69
Tabla 28 Gastos en el año 4 CDN .....	69
Tabla 29 Gastos en el año 5 CDN .....	69
Tabla 30 Gastos en el año 6 CDN .....	70
Tabla 31 Gastos en el año 7 CDN .....	70
Tabla 32 Gastos en el año 8 CDN .....	70
Tabla 33 Gastos en el año 9 CDN .....	70
Tabla 34 Gastos en el año 10 CDN .....	70
Tabla 35 Tarifas de lo servicios ofrecidos por Daule Visión CDN.....	71
Tabla 36 Combo TV SD 40 canales e Internet 5 Mbps CDN .....	72
Tabla 37 Combo TV SD 40 canales e internet 10 Mbps CDN .....	72
Tabla 38 Combo TV SD 40 + 20 HD canales e internet 5 Mbps CDN .....	73
Tabla 39 Combo TV SD 40 + 20 HD canales e internet 10 Mbps CDN .....	73
Tabla 40 Flujo de fondos de Daule Visión usando Redes CDN.....	75

# CAPÍTULO 1

## 1. PROBLEMA A RESOLVER

### 1.1 Definición del problema

#### 1.1.1 Síntesis

El problema de las pequeñas empresas cable operadoras de TV pagada, es la gran cantidad de prestadores que existen hasta la actualidad en una misma localidad, habiendo una gran competitividad entre ellos. Algunas pequeñas empresas aún se manejan con una transmisión televisiva analógica, el cual tiene muchos inconvenientes y disgustos para los suscriptores como: mala calidad de imagen, no saber el contenido ni la información de la programación, estar sujetos a un horario establecido y no poder ver su programación favorita cuando deseen.

Existen grandes empresas que tienen una mayor participación en el mercado por sus servicios mejorados que ofrecen, los pequeños cable operadores corren el riesgo, de que si estas grandes empresas empiezan a operar en las ciudades pequeñas donde ellos brindan su servicio, los suscriptores dejen de lado a las pequeñas empresas para obtener un mejor servicio, sabiendo que tendrían que pagar un precio más alto. Al paso del tiempo puedan perder considerablemente suscriptores e ir a la quiebra, por no actualizar su tecnología para brindar un mejor servicio y poder mantenerse en el mercado, compitiendo con las grandes empresas.

#### 1.1.2 Antecedentes

La asociación de cable operadores (ASOCOPE) brindan un gran aporte al desarrollo económico del país, debido a que existen alrededor de 1.305.696 suscriptores, actualmente en Ecuador según datos emitidos por la ARCOTEL hasta el tercer trimestre del 2016, ver figura 1.1. Existen tres modalidades para brindar el servicio de audio y video por suscripción (AVS);

televisión por cable terrestre, televisión codificada terrestre y televisión codificada satelital. [1][2]



Figura 1.1 Crecimiento de abonados AVS hasta 2016

Las provincias con mayor porcentaje de participación hasta el tercer trimestre del 2016 registradas son: Guayas con 314.971 suscriptores representando el 24.12%, Pichincha con 293.201 suscriptores que representa el 22.46% y por último Manabí con 122.146 suscriptores con el 9.35%, ver figura 1.2.

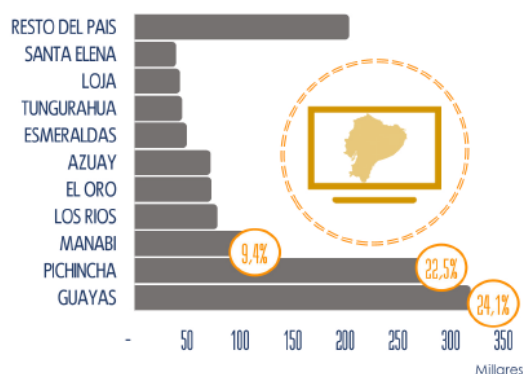


Figura 1.2 Suscriptores por provincia

Las cinco empresas con mayor participación de 245 que cuentan con el título habilitante, para brindar el servicio de audio y video por suscripción (AVS) ya sea; satelital, por cable o codificado terrestre en Ecuador son; liderando DIRECTV CIA LTDA. con el 34%, representando a 450.154 suscriptores, segundo la Corporación Nacional de Telecomunicaciones o CNT EP con el 28% representando a 364.611 suscriptores, tercero GRUPO TV CABLE con el 15% representando a 200.930 suscriptores, cuarto



UNIVISA S.A. con el 3% representando a 39.470 suscriptores y quinto casi a la par está Claro con el 3% representando a 34.155 suscriptores, dejando con un 17% a la suma de todas las demás compañías AVS, ver figura 1.3. [2]

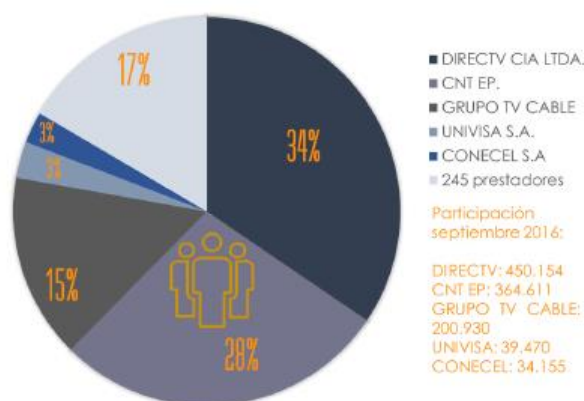


Figura 1.3 Participación Mercado AVS todas las modalidades

## 1.2 Justificación

En la actualidad, con el avance de la tecnología en el área de las telecomunicaciones, permite que pequeños cable operadores puedan ofrecer servicios mejorados a sus usuarios, según la figura 1.3, se puede observar que una gran cantidad de suscriptores pagan un precio alto a grandes empresas, para obtener un mejor servicio.

En Ecuador, desde que empezó la transición de televisión analógica a digital, televisión digital terrestre (TDT), el gobierno emitió un reglamento técnico RTE 83 para televisores, todo televisor que se importe, fabrique o ensamble en Ecuador deben ser aptos para el estándar ISDB-Tb, de este modo al avanzar el tiempo las personas han ido adquiriendo un televisor normal o Smartv, ya sea; plasma, lcd o led, para poder tener una mejor visualización del contenido.

En el caso de brindar AVS vía cable sobre una infraestructura HFC, adicionalmente se podría brindar Internet, adquiriendo el respectivo título habilitante emitido por la ARCOTEL, sobre la misma infraestructura mencionada anteriormente, añadiendo ciertas tecnologías como un CMTS con estándar

DOCSIS 3.0 en la cabecera, que es lo primordial para que exista una comunicación bidireccional en la red HFC con un cable modem CM en el equipo final del usuario, por tanto, los suscriptores que deseen contratar Internet deberán tener o adquirir, un computador de mesa o portátil para usar Internet, también se podría dar el servicio de voz, pero no es el caso de este proyecto.

El cable operador ya siendo también, proveedor de internet ISP, podría brindar de dos maneras televisión: transmisión analógica, como seguía brindando o aprovechar este medio de transmisión para brindar audio y video digital por IP, con esto el cable operador deberá colocar un IP set-top-box en cada televisor que no sea SmartTv.

El cable operador compra su programación televisiva a proveedores satelitales de contenido de audio y video extranjero, se debe aprovechar la existencia de empresas que brindan el servicio de la utilización de sus redes CDNs, que almacenan programación extranjera como de HBO, Netflix, FOX, entre otros, que puede ser almacenada en una red privada de CDN creada por el cable operador en su infraestructura, para ofrecer a sus usuarios programación bajo demanda y el uso de un streaming IPTV para la programación nacional.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

- Brindar una solución para que los pequeños cable operadores puedan ofrecer un mejor servicio a sus usuarios, accediendo a las CDNs (redes de distribución de contenidos), con el fin de mantenerse en el mercado.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Analizar el modelo de una infraestructura de red HFC, de una empresa pequeña de Audio y Video por Suscripción vía cable.
- Convertir al cable operador en proveedor de internet (ISP), para realizar los cambios necesarios y migrar la transmisión de TV analógica a transmisión digital por IP.

- Investigar los actuales proveedores de redes CDNs para hacer uso del cual se crea más conveniente.
- Analizar cómo debería ser la implementación para crear una red privada CDN, para que, a los usuarios que brinda el servicio de Audio y Videos por suscripción, puedan disfrutar de un mejor servicio.

#### **1.4 Metodología**

Investigar sobre la transmisión de audio y video en protocolo de internet y las redes de distribución de contenido(CDNs).

La empresa que se analizará en este trabajo es Daule Visión (DV), cuenta con un canal local en su cabecera, se encuentra ubicada en el cantón Daule y tiene una infraestructura HFC (Híbrido Fibra-Coaxial) para brindar Audio y Video por Suscripción vía cable al cantón de origen y otros cantones aledaños, siendo el cable coaxial como equipo terminal del abonado.

Proponer los cambios necesarios para que puedan ser Proveedores de Internet (ISP) y beneficiarse de los servicios que brindan las Redes CDNs, para los ISP.

Colocar servidores de almacenamiento en cache de Video, ubicados en su infraestructura, para que pueda acceder a las CDN global de alguna empresa contratada y almacenar el contenido en la CDN privada del cable operador, así brindar televisión streaming o bajo demanda por IP.

Como Daule Visión cuenta con la autorización de operación de un canal, verificar el cumplimiento de los aspectos regulatorios, tanto en; manejo de contenido importado, propiedad intelectual, programación nacional e intercultural, para que pueda funcionar sin problema alguno.

Realizar un análisis económico para los cambios respectivos y para la sustentabilidad de la empresa tanto como proveedor de Internet con TV analógica y como proveedor de internet con TV SD y HD vía IP.

### **1.5 Resultados esperados**

Una vez realizados los cambios respectivos en el diseño de la cabecera de DV, pueda acceder a la red CDN global, solo una vez por contenido, es decir, si un usuario requiere de un programa que no esté almacenada en la CDN privada de DV, esta petición automáticamente se descarga de la CDN global y se almacena en la red privada, así, cuando otro usuario requiera del mismo programa, este lo verá directamente del CDN de DV, brindando a sus usuarios televisión bajo demanda, como un mejor servicio.

Describir los beneficios que las redes CDNs brindan, tanto para el proveedor de internet(ISP) y AVS, como para el usuario que no opte por cambiarse de proveedor.

### **1.6 Elementos diferenciadores o innovadores**

Este proyecto es interesante para las empresas pequeñas que brindan Audio y Video por Suscripción vía cable, debido a que se manejan algunos aspectos en el área de telecomunicaciones como son: elementos de redes privadas para distribución de contenido, internet, digitalización y transmisión de video por IP, el actualizar las tecnologías de transmisión es un beneficio para ganar suscriptores, debido a que se brinda un mejor servicio.

## CAPITULO 2

### 2 DISTRIBUCIÓN DE AUDIO Y VIDEO VÍA CABLE

#### 2.1 Historia del internet hasta la actualidad

El internet fue desarrollado en Estados Unidos como una red de comunicaciones para uso militar en los años 70, conforme ha transcurrido el tiempo en los años 90s ya empezaron a emplearla para usos; académico, investigativo y para mejorar las transacciones de negocios de las grandes corporaciones, permitiendo a sus usuarios que accedan electrónicamente. En la actualidad el internet es una red de redes interconectadas en todo el mundo, que brinda al usuario final una variedad de servicios. [3]

EcuaneX fue la primera institución en proveer Internet al Ecuador, por un nodo de internet concertado por la Intercom en 1991, EcuaneT fue el segundo proveedor en el año de 1992, por un segundo nodo instalado por la Corporación Ecuatoriana de información. En 1995 el diario Hoy realizó la primera distribución de contenido en forma digital a través del internet. [3]

En la actualidad, el servicio de internet en el Ecuador ha crecido de manera impresionante, según estadísticas proporcionadas por la ARCOTEL en su boletín N°6, entre el 2001 y 2015 se ha superado en un 300%, existiendo hasta el 2015 un total de 292 ISPs (Internet Service Provider). Aprovechando la capacidad de cable submarino, para enlazarse a la red internacional, Ecuador aumentó su capacidad en 100Gbps, para la estimulación del desarrollo en varias áreas como: económico, social e innovación tecnológica. [3]

#### 2.2 Desarrollo de la televisión AVS

Estados Unidos fue un pionero y el país que más rápido adoptó este sistema, entre los promotores de la televisión por cable está Jhon Wilson, que dio los bosquejos del primer sistema de cableado en el año de 1948, pero este tuvo sus primeros apogeos en la época de los años 50, al principio solo se cobraba por la instalación del sistema, los cobros mensuales surgieron tiempo después. [4]

La televisión por sistema de cable no es una innovación tecnológica, debido a que utiliza concepciones ya existentes, como son las antenas y el cable coaxial. El servicio de TV por cable en la actualidad, se está transformando en el canal por el que discurren servicios integrales de telecomunicación. [4]

En Ecuador, la televisión es uno de los servicios más solicitados, ya que alrededor del 86.2% de los hogares cuenta con este servicio, es un medio el cual es aprovechado para; información, entretenimiento, educación, etc. El servicio de audio y video por suscripción representa un aporte considerable al desarrollo económico del país debido al crecimiento de suscriptores en los últimos años a nivel nacional. [5]

Debido a que se puede obtener una mayor oferta de programación televisiva, por medio de Audio y Video por Suscripción, a que la TV abierta comercial, los usuarios optan por contratar el servicio de televisión pagada, las compañías de audio y video por suscripción deben estar debidamente regularizadas, según las normas de ARCOTEL, para la autorización legal del uso de la programación televisiva. [5]

## **2.3 Medio de transmisión vía cable**

### **2.3.1 Redes HFC**

Su significado Hybrid Fiber Coaxial (Red Híbrida Fibra - Coaxial), éste tipo de Red, es una mezcla entre; fibra óptica y coaxial. Las redes que usan fibra óptica, transmiten todo el contenido hacia la cabecera, desde aquí, dependiendo de la topología que usen sea; anillo o árbol, transmiten por hilos de fibra óptica hasta los nodos ópticos de la red troncal, encargados de convertir la señal óptica a eléctrica, desde éstos nodos, se transmite por cable coaxial, hasta los nodos de la red de distribución, teniendo que utilizar amplificadores, para aumentar la potencia de transmisión, cuando la separación entre los nodos es muy distante, ver figura 2.1.

Estas redes HFC, se empezaron a utilizar para distribución de contenido, enviando sólo en una dirección, osea que puede ser conectado a un televisor para ser vista la programación, reemplazando la transmisión

analógica, pero no permitía recibir información sobre lo que el abonado quisiera hacer.

Con el avance de la tecnología éstas redes fueron mejorando, ya que pueden ser usadas como envío y recepción de datos sin que interfiera la transmisión televisiva, usando los estándares DOCSIS 3.0 y 3.1, haciendo uso para hacer conexiones bidireccionales y poder brindar Internet fijo de banda ancha. [3]

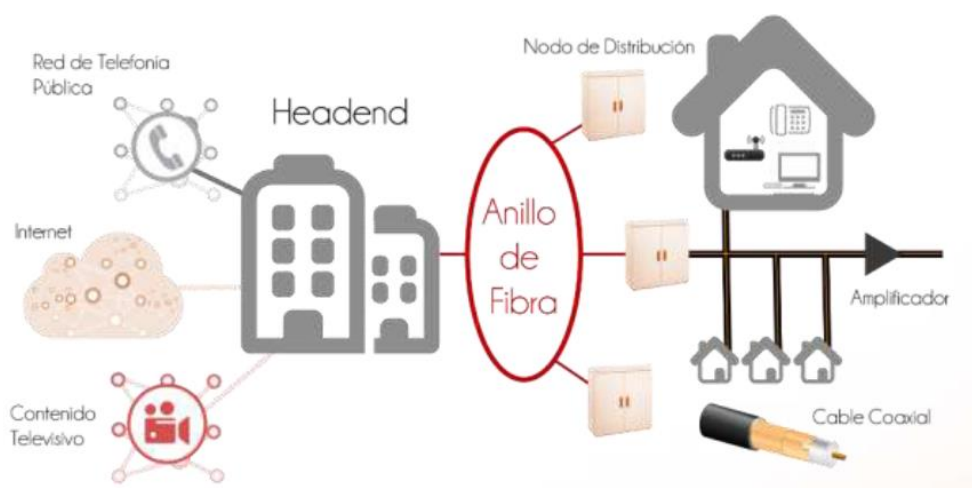


Figura 2.1 Red HFC

### 2.3.2 Redes de transmisión FTTX

La tecnología de fibra óptica cada vez va avanzando e instalan estas redes, para llegar hasta los hogares de los abonados, según las condiciones que requieran, las siglas significan Fiber To The x, donde x depende al destino donde llegue, ver figura 2.2.

Usando la tecnología de fibra óptica, brindan un mejor servicio ya que no hay interferencias electromagnéticas externas, esto ayuda a lo que se esté transmitiendo por esta fibra, se coloquen los amplificadores de señales cada 80 Km. [3]

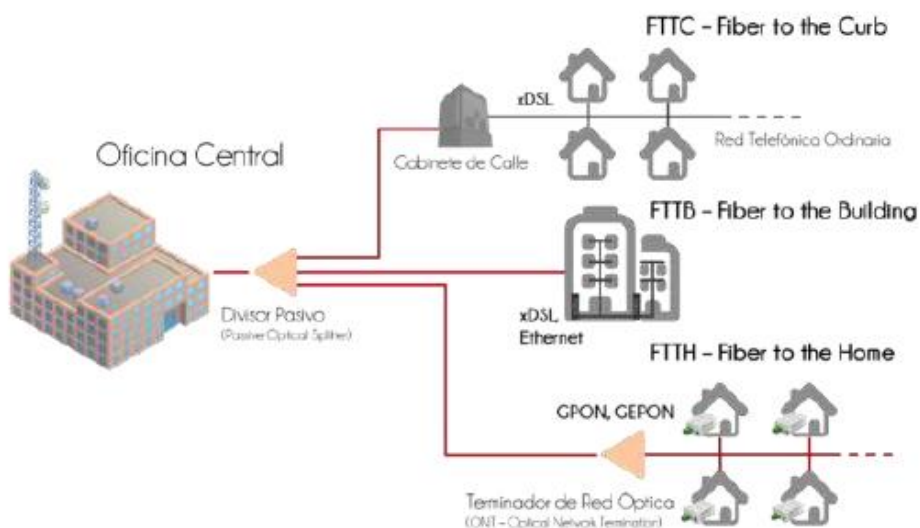


Figura 2.2 Opciones de redes de fibra híbridas (FTTx)

La fibra que llega hasta el hogar de los abonados es FTTH – Fiber To The Home, basado en la tecnología de FTTx, se pueden transmitir los distintos paquetes que ofrecen hoy en día las grandes empresas, como: televisión, Internet de banda ancha y telefonía. Esto requiere una conexión punto a punto usando una topología en estrella o PON (Passive Optical Network.). [7]



## 2.4 Componentes de un sistema de CATV

La figura 2.3, se observan los diferentes componentes de una empresa CATV. [8]

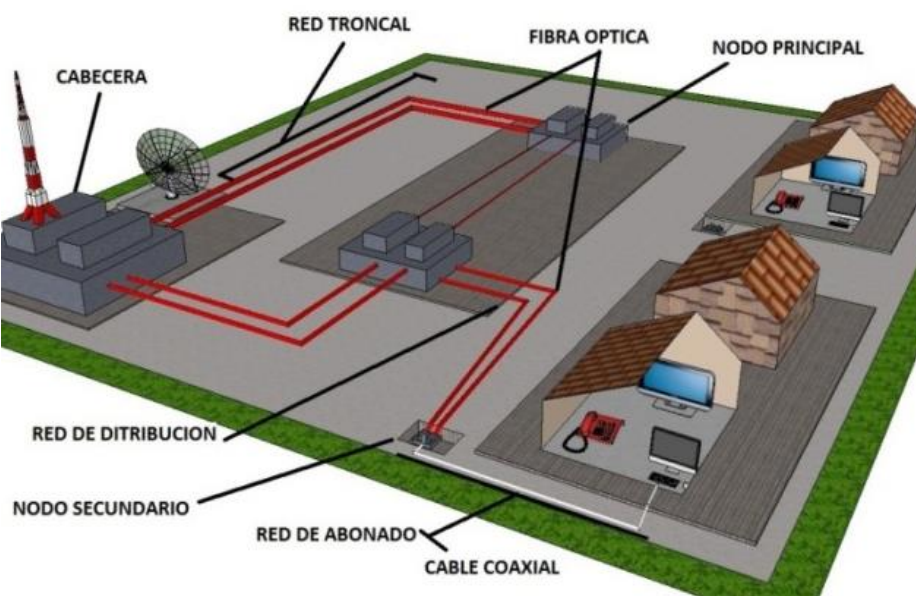


Figura 2.3 Componentes de un sistema de televisión por cable

### 2.4.1 Cabecera

En esta parte es donde se reciben las señales de los servicios que se vaya a ofrecer ya sea; televisión, telefonía o datos. Es el centro de procesamiento de señales, donde se gestiona y controla la red, la complejidad varía dependiendo de los servicios ofrecidos, administrando y monitoreando las solicitudes de los usuarios, ver figura 2.4. [8]

- Consta con antenas parabólicas satelitales de alta ganancia de 40 a 55 dB, dependiendo del diámetro de la antena que pueden ser de 2 a 6 m, apuntando hacia los satélites. Los proveedores satelitales de contenido televisivo internacional, utilizan los satélites ubicados en órbita geoestacionaria, usando la banda 'c' (canal descendente de 3.7 a 4.3GHz) y la banda 'ku' (en canal descendente de 11.7 a 12.2 GHz). Para la programación local de televisión abierta cuentan con antenas tipo yagi, para luego ser procesadas las señales recibidas. [9] [10]

- Todas las señales recibidas por estas antenas son de manera digital, comprimidas y codificada, por tanto, deben pasar por unos receptores decodificadores integrados (IRD) satelitales, para sintonizar la frecuencia de portadora, luego estas señales modulantes son procesadas, modificando los distintos parámetros para que las señales de audio y video tengan una buena calidad.
- El modulador establece un canal distinto de cada señal televisiva, cada modulador es utilizado como transmisor de un canal diferente de televisión.
- Todas las señales que salen de los distintos moduladores pasan por un combinador, para unirlos en un solo cable para que salga hacia la red troncal, por transmisores ópticos y receptores ópticos para el retorno de la señal. [10]

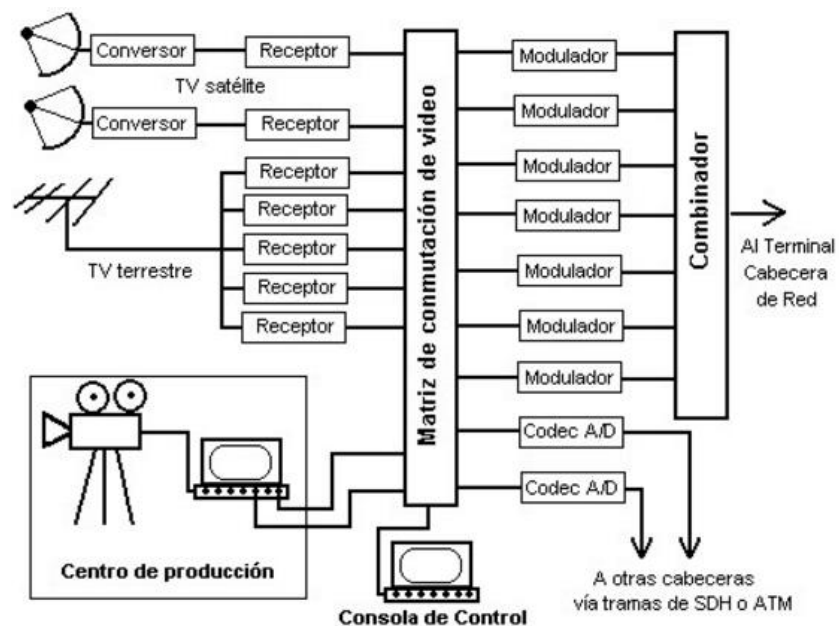


Figura 2.4 Componentes en la CABECERA

### 2.4.2 Red troncal

En una estructura de red HFC, la red troncal parte desde la cabecera por medio de fibra óptica a sus nodos principales, encargados de transformar la señal óptica a eléctrica, la red puede estar compuesta por una topología tipo anillo o árbol, es posible alcanzar largas distancias hasta colocar un amplificador óptico cada 20 Km, ver figura 2.7. [8]

La topología tipo anillo permite una redundancia en ruta y fibras a toda la red, asegurando un camino de respaldo en el caso de un corte en el tránsito de la señal, ver figura 2.5 [11]. En cambio, la topología tipo árbol va directamente la señal desde el nodo padre de la cabecera, hacia los diferentes nodos, ver figura 2.6. [8] [9] [12]

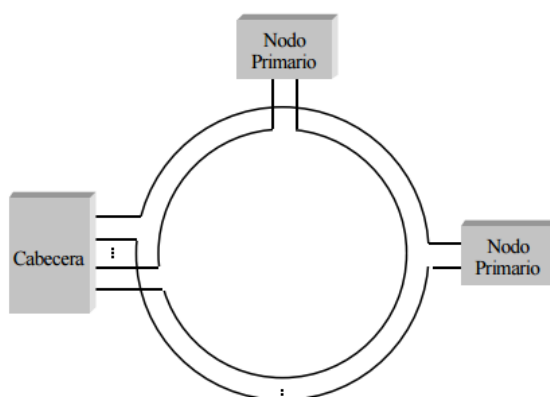


Figura 2.5 Topología tipo anillo

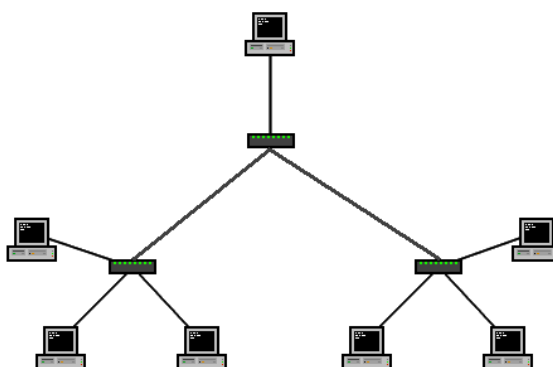


Figura 2.6 Topología tipo árbol

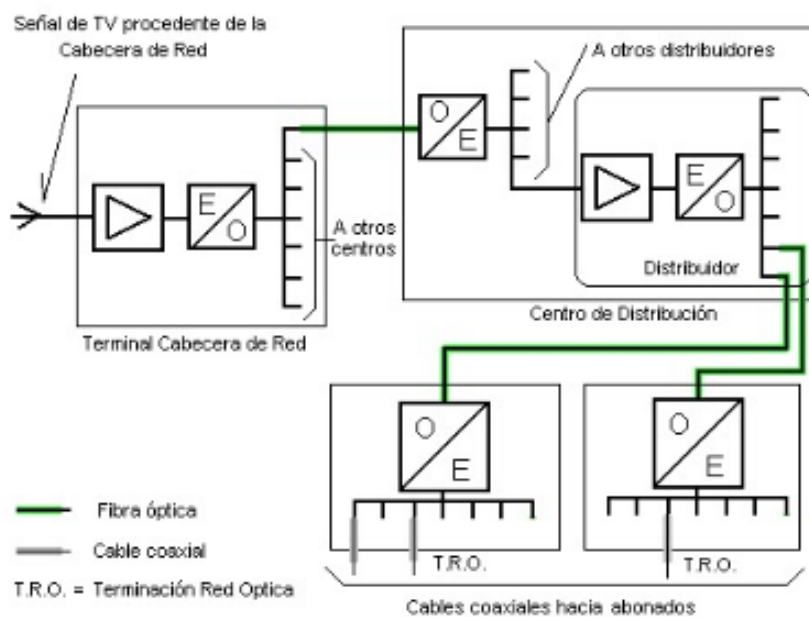


Figura 2.7 Esquema de GATEWAY (nodo óptico)

### 2.4.3 Red de distribución

Esta se encarga de redistribuir las señales desde el nodo principal de la red troncal hasta los nodos secundarios de la red de distribución, para que a través del cable coaxial pasen a la red de acceso de los abonados, por lo general tiene una topología tipo estrella, ésta red se la conoce como última milla, ver Figura 2.8. [8]



Figura 2.8 Esquema de última milla.

#### 2.4.4 Red de acceso

Se hace el uso de taps o splitters como interfaz, entre la red de distribución y la acometida, para derivar o sumar una parte de la señal RF, ver figura 2.9. [14]

##### Acometida

Esta parte de la red conecta la red de distribución de coaxial hasta la acometida del abonado, el coaxial parte desde el tap situado en el poste o edificios hasta los puntos de terminación de red, osea hasta el domicilio del abonado. Existen dos topologías:

- Estrella: A cada vivienda de los distintos pisos de un edificio les llegan un coaxial distinto, a partir de un mismo tap.
- Árbol: Se usa esta topología cuando hay varios departamentos por piso, colocando un tap en cada piso, el cual de ahí parten los distintos coaxiales a cada uno de los abonados de cada piso. [13]

##### Equipo terminal

Dependiendo del servicio que ofrece el cable operador, el equipo terminal puede ser directamente la televisión del suscriptor en caso de desplegar todos los canales ofrecidos o la colocación de un cable modem para el uso del Internet y una caja decodificadora entre el cable y el televisor. [10]

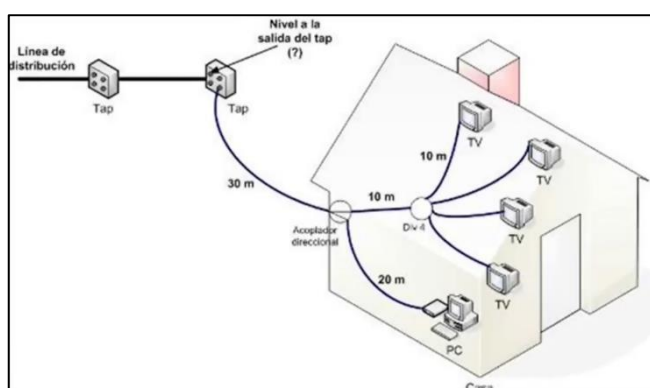


Figura 2.9 Red de acceso

## 2.5 IPTV

Internet Protocol Televisión (IPTV) la tecnología hace referencia a la transmisión segura de servicios multimedia como televisión de alta calidad, video/eventos bajo demanda y contenido de audio a través de redes IP en banda ancha, esto implica que se puede entregar todos estos servicios por una red privada.

La transmisión de TV por protocolo de Internet, se realiza transformando una señal de televisión digital en pequeños paquetes de datos IP, como otro medio de transmisión en línea, tales como el correo electrónico o una página web, para luego ser enviados a la red.

El IPTV se distingue por obtener cuatro principales componentes. El primero se asocia, al proveedor de contenidos de televisión, el cual produce los contenidos audiovisuales que serán ofrecidos al usuario. El segundo se encadena al proveedor de servicios de TV, en donde reciben y se codifican los canales de televisión y otros contenidos como vídeos bajo demanda. El tercero es la red de distribución, que es la red de internet de banda ancha proporcionada por un operador de telecomunicaciones. El cuarto que con lleva a ser el final está encargado del decodificador o set top box, que será ubicado en el lugar donde el cliente recibirá el servicio, ver figura 2.10. [15]

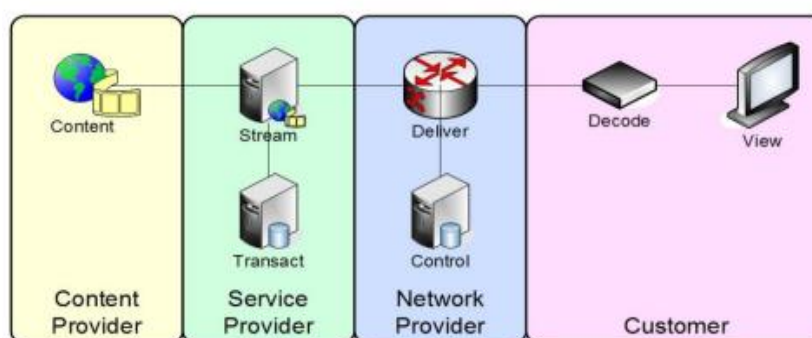


Figura 2.10 esquema IPTV

## **CARACTERÍSTICAS**

**Interactividad:** El poder de una comunicación bidireccional accede a los operadores de telecomunicaciones brindar una serie de servicios y aplicaciones interactivas, como televisión de definición estándar, alta definición, juegos y navegación por internet.

**Pausa en directo y grabación:** Al acceder con un usuario, el servicio de IPTV en acoplamiento con un grabador de video digital, permite pausar en directo y almacenar el contenido para poder verlo posteriormente.

**Integración:** Admite a los operadores de telecomunicaciones ofrecer una gama de servicios en un solo paquete, permitiendo bajar costos al usuario, y así los usuarios se mantengan con el servicio, sin que busquen a otras operadoras.

**Personalización:** Como IPTV tiene un enlace punto a punto, permite soportar comunicaciones bidireccionales. El usuario puede configurar la programación que quiere ver, en el día u hora que desee, cambiando así la forma convencional de ver televisión.

**Menor ancho de banda:** En la tv por cable o satelital la señal se asigna todos los canales en el ancho de banda para difundir a cada uno de los usuarios, IPTV permite a los operadores transmitir los contenidos multimedia cuando el usuario lo requiera. Esta característica nos ayuda a optimizar el ancho de banda requerido por los usuarios a los operadores de telecomunicaciones.

**Facilidad a múltiples dispositivos:** Se puede visualizar la programación del contenido no solo en televisores, se puede acceder también a los servicios IPTV por; Smartphone, tabletas y PCs.

**Pague por ver (PPV):** El usuario puede comprar contenidos de programación en vivo, de los cuales pueden ser: estreno de películas, encuentros deportivos y conciertos, la señal es transmitida simultáneamente para todos los consumidores. [15]

## 2.6 Redes de distribución de contenido CDNs

Una CDN (Content Delivery Network) o Red de Distribución de contenido, no es más que un conjunto de servidores distribuidos estratégicamente en diferentes zonas de una red que tienen copias locales de ciertos contenidos como: videos, imágenes, música, documentos, entre otros, etc., que están almacenados en otros servidores alejados geográficamente, de forma que sea posible servir dichos contenidos de manera más eficiente.

Con un mejor balanceo en la carga se puede aumentar la eficiencia, entre los servidores que tiene almacenados los contenidos y los enlaces que interconectan los diferentes puntos de la red, suprimiendo los cuellos de botella, distribuyendo los datos según la cercanía geográfica del usuario final, ver figura 2.11. [16]

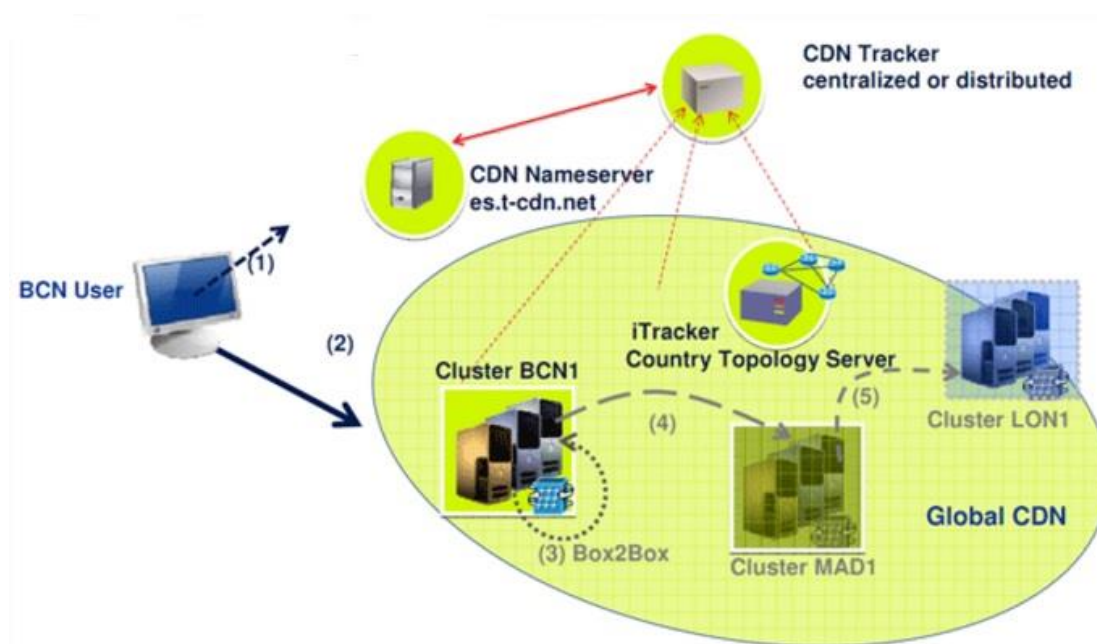


Figura 2.11 Arquitectura CDN

Es decir, los CDNs se replican los contenidos en diferentes redes, dirigiendo las solicitudes de los usuarios hasta las copias más cercanas. De esta manera permite que la red de otros servidores no colapse por exceso de usuarios, gracias al desarrollo de la distribución geográfica nos permite que la conexión no se tarde, haciendo de este un problema mínimo.



CDNs no tendría que ir en oposición de la neutralidad de la red ya que trata de acceder con agilidad a los contenidos de usuarios, este modelo de negocio implica que todas las partes salen ganando. La compañía podría recaudar nuevos y mayores lucros de ingresos procedentes de las empresas interesadas de obtener este servicio, así evita tener un mayor gasto con otras operadoras, esto ayuda a mantener mayor prestigio y dar un servicio de calidad al consumidor.

Un problema de violación de la Neutralidad que muchos tornan a temer es el desarrollo de hipotéticas limitaciones que la operadora podría imponer a las grandes empresas que contienen al uso de la red, como son YouTube y Netflix, haciendo que indirectamente busque apoyo de servicios de almacenamiento local si quieren ser capaces de dar un servicio de calidad a sus clientes. [16]

## 2.7 Protocolos de Transmisiones por IP

La siguiente figura 2.12 muestra las diferentes capas del modelo de referencia OSI, en la que el protocolo de internet IP opera, es en la capa 3, capa de red.

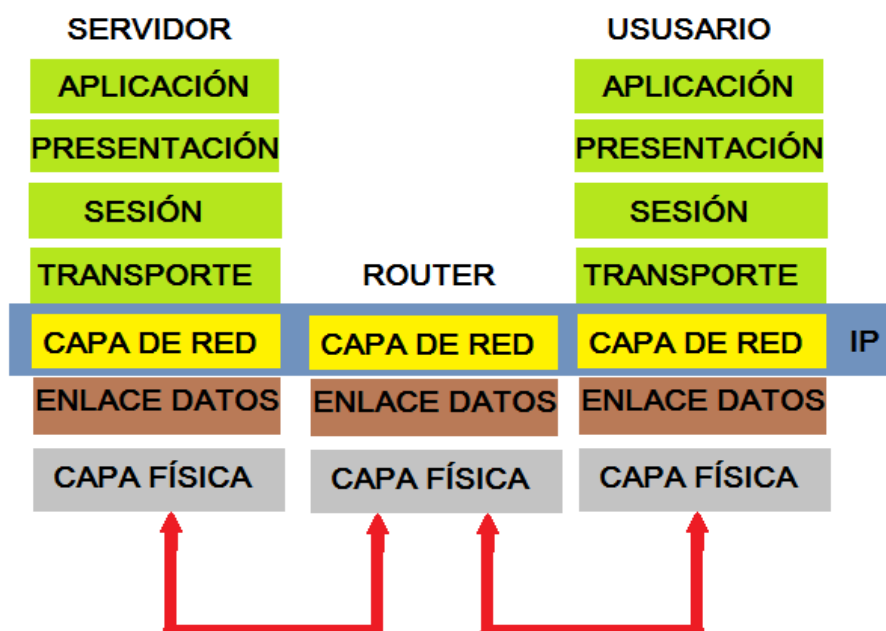


Figura 2.12 Diferentes capas del modelo de referencia OSI

Para el modelo TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/ Protocolo de Internet), es una modificación del modelo OSI, en donde simplifican las 3 últimas en una sola capa de aplicación quedando como la figura 2.13.

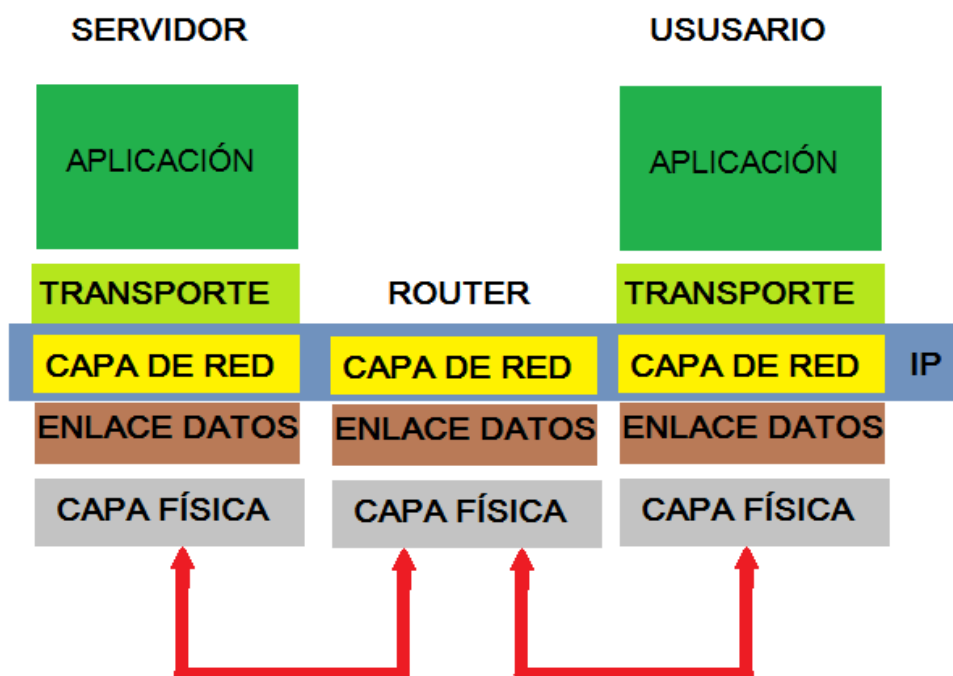


Figura 2.13 Diferentes capas del modelo TCP

- CAPA DE APLICACIÓN 5: Los servidores DNS, DHCP, Proxy, NAT, SMTP, etc. operan en esta capa, interactúa con los protocolos de la capa de transporte para emitir o recibir información.
- CAPA DE TRANSPORTE 4: En esta capa operan algunos switches o firewalls, en donde brindan una comunicación de inicio a fin entre los dos programas de aplicación pueden ser en modo:
  - Modo conectado TCP
  - Modo no conectado UDP

Esta capa agrega un encabezado a los mensajes que son encapsulados en segmentos, para que los paquetes no se pierdan, colocando también un identificador para determinar cuál es la aplicación que está generando el mensaje y cuál está recibiendo.

- CAPA DE RED 3: También conocido como capa IP, encapsula los paquetes recibidos de la capa de transporte en datagramas IP. Este nivel se encarga del encaminamiento de los datagramas dependiendo del modo conectado, añadiendo un encabezado a la trama del nivel de transporte para enrutar los datagramas IP de origen y destino, se hacen uso de enrutadores y switches de capa tres, que son los que operan en esta capa.
- CAPA ENLACE DE DATOS 2: En esta capa operan los puentes de red y switches de capa 2, permite que sea confiable el medio de transmisión físico desde el origen hasta su destino, ya que agrega control y detección de errores. Trabajan en la dirección MAC de origen y destino.
- CAPA FÍSICA 1: Son los medios físicos que están en contacto con el medio de transmisión ya sean; cables, JACK, Plug RJ-45, etc. [22] [23]

### 2.7.1 Direccionamiento IP

Existen 5 clases de direccionamiento, según el número de ordenadores que vaya a ocupar en IPV4, 32 bits, ver tabla 1.

Clase	IP
A: 0.0.0.0	127.255.255.255
B: 128.0.0.0	191.255.255.255
C: 192.0.0.0	223.255.255.255
D: 224.0.0.0	239.255.255.255
E: 240.0.0.0	247.255.255.255

Tabla 1 Direccionamiento IP según la clase

La dirección IP 0.0.0.0 se utiliza como la red por defecto, la clase A se lo usa para redes grandes, la dirección IP 127.0.0.1 se usa para que el ordenador usuario envíe un mensaje así mismo, para localizar averías y pruebas de la red. La clase B se lo usa para redes de tamaño medio como ISPs, la clase C para redes aún más pequeñas como negocios. La clase D es usado para los multicast y la clase E para propósitos experimentales. [24]

Cabecera IP: La figura 2.14 muestra cómo se divide la cabecera IP. [25]

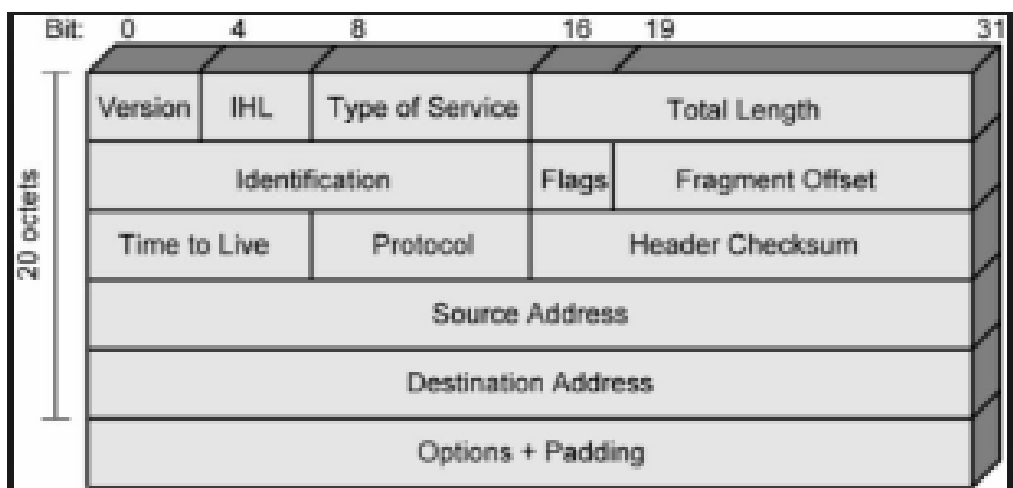


Figura 2.14 Cabecera IP

### 2.7.2 UDP/IP

El Protocolo de Datagramas de Usuario/ Protocolo Internet, permite una difusión multicast, ya que no es orientado a conexión permite que las aplicaciones envíen entre sí mensajes individuales, no garantiza efectividad en la entrega ni el orden de entrega, es efectivo en redes no saturadas.

Cabecera UDP: La figura 2.15 muestra cómo se divide la cabecera UDP.

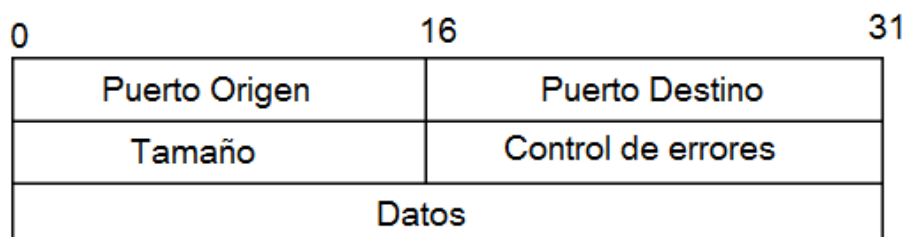


Figura 2.15 Cabecera UDP

Servicios sobre UDP:

- DNS, 53
- Eco, 7
- TFTP, 69
- SNMP 161, entre otros. [24]

### 2.7.3 TCP/IP

El protocolo de Control de Transmisión / Protocolo Internet, también permite que las aplicaciones envíen entre sí mensajes individuales, a diferencia de UDP, este protocolo si garantiza la entrega y el orden de la entrega, es orientado a conexión, pero no se puede hacer uso para una difusión multicast.

Cabecera TCP: La figura 2.16 muestra cómo se divide la cabecera TCP.[24]



Figura 2.16 Cabecera TCP

Servicios sobre TCP:

- FTP
- HTTP
- Telnet
- NFS [24]

### 2.7.4 IP Multicast

Este permite enviar una sola copia desde la fuente a distintos destinatarios que requieren de esa información, el concepto centrado en el receptor MC, se suscribe a un grupo multicast. La infraestructura de red se encarga de

enviar a todos los usuarios del grupo, tiene una transmisión IP a muchos, ver figura 2.17. [24]

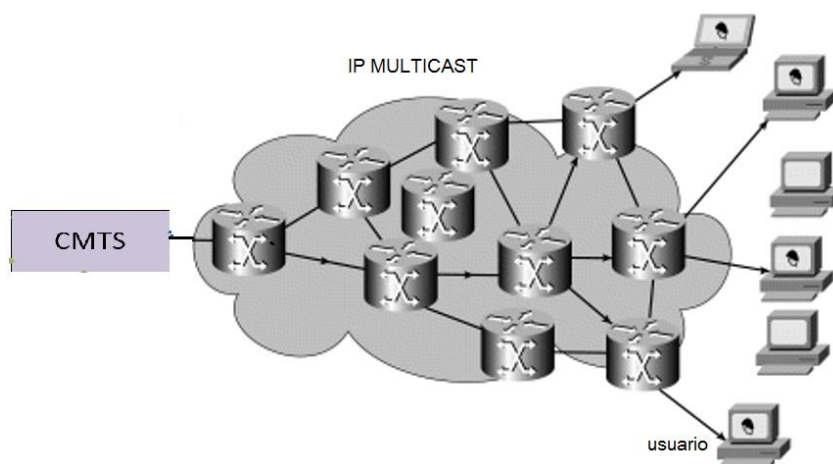


Figura 2.17 TRANSMISIÓN MULTICAST

Lo que se requiere para tener una conexión IP multicast es:

- Soporte para IP CM en el stack TCP/IP.
- Soporte IGMP para peticiones de suscripción y recibir el tráfico MC.
- Tarjetas de red eficientes al filtrar direcciones LAN mapeadas
- Software de aplicación con soporte MC
- Los firewalls deben configurarse para permitir tráfico MC

#### Direccionamiento Multicast:

La Autoridad de Números Asignados en Internet IANA, controla la asignación de direcciones IP multicast, IANA tiene direcciones reservadas en el rango 224.0.0.0 a 224.0.0.255 que son usadas para:

- Paquetes con estas direcciones no son encaminados con TTL = 1
- 224.0.0.1 todos los sistemas de esta subred
- 224.0.0.2 todos los encaminadores de esta subred
- 224.0.0.5 encaminadores OSPF

- 224.0.0.6 encaminadores designados OSPF
- 224.0.0.12 agente DHCP (server/relay)
- 224.0.1.1 Network Time Protocol NTP

Las direcciones globales van desde 224.0.1.0 a 238.255.255.255, se pueden utilizar para multicast de datos en la organización o través de Internet.

Las direcciones multicast nivel 2, las tarjetas de red NICs en un segmento LAN will reciben paquetes con su dirección MAC o la dirección MAC broadcast, según las especificaciones IEEE para LAN el estándar 802.3, tiene la capacidad de soportar multicast, donde el bit 0 del primer octeto se lo usa para indicar si es Ethernet broadcast o multicast, ver figura 2.18. [24]

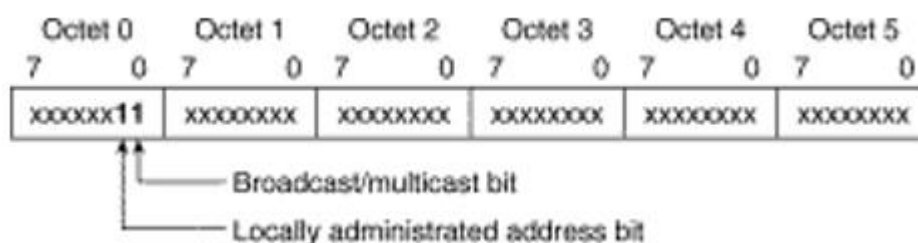


Figura 2.18 Primer bit del primer octeto indicando el frame

El campo tiempo de vida TTL, controla el número de saltos que un paquete multicast puede realizar, cada vez que el paquete atraviesa un encaminador, TTL se decrementa en 1, un paquete con TTL = 0 es descartado. [24]

### 2.7.5 IGMP

Internet Group Management Protocol, es el que utiliza los encaminadores para conocer la existencia de los miembros de grupos MC directamente conectados a las subredes, implementado sobre datagramas IP, tiene dos clases de paquetes:

- Host Membership Query (HMQ)
- Host Membership Report (HMR)

### Funcionamiento:

- Un encaminador por red envía constantemente un mensaje multicast con IGMP HMQ (224.0.0.1) pidiendo información de los hosts del LAN TTL = 1.
- Cada host envía un mensaje IGMP HMR por cada grupo a la dirección del grupo.
- Cuando un proceso pide suscribirse a un grupo multicast, el driver crea una dirección MC hardware nueva y un mensaje IGMP HMR.
- La información IGMP es utilizada por los protocolos de encaminamiento multicast y propagada la información a la red a los diferentes grupos, ver figura 2.19. [24]

### Cabecera IGMP:

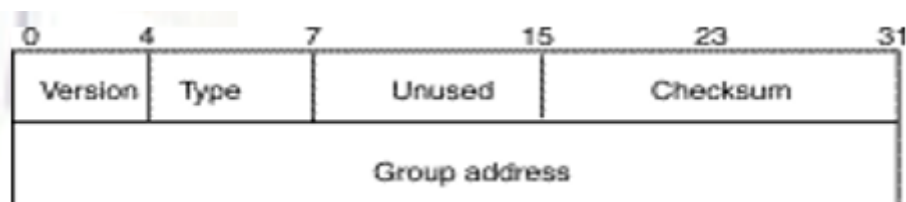


Figura 2.19 Cabecera IGMP

### Encaminamiento multicast:

El tráfico multicast se transmite a través de una estructura tipo árbol que conecta todos los hosts en el grupo, protocolos de encaminamiento denso,

- Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP)
- Multicast Open Shortest Path First (MOSPF)
- Protocol-Independent Multicast-Dense Mode (PIM-DM)

DVMRP construye un árbol para el encaminamiento multicast, asume que todos los hosts pertenecen al grupo multicast:



- El encaminador designado, transmite un mensaje MC a los encaminadores adyacentes. El proceso se repite hasta que llega a todos los miembros del grupo.
- Cada encaminador comprueba sus tablas unicast para determinar la interface que da el camino más corto a la fuente. Si coincide con el interfaz por el que ha llegado el mensaje, se repite el proceso. Si no, el mensaje es descartado, ver figura 2.20. [24]

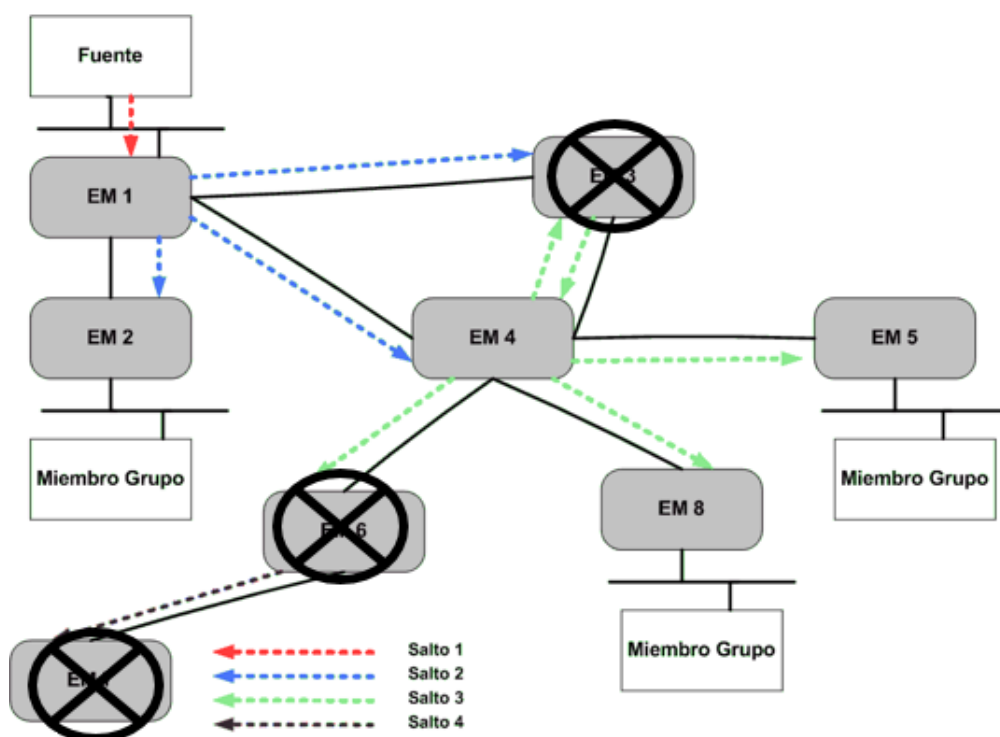


Figura 2.20 Construcción de un árbol DVRMP

## 2.8 Modelo de infraestructura de red HFC de Daule Visión.

Daule Visión, empresa que fue constituida en el año 2005, nació de una idea de uno de los accionistas como una forma de emprendimiento y con visión de activar el desarrollo económico en Daule.

Inicialmente el servicio de televisión por cable era solo para el cantón Daule y se inició a la par un canal de televisión local, con pocos recursos y mucha

creatividad se inició la producción y generación de programas como; el noticiero que se transmite en 3 horarios diarios, programas infantiles y musicales.

Con el tiempo ampliaron su infraestructura, dando cobertura a los cantones de: Nobol, Lomas de Sargentillo, Pedro Carbo, Sabanilla, Salitre, Colimes, Palestina, Santa Lucía, Laurel, Limonal y Mate, con un total de 3761 suscriptores en total, ver tabla 3.

Su cabecera está ubicada en Daule en las coordenadas, -1.86720,-79.98248. Consta con cinco antenas satelitales conectadas a cinco diferentes proveedores: SES-6 , INTELSAT 11, INTELSAT 21, INTELSAT 34, EUTELSAT 117WEST A, para la programación extranjera y una antena TDT para la programación local, las señales recibidas de los satélites son digitales, estas pasan por unos receptores satelitales, el cual ese mismo receptor convierte la señal digital en analógica, para la programación local se usa un receptor TDT, por tanto todas estas señales analógicas pasan a los diferentes moduladores analógicos, ver figura 2.21.

Los proveedores satelitales de contenido de audio y video establecen los parámetros del canal y las coordenadas donde debe apuntar cada antena satelital, para que los sintonicen en los receptores satelitales, los cuales convierten la señal a analógica y pasan a los moduladores analógicos. Daule Visión brinda un paquete de 60 canales, por tanto, hay 60 moduladores, luego las 60 señales analógicas pasan a un combinador RF, para unir los 60 canales en un solo cable, este cable pasa a un transmisor óptico para pasar a la red troncal, ver tabla 2.

Canal	Frecuencia inicial[MHz]	Frecuencia de Video[MHz]	Frecuencia de Audio[MHz]	Frecuencia final[MHz]
2	54	55.25	59.75	60
3	60	61.25	65.75	66
4	66	67.25	71.75	72
5	76	77.25	81.75	82
6	82	83.25	87.75	88
7	174	175.25	179.75	180
8	180	181.25	185.75	186
9	186	187.25	191.75	192
10	192	193.25	197.75	198
11	198	199.25	203.75	204
12	204	205.25	209.75	210
13	210	211.25	215.75	216
14	120	121.25	125.75	126
15	126	127.25	131.75	132
16	132	133.25	137.75	138
17	138	139.25	143.75	144

18	144	145.25	149.75	150
19	150	151.25	155.75	156
20	156	157.25	161.75	162
21	162	163.25	167.75	168
22	168	169.25	173.75	174
23	216	217.25	221.75	222
24	222	223.25	227.75	228
25	228	229.25	233.75	234
26	234	235.25	239.75	240
27	240	241.25	245.75	246
28	246	247.25	251.75	252
29	252	253.25	257.75	258
30	258	259.25	263.75	264
31	264	265.25	269.75	270
32	270	271.25	275.75	276
33	276	277.25	281.75	282
34	282	283.25	287.75	288
35	288	289.25	293.75	294

36	294	295.25	299.75	300
37	300	301.25	305.75	306
38	306	307.25	311.75	312
39	312	313.25	317.75	318
40	318	319.25	323.75	324
41	324	325.25	329.75	330
42	330	331.25	335.75	336
43	336	337.25	341.75	342
44	342	343.25	347.75	348
45	348	349.25	353.75	354
46	354	355.25	359.75	360
47	360	361.25	365.75	366
48	366	367.25	371.75	372
49	372	373.25	377.75	378
50	378	379.25	383.75	384
51	384	385.25	389.75	390
52	390	391.25	395.75	396
53	396	397.25	401.75	402

54	402	403.25	407.75	408
55	408	409.25	413.75	414
56	414	415.25	419.75	420
57	420	421.25	425.75	426
58	426	427.25	431.75	432
59	432	433.25	437.75	438
60	438	439.25	443.75	444
61	444	445.25	449.75	450

Tabla 2 Distribución de frecuencias

La red de Daule Visión sigue la arquitectura descrita anteriormente, con una topología tipo árbol, quiere decir que desde la cabecera sale por medio de FO a la red troncal, el cual la señal es enviada por fibra óptica hasta los distintos nodos ópticos ubicados en los cantones que brindan el servicio, estos nodos sirven para transformar la señal óptica a eléctrica nuevamente, con esto pasa a la red de distribución con una topología tipo estrella, a las diferentes nodos para ser distribuidos a las acometidas de los abonados de cada cantón que corresponda, usan cable coaxial RG11, que sirve para brindar CATV, siendo este cable coaxial el equipo final al usuario, osea solo el cable coaxial directo al TV, ver figura 2.22.

### HEAD END DVTELEVISION

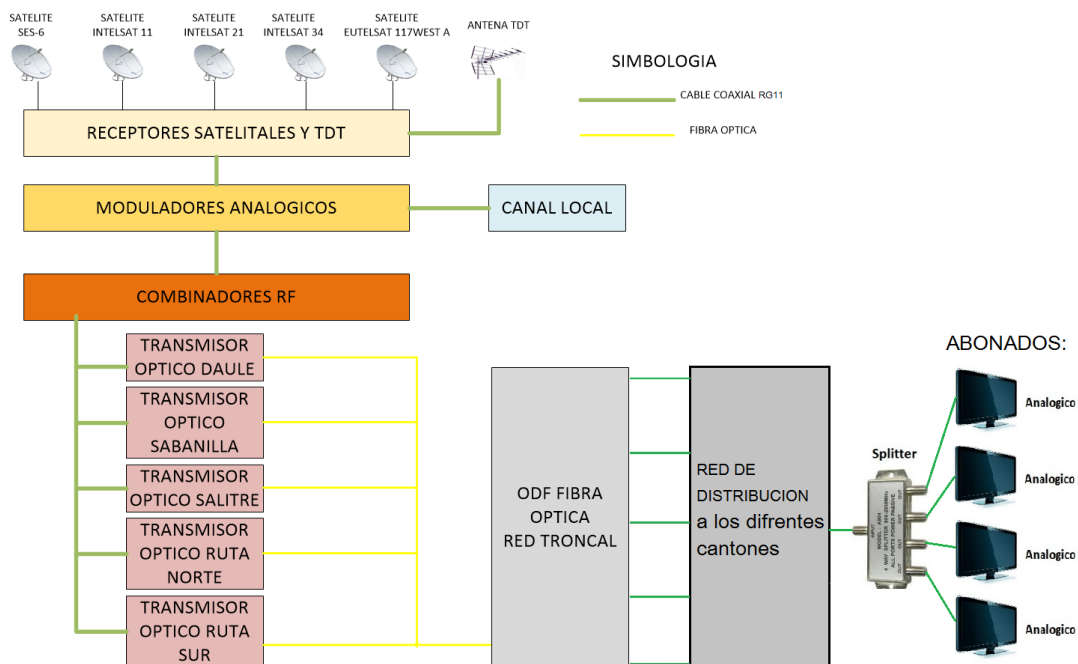


Figura 2.21 Estructura de red de Daule Visión

### RED TRONCAL Y DISTRIBUCION DVTELEVISION

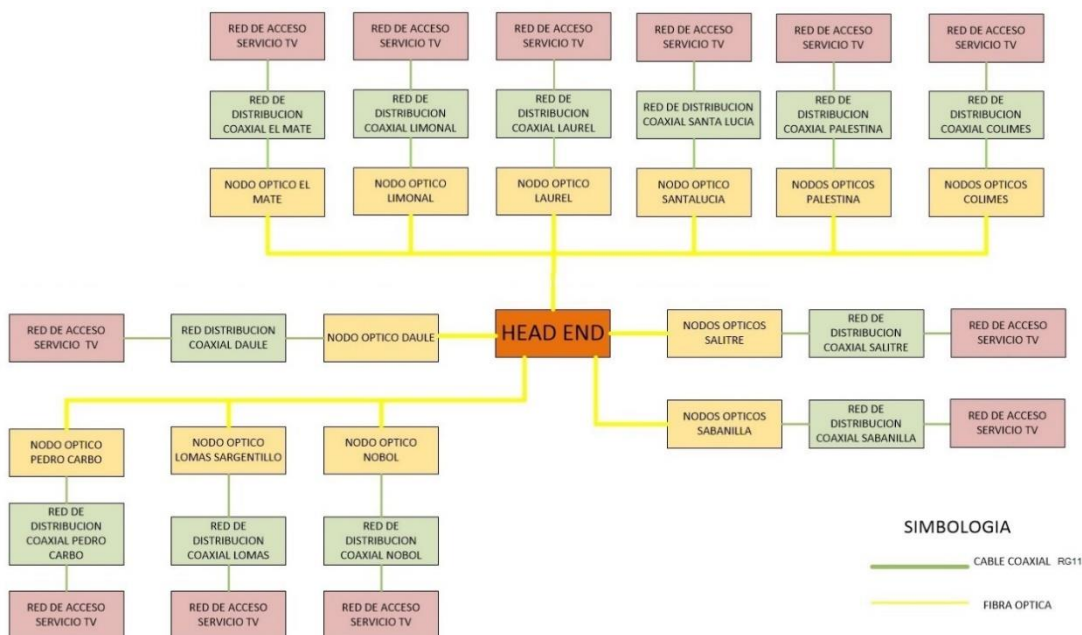


Figura 2.22 Red Troncal y Cantones de su Red de Distribución

<b>CANTON</b>	<b>USUARIOS</b>
DAULE	835
SALITRE	300
NOBOL	560
LOMAS SARGENTILLO	150
SABANILLA	185
PEDRO CARBO	360
LIMONAL	66
EL MATE	100
LAUREL	175
SANTA LUCIA	420
PALESTINA	350
COLIMES	260
<b>TOTAL</b>	<b>3761</b>

Tabla 3 Total de suscriptores de Daule Visión



## CAPITULO 3

### 3 PROVEER INTERNET USANDO LA MISMA INFRAESTRUCTURA DE RED DE LA EMPRESA PROVEEDORA DE AVS.

#### 3.1 Acceso a internet y televisión utilizando la misma estructura de red por cable

Una red de AVS puede fácilmente brindar el sistema triple play; televisión, datos y voz, pero en este trabajo, requeriremos solo el uso de datos para transmitir televisión y a la vez hacer uso del internet.

Como la separación entre frecuencias para los canales de televisión analógica es de 6 MHz, se deben distribuir los diferentes canales RF, en todo el ancho de banda disponible en el cable. Se puede hacer uso de un canal de 6 MHz para transmitir datos y los usuarios tengan acceso a internet, los abonados pueden obtener tasas efectivas máximas o medias, dependiendo de la compartición que se realice y de cuantos estén conectados al mismo tiempo, ver figura 3.1. [9]

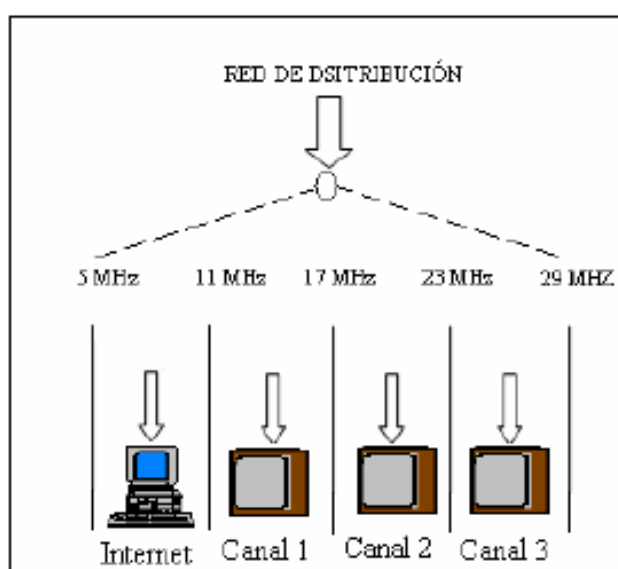


Figura 3.1 Canales de television e internet por cable

Para ofrecer internet debe haber una conexión bidireccional entre la cabecera y el abonado por medio del equipo CMTS usando el estándar DOCSIS 3.0, en donde hay una comunicación ascendente, en dirección desde el abonado hacia la cabecera y la comunicación descendente, que va desde la cabecera hacia el abonado, ver figura 3.2 [18]. Las frecuencias utilizadas para el canal de subida o ascendente son entre 5 a 42 MHz, se usan bajas frecuencias debido a que, donde mayor problema de ruido hay es en el canal de subida y si se trabaja en altas frecuencias mayor problema de ruido existirían, para el canal descendente o de bajada debido a que se usan mayor flujo de datos ya sea para TV o internet se usan frecuencias desde 54 a 860 MHz. [9]

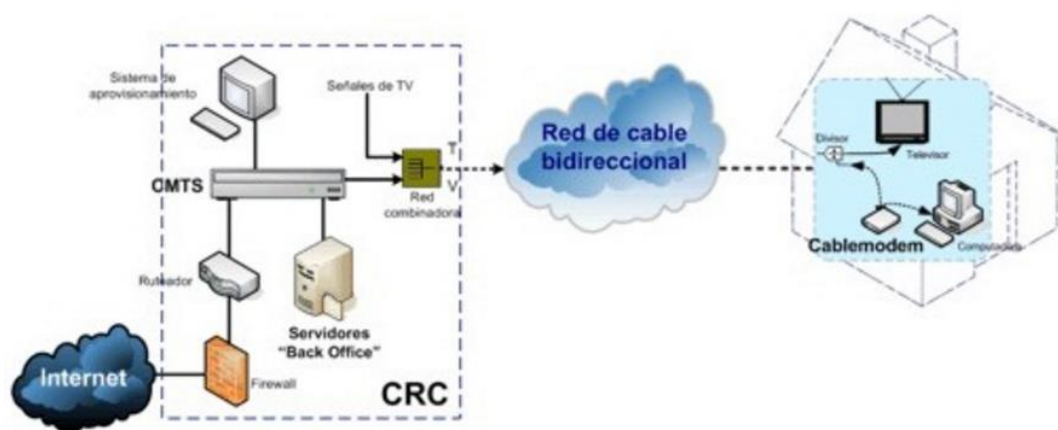


Figura 3.2 Conexión bidireccional entre Cabecera y Abonado.

## 3.2 Cable modem sistema de terminación

### 3.2.1 CMTS

Este dispositivo se debe colocar en la cabecera de la compañía de cable, permite controlar los puertos ascendentes y descendentes. Para que no haya problemas de ruido en el canal de retorno, tiene más puertos en los canales de subida, que en los de bajada, permite suministrar transacciones de datos de alta velocidad, como Internet por cable o Voz sobre IP, a los abonados.

Para suministrar estos servicios, la compañía debe enlazar su cabecera a un proveedor de servicios de internet (ISP), mediante el puerto de ethernet

del CMTS, este se ocupa de enrutar los datos y convertirlos en formato MPEG, usando la salida analógica, para que esta señal sea combinada con las señales de televisión y luego pase por un transmisor óptico, convirtiendo la señal eléctrica a óptica y enviarla a la red HFC, ver figura 3.3. [19]

La mayoría de CMTS tienen conexiones Ethernet como interfaces RF. El tráfico navega por la red HFC para concluir en el cable módem de la morada del cliente. Los CMTS solo tratan tráfico IP, convirtiendo los paquetes IP en formato MPEG (video digital), ver tabla 4 [15], para ser distribuido al canal descendente, se usa normalmente modulación QAM. [9] [20]

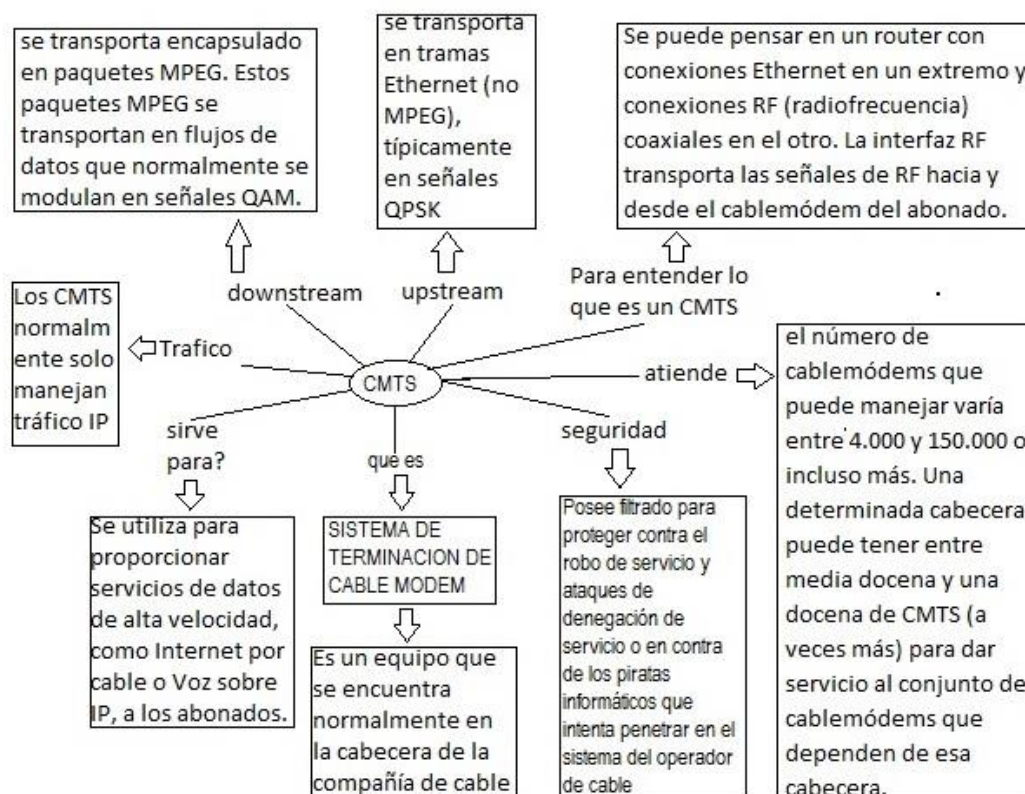


Figura 3.3 Funcionalidad del CMTS

<b>IPTV con compresión MPEG2</b>	
Definición estándar	3.5 – 4.5 Mbps
Alta Definición (HD)	12 – 19.3 Mbps
<b>IPTV con compresión MPEG4</b>	
Definición estándar	1.5 – 2.0 Mbps
Alta Definición (HD)	5.0 – 8.0 Mbps

Tabla 4 Velocidad requerida para transmisión de MPEG

### 3.2.2 Cable modem CM

En las redes híbridas denominadas HFC, se considera el cable modem, como el equipo terminal del usuario, el cual puede acceder a la información de datos, a través de las redes de cable, conteniendo también las de televisión.

Normalmente, el cable coaxial avanza solamente hasta la cercanía de los hogares y su ancho de banda deberá ser compartido por distintos usuarios, por lo que las tasas binarias de transferencia de datos que pueden conseguirse pueden variar, según la cantidad de clientes en línea del servicio.

En downstream, el CM es el encargado de demodular los paquetes de video MPEG, encapsulándolos en paquetes Ethernet, para ser vistos por los usuarios en sus computadoras, Smartphone, Smart TV o IP set-top-box.

En upstream, el CM descompone los paquetes Ethernet recibidos por el computador del usuario, convirtiéndolos en un formato especial por lo general ATM, permitiendo una conectividad entre el CM y el CMTS, configurado en los equipos, aplica una modulación QPSK o QAM.

Conmuta de manera automática entre los canales que opera, Tratando de buscar el que esté en mejores condiciones para transmitir, se dispone del protocolo MAC, para establecer la capacidad necesaria de ancho de banda a los diferentes usuarios.

Este equipo puede ser contralado por el operador desde la cabecera, para asignar la velocidad máxima que puede transmitir el abonado, a través de la red HFC.

Existe una serie de pasos para la comunicación bidireccional entre el CM y el CMTS:

1. El CM busca una portadora modulada en el espectro downstream y se sincroniza a ésta.
2. El CMTS le indica la frecuencia a la que debe transmitir el CM.
3. El CM solicita al CMTS le asigne una dirección IP mediante el protocolo DHCP (Protocolo de Configuración de Huésped Dinámico).
4. Una vez asignada la dirección IP por el CMTS, el CM solicita al servidor Hora del Día (TOD) se registre los accesos al abonado.
5. El CMTS entrega al CM parámetros de operación mediante el protocolo TFTP (Protocolo Simple de Transferencia de Archivos).
6. El CM realiza el registro del CMTS.
7. Mediante el estándar DOCSIS de Privacidad de Línea de Base (BP), se realiza la encriptación y des encriptación de datos en el CM o en el CMTS. [9]

Para la nueva versión de DOCSIS 3.0, tiene características que son categorizadas en 5 tipos:

1. Manejo de fallas.
  - a. Intento repetido del CM para registrarse.
  - b. Secuencias de rendimiento de la sección de mantenimiento.
2. Manejo de la configuración.
  - a. Actualización de los parámetros de configuración del CM para soportar IPv6 y channel bonding, mejor seguridad e IP multicast.

- b. Actualización en la configuración del CMTS, para soportar múltiples canales upstream por puerto, topología de planta HFC, channel bonding, mejor seguridad, IPv6 y multicast IP.
  - c. Mejoras en la seguridad para el proceso de aprovisionamiento del CM, como el proxy TFTP, la configuración del File Learning, la lista de certificados de revocación, entre otros.
3. Manejo del funcionamiento
- a. Información del estado del CM residente del CMTS.
  - b. Detalle adicional de las estadísticas para los canales con channel bonding, esto ayuda a planificar y dimensionar la capacidad de la red.
  - c. Mejorado monitoreo de la calidad de la señal para más detalle del estado de la planta.
4. Manejo de seguridad.
- a. Fortalecer la autenticación, por actualización de software.
  - b. Autorización
  - c. Privacidad de los datos.
  - d. Protección contra ataques de robos.
  - e. Protección contra denegación del servicio
5. Manejo de cuenta.
- a. Recolección de información para la facturación.
  - b. Usa protocolo SNMP (Protocolo de Administración de Red Simple) para la administración de la red.
  - c. Usa modelo orientado a objetos para captura y análisis de datos en una representación de protocolo independiente. [20]

### 3.3 Tecnología DOCSIS 3.0

El estándar DOCSIS 3.0 ha sido un progreso tecnológico importante en comparación de las versiones anteriores DOCSIS 1.0, 1.1 y 2.0, normalmente asignados a un ancho de banda en upstream de 5 a 42 MHz y 54 a 860 MHz en downstream, ver figura 3.4, mientras que en la versión DOCSIS 3.0 el ancho de banda incrementó en ambos canales, en upstream de 5 a 85 MHz y en downstream de 108 MHz a 1 GHz, ver figura 3.5, permitiendo tener más canales y poder brindar una alta tasa de transmisión de datos. [20]

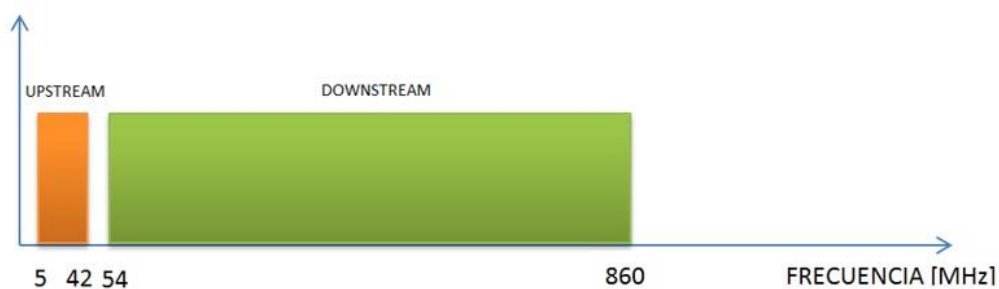


Figura 3.4 Ancho de Banda de DOCSIS 1.0, 1.1 y 2.0

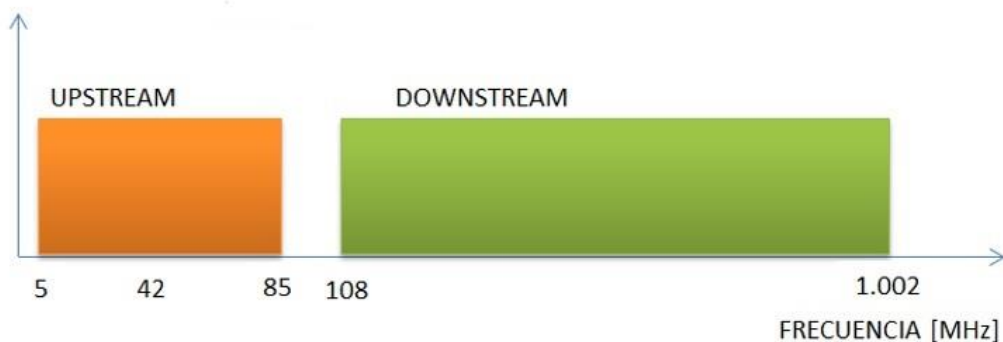


Figura 3.5 Ancho de Banda de DOCSIS 3.0

Se puede observar que el estándar DOCSIS 3.0 recorta el ancho de banda en baja frecuencia, que son asignados para los canales de televisión en bajada, por tanto, significa que la velocidad de la señal CATV es afectada, según las especificaciones en la capa física de DOCSIS se puede usar ambos anchos de banda tanto en subida como en bajada.

Comparando con versiones anteriores de DOCSIS, ésta nueva tecnología de DOCSIS 3.0 permite transmitir las señales en downstream a través de varios canales y no a través de uno, usando el equipo CMTS, ya que la particularidad de esta versión es realizar “channel bonding”, mientras que en el equipo CM, debe tener la capacidad para sintonizar la señal de datos recibida, a través de distintos canales, que son compartidos a varios CM, debido a que los canales son asignados en grupos, pueden recibir la información a través de cualquiera.

En el caso de la señal de upstream, al equipo de CM se le asigna un slot de tiempo, que sirve para determinar en qué tiempo el CM puede transmitir la señal de retorno, permitiendo que haya un incremento en la velocidad de transmisión y recepción de datos, esto depende de la cantidad máxima de canales del equipo CM que pueda sintonizar.

Para el estándar DOCSIS norteamericana, cada canal tiene un ancho de banda de 6 MHz en downstream y 6.4 MHz en upstream, permitiendo dividir en canales todo el ancho de banda, tanto downstream como en upstream, como para esta versión de DOCSIS 3.0 los anchos de banda fueron incrementados con un total de ancho de banda 892 MHz en downstream y 80 MHz en upstream se obtiene lo siguiente: aproximadamente 148 canales en downstream y 12 canales en upstream.

Actualmente, los cable modem fueron diseñados para que puedan sintonizar varios canales a la vez, que van desde; 4, 8, 12, 16, hasta 24 canales en downstream y desde; 2, 4, 6, 8, hasta 12 canales en upstream, para que las nuevas versiones de DOCSIS 3.0 en adelante puedan realizar channel bonding, permitiendo una mayor eficacia en la transmisión de datos, en donde los datos recibidos de los diferentes canales en el CM, este los organiza y presenta en el equipo terminal del usuario, mejorando la recepción y transmisión evitando las congestiones.

#### VELOCIDADES Y MODULACIONES DE TRANSMIÓN EN DOWNSTREAM

Las modulaciones que usan los diferentes estándares de DOCSIS en downstream utilizando canales de 6 MHz de ancho de banda son: 16QAM y 64QAM, en DOCSIS 3.0 añaden la modulación 256QAM y la implementación del



channel bonding, permitiendo un incremento en la velocidad de transmisión de datos, donde la máxima velocidad puede llegar a 1Gbps, con un channel bonding de 24 canales, ver tabla 5. [20]

VERSIÓN DOCSIS	ANCHO DEL CANAL (MHz)	NÚMERO DE CANALES	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN (Mbps)		
			16QAM	64QAM	256QAM
1.0	6	1	20	30	NO EXISTÍA
1.1	6	1	20	30	NO EXISTÍA
2.0	6	1	20	30	40
3.0	6	4	80	120	160
		8	160	240	320
		12	240	360	480
		16	320	480	640
		24	480	720	960

Tabla 5 Velocidad en downstream dependiendo de la modulación

#### VELOCIDADES Y MODULACIONES DE TRANSMISIÓN EN UPSTREAM

En DOCSIS 1.0 y 1.1 se utilizaban modulaciones QPSK y 16QAM, conforme fue actualizando el estándar DOCSIS 2.0 fueron incluidos las modulaciones 8QAM, 32QAM y 64QAM, sin embargo, debido al ruido que generaba en el retorno no se utilizaron las modulaciones de 8QAM y 32QAM, usando más la de 16QAM y 64QAM.

En la versión DOCSIS 3.0 se mantuvieron las modulaciones, pero se incluyó el channel bonding, para aumentar la velocidad de transmisión de los datos, ver tabla 6. [20]

VERSIÓN DOCSIS	ANCHO DEL CANAL (MHz)	NÚMERO DE CANALES	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN (Mbps)		
			QPSK	16 QAM	64 QAM
1.0	1,6	1	2,6	5	NO EXISTÍA
1.1	3,2	1	5	10	NO EXISTÍA
2.0	6,4	1	NO UTILIZADA	20	30
3.0	6,4	2	NO UTILIZADA	40	60
		4	NO UTILIZADA	80	120
		6	NO UTILIZADA	120	180
		8	NO UTILIZADA	160	240
		12	NO UTILIZADA	240	360

Tabla 6 Velocidad de transmisión en upstream dependiendo de la modulación

### 3.4 Estructura para ofrecer televisión e internet

Para que Daule Visión y cualquier pequeño cable operador, pueda ser proveedor de Internet debe seguir los siguientes pasos:

1. Ya cuenta con los títulos habilitantes respectivos, para ser cable operador en los distintos cantones que ofrece su servicio.
2. Adquirir título habilitante para ser proveedor de Internet otorgado por la ARCOTEL, con duración de 10 años renovables, el cual deben realizar solicitudes que cumplan lo siguiente:
  - a. Identificación y generales de ley del solicitante
  - b. Descripción detallada de cada servicio propuesto.
  - c. Anteproyecto técnico para demostrar su factibilidad.
  - d. Requerimientos de conexión.
3. Contratar un proveedor mayorista de Internet, este caso Level 3 ya que ofrece bajo costo por mega al mayor.
4. En la cabecera deberá colocar:
  - a. Un router, conformado por la red CORE IP, para poder enlazarse a Internet.
  - b. Un firewall para la protección de la red de ataques externos.
  - c. Un servidor para la autenticación, autorización y contabilidad, para el control de acceso de los abonados y facturación (servidores de aprovisionamiento).
  - d. CMTS con DOCSIS 3.0, ver figura 3.6
5. En caso de Daule Visión, como tiene su red de distribución con cable coaxial RG11, debe re cablear a coaxial RG500 aéreo, debido a que RG11 tiene mayores pérdidas cada 100m de cable respecto a .500 y colocar un máximo de 2 amplificadores en cascada desde el nodo secundario hasta la red de acceso.

6. Siendo la señal dividida en 2 por splitters, a los abonados que brindará el nuevo servicio de Internet deberá colocar un cable modem CM por vivienda, de una división de la señal mientras que la otra señal va directo al TV, para que disfruten del mismo servicio que tenían, ver figura 3.7.

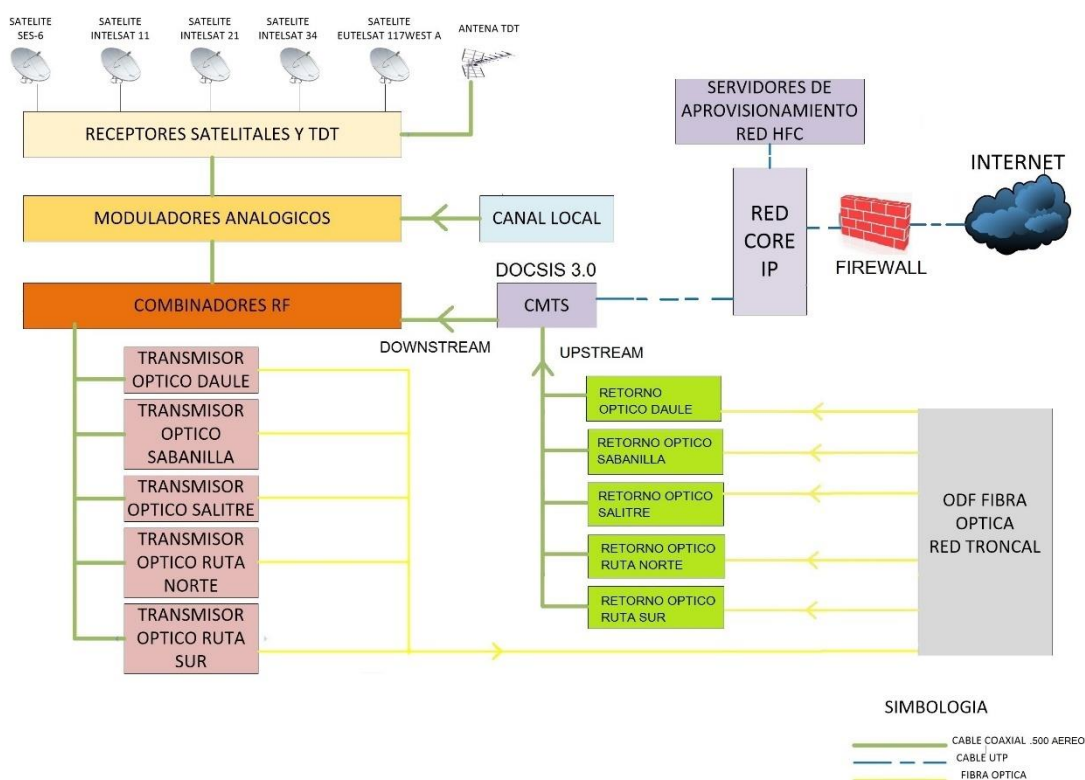


Figura 3.6 Modificación de Cabecera para ser ISP.

## RED TRONCAL Y DISTRIBUCION DVTELEVISION

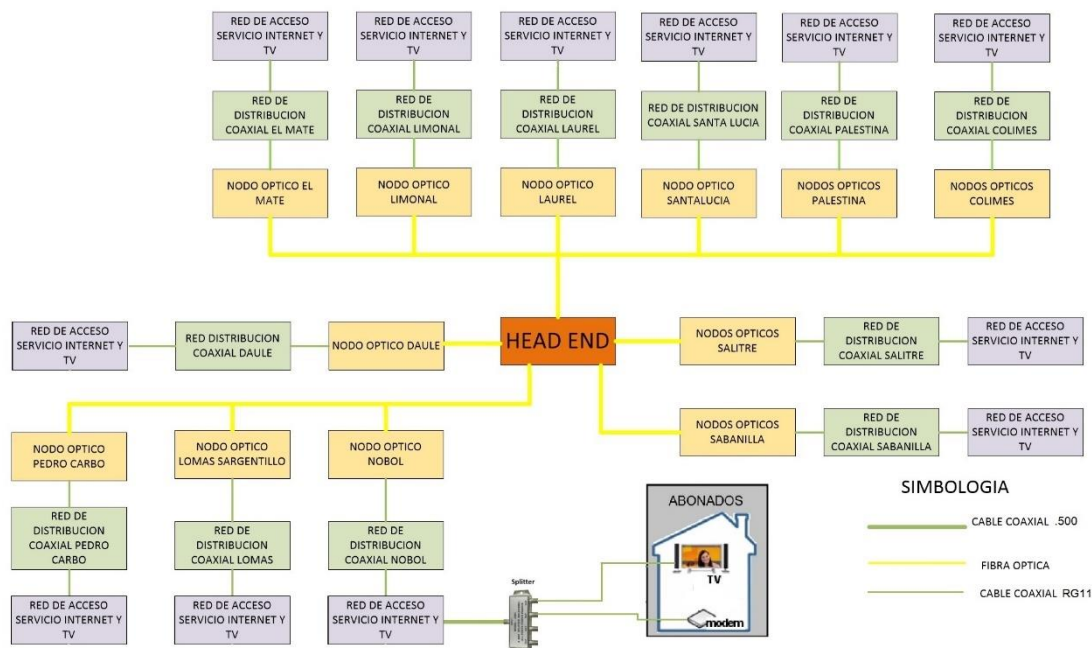


Figura 3.7 Adición de Internet a la Red de Daule Visión

### 3.5 Análisis de la capacidad de abonados para proveer internet y brindar la misma programación de tv

Como Daule Visión se maneja con el ancho de banda de 54 a 860 MHz, seguiría brindando los 60 canales de TV analógica que va desde 54 a 450 MHz y para brindar Internet usando el estándar DOCSIS 3.0, se puede hacer uso desde 452 a 860 MHz, con un ancho de banda por canal de 6 MHz se obtiene 68 canales.

Con el equipo CM requerido, puede realizar channel bonding de más de 4 canales, quiere decir que con los 68 canales restantes se puede realizar 17 channel bonding de 4 canales.

Los paquetes que se proponen son de 5 Mbps y de 10 Mbps con una compartición de 1 a 8, con esto se puede calcular el máximo número de abonados que podrían brindar el servicio de Internet, ver tabla 7.

NUMERO DE CANALES PARA CHANNEL BONDING	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN CON 256QAM (Mbps)	COMPARTICIÓN	VELOCIDAD TOTAL USANDO COMPARTICIÓN (Mbps)	VELOCIDAD A BRINDAR POR USUARIO (Mbps)	NUMERO DE ABONADOS
4	160	8	1280	5	256
4	160	8	1280	10	128

Tabla 7 Número de abonados máximos con 5 y 10 Mbps, haciendo channel bonding de 4 canales

Como se pueden realizar 17 channel bonding, quiere decir que podrían dar cobertura a un máximo de 4352 abonados en el caso de 5 Mbps y 2176 abonados en el caso de 10 Mbps.

### 3.6 Problemas en la transmisión de datos a través de la estructura de red

Dificultades del medio de trasmisión:

- **Distorsión:** Restricciones del canal y avería de la señal, es la falla que tolera una señal tras su paso por un sistema de comunicación.
- **Interferencia:** Multitud e interacción de diversas señales, causa que altera, o destruye una onda en su trayecto por el medio en que se expande, que puede deberse a una mala conexión en los conectores; del cable coaxial, amplificadores RF o TAPs.
- **Ruido:** Se considera ruido en la comunicación a toda señal que no concierne a lo que se quiere transferir que se mezcla con la señal útil que se quiere transmitir, del mismo modo al haber una mala conexión puede ingresar ruido al canal.
- **Pérdida de paquetes:** Son los paquetes extraviados en la red en el momento de la transmisión, esto puede suceder por un elevado índice de error en algún medio de conexión o en cuando hay momentos de congestión por exceder la capacidad del buffer de interfaz, estos paquetes son retransmitidos a destiempo
- **Problema de rendimiento:** Se cómo la capacidad de conexión que pueda transmitir información importante por unidad de tiempo, esto afecta a la

ejecución de aplicaciones que manejan elevadas cantidades de información, lo conoce. [9]

### **3.7 Requerimiento de los equipos para conexión bidireccional.**

#### **3.7.1 CMTS**

- Soporte DOCSIS 3.0
- Canales upstream y downstream
- Cancelación de ruido
- Inclusión de un puerto extra de recepción para monitorear el canal de upstream.
- Calidad de servicio
- Modulación QAM para upstream y downstream, especificada para DOCSIS 3.0 y channel bonding de 4 canales
- Modo de operación maestro/esclavo
- Debe tener puertos Ethernet 10/100/1000BASE-T

#### **3.7.2 Equipo terminal de usuario**

- Soportar DOCSIS 3.0 y antecesores
- Soportar datos y video
- Soportar caminos de transmisión upstream y downstream
- Modulaciones QAM, channel bonding de 4 canales
- Tener puertos para Ethernet (RJ-45) 10/100 Base para datos de alta velocidad
- Puertos USB
- Interface amigable con el usuario
- Acceso a web browser

### 3.8 Análisis económico para brindar internet y tv

#### 3.8.1 Inversión inicial

La tabla 8, muestra la inversión inicial que se requieren para que Daule Visión pueda proveer Internet, las siguientes tablas muestran los gastos de cada año; tabla 9 gastos en el año 1, tabla 10 gastos del año 2, tabla 11 gastos del año 3, tabla 12 gastos del año 4 y la tabla 13 los gastos del año 5.

AÑO 0				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	CMTS	U	\$15,500.00	\$15,500.00
2	SERVIDORES	U	\$2,200.00	\$4,400.00
1	ROUTER	U	\$4,700.00	\$4,700.00
1	FIREWALL	U	\$1,500.00	\$1,500.00
145000	CABLE COAXIAL RG 500	M	\$1.25	\$181,250.00
394	Amplificadores RF	U	\$410.00	\$161,540.00
500	SPLITTER 1X2	U	\$1.99	\$995.00
500	CM	U	\$40.00	\$20,000.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$389,885.00</b>
			<b>INSTALACIÓN 10%</b>	<b>\$38,988.50</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>\$428,873.50</b>

Tabla 8 Inversión inicial de infraestructura para ser ISP

AÑO 1				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS 416 Mbps	MES	\$ 16,625.00	\$ 199,500.00
12	PROVEEDOR SATELITAL X 60 CANALES	MES	\$ 20,000.00	\$ 240,000.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 439,500.00</b>

Tabla 9 Gastos en el año 1 ISP

AÑO 2				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS 994 Mbps	MES	\$ 39,750.00	\$ 477,000.00
12	PROVEEDOR SATELITAL X 60 CANALES	MES	\$ 20,000.00	\$ 240,000.00
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
835	CM		\$40.00	\$ 33,400.00
835	SPLITTER 1X2		\$1.99	\$ 1,661.65
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 752,061.65</b>

Tabla 10 Gastos en el año 2 ISP

AÑO 3				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS 1398 Mbps	MES	\$ 55,920.00	\$ 671,040.00
12	PROVEEDOR SATELITAL X 60 CANALES	MES	\$ 20,000.00	\$ 240,000.00
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
583	CM	U	\$40.00	\$ 23,320.00
583	SPLITTER 1X2	U	\$1.99	\$ 1,160.17
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 935,520.17</b>

Tabla 11 Gastos en el año 3 ISP

AÑO 4				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS 1763 Mbps	MES	\$ 70,520.00	\$ 846,240.00
12	PROVEEDOR SATELITAL X 60 CANALES	MES	\$ 20,000.00	\$ 240,000.00
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
532	CM	U	\$40.00	\$ 21,280.00
532	SPLITTER 1X2	U	\$1.99	\$ 1,058.68
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,108,578.68</b>

Tabla 12 Gastos en el año 4 ISP

AÑO 5				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS 2131 Mbps	MES	\$ 85,240.00	\$ 1,022,880.00
12	PROVEEDOR SATELITAL X 60 CANALES	MES	\$ 20,000.00	\$ 240,000.00
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
535	CM	U	\$40.00	\$ 21,400.00
535	SPLITTER 1X2	U	\$1.99	\$ 1,064.65
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,285,344.65</b>

Tabla 13 Gastos en el año 5 ISP

Como Daule Visión ofrece un paquete de 60 canales de televisión a \$20.00 NO INCLUYE IVA, tiene un total de 3761 de abonados actualmente de los diferentes cantones que tienen este servicio, al finalizar el año se tomará en cuenta que ya cuenta con 4252 abonados, el cual se hizo una inclusión en los gastos de 500 cable modem para que empiecen con los abonados que requieran Internet estimados en el primer año.



### 3.8.2 Ingresos con los diferentes planes

La siguiente tabla 14, muestra los costos de los distintos planes de venta y las siguientes tablas; 15, 16, 17, 18 y 19, se muestran las proyecciones en los años; 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente, de los ingresos anuales con los distintos planes.

PLANES DE VENTA	COSTO SIN I.V.A.
SOLO TV (60 CANALES )	20
INTERNET 5 Mbps	30
INTERNET 10 Mbps	45
TV + INTERNET 5 Mbps	45
TV + INTERNET 10 Mbps	60

Tabla 14 Tarifas de lo servicios ofrecidos por Daule Visión

AÑO	TV		PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
	NUMERO DE ABONADOS	NUMERO DE CANALES		
1	4252	60	\$ 20.00	\$1,020,480.00
2	4500	60	\$ 20.00	\$1,080,000.00
3	5550	60	\$ 20.00	\$1,332,000.00
4	6200	60	\$ 20.00	\$1,488,000.00
5	7120	60	\$ 20.00	\$1,708,800.00

Tabla 15 Solo TV con 60 canales ISP

CAPACIDAD (Mbps)	AÑO	INTERNET	TV	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
		NUMERO DE ABONADOS	NUMERO DE CANALES		
5	1	300	60	\$ 50.00	\$ 180,000.00
	2	560	60	\$ 50.00	\$ 336,000.00
	3	800	60	\$ 48.00	\$ 460,800.00
	4	1040	60	\$ 47.00	\$ 586,560.00
	5	1280	60	\$ 46.00	\$ 706,560.00

Tabla 16 Combo TV e Internet 5 Mbps ISP

CAPACIDAD (Mbps)	AÑO	INTERNET	TV	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
		NUMERO DE ABONADOS	NUMERO DE CANALES		
10	1	160	60	\$ 60.00	\$ 115,200.00
	2	200	60	\$ 60.00	\$ 144,000.00
	3	300	60	\$ 58.00	\$ 208,800.00
	4	350	60	\$ 57.00	\$ 239,400.00
	5	400	60	\$ 56.00	\$ 268,800.00

Tabla 17 TV e internet 10 Mbps ISP

CAPACIDAD (Mbps)	AÑO	INTERNET		PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
		NUMERO DE ABONADOS			
5	1	35		\$ 35.00	\$ 14,700.00
	2	600		\$ 35.00	\$ 252,000.00
	3	800		\$ 34.00	\$ 326,400.00
	4	1040		\$ 33.00	\$ 411,840.00
	5	1280		\$ 32.00	\$ 491,520.00

Tabla 18 Internet 5 Mbps ISP

CAPACIDAD (Mbps)	AÑO	INTERNET		PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
		NUMERO DE ABONADOS			
10	1	5		\$ 50.00	\$ 3,000.00
	2	15		\$ 50.00	\$ 9,000.00
	3	18		\$ 49.00	\$ 10,584.00
	4	20		\$ 48.00	\$ 11,520.00
	5	25		\$ 47.00	\$ 14,100.00

Tabla 19 Internet 10 Mbps ISP

### 3.8.3 Sostenibilidad económica

Se realiza este proyecto con una proyección de 5 años para verificar las sostenibilidad y el año en que se recupera la inversión, analizando la matriz de flujo de fondos del proyecto en la implementación de DOCSIS 3.0 en una infraestructura HFC del cable operador, en este caso Daule Visión.

Siendo el valor inicial a invertirse de \$463,248.50, se desea ofrecer también el servicio de Internet, en la siguiente tabla # están los servicios propuestos.

En la tabla 20, se puede observar que el VAN salió \$96,766.38 proyectado a 5 años, como es mayor a 0, el proyecto para proveer Internet incluyendo DOCSIS 3.0 y usando el mismo ancho de banda para brindar los 60 canales de televisión es factible realizarlo con una tasa interna de retorno (TIR) del 15%.

FLUJO DE FONDOS "DAULE VISION"						
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS (+)		\$ 1,333,380.00	\$ 1,821,000.00	\$ 2,338,584.00	\$ 2,737,320.00	\$ 3,189,780.00
COSTO DE TRABAJO EN OFICINA (-)		\$ 84,000.00	\$ 86,500.00	\$ 88,650.00	\$ 91,000.00	\$ 92,500.00
PERSONAL		\$ 55,000.00	\$ 56,500.00	\$ 62,000.00	\$ 63,500.00	\$ 64,000.00
FLUJO ANTES DE IMPUESTO A LA RENTA		\$ 1,194,380.00	\$ 1,678,000.00	\$ 2,187,934.00	\$ 2,582,820.00	\$ 3,033,280.00
25% IMPUESTO A LA RENTA (-)		\$ 298,595.00	\$ 419,500.00	\$ 546,983.50	\$ 645,705.00	\$ 758,320.00
UTILIDAD NETA		\$ 895,785.00	\$ 1,258,500.00	\$ 1,640,950.50	\$ 1,937,115.00	\$ 2,274,960.00
INVERSIÓN (-)	\$ 428,873.50	\$ 439,500.00	\$ 752,061.65	\$ 935,520.17	\$ 1,108,578.68	\$ 1,285,344.65
FLUJO DE FONDOS "DAULE VISION"	-\$428,873.50	\$ 456,285.00	\$ 506,438.35	\$ 705,430.33	\$ 828,536.32	\$ 989,615.35
VAN	\$1,780,400.17					
TIR	15%					

Tabla 20 Flujo de Fondos de DAULE VISIÓN ISP

### 3.8.4 Tabla de amortización

n	capital insoluto	abono capital	interes	pago
0	428,873.50	-	-	-
1	411,003.77	17,869.73	2,859.16	20,728.89
2	393,134.04	17,869.73	2,740.03	20,609.75
3	375,264.31	17,869.73	2,620.89	20,490.62
4	357,394.58	17,869.73	2,501.76	20,371.49
5	339,524.85	17,869.73	2,382.63	20,252.36
6	321,655.13	17,869.73	2,263.50	20,133.23
7	303,785.40	17,869.73	2,144.37	20,014.10
8	285,915.67	17,869.73	2,025.24	19,894.97
9	268,045.94	17,869.73	1,906.10	19,775.83
10	250,176.21	17,869.73	1,786.97	19,656.70
11	232,306.48	17,869.73	1,667.84	19,537.57
12	214,436.75	17,869.73	1,548.71	19,418.44
13	196,567.02	17,869.73	1,429.58	19,299.31
14	178,697.29	17,869.73	1,310.45	19,180.18
15	160,827.56	17,869.73	1,191.32	19,061.04
16	142,957.83	17,869.73	1,072.18	18,941.91
17	125,088.10	17,869.73	953.05	18,822.78
18	107,218.38	17,869.73	833.92	18,703.65
19	89,348.65	17,869.73	714.79	18,584.52
20	71,478.92	17,869.73	595.66	18,465.39
21	53,609.19	17,869.73	476.53	18,346.26
22	35,739.46	17,869.73	357.39	18,227.12
23	17,869.73	17,869.73	238.26	18,107.99
24	- 0.00	17,869.73	119.13	17,988.86
	<b>TOTALES</b>	428,873.50	35,739.46	464612.9583

Tabla 21 Préstamo a 2 años plazo de Inversión para ISP

Con una inversión de \$428,873.50 para modificar la infraestructura de y poder proveer internet y seguir brindando el servicio de TV con los 60 canales, se realiza una tabla de amortización de modelo alemana, a 24 meses plazo (2 años) con el 8% de interés, ver tabla 21, para pagar la deuda del préstamo.

## CAPÍTULO 4

### 4 PROPUESTA DE DISEÑO PARA VIDEO BAJO DEMANDA

#### 4.1 Título

Diseño de la infraestructura, para una futura implementación de una red CDN privada para la empresa Daule Visión, en consecuente para cualquier cable operador con una red HFC.

#### 4.2 Fundamentación legal

El artículo 384 de la Constitución de la República, establece que el sistema de comunicación social debe asegurar el ejercicio de los derechos a la comunicación, la información y la libertad de expresión y fortalecer la participación ciudadana;

Las empresas que hayan obtenido una autorización para prestar servicios de audio y video por suscripción deben cumplir con los artículos, reglas y normas del REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGANICA DE COMUNICACIÓN, reglamento que protege a los usuarios para que reciban un servicio de calidad y da a los prestadores las normas claras de funcionamiento, obteniendo buenos réditos económicos, descritos en los siguientes artículos:

Art. 3.- Medios en internet: Son medios de comunicación que operan sobre la plataforma de internet, cuya personería jurídica haya sido obtenida en Ecuador y que distribuyan contenidos informativos y de opinión, los cuales tienen los mismos derechos y obligaciones que la Ley Orgánica de Comunicación de calidad para los medios de comunicación social definidos en el Art. 5 de dicha Ley que en su norma 3. Dice que: *las empresas que hayan obtenido una autorización para prestar servicios de audio y video por suscripción, cuya red de transmisión e infraestructura permita la convergencia tecnológica para ofertar otros servicios de telecomunicaciones, podrán solicitar y obtener de la autoridad*

*de telecomunicaciones otros títulos habilitantes para la prestación de servicios de telecomunicaciones. Los servicios de audio y video por suscripción que cuenten con la autorización para la operación de un canal local para generación de contenidos, serán considerados como medios de comunicación social.*

Art. 10.- Protección de derechos de propiedad intelectual de contenidos comunicacionales: La propiedad intelectual y los derechos patrimoniales de los contenidos comunicacionales audiovisuales e impresos que se difunden a través de los medios de comunicación y los medios en internet, le pertenecen a la persona natural o jurídica que tenga la responsabilidad legal en la producción y comercialización de tales contenidos. La propiedad intelectual, los derechos patrimoniales y la explotación comercial de los contenidos comunicacionales audiovisuales e impresos se realizarán con las mismas reglas que establece la Ley de Propiedad Intelectual para la creación intelectual destinada a fines comerciales.

Art. 14.- Contenidos interculturales.- Para cumplir la obligación que tienen todos los medios de comunicación de difundir contenidos que expresen y reflejen la cosmovisión, cultura, tradiciones, conocimientos y saberes de los pueblos y nacionalidades indígenas, afro ecuatorianas y montubias, establecida en el Art. 36 de la Ley Orgánica de Comunicación, se seguirán las siguientes reglas: 1.- En medios audiovisuales la difusión de contenidos interculturales se realizará en horario para todo público, salvo el caso de que incluyan contenidos violentos o explícitamente sexuales. 2.- En medios audiovisuales se destinará al menos 5% de la programación de la franja horaria familiar que va de 6:00 a 24:00 horas para la difusión de contenidos interculturales.

Art. 17.- Difusión de contenidos en medios audiovisuales. - La producción y difusión de contenidos que circulan a través de los medios de comunicación audiovisuales, de señal abierta y por suscripción, dirigidos a las audiencias de todo público y con vigilancia de un adulto, en horario de 6:00 a 22:00 horas, deben realizarse respetando los derechos constitucionales y la dignidad de las audiencias y de las personas participantes o referidas en tales programas. Los programas, películas, documentales, series o novelas que puedan contener

ideas, imágenes, diálogos, reales o ficticios, contrarios al respeto y ejercicio de los derechos solo podrán difundirse por los medios audiovisuales, de señal abierta y por suscripción, para audiencias de adultos en la franja horaria que va desde las 22:00 hasta 6:00 horas. En estos casos, los medios de comunicación tienen el deber de anunciar al inicio del programa y al final de la pauta publicitaria que el programa puede contener ideas, imágenes o diálogos que son contrarios al respeto y ejercicio de los derechos fundamentales.

Art. 18.- Programación de contenidos en servicios de audio y video por suscripción. - Los sistemas de audio y video, deberán implementar mecanismos efectivos para que el usuario cuente con la información suficiente referente al contenido de la programación a fin de garantizar el ejercicio de sus derechos a la comunicación.

Art. 57.- Envoltorios o empaques de productos importados. - Los envoltorios, cajas o empaques de productos importados pueden o no ser elaborados con fotos o imágenes producidas o realizadas por autores ecuatorianos. Los programas de televenta podrán mostrar las imágenes de tales empaques, cajas o envoltorios, pero toda la demás publicidad sobre estos productos está sujeta a lo establecido en la Ley Orgánica de Comunicación y en este reglamento.

Art. 59.- Prohibición de publicidad. - La prohibición de realizar publicidad o propaganda establecida en el Art. 94 de la Ley Orgánica de Comunicación se extiende, de manera general, a todo tipo de publicidad impresa o audiovisual, a aquella que es fija o móvil, que se difunda por los medios de comunicación social definidos en el Art. 5 de la Ley y, particularmente, a la que se difunde por los medios o canales alternativos. Las restricciones señaladas en el presente artículo se sujetarán a las siguientes reglas:

1. Se prohíbe la difusión de publicidad y propaganda, inclusive, a través de medios o canales alternativos, de todo tipo de material con contenido sexual en que tengan cualquier grado de participación niñas, niños o adolescentes, y de sustancias estupefacientes y psicotrópicas cuya producción, distribución y comercialización está prohibida por la ley.



2. La publicidad y promoción de bebidas alcohólicas y cigarrillos estará permitida únicamente al interior de los lugares donde se comercializa el producto y de acceso exclusivo para mayores de edad. Los establecimientos afectados por esta disposición son exclusivamente responsables por el conocimiento y por la estricta observancia de la normativa vigente aplicable y la que se expida para tal propósito.
3. La publicidad de bebidas moderación podrá realizarse, únicamente, a través de canales alternativos.
4. Se exceptúan del régimen general señalado en el primer inciso, la publicidad de bebidas alcohólicas y de moderación que se difunde en canales de televisión extranjeros, a través de sistemas de audio y video por suscripción.

Art. 60.- Etiqueta o anuncio de advertencia. - El Ministerio de Salud podrá disponer la colocación de una etiqueta o anuncio de advertencia en los productos y en la publicidad de éstos cuyo consumo regular o recurrente podrían causar afectaciones a la salud, y sin cuya inclusión su publicidad será prohibida. [26]

### **4.3 Justificación**

Debido a que los pequeños cable operadores quieren mantenerse en el mercado y ganar suscriptores en los cantones que tengan su infraestructura de red, deben brindar un servicio de calidad, dejando en el pasado la tecnología antigua, en este caso la transmisión de televisión analógica.

Entrando en la nueva era digital, el usuario pueda tener un mejor servicio como: gran ancho de banda en Internet, TV; tanto en streaming, como bajo demanda, mediante la colocación de servidores de almacenamiento en cache de video, que serán colocados en la infraestructura de la cabecera de la red de Daule Visión.

El proveedor de internet hoy en día debe garantizar a su usuario un acceso fiable a internet, con mayor rapidez y que siempre esté operando, ya que es el usuario un potencial consumidor de lo que se ofrece en Internet, gracias a la existencia de empresas proveedoras de CDN, el ISP puede brindar un servicio orientado a la distribución de contenidos, que están almacenadas en servidores en Internet,

por tanto se debe establecer una red de servidores réplicas que garantice la entrega inmediata del contenido a sus abonados, ver figura 4.1. [17]

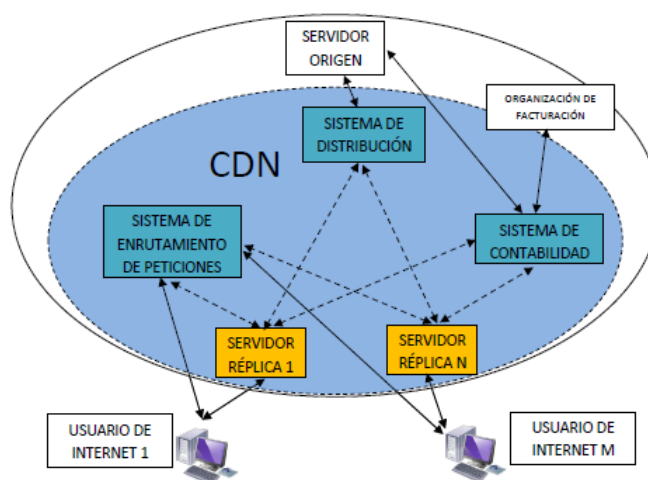


Figura 4.1 Componente de una red CDN

#### 4.3.1 Generador de contenido

Actualmente, la nueva plataforma para transmitir contenido es a través de internet, bajo demanda o sea contenido de pago por evento, los generadores de contenido extranjero como: HBO, Netflix, Disney, Warner Channel, TNT entre otros, usan las redes CDNs como medio de distribución de su contenido y poder llegar a los puntos más lejos hasta el usuario final, mientras que los generadores de contenido nacional, las diferentes televisivas, a parte de la difusión de la señal abierta, algunos canales como; ecuavisa, RTS, entre otros, también distribuyen su contenido por Internet.

Los proveedores de internet ISP deben aprovechar estas redes CDNs para descargar la programación de contenido extranjero y el internet para el streaming de contenido nacional, para ser almacenarlas en servidores locales para la distribución a sus abonados.

### 4.3.2 Proveedores de CDN

Usando la estructura que se realizó para proveer internet siendo ISP, se puede aprovechar el servicio que ofrecen algunas empresas que proveen Redes CDNs.

Para el criterio de selección de un CDN, existen dos modos:

- CDN cliente, son los que administran el contenido de los servidores web de los proveedores de CDN, en este caso son los generadores de contenido.
- CDN clientela, son los usuarios finales, quien se descarga el contenido albergado en los servidores de los proveedores CDN, en este caso los ISP.

En la siguiente figura 4.2, muestra las características de algunos grandes proveedores de CDN. [27]

CDN service provider	Service type	Content distribution	Fees	Customers
Akamai www.akamai.com	Multi-ISP, partial-site request servicing, peering	More than 12,000 surrogate servers spanning 1,000 networks in 62 countries	US\$1,995 per month for each Mbps of delivered content	Covers 70 percent of the market, with more than 3,600 customers including Apple, CNN, MSNBC, Reuters, and Yahoo
Adero www.webvisions.com/adero/	Multi-ISP, full-site request servicing, peering	Surrogate servers in more than 30 countries	Depends on resellers (CDNs that buy Adero services)	Serves 30 customers, including resellers Exodus and UUNET
Digital Island www.sandpiper.net	Multi-ISP, partial-site request servicing, peering	2,500 surrogate servers spanning 327 networks in 35 countries	Starts at US\$1,500 per month	More than 900 customers including AOL, Canon, Cisco Systems, Microsoft, and Hewlett Packard
Mirror Image www.mirror-image.com	Multi-ISP, partial-site request servicing, peering	22 surrogate servers in North America, Europe, and Asia	US\$2,100 per month for each Mbps of delivered content	More than 200 customers including Creative, Open Systems, and SiteRock
Inktomi www.inktomi.com	Single-ISP, full-site request servicing, peering	10 surrogate servers across China	Starts at US\$4,000 per month	13 CDNs including Adero and Digital Island and more than 200 Web sites

Figura 4.2 Características de proveedores de CDN

Level 3 es otra empresa que provee este servicio, y tiene algunas características:

- Entrega de Elementos: Entrega acelerada de sus archivos digitales a sus usuarios mediante la prestación de descargas rápidas e ininterrumpidas de sus elementos en todo el mundo.
- Entrega de Videos: El rendimiento y la escala que usted necesita para proporcionar lo más nuevo en streaming de audio y video y capacidades de descarga en todo el mundo.
- Optimización de Sitios Web: Su sitio web acelerado para que tenga baja latencia en cualquier lugar del mundo y un rendimiento optimizado en cualquier dispositivo y plataforma de navegación.
- Asegura el contenido mediante Geo Blocking, verificación SWF, autenticación, cifrado, SSL, y DDoS.
- Clara visualización de utilización: Accesible mediante el Level 3 Media Portal. Interfaz de Programación de Aplicaciones y Recuperación de Registros también disponibles.
- Servidor AOS: Contamos con un servicio de servidor de almacenamiento resistente para publicar contenido en vivo proveniente de un codificador en vivo.

Los beneficios que ofrece Level 3:

- Escalabilidad inteligente. Las demandas de banda ancha cambian minuto a minuto. Nuestra red internacional está lista para ampliarse con su contenido, en todo el mundo.
- Seguridad. Entrega y desempeño acelerados mientras contribuimos a proteger sus bienes, su información y a sus clientes.
- Mantenga a sus clientes comprometidos. Aproveche el comprobado rendimiento y el ampliado y escalable equipo de apoyo punto a punto para brindar un excepcional servicio al cliente. [21]

#### 4.4 Objetivos

- Diseñar un proyecto que permita a Daule Visión brindar servicios de telecomunicaciones de alta calidad, eliminando la transmisión analógica.
- Analizar el impacto socio-económico de la implementación de televisión por IP y bajo demanda.

#### 4.5 Ubicación geográfica

La figura 4.3, se muestran los servidores CDN réplicas para los diferentes cantones sectorizados, ver tabla 22.

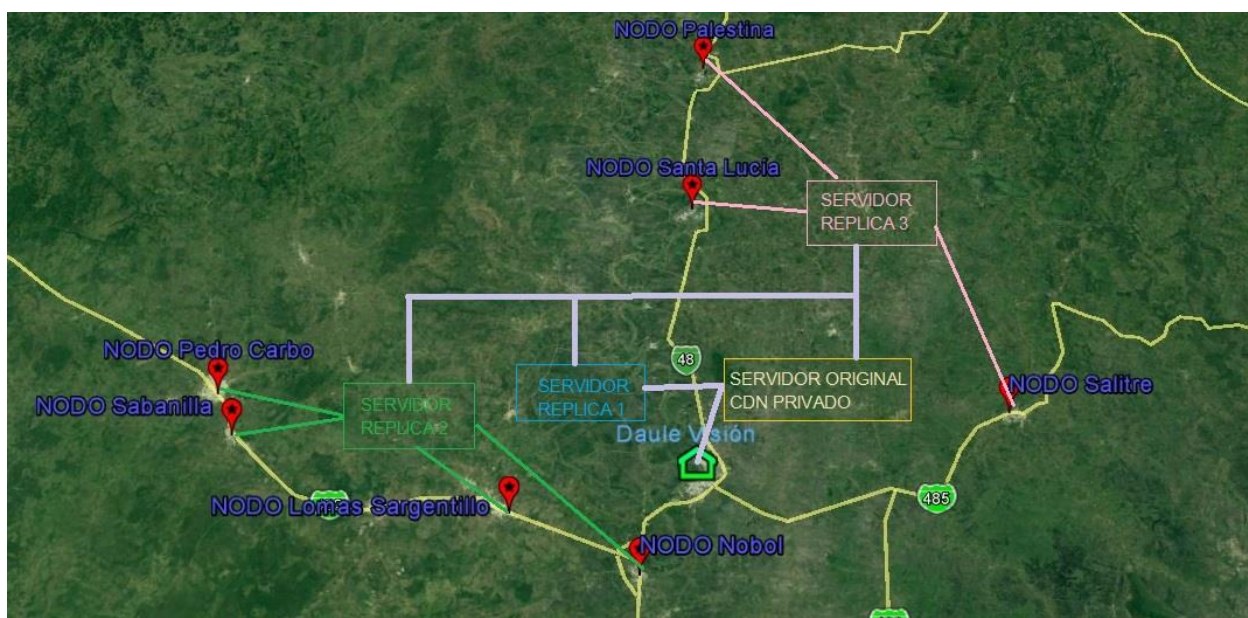


Figura 4.3 Ubicación de la cabecera de Daule Visión y su red troncal.

## 4.6 Descripción de la propuesta

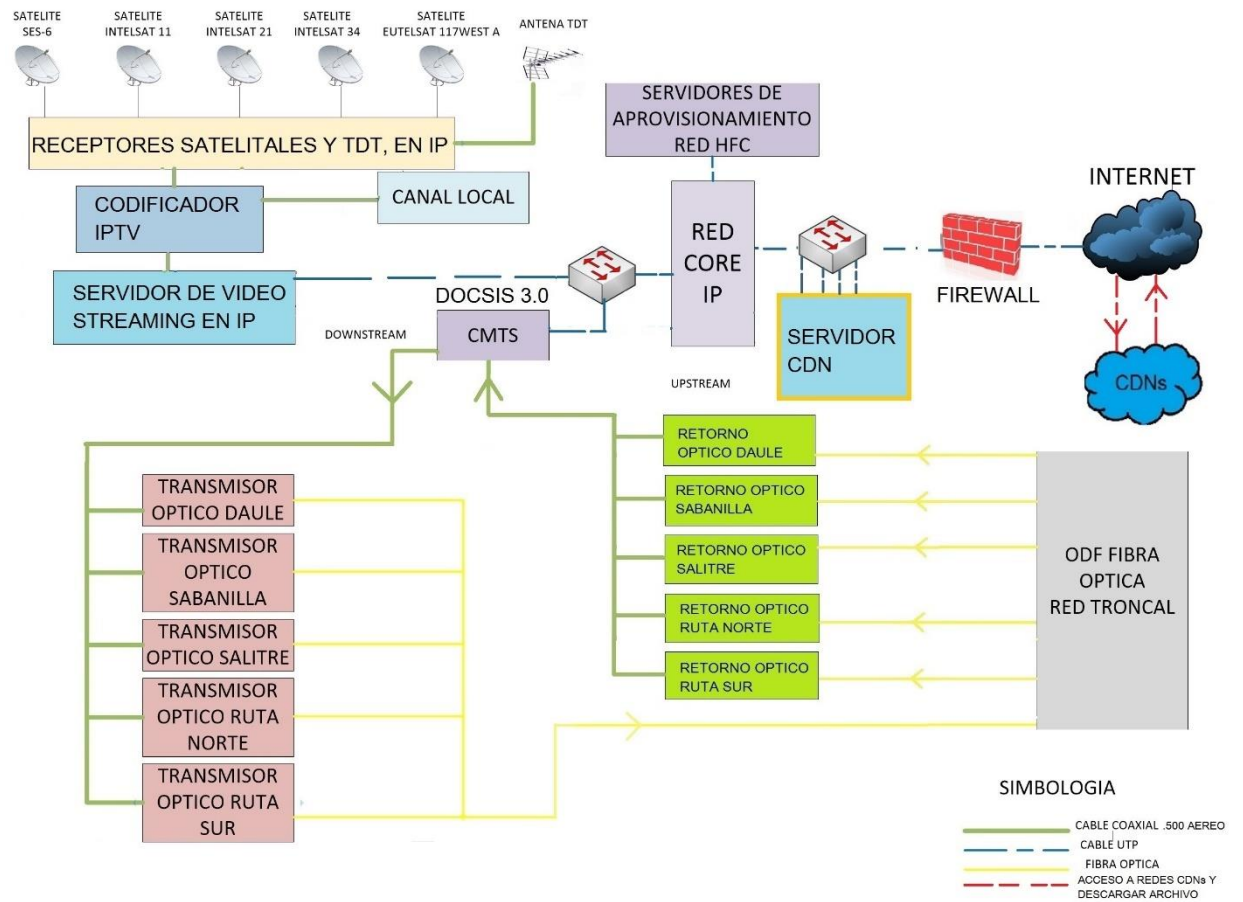


Figura 4.4 Rediseño de Cabecera con acceso a CDN global, con una red CDN privada.

## RED TRONCAL Y DISTRIBUCION DVTELEVISION

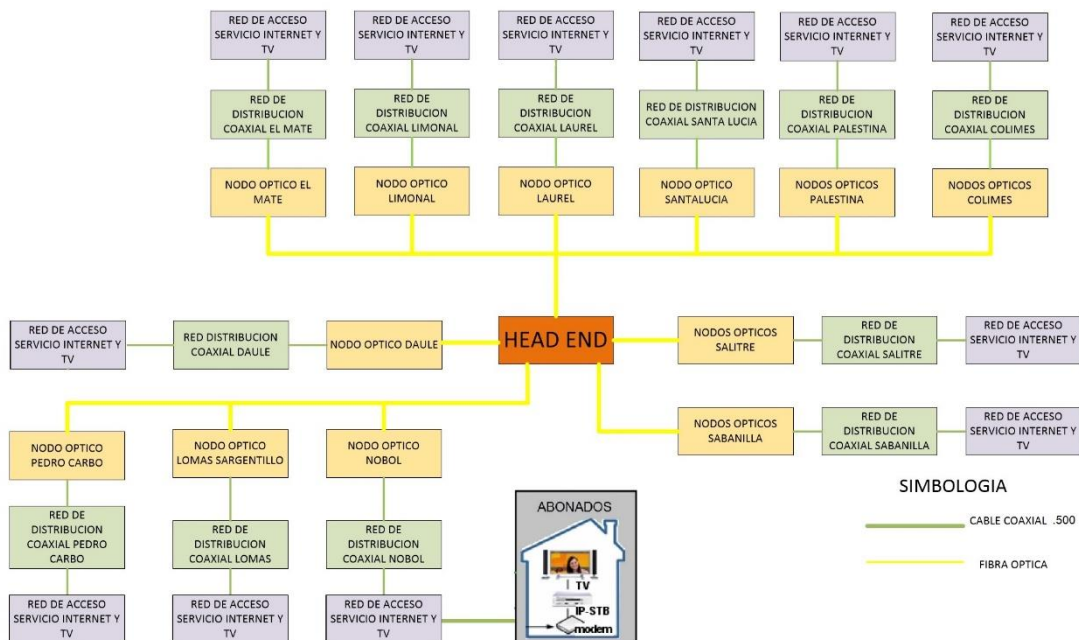


Figura 4.5 Red troncal, Distribución y equipos terminales del abonado CDN

SERVIDORES	CANTON	USUARIOS
SERVIDOR REPLICA 1	DAULE	835
	LIMONAL	66
	EL MATE	100
	LAUREL	175
SERVIDOR REPLICA 2	NOBOL	560
	LOMAS DE SARGENTILLO	150
	SABANILLA	185
	PEDRO CARBO	360
SERVIDOR REPLICA 3	SALITRE	300
	SANTA LUCIA	420
	PALESTINA	350
	COLIMES	260

Tabla 22 Distribución de los servidores réplica a los distintos cantones

En la figura 4.4, se puede observar la propuesta del rediseño para que puedan ofrecer un mejor servicio a sus abonados está compuesta de la siguiente forma:

- Primero tener acceso a la CDN, en este caso Level 3, ya que cuenta con un nodo aquí en Ecuador, descargar el contenido a la red privada de CDN colocada en la cabecera de Daule Visión, como cuenta con un aproximado de 4000 usuarios en todos sus cantones, se colocarán 4 servidores de almacenamiento de video en cache, conectados entre sí:
  - Cada servidor de almacenamiento tiene una capacidad de 24 TB, se colocará un servidor como almacenamiento de las descargas desde la CDN global.
  - Los servidores réplica serán conectados a los distintos cantones que llega la infraestructura HFC, ver tabla 22.
- Empezar Comprando una tasa de 420 Mbps de datos para Internet a level 3, que ofrece un costo bajo por mega. Para brindar Internet a sus abonados paquetes de velocidades de 5 o 10 Mbps, con una compartición 1:8, con un channel bonding de 8 canales.
- Ahora se hace uso de la salida digital de los receptores satelitales, para que pasen por un codificador en IP y con un servidor de video streaming en IP, la capacidad de este servidor depende la cantidad de canales que se ofrezcan en los paquetes ya sea en calidad estándar o HD dependiendo del formato de empaquetamiento, MPEG-2 o MPEG-4, y haciendo uso una conexión multicast.
- El CMTS es el encargado de convertir los paquetes IP a formato MPEG y sea distribuido a la red troncal por fibra óptica, pasando a la red de distribución y finalmente llegar a sus abonados a través de equipos terminales, Cable modem CM para el uso de Internet y el IP-set top box con servicios agregados, para la TV que no sea SmartTv, ver figura 4.5.
- Se conecta a la red Core IP el CMTS, los servidores de aprovisionamiento, aquí es donde se realiza la facturación y el control de los IP a los diferentes abonados.



- A través de un router se conecta la red Core IP, el servidor CDN y el firewall, luego pase al Internet.
- Cuando los usuarios estén viendo videos bajo demanda y no se encuentre un contenido almacenado en el servidor CDN de la cabecera, el router se encargará de redirigir la petición a la red CDN global para descargar el contenido una sola vez al servidor CDN de la cabecera, así si otro usuario requiere el mismo video, ya lo podrá ver en la red interna.

Hay que tener en cuenta que para poder crear la red CDN privada, hay que contar con buen almacenamiento en cache, que consiste en acumular transitoriamente contenido web y multimedia, en un servidor situado en una red de distribución de contenido (CDN).

#### **4.7 Análisis de la capacidad de abonados**

Así como se hizo el análisis en el capítulo 3.5, de la capacidad de abonados para brindar internet usando el estándar DOCSIS 3.0 que permite manejar un mayor ancho de banda, pero usando la misma programación de televisión analógica, en la propuesta de éste capítulo es ocupar el ancho de banda aumentado por DOCSIS 3.0 que va: en downstream desde 114Mhz hasta los 1.002MHz, dando un total de ancho de banda de 894MHz a 6 MHz cada canal, como resultado da 148 canales para poder ofrecer internet y realizar la transmisión por IP, dejando de lado la transmisión analógica, el cual con el CM que permite realizar channel bonding de 8 canales a 320 Mbps de velocidad de descarga usando la modulación 256QAM, se podría realizar 18 channel bonding de 8 canales, ver tabla 23, permitiendo al usuario dar una mayor capacidad de datos para navegar y con el uso de redes CDN privada mejorar el servicio de TV.

NUMERO DE CANALES PARA CHANNEL BONDING	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN CON 256QAM (Mbps)	COMPARTICIÓN	VELOCIDAD TOTAL COMPARTIDA (Mbps)	VELOCIDAD A BRINDAR POR USUARIO (Mbps)	NUMERO DE ABONADOS
8	320	8	2560	5	512
8	320	8	2560	10	256

Tabla 23 Cantidad de abonados provistos con channel bonding de 8 canales CDN

## 4.8 Análisis económico para implementar tv bajo demanda

### 4.8.1 Inversión inicial

La tabla 24, se muestra los gastos de inversión que se requieren para que Daule Visión pueda proveer TV por IP y bajo demanda y las siguientes tablas; 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, se muestran los gastos desde el año1, hasta el año 10 respectivamente, para demostrar la sustentabilidad y el mantenimiento de la empresa si aplicaran este diseño.

AÑO 0				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	CMTS	U	\$15,500.00	\$15,500.00
2	SERVIDORES	U	\$2,200.00	\$4,400.00
4	SERVIDORES DE ALMACENAMIENTO 24TB	U	\$3,000.00	\$12,000.00
1	CODIFICADOR DE VIDEO	U	\$1,800.00	\$1,800.00
1	SERVIDOR STREAMING IP	U	\$14,000.00	\$14,000.00
1	ROUTER	U	\$4,700.00	\$4,700.00
2	SWITCH ETHERNET	U	\$60.00	\$120.00
1	FIREWALL	U	\$1,500.00	\$1,500.00
145000	CABLE COAXIAL RG 500	M	\$1.25	\$181,250.00
394	Amplificadores RF	U	\$410.00	\$161,540.00
1200	CM	U	\$40.00	\$48,000.00
1200	SET TOP BOX	U	\$80.00	\$96,000.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$540,810.00</b>

Tabla 24 Inversión inicial de infraestructura para TV bajo demanda CDN

AÑO 1				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS	MES	\$ 22,500.00	\$ 270,000.00
12	PROVEEDOR SATELITAL X 60 CANALES	MES	\$ 20,000.00	\$ 240,000.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 510,000.00</b>

Tabla 25 Gastos en el año 1 CDN

AÑO 2				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS	MES	\$ 47,375.00	\$ 568,500.00
12	PROVEEDOR SATELITAL X 60 CANALES	MES	\$ 20,000.00	\$ 240,000.00
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
820	CM		\$40.00	\$ 32,800.00
820	set top box		\$80.00	\$ 65,600.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 906,900.00</b>

Tabla 26 Gastos en el año 2 CDN

AÑO 3				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS	MES	\$ 66,250.00	\$ 795,000.00
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
680	CM	U	\$40.00	\$ 27,200.00
680	set top box	U	\$80.00	\$ 54,400.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 876,600.00</b>

Tabla 27 Gastos en el año 3 CDN

AÑO 4				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS	MES	\$ 87,000.00	\$ 1,044,000.00
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
580	CM	U	\$40.00	\$ 23,200.00
580	set top box	U	\$80.00	\$ 46,400.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,113,600.00</b>

Tabla 28 Gastos en el año 4 CDN

AÑO 5				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS	MES	\$ 104,000.00	\$ 1,248,000.00
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
580	CM	U	\$40.00	\$ 23,200.00
580	set top box	U	\$80.00	\$ 46,400.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,317,600.00</b>

Tabla 29 Gastos en el año 5 CDN

AÑO 5				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS	MES	\$ 104,000.00	\$ 1,248,000.00
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
580	CM	U	\$40.00	\$ 23,200.00
580	set top box	U	\$80.00	\$ 46,400.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,317,600.00</b>

Tabla 30 Gastos en el año 6 CDN

AÑO 7				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS	MES	\$ 118,000.00	\$ 1,416,000.00
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
3790	CM	U	\$40.00	\$ 151,600.00
3790	set top box	U	\$80.00	\$ 303,200.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,870,800.00</b>

Tabla 31 Gastos en el año 7 CDN

AÑO 8				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS	MES	\$ 128,500.00	\$ 1,542,000.00
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
4120	CM	U	\$40.00	\$ 164,800.00
4120	set top box	U	\$80.00	\$ 329,600.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2,036,400.00</b>

Tabla 32 Gastos en el año 8 CDN

AÑO 9				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS	MES	\$ 133,500.00	\$ 1,602,000.00
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
4270	CM	U	\$40.00	\$ 170,800.00
4270	set top box	U	\$80.00	\$ 341,600.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2,114,400.00</b>

Tabla 33 Gastos en el año 9 CDN

AÑO 10				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL X AÑO
12	PROVEEDOR DATOS	MES	\$ 142,500.00	\$ 1,710,000.00
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
4550	CM	U	\$40.00	\$ 182,000.00
4550	set top box	U	\$80.00	\$ 364,000.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2,256,000.00</b>

Tabla 34 Gastos en el año 10 CDN

Como Daule Visión ofrece un paquete de 60 canales de televisión analógica, como podemos dar cuenta a partir del año 2 se dejó de contratar al proveedor satelital, ya que como se cuenta con servidores de almacenamiento, la programación está almacenada en la CDN privada, el cual ahora brindará 40 canales SD y 20 canales HD, con el codificador usado, codifica los videos en formato MPEG-4, el cual hace de menos uso de Mbps, tiene un total de 3761 de abonados actualmente de los diferentes cantones que tienen este servicio, al finalizar el año se tomará en cuenta que ya cuenta con 4252 abonados, el cual se hizo una inclusión en los gastos de 500 cable modem para que empiecen con los abonados que requieran Internet estimados en el primer año.

#### 4.8.2 Ingresos con los diferentes planes

La siguiente tabla 35 ,muestra nuevos planes con TV por IP, bajo demanda e Internet, las siguientes tablas; 36 , 37, 38 y 39, muestran las proyecciones a 10 años de los usuarios registrados en los distintos planes mostrados en la tabla 35 respectivamente.

PLANES DE VENTA	COSTO SIN I.V.A.
INTERNET 5 Mbps y TV SD (40)	55
INTERNET 10 Mbps y TV SD (40)	65
INTERNET 5 Mbps y TV SD (40)+ HD +(20)	65
INTERNET 10 Mbps y TV SD (40)+ HD (20)	70

Tabla 35 Tarifas de lo servicios ofrecidos por Daule Visión CDN

CAPACIDAD (Mbps)	AÑO	INTERNET	TV SD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
		NUMERO DE ABONADOS	NUMERO DE CANALES		
5	1	400	40	\$ 55.00	\$ 264,000.00
	2	560	40	\$ 55.00	\$ 369,600.00
	3	950	40	\$ 55.00	\$ 627,000.00
	4	1040	40	\$ 55.00	\$ 686,400.00
	5	1280	40	\$ 55.00	\$ 844,800.00
	6	1400	40	\$ 55.00	\$ 924,000.00
	7	1500	40	\$ 55.00	\$ 990,000.00
	8	1650	40	\$ 55.00	\$ 1,089,000.00
	9	1700	40	\$ 55.00	\$ 1,122,000.00
	10	1850	40	\$ 55.00	\$ 1,221,000.00

Tabla 36 Combo TV SD 40 canales e Internet 5 Mbps CDN

CAPACIDAD (Mbps)	AÑO	INTERNET	TV SD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
		NUMERO DE ABONADOS	NUMERO DE CANALES		
10	1	150	40	\$ 65.00	\$ 117,000.00
	2	175	40	\$ 65.00	\$ 136,500.00
	3	200	40	\$ 65.00	\$ 156,000.00
	4	350	40	\$ 65.00	\$ 273,000.00
	5	400	40	\$ 65.00	\$ 312,000.00
	6	450	40	\$ 65.00	\$ 351,000.00
	7	480	40	\$ 65.00	\$ 374,400.00
	8	520	40	\$ 65.00	\$ 405,600.00
	9	550	40	\$ 65.00	\$ 429,000.00
	10	600	40	\$ 65.00	\$ 468,000.00

Tabla 37 Combo TV SD 40 canales e internet 10 Mbps CDN

CAPACIDAD (Mbps)	AÑO	INTERNET	TV HD	TV SD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
		NUMERO DE ABONADOS	NUMERO DE CANALES	NUMERO DE CANALES		
5	1	100	20	40	\$ 65.00	\$ 78,000.00
	2	585	20	40	\$ 65.00	\$ 456,300.00
	3	800	20	40	\$ 65.00	\$ 624,000.00
	4	1040	20	40	\$ 65.00	\$ 811,200.00
	5	1280	20	40	\$ 65.00	\$ 998,400.00
	6	1300	20	40	\$ 65.00	\$ 1,014,000.00
	7	1360	20	40	\$ 65.00	\$ 1,060,800.00
	8	1450	20	40	\$ 65.00	\$ 1,131,000.00
	9	1500	20	40	\$ 65.00	\$ 1,170,000.00
	10	1550	20	40	\$ 65.00	\$ 1,209,000.00

Tabla 38 Combo TV SD 40 + 20 HD canales e internet 5 Mbps CDN

CAPACIDAD (Mbps)	AÑO	INTERNET	TV HD	TV SD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL ANUAL (\$)
		NUMERO DE ABONADOS	NUMERO DE CANALES	NUMERO DE CANALES		
10	1	50	20	40	\$ 70.00	\$ 42,000.00
	2	200	20	40	\$ 70.00	\$ 168,000.00
	3	250	20	40	\$ 70.00	\$ 210,000.00
	4	350	20	40	\$ 70.00	\$ 294,000.00
	5	400	20	40	\$ 70.00	\$ 336,000.00
	6	420	20	40	\$ 70.00	\$ 352,800.00
	7	450	20	40	\$ 70.00	\$ 378,000.00
	8	500	20	40	\$ 70.00	\$ 420,000.00
	9	520	20	40	\$ 70.00	\$ 436,800.00
	10	550	20	40	\$ 70.00	\$ 462,000.00

Tabla 39 Combo TV SD 40 + 20 HD canales e internet 10 Mbps CDN

#### 4.8.3 Sostenibilidad económica

Se realiza este proyecto con una proyección de 10 años para verificar las sostenibilidad y ganar mercado cada año, el año en que se recupera la inversión, analizando la matriz de flujo de fondos del proyecto en la nueva implementación de DOCSIS 3.0 en una infraestructura HFC del cable operador, en este caso Daule Visión.

Siendo el valor inicial a invertirse de \$480,690.00, se desea ofrecer un mejor servicio de Internet, con una mayor velocidad gracias a aplicación de un channel bonding de 8 canales.

En la tabla 40, se puede observar que el VAN es de \$263,652.94 que es mayor a 0, por lo tanto, el proyecto para proveer Internet incluyendo la nueva implementación de DOCSIS 3.0, usando el ancho de banda agrandado

para brindar 40 canales SD y 20 canales HD de televisión por IP es factible realizarlo con una tasa interna de retorno (TIR) del 8%.



FLUJO DE FONDOS "DAULE VISION"											
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
INGRESOS (+)		\$ 501,000.00	\$ 1,130,400.00	\$ 1,617,000.00	\$ 2,064,600.00	\$ 2,491,200.00	\$ 2,641,800.00	\$ 2,803,200.00	\$ 3,045,600.00	\$ 3,157,800.00	\$ 3,360,000.00
COSTO DE TRABAJO EN OFICINA (-)		\$ 84,000.00	\$ 86,500.00	\$ 88,650.00	\$ 91,000.00	\$ 92,500.00	\$ 92,500.00	\$ 92,560.00	\$ 92,750.00	\$ 92,850.00	\$ 93,000.00
PERSONAL		\$ 55,000.00	\$ 56,500.00	\$ 62,000.00	\$ 63,500.00	\$ 64,000.00	\$ 64,000.00	\$ 65,500.00	\$ 65,804.00	\$ 66,000.00	\$ 66,854.00
FLUJO ANTES DE IMPUESTO A LA RENTA		\$ 362,000.00	\$ 987,400.00	\$ 1,466,350.00	\$ 1,910,100.00	\$ 2,334,700.00	\$ 2,485,300.00	\$ 2,645,140.00	\$ 2,887,046.00	\$ 2,998,950.00	\$ 3,200,146.00
25% IMPUESTO A LA RENTA (-)		\$ 90,500.00	\$ 246,850.00	\$ 366,587.50	\$ 477,525.00	\$ 583,675.00	\$ 621,325.00	\$ 661,285.00	\$ 721,761.50	\$ 749,737.50	\$ 800,036.50
UTILIDAD NETA		\$ 271,500.00	\$ 740,550.00	\$ 1,099,762.50	\$ 1,432,575.00	\$ 1,751,025.00	\$ 1,863,975.00	\$ 1,983,855.00	\$ 2,165,284.50	\$ 2,249,212.50	\$ 2,400,109.50
INVERSIÓN (-)	\$ 480,690.00	\$ 510,000.00	\$ 906,900.00	\$ 876,600.00	\$ 1,113,600.00	\$ 1,317,600.00	\$ 1,760,400.00	\$ 1,870,800.00	\$ 2,036,400.00	\$ 2,114,400.00	\$ 2,256,000.00
FLUJO DE FONDOS "DAULE VISION"	-\$480,690.00	-\$238,500.00	-\$166,350.00	\$ 223,162.50	\$ 318,975.00	\$ 433,425.00	\$ 103,575.00	\$ 113,055.00	\$ 128,884.50	\$ 134,812.50	\$ 144,109.50
VAN	\$263,652.94										
TIR	8%										

Tabla 40 Flujo de fondos de Daule Visión usando Redes CDN

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el avance de la tecnología, se puede emplear el estándar DOCSIS 3.0, a las infraestructuras HFC para hacer uso del Protocolo de Internet, como medio de transmisión para TV y brindar servicios mejorados, así poder permanecer en el mercado de AVS y ganar más suscriptores.

Al acceder a las redes CDNs globales para la descarga de contenido con baja latencia y almacenarlo en el servidor CDN privado, se puede brindar un servicio de alta calidad a sus usuarios, ya que la transmisión es completamente digital, resolviendo los inconvenientes que tienen sus usuarios como: la mala calidad de video, ver la información y programación del contenido y la televisión bajo demanda.

Como DV no cuenta con una gran cantidad de suscriptores, se concluyó a la colocación de 4 servidores de gran capacidad de almacenamiento, como servidor original de su CDN privada, para el acceso de tv bajo demanda de sus usuarios.

Los pequeños cable operadores Al ofrecer estos servicios mejorados a sus usuarios, no tendrán problema si una empresa grande llega a o los cantones donde brindan el servicio.

Los beneficios que ofrecen las redes CDN en general son:

- Rapidez en la carga de las páginas y en la entrega de datos, no importa el lugar geográfico que se encuentre el contenido, una vez almacenado en el servidor principal de la red privada, se podrá hacer uso internamente.
- Menor consumo del ancho de banda contratado al ISP, optimizándolo para hacer mayor uso en el tráfico de datos.
- Dejar los servicios de los proveedores satelitales, para descargar la programación extranjera desde las redes CDN, de level 3 en este caso.

Dejar atrás la transmisión de tv analógica y entrar al nueva era digital, que la propuesta analizada y planteada a la red HFC de DV, puedan aplicar este proyecto para que se mantengan en el mercado, inclusive ganen participación y crezcan como empresa.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] "Ecuador: ASOCOPE prepara segunda edición de Ferintel para junio", disponible en: <http://www.prensario.net/8561-Ecuador-ASOCOPE-prepara-segunda-edicion-de-Ferintel-para-junio.note.aspx>
- [2] ARCOTEL, Boletín estadístico: "Agencia de Regulación y control de las telecomunicaciones – III TRIMESTRE DE 2016"
- [3] ARCOTEL, "Boletín#6 estadístico del sector de telecomunicaciones".
- [4] "Orígenes y desarrollo de la televisión por cable en los Estados Unidos y España. ¿Caminos bacheados hacia una autopista común?", disponible en: <http://www.revistalatinacs.org/a1999dse/43va5.htm>
- [5] ARCOTEL, "Boletín#4 estadístico del sector de telecomunicaciones", marzo 2015
- [6] "Módulo introductorio, principios generales del sistema de fibra óptica". disponible en <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/ElectronicaAplicadaIII/PlantelExterior/IntroduccionResumen%20FO.pdf>
- [7] López, A (2011, agosto 3). FTTx, disponible en: <https://sx-de-tx.wikispaces.com/FTTx>
- [8] "COMPONENTES DE UN SISTEMA CATV CON HFC", disponible en: <http://redeseduges.blogspot.com/>
- [9] HAROLD, GUAYAQUIL SILVANA Y MIRANDA, "REDISEÑO DE LA RED DE TELEVISION POR CABLE DE LA EMPRESA ATV CABLE LTGA., PARA PROVEER NUEVOS SERVICIOS BASADOS EN IP", QUITO 2006
- [10] "Curso básico de redes de cable", Disponible en: <http://www.krconsult.com/cursos/redes2/redcab2.htm>

- [11] Díaz, Ruiz: “Sistemas avanzados de comunicaciones REDES DE CABLE”, Sevilla 2010
- [12] Red en árbol, disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_en\\_%C3%A1rbol](https://es.wikipedia.org/wiki/Red_en_%C3%A1rbol)
- [13] REDES HFC, disponible en: <https://prezi.com/v8kotbn6dwdc/redes-hfc/>
- [14] A. G. C. López, «Redes HFC,» 21 diciembre 2012. [En línea], Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=2t4gTVaRj0s>. [Último acceso: 26 Junio 2016].
- [15] Coro Alex, Cruz Danny “DISEÑO DE UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL BASADA EN LA TECNOLOGÍA IPTV”, Guayaquil 2016
- [16] Content Delivery Network(CDN): qué es, para qué sirve y por qué no rompe con la neutralidad de la red, disponible en: <https://www.xatakamovil.com/conectividad/cdn-que-es-para-que-sirve-y-por-que-no-rompe-con-la-neutralidad-de-la-red>
- [17]UTRERAS, E. P, DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS PARA UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES, 2008
- [18] O. C. C. y. C. A. VALDÉS, «CMTS Y DOCSIS,» 2016. [En línea]. Available: <https://sx-de-tx.wikispaces.com/CMTS+y+DOCSIS>. [Último acceso: OCTUBRE 2016].
- [19] CMTS (Sistema de Terminación de cable módems), disponible en: <https://sx-de-tx.wikispaces.com/CMTS+y+DOCSIS>
- [20] M.G. Quizhpi, estudio de factibilidad técnico económico para que operadores de servicios mediante cable módems opten por migrar al estándar DOCSIS 3.1, Guayaquil, Guayas, 2016
- [21] LEVEL 3 CDN, DISPONIBLE: <http://www.level3.com/es/products/content-delivery-network/>
- [22] GOOGLE EARTH

[23] G. P. Carabajo, "Análisis, Diseño del cableado estructurado y propuesta de implementación en la Ilustre Municipalidad del cantón Sucúa.", Tesis de Ingeniería, UPS sede Cuenca, noviembre de 2010

[24] M. Álvarez, "Video sobre IP", vitelsa, mayo 2002

[25] IPV4TO6, disponible en: <http://ipv4to6.blogspot.com/p/protocolo-ip.html>

[26] R. Correa, "Reglamento General a la Ley Orgánica de Comunicación", Presidente del Ecuador, junio 25, 2013

[27] A. Vakali, G. Pallis, "Content Delivery Networks: Status and Trends", diciembre 2003