

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PLANTEAMIENTO DE UN MODELO DE INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO QUE SIMULE AL SISTEMA DE GESTIÓN Y APROVISIONAMIENTO (SGA) DEL SERVICIO DE TRANSPORTE DE SEÑALES DE TV A TRAVÉS DE LA RED METROETHERNET DE CANTV

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Zapata L., Carlos E.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2008

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PLANTEAMIENTO DE UN MODELO DE INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO QUE SIMULE AL SISTEMA DE GESTIÓN Y APROVISIONAMIENTO (SGA) DEL SERVICIO DE TRANSPORTE DE SEÑALES DE TV A TRAVÉS DE LA RED METROETHERNET DE CANTV

Prof. Guía: PhD. Luis Fernández
Tutor Industrial: Ing. Robin Eric Alonso

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Zapata L., Carlos E.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2008



CONSTANCIA DE APROBACIÓN

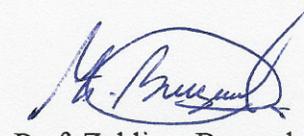
Caracas, 10 de junio de 2008

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Carlos Zapata, titulado:

“PLANTEAMIENTO DE UN MODELO DE INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO QUE SIMULE AL SISTEMA DE GESTIÓN Y APROVISIONAMIENTO (SGA) DEL SERVICIO DE TRANSPORTE DE SEÑALES DE TV A TRAVÉS DE LA RED METROETHERNET DE CANTV”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.


Prof. Luis García
Jurado


Prof. Zeldivar Bruzual
Jurado


Prof. Luis Fernández
Prof. Guía



DEDICATORIA

A mi papá por todas las carreras que ha tenido que dar para que pudiese llegar a tiempo a mis compromisos, por atenderme sin pedir algo a cambio y siempre estar ahí cuando tanto lo necesité.

A mí querida novia que tantas cosas tuvo que soportar para poder llegar a esta meta, me dio apoyo cuando lo necesitaba, además me facilitó todo lo que necesité sin pedírselo: no todo es fácil en esta vida Iva.

A mis sobrinos Kristhian y Manuel por estar ahí para hacerme pasar buenos ratos, sé que no he sido el mejor tío para ustedes pero el tiempo sabrá recompensar.

A mi familia por tenerme paciencia en el tiempo que estuve cursando mi carrera, esperando muy poco de mí.

A Gabriel Suárez, Heidi Quijada, Luís Gómez, Dorimar Balza y a Katiuska Pacheco por siempre estar ahí en los momentos cumbres en la pasantía, de verdad tampoco sé qué sería de todos esos almuerzos sin ellos.

A mis compañeros de estudios que sin ellos llegar a esta meta hubiese sido imposible, sufrimos pero gozamos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Central de Venezuela, por abrirme sus puertas y ser mi segundo hogar.

A la Escuela de Eléctrica y todo el personal profesoral por brindarme todo el apoyo necesario para lograr una efectiva formación como profesional al servicio de la república.

A mi tutor académico PhD. Luis Fernández por siempre estar dispuesto a revisar con paciencia todo este trabajo, le agradezco las muy buenas conversaciones que tuvimos, lástima que el tiempo era limitado.

A María Auxiliadora por siempre estar ahí para ayudarme a todo momento, no tengo ni idea de cuánto le debo.

A mi jefa Doris Carrizo por prestarme toda la ayuda necesaria para la ejecución de este trabajo, ser consecuente en los momentos difíciles y hacerme reír con sus ocurrencias.

A mis compañeros de CANTV: Enoc Cordero (el abuelo), Miguel Urbaneja (el canoso), Adalberto Cabrera (chachiro), Isaac Plaz (yano), William González (bandi) y Efraín Borges (media res), ellos me ayudaron enormemente a poder llevar a cabo este trabajo, además de brindar muy buenos momentos.

Zapata L., Carlos E.

**PLANTEAMIENTO DE UN MODELO DE INTERFAZ GRÁFICA DE
USUARIO QUE SIMULE AL SISTEMA DE GESTION Y
APROVISIONAMIENTO (SGA) DEL SERVICIO DE TRANSPORTE
DE SEÑALES DE TV A TRAVÉS DE LA RED METROETHERNET
DE CANTV**

Prof. Guía: PhD. Luis Fernández. Tutor Industrial: Ing. Robin Eric Alonso. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: CANTV. 2008. 99 h. + anexos.

Palabras Claves: Televisión; Video Compuesto; H.264 AVC; Transporte TV; Gestión; Aprovisionamiento; MetroEthernet.

Resumen. Este trabajo tiene como finalidad definir de forma concisa las características básicas del Sistema de Gestión y Aprovisionamiento del nuevo Sistema de Transporte de Video Compuesto, sobre la red MetroEthernet de CANTV. En base a esto se realizó una simulación de la Interfaz Gráfica de Usuario del mismo tratando de cumplir con los requerimientos particulares del departamento que presta el servicio. La información fue recabada mediante entrevistas con el personal encargado de operar el sistema actual sobre la plataforma SDH/ATM, para establecer las características operativas del servicio, además de entrevistas con el personal encargado de los departamentos de Facturación y Facilidades de la Red, para el establecimiento de las características administrativas del servicio. Se logró recopilar y constatar toda esta información mediante la pasantía directamente en COSE-TV, realizando además tareas de seguimiento de los servicios prestados, operación de las matrices de conmutación digitales y análogas, instalación de equipamiento en lugares remotos con transporte por fibra óptica, además de enlaces por medio de sistemas DSNG Flyaway en lugares en donde no se contaba con acceso de la empresa.

INDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vi
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE GRÁFICAS	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Justificación	3
1.2 Planteamiento del Problema	5
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 Metodología	6
CAPITULO II	9
2 MARCO REFERENCIAL	9
2.1 ATM - <i>Asynchronous Transfer Mode</i> [1]	9
2.1.1 Características de ATM	9
2.1.2 Celdas ATM	10
2.1.3 Modo de transferencia	12
2.1.4 Modo de conmutación	13
2.1.5 Ventajas y desventajas de ATM	15
2.2 SDH – <i>Synchronous Digital Hierarchy</i> [2]-[3]	16
2.2.1 Señal SDH básica:	17
2.2.2 Jerarquías de transmisión:	18
2.2.3 Estructura de la trama SDH:	18
2.2.4 Anomalías, defectos, fallas y alarmas del SDH:	19
2.2.5 Beneficios de SDH	19
2.2.6 Convergencia, ATM, Video y SDH	20
2.2.7 Jerarquías SONET y SDH:	21
2.3 MetroEthernet [4]-[5]	21
2.3.1 Atributos de los servicios MetroEthernet	23

2.3.2	Características del ancho de banda	23
2.3.3	EVC (<i>Ethernet Virtual Connection</i>)	24
2.4	MPLS [6].....	26
2.4.1	Definiciones	27
2.4.2	Etiquetas.....	28
2.4.3	Bucles.....	30
2.4.4	Pila de etiquetas	30
2.4.5	Distribución de etiquetas.....	31
2.4.6	LSP (<i>Label Switched Path</i>).....	32
2.4.7	Ingeniería de tráfico.....	33
2.5	MPEG-1 y MPEG-2 [7].....	37
2.5.1	Complejidad y Costo.....	38
2.5.2	Estructura	39
2.5.3	Formatos de vídeo.....	46
2.6	H.264/MPEG-4 AVC [8].....	48
2.6.1	Características técnicas del estándar H.264	48
2.6.2	Capa de codificación de video	50
2.6.3	Subdivisión de una imagen en macrobloques	51
2.6.4	Predicción Intra-cuadro.....	52
2.6.5	Compensación de movimiento en <i>P-slices</i>	53
2.6.6	El estándar H.264 y el video digital	53
CAPITULO III		55
3	PLATAFORMA ACTUAL DEL SERVICIO	55
3.1	Visión operativa [9]	56
3.2	Visión administrativa [E1]-[E2]-[E3]	61
CAPITULO IV		63
4	PROYECTO VIDEO SOBRE METROETHERNET.....	63
4.1	Características de las localidades.....	64
4.2	Características de los codificadores / decodificadores.....	65
4.3	Equipamiento requerido en el Centro de Control (COSE-TV).....	66
4.4	Equipamiento para acceso por microondas (ENG).....	67
4.5	Equipamiento para acceso por satélite (DSNG).....	68
4.6	Característica red de transporte sobre MetroEthernet.....	69
4.7	Estado actual de la Red MetroEthernet.....	69
CAPITULO V		71
5	CARACTERIZACIÓN DEL SGA	71
5.1	Acceso al sistema	72
5.2	Aspecto operativo.....	72
5.2.1	Registro de equipos.....	72
5.2.2	Establecimiento de conexiones	73

5.2.3	Elementos para control en eventos con múltiples orígenes	74
5.2.4	Control de Fallas	75
5.2.5	Carga y control de tiempos de conexión	76
5.3	Aspecto administrativo	77
5.3.1	Carga automática de los tiempos de servicio	77
5.3.2	Exportación de información para prestación del servicio	77
5.3.3	Conexiones sin orden previa	77
5.3.4	Generar notificaciones automáticas del status del servicio	78
5.3.5	Información de cierre del servicio	78
5.3.6	Registro de los eventos en el sistema	78
CAPITULO VI	.....	79
6	PROPUESTA DE INTERFAZ	79
6.1	Estructura de datos OACSE/OACSET	79
6.2	Propuesta de interfaz para el SGA	84
6.2.1	Pantalla de inicio	84
6.2.2	Detalle de las ventanas de operación	85
CONCLUSIONES	.....	92
RECOMENDACIONES	.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.....	94
BIBLIOGRAFÍA	.....	95
ENTREVISTAS REALIZADAS	.....	96
GLOSARIO	.....	97
ANEXOS	.....	100

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Jerarquía SDH.....	18
Tabla 2: Jerarquías Digitales SONET/ SDH.....	21
Tabla 3. Modalidades de servicios.....	55
Tabla 4. Áreas del servicio.....	56
Tabla 5. Características básicas de codificadores y decodificadores.....	66
Tabla 6: Campos a emplear por el sistema.....	80
Tabla 7. Descripción de los campos del archivo plano OACSET	81
Tabla 8. Descripción de los campos del archivo plano OACSE.....	82
Tabla 9. Lista de códigos servicios especiales.....	83

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Protocolo de nivel de enlace para redes ATM	10
Gráfica 2: Estructura de la celda ATM	11
Gráfica 3: Modo de transferencia asincrónico – ATM	13
Gráfica 4: Principio de conmutación de Banyan.....	14
Gráfica 5: Estructura de la trama SDH	18
Gráfica 6: EVC tipo E-LINE.....	24
Gráfica 7: EVC tipo E-LAN	26
Gráfica 8: Encaminamiento MPLS (ejemplo).....	30
Gráfica 9: Complejidad vs Costo en tecnologías de codificación.....	38
Gráfica 10: Estructura de codificación-decodificación MPEG.....	40
Gráfica 11: Secuencias de imágenes con predicción bidireccional	41
Gráfica 12: Multiplexaje del sistema MPEG-2.....	43
Gráfica 13: Codificador de video MPEG-2 no escalable.....	44
Gráfica 14: Codificador de video generalizado MPEG-2 escalable	45
Gráfica 15: Muestras de luminancia y crominancia en formato 4:2:0	46
Gráfica 16: Muestras de luminancia y crominancia en formato 4:2:2	47
Gráfica 17: Muestras de luminancia y crominancia en formato 4:4:4	47
Gráfica 18: Codificación del estándar H.264.....	50
Gráfica 19: Comparación entre los distintos estándares de codificación.....	54
Gráfica 20: Mapa de las localidades servidas.	57
Gráfica 21: Esquema de la conmutación entre SDH y ATM.....	59
Gráfica 22: Esquema de matrices principales	60
Gráfica 23: Diagrama del proceso administrativo.	61
Gráfica 24: Esquema de migración de plataforma de transporte y acceso.	63
Gráfica 25: Esquema simplificado de los anillos de transporte	63
Gráfica 26: Esquema de Conexión de anillos MetroEthernet en acceso.	64
Gráfica 27: Equipamiento en el centro de control (COSE-TV).....	67

Gráfica 28: Esquema del equipamiento ENG	68
Gráfica 29: Esquema del equipamiento DSNG	69
Gráfica 30: Pantalla de Inicio.....	84
Gráfica 31: Pantalla de servicios programados (detalle barra de tiempo)	85
Gráfica 32: Pantalla servicios programados (detalle selección de día).....	86
Gráfica 33: Creación de servicios sin orden PaP.	87
Gráfica 34: Creación de servicios sin orden PaM.....	88
Gráfica 35: Creación de servicios sin orden MaP.....	88
Gráfica 36: Habilitación se servicio de prueba.	89
Gráfica 37: Visualización para inicio inmediato.....	89
Gráfica 38: Control de eventos con múltiples orígenes no compartido.....	90

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se basa más que en generar una propuesta de interfaz gráfica de usuario, en el establecimiento los requerimientos generales del Sistema de Gestión y Aprovisionamiento (SGA) del Servicio de Transporte de Señales de TV en cuanto al manejo operativo como administrativo del mismo. Es por eso que se hará hincapié en la descripción de las características resaltantes que se deben incluir.

En el Capítulo I se verá el planteamiento del proyecto, destacando las motivaciones del mismo, los objetivos y la metodología de trabajo empleada. En el Capítulo II se encontrará una revisión bibliográfica de las tecnologías ATM y SDH utilizadas en la plataforma actual, además de información sobre la plataforma MetroEthernet, en cuanto las características resaltantes de la misma y el protocolo base empleado en la red de la empresa (MPLS). También se encontrará información sobre los estándares de codificación de video MPEG-1, MPEG-2 y H.264 ACV.

En el Capítulo III se hace una descripción del servicio actual de Transporte de Video Compuesto sobre la red SDH/ATM, en la cual se detallan las características esenciales del mismo, en cuanto a las modalidades del servicio prestado y los aspectos tanto operativos como administrativos del mismo. En el Capítulo IV se encuentra la información concerniente al Proyecto de Transporte de Video sobre la MetroEthernet; se detallan las características de las localidades a servir (esto para establecer el equipamiento necesario), las características generales de los codificadores y decodificadores a emplear por el sistema, el equipamiento requerido en el Centro de Control y las características genéricas del equipamiento ENG y DSNG. También se describe el estado actual de la red MetroEthernet de la empresa.

En el Capítulo V, se realiza la caracterización del sistema. Esta se enfoca en tres (3) aspectos fundamentales: el acceso, lo concerniente a operación y la

administración del sistema. En el Capítulo VI se muestra primero que toda la estructura de la data a adquirir del sistema OACSE/OACSET, destacando cuales son los campos a adquirir para el control operativo y administrativo del sistema, luego se muestra una serie de imágenes, en donde se propone las características clave del SGA, las cuales se describieron en el Capítulo previo.

Por último se encontrarán las conclusiones a que se llegan luego de realizar esta propuesta de interfaz y las recomendaciones pertinentes para la utilización de éste material por la empresa. En los anexos se encontrará información detallada del estatus de la red MetroEthernet de la empresa, además de la información técnica de las distintas propuestas de equipamiento presentada por distintos proveedores.

CAPITULO I

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Justificación

En el Centro de Operaciones de Servicios Especiales Televisión (COSE-TV), adscrita a la coordinación de Servicios Especiales Inalámbrico y Fibra Óptica (SEIFO), se presta el servicio de transporte de señales de televisión. En la actualidad sirve a televisoras nacionales y regionales principalmente. Se cuenta con una plataforma desarrollada sobre la red ATM/SDH de la empresa, con codecs MPEG-2 y matrices de conmutación en banda base y digitales.

La empresa se encuentra en proceso de licitación de una nueva plataforma de transporte, la cual pretende ser implantada sobre la red MetroEthernet; ésta se encuentra ampliamente desplegada a nivel nacional. Es por esto la necesidad de establecer los requerimientos del equipamiento y del Sistema de Gestión y Aprovisionamiento (SGA).

Mientras las dos plataformas coexistan, se debe garantizar el *interworking* entre ellas para permitir la conexión entre todos los puntos de la plataforma actual con la plataforma nueva. La forma más directa de hacerlo es mediante un grupo de codificadores/decodificadores IP conectado a la matriz de video y audio banda base. Sin embargo, para esto sería necesario liberar algunos puertos de dicha matriz, migrando algunos clientes hacia la nueva plataforma.

Una vez sea instalada la nueva plataforma, se hace necesaria la existencia de un sistema adecuado de gestión y aprovisionamiento, el cual ofrezca y garantice que los servicios, tanto ocasionales como permanentes, sean establecidos entre las localidades interesadas y ninguna otra adicional.

Este sistema de aprovisionamiento debe además:

- Activar y desactivar las conexiones en forma dinámica, manual o automática, en línea o de acuerdo a una programación establecida. Las mismas deben darse en forma transparente, sin afectar las conexiones en curso.
- Controlar y configurar en forma remota los equipos de video. El sistema de gestión debe también permitir la operación y mantenimiento remotos vía SNMP de los equipos codificadores/decodificadores, para gestión de fallas, configuración y desempeño.

La Gerencia de Planificación de la empresa planteó la necesidad de hacer la investigación directamente en el departamento que gestiona el servicio (COSE-TV), para detallar los requerimientos específicos en función de las actividades que se ejecutan en la unidad, tanto a nivel operativo como administrativo.

La mayoría de los procesos administrativos relacionados con el servicio son llevados de forma manual, por eso es que plantea la necesidad de que el SGA tenga la capacidad de manejar datos directamente de la plataforma de gestión OACSE/OACSET, para ejecutar la carga automática de la información necesaria para la prestación del servicio, además de registros estadísticos del departamento. Se planteó la necesidad de diseñar una simulación de la interfaz, la cual recopile las características esenciales del sistema, esto para facilitar el desarrollo por parte del proveedor seleccionado de la interfaz final.

El Sistema de Gestión y Aprovisionamiento estará ubicado en el COSE-TV (Centro de Operaciones de Servicios Especiales Televisión) de CANTV ubicado en CNT (Centro Nacional de Telecomunicaciones), el cual funcionará como un nodo más de la Red de Transporte de Video y recibirá el video de todos aquellos servicios

ocasionales, con el fin de realizar el monitoreo de la señal y algunas pruebas de calidad.

1.2 Planteamiento del Problema

Por los motivos antes expuestos, se plantea la necesidad de efectuar una investigación *in situ* del funcionamiento de la plataforma actual del servicio, tomando en cuenta los aspectos tanto operativos como administrativos implicados. Primero que todo se investigará las características de la red basada en SDH/ATM y de la MetroEthernet, esto para tener una visión más amplia de las mismas. Se realizará una investigación de los procesos relacionados con la prestación del servicio, esto con la finalidad de establecer los requerimientos del departamento y poder así realizar una caracterización adecuada del sistema de gestión. Por último se presentará la simulación de un modelo de interfaz del sistema, que trate de recopilar las características básicas del mismo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Plantear un modelo de Interfaz Grafica de Usuario que simule al Sistema de Gestión y Aprovisionamiento (SGA) del Servicio de Transporte de Señales de TV a través de la red MetroEthernet de CANTV.

1.3.2 Objetivos Específicos

Recopilar información relacionada al manejo actual de la Red de Transporte de Video Compuesto a través de las redes SDH/ATM, además de la estructura y funcionamiento de la red MetroEthernet perteneciente a CANTV.

Definir los requerimientos de las diferentes instancias involucradas en la gestión del servicio de Transporte de Señales de Video Compuesto.

Enumerar los requerimientos para generar reportes de facturación del servicio en forma automatizada a partir de los registros de eventos, generados por el SGA.

Caracterizar el SGA (Sistema de Gestión y Aprovisionamiento) de manera que se satisfagan las necesidades de las distintas instancias involucradas, garantizando la seguridad en el manejo de los recursos.

Proponer un modelo de interfaz gráfica de usuario del SGA que permita una visualización conveniente de:

- Conexiones punto a punto, punto a multipunto.
- Eventos y alarmas del sistema
- Control y configuración de los dispositivos involucrados.
- Cualquier otra que se estime conveniente.

Establecer las recomendaciones y elaboración del informe final.

1.4 Metodología

Fase I: Estudios Preliminares.

Además de realizar la búsqueda de material bibliográfico sobre las diversas tecnologías involucradas en este proyecto, se realizó la recopilación de información del estado actual del Sistema de Transporte de Video Compuesto sobre SDH/ATM, principalmente denotando las clases de localidades servidas y la disposición del equipamiento encargado de la conmutación de las señales.

También se describieron los esquemas de migración de la actual plataforma de transporte y distribución hacia MetroEthernet, haciendo detalle en el avance de la misma, en cuanto a las tecnologías empleadas y las localidades que se encuentran habilitadas.

Se realizó una descripción del Proyecto de Transporte de Video Compuesto sobre la red MetroEthernet, detallándose de forma genérica el equipamiento requerido en éste. Se ejecutó una revisión de las características de los equipos de codificación y decodificación, tomando en cuenta las necesidades actuales y futuras de los clientes.

Fase II: Definición de requerimientos.

Se realizó una investigación sobre el manejo del actual Sistema de Transporte de Video Compuesto, por medio de entrevistas al personal técnico que labora en el COSE-TV, de los cuales se obtuvo información valiosa para establecer principalmente los requerimientos especiales en cuanto al aspecto operativo del sistema.

En cuanto a los procesos administrativos, se concertaron entrevistas con el personal encargado de los departamentos de Facturación, Facilidades de la Red y COSE-TV, para obtener una visión completa del proceso, detallar la información manejada a éste nivel y poder establecer cómo es el manejo actual del servicio, así como la forma de optimizar el manejo de la información de administración, control y operación del servicio.

Toda esta información pudo ser verificada con detalle gracias a que se realizó la pasantía directamente en el departamento, realizando las tareas inherentes al servicio, estando presente no solamente en eventos cotidianos de transmisión de noticias, sino también en eventos especiales como el Teletón y el Referéndum Reforma Constitucional 2007.

También se realizaron salidas de campo a localidades especiales, cubriendo principalmente eventos deportivos, instalación del equipamiento terminal en el acceso de fibra de última milla y eventos presidenciales por medio de la instalación de equipamiento satelital DSNG Flyaway.

Fase III: Caracterización del SGA

Con base en la investigación hecha en las fases previas, se detalló las características del SGA, tratando de que los requerimientos planteados por cada una de las unidades involucradas fuesen integrados al sistema, garantizando la seguridad en el acceso a los recursos manejados.

Fase IV: Diseño de Propuesta de Interfaz Gráfica

Partiendo de las características definidas, se creó una propuesta de Interfaz Gráfica, la cual muestra de forma sencilla las nuevas cualidades a incluir en el SGA. Con éstas se pretende alcanzar un manejo más práctico y eficiente de los recursos que tendrá el nuevo Sistema de Transporte de Video.

CAPITULO II

2 MARCO REFERENCIAL

2.1 ATM - *Asynchronous Transfer Mode* [1]

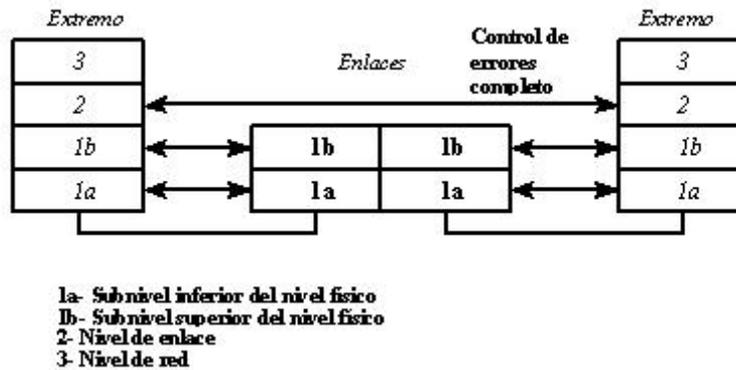
Es una técnica de multiplexación y conmutación de paquetes, para redes de banda ancha, que garantiza transmisión a altas velocidades y retardos bajos para los paquetes. Por ser ATM orientado a conexión soporta todo tipo de tráfico y por ende, de servicios.

ATM ha sido acogido por el UIT-T como el modo de transferencia para la red B-ISDN porque brinda la posibilidad de transportar cualquier tipo de tráfico, independientemente de características como tasa de transmisión de bits, requerimientos de calidad y naturaleza continua o no continua del servicio.

2.1.1 Características de ATM

Baja funcionalidad en los nodos de conmutación: Debido a la confiabilidad provista por los medios de transmisión empleados (fibra óptica, microondas digitales, etc.) y al hardware especializado que se involucra en la red, es posible garantizar que la probabilidad de que los paquetes sufran deterioro o se pierdan es baja. Por esta razón, el protocolo ATM se ha simplificado de tal manera que las funciones correspondientes a detección y recuperación de errores y control de flujo (nivel de enlace), se realizan únicamente en los extremos de la red y no en cada uno de los enlaces como en una red convencional de conmutación de paquetes. La Gráfica 1 ilustra este hecho y permite observar cómo en ATM el nivel físico se subdivide en dos subniveles el inferior (1a) es el nivel físico común y el subnivel superior (1b) es el que tiene funciones de detección de errores de los encabezados de las celdas. De cualquier forma, este chequeo es indispensable ya que con base en dicho encabezado se logra el adecuado enrutamiento de las celdas. Esta simplificación permite que la

red transmita a altas velocidades e introduzca retardos tan bajos, que sean aceptables para servicios que involucren tráfico de voz.



Gráfica 1. Protocolo de nivel de enlace para redes ATM (Tomado de [1])

Longitud fija de paquetes: Los paquetes de una red ATM son de longitud fija. La desventaja de escoger paquetes de longitud variable, radica en que para servicios de tipo continuo (voz, video), los retardos ocasionados en el proceso de transmisión son inaceptables, lo que conlleva a que el tráfico no fluya naturalmente debido a que cada paquete tiene un retardo diferente. Lo anterior no permite garantizar transparencia en el tiempo.

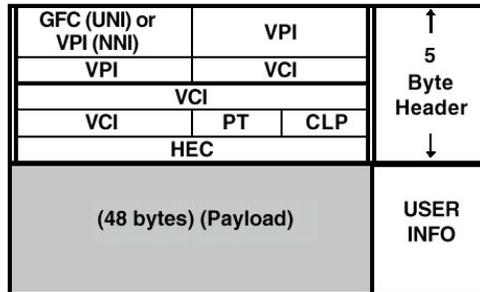
Orientado a conexión: ATM establece un camino lógico/virtual con el destino antes de transferir la información. Esto permite eliminar del protocolo ATM funciones de control de secuenciación, como quiera que se garantiza que los paquetes llegan al destino en orden correcto, característica indispensable para tráfico de voz o de video.

2.1.2 Celdas ATM

En ATM el ancho de banda es segmentado en unidades de longitud fija denominadas celdas. Cada celda está compuesta por dos campos: el campo de datos cuya longitud es de 48 bytes y corresponde a la información del usuario de la red; el

otro campo, es un encabezado con longitud de 5 bytes que contiene información de control utilizada principalmente para el enrutamiento de las celdas. Las celdas pueden ser asignadas en cualquier momento a los servicios que lo requieran.

The ATM cell consists of two parts: a five-byte header and a 48-byte information field.



VCI: Virtual Channel Identifier PTI: Payload Type Indicator
 VPI: Virtual Path Identifier CLP: Cell Loss Priority
 HEC: Header Error Check GFC: Generic Flow Control

Gráfica 2: Estructura de la celda ATM (Tomado de [1])

Los campos del encabezado son: VPI (*Virtual Path Identifier*) y VCI (*Virtual Channel Identifier*) que, en teoría, son los únicos campos que son necesarios en el encabezado de la celda ATM para llevar a cabo funciones de conmutación y multiplexación, puesto que contienen la identificación de la conexión virtual de la celda, llevando implícita la ruta de la celda dentro de la red. La longitud del VCI es de 16 bits y la del VPI 8 bits. Existen dos campos con longitud de 3 bits y 1 bit respectivamente. El primero se utiliza para indicar a qué tipo de servicio ha sido asignada la celda y el segundo para indicar su prioridad. Las prioridades coadyuvan a enrutar con mayor rapidez, cierto tipo de paquetes que correspondan, por ejemplo, a servicios de tiempo real como puede ser el caso de la voz. El GFC (*Generic Flow Control*), es utilizado para control de flujo en caso de que se construyan algoritmos para este propósito. El GFC posee una longitud de 4 bits. Por último se encuentra el HEC (*Header Error Check*) que permite realizar funciones de control de errores para el encabezado de la celda. Este campo mide 8 bits.

La determinación de escoger un tamaño fijo para las celdas, obedece a un compromiso entre eficiencia de transmisión y retardo de las celdas. La eficiencia en transmisión es mejor para paquetes grandes, pero debido a la cantidad y a la complejidad del procesamiento realizado en los nodos para cada celda, se introducen retardos muy grandes e inaceptables, según recomendaciones del UIT-T para determinado tipo de tráfico como voz o video telefonía.

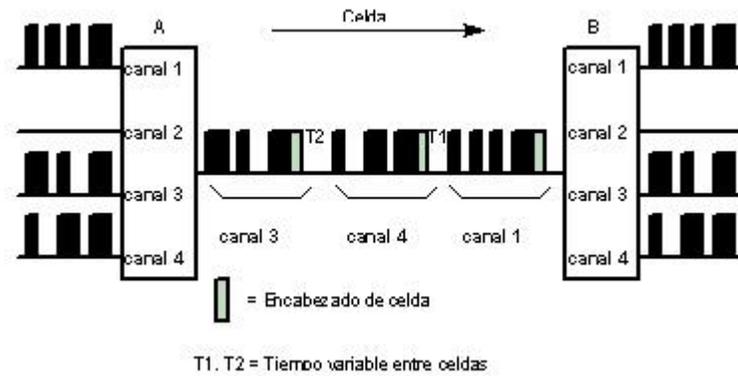
Una vez decidido que los paquetes de ATM tendrían longitud fija -razón por la cual se les dio el nombre de celdas-, se pasó a determinar la longitud para el campo de datos de cada celda. Un comité europeo votó a favor de 32 bytes, ya que un tamaño mayor implicaría tener canceladores de eco para contrarrestar la degradación de la calidad ocasionada por celdas de mayor longitud. El grupo de Estados Unidos y Japón se inclinó por un tamaño de 64 bytes en razón a la eficiencia que se obtiene en materia de transmisión. En junio de 1989 se llegó a un compromiso definiendo 48 bytes como el estándar para la longitud del campo de información de cada celda ATM.

2.1.3 Modo de transferencia

El modo de transferencia usado por las redes convencionales de conmutación de paquetes es TDM (*Time Division Multiplexing*), que consiste en la asignación de canales, utilizando ventanas de tiempo fijo para cada trama.

ATM realiza asignación dinámica del ancho de banda, de tal manera que el recurso se le asigna únicamente a los canales que tengan algo para transmitir en un momento dado (Gráfica 3), permitiendo que el ancho de banda sea utilizado de una manera más eficiente ya que no se desperdicia en ningún momento.

En la Gráfica 3, T1 y T2 representan diferentes cantidades de tiempo entre las celdas, correspondientes al tiempo transcurrido entre el último bit transmitido y el siguiente bit esperando por transmisión. La variabilidad en estos tiempos ilustra la naturaleza asincrónica del protocolo ATM.



Gráfica 3: Modo de transferencia asincrónico – ATM (Tomado de [1])

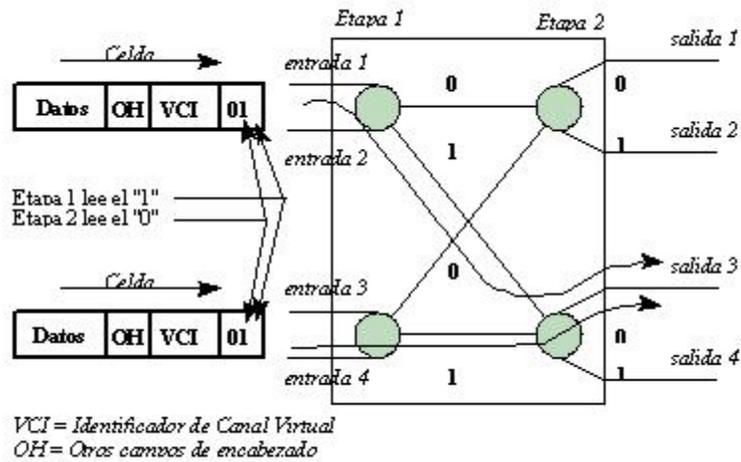
2.1.4 Modo de conmutación

La clave de ATM con respecto a este aspecto, es utilizar una técnica que realice la tarea de conmutación dinámicamente. La técnica más comúnmente utilizada es el principio de conmutación de Banyan que se ilustra en la Gráfica 4.

Para simplificar se ilustra un conmutador de 2 etapas que provee cuatro líneas de entrada, y cuatro líneas de salida. En general un conmutador de n etapas provee 2n líneas de entrada y de salida.

El principio de conmutación de Banyan es que cada etapa "lee" un bit prediseñado (la etapa 1 lee el primer bit, la etapa 2 lee el segundo bit y así sucesivamente) de la celda que llega, y la conmuta a la línea de salida diseñada para ese bit.

En la Gráfica 4, el paquete en la línea de entrada 1 está antecedido por un 1 y un 0, la etapa 1 lee el 1 y conmuta el paquete a la etapa 2. La etapa 2 lee el 0 y enruta el paquete por la línea de salida 3. Note que la secuencia 1 0 puede llegar sobre cualquiera de las cuatro líneas de entrada y la línea de salida siempre es la misma. La misma lógica aplica a un conmutador de Banyan de n etapas.



Gráfica 4: Principio de conmutación de Banyan (Tomado de [1])

El terminal de origen establece un Identificador de Canal Virtual (VCI), que identifica el canal con cada enlace dentro de la ruta total de la celda. El VCI, como ya se dijo, hace parte del encabezado de cada paquete. La secuencia de enrutamiento "XX" (3 Xs para tres estados, 4 para 4, etc.) se denomina etiqueta y se adiciona al principio del VCI. En el proceso de inicialización, el VCI es interceptado por un controlador de línea, que envía el VCI a un módulo procesador de llamados, el cual calcula la etiqueta que se debe asociar al VCI. La etiqueta y el número del VCI pueden almacenarse en memoria caché, con el propósito de adicionar la etiqueta automáticamente, a celdas subsecuentes que lleguen con el mismo VCI, evitando que este tipo de procesamiento se realice cada vez que una celda nueva sea recibida.

Cuando el paquete abandona el conmutador, la etiqueta se elimina y se establece un nuevo enlace con base al valor actual del VCI. Una vez el paquete llega a subsecuentes nodos de conmutación, sus controladores de línea adicionan la etiqueta apropiada a la celda, y esta es conmutada nuevamente hacia su destino.

2.1.5 Ventajas y desventajas de ATM

Algunas de las ventajas de ATM son: manejo eficiente del ancho de banda, ya que este recurso nunca es asignado a canales que no tengan tráfico; los costos de administración, mantenimiento y evolución de la red se manejan mejor en un ambiente integrado que en un ambiente de varias redes especializadas controladas por diferentes sistemas de administración; es posible adicionar nuevas aplicaciones a la red ATM de manera más rápida y económica en vez de construir una nueva red específica para la nueva aplicación.

Dos de los mayores atractivos de ATM son: se constituye en una interesante alternativa para prestar servicios que involucren voz, ya que los retardos introducidos por el proceso de transmisión de las celdas, son bastante aceptables para este tipo de tráfico; por otro lado, ante la garantía de que la red ATM es confiable y robusta, la probabilidad de que se produzcan errores en los paquetes o pérdida de los mismos es muy baja. Gracias a estos dos aspectos, ATM puede garantizar transparencia en la semántica y en el tiempo.

La principal desventaja de ATM es que requiere de una infraestructura costosa con respecto a tecnologías como Ethernet de área metropolitana (MetroEthernet) y DWDM, que junto a las mayores capacidades de transporte hace en la actualidad poco atractiva.

2.2 SDH – *Synchronous Digital Hierarchy* [2]-[3]

SDH es una norma para el transporte de datos en telecomunicaciones formulado por la Unión de Telecomunicación Internacional (ITU). La primera generación de sistemas de fibra-óptica en las redes de telefonía pública utilizaba una arquitectura propietaria (código de línea de equipamiento, formatos de multiplexación y procedimientos de mantenimiento). Los usuarios de este equipamiento requerían de compatibilidad para poder mezclar y conectar equipos de diferentes vendedores.

SDH se introdujo primariamente en las redes de telecomunicaciones en el año 1992 y ha tenido un gran desarrollo desde entonces. Se desarrolló en todos los niveles de la infraestructura de las redes, incluyendo las redes de acceso y las de larga distancia. Está basado en la superposición de una señal multiplexada sincrónica sobre un haz de luz transmitido sobre un cable de fibra-óptica. SDH también está definido para funcionar con enlaces de radio, satélite e interfaces eléctricas entre los equipos.

SDH posibilita un importante incremento en la flexibilidad y el ancho de banda disponible que provee grandes ventajas respecto de los viejos sistemas de telecomunicaciones.

Estas ventajas incluyen:

- Una reducción en la cantidad de equipamiento y un incremento en la eficiencia de la red.
- La provisión de bytes de *overhead* y *payload* – los bytes de *overhead* permiten la administración de los bytes de *payload* sobre una base individual y facilitan la localización centralizada de fallas.
- La definición de un formato de multiplexación sincrónico para trabajar con señales digitales de bajo nivel (como 2, 34 y 140Mbps) que simplifica en gran medida la interfaz a los *switches* digitales, *cross-connects* digitales y multiplexores *add-drops*.

- La disponibilidad de un conjunto de estándares, que permiten interoperatividad multi-proveedor.
- La definición de una arquitectura flexible capaz de adaptarse a futuras aplicaciones, con una variedad de tasas de transmisión.

Una de las ventajas fundamentales de SDH es el hecho de que es sincrónico. Actualmente, la mayoría de los sistemas de fibra y multiplexación son plesiócronicos. Esto significa que el tiempo puede variar de equipo en equipo debido a que están sincronizados con diferentes relojes.

Como SDH es sincrónico, permite multiplexación y demultiplexación en un único paso. Esta multiplexación en un solo paso elimina el hardware complejo, y por lo tanto decrementa el costo del equipamiento mientras se mejora la calidad de la señal.

En las redes plesiócronicas, una señal entera debe ser demultiplexada para poder acceder a un canal particular; luego los canales no accedidos tienen que ser re-multiplexados para poder ser enviados a lo largo de las redes a su propio destino. En el formato SDH, sólo aquellos canales que son requeridos en un punto particular son demultiplexados, por lo tanto se elimina la necesidad de re-multiplexar. En otras palabras, SDH crea canales individuales “visibles” y pueden ser fácilmente agregados o eliminados.

2.2.1 Señal SDH básica:

El formato básico de una señal SDH permite cargar muchos servicios diferentes en su Contenedor Virtual (VC) debido a su ancho de banda flexible. Esta capacidad permite la transmisión de servicios de conmutación de paquetes de alta velocidad, ATM, video contribución, y video distribución.

2.2.2 Jerarquías de transmisión:

Siguiendo el desarrollo de ANSI del estándar SONET, la ITU-T definió un estándar que direccionaría entre las jerarquías de transmisión de 2048 y 1554 Kbps. Este esfuerzo culminó en 1989 con la publicación de la ITU-T del estándar Jerarquía Digital Sincrónica (SDH).

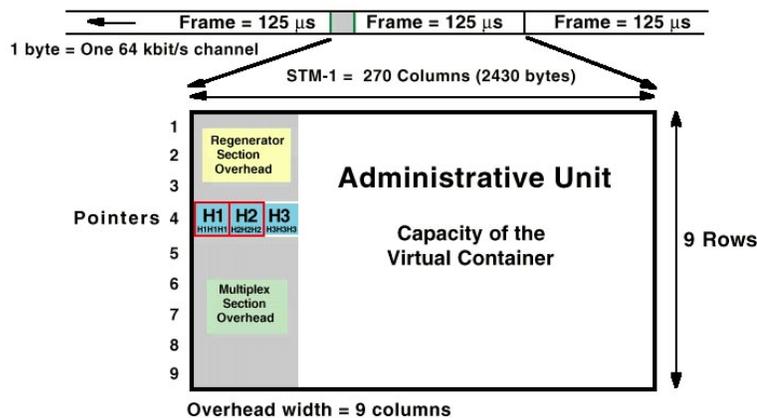
Tabla 1: Jerarquía SDH (Tomado de [2])

Bit Rate	Abreviación	SDH	Capacidad SDH
51.84 Mbps	51 Mbps	STM-0	21 E1
155.52 Mbps	155 Mbps	STM-1	63 E1 o 1 E4
622.08 Mbps	622 Mbps	STM-4	252 E1 o 4 E4
2488.32 Mbps	2.4 Gbps	STM-16	1008 E1 o 16 E4
9953.28 Mbps	10 Gbps	STM-64	4032 E1 o 64 E4
39813.12 Mbps	40 Gbps	STM-256	16128 E1 o 256 E4

STM= Modulo de Transporte Sincrónico

2.2.3 Estructura de la trama SDH:

La trama STM-1 es el formato de transmisión básico para SDH. La trama tiene un ancho de pulso de 125 microsegundos, por lo tanto, existen 8000 tramas por segundo. La trama STM-1 consiste de *overhead* más una capacidad de contenedor virtual.



Gráfica 5: Estructura de la trama SDH (Tomado de [2])

2.2.4 Anomalías, defectos, fallas y alarmas del SDH:

La estructura de la trama SDH ha sido desarrollada para contener una gran cantidad de información de *overhead*. La información de *overhead* provee de una variedad de funciones tales como:

- Señales de Indicación de Alarmas (AIS)
- Monitoreo de Rendimiento de Errores utilizando BIP-N (*Bit Interleaved Parity*)
- Información de Ajustes de Punteros
- Estado de la Ruta
- Trazado de la Ruta
- Sección de Trazado

Gran cantidad de esta información de *overhead* está relacionada con alarma y monitoreo de las secciones SDH particulares en servicio.

2.2.5 Beneficios de SDH

Una red de transporte que utiliza SDH provee capacidades de red mucho más poderosas que en los sistemas asincrónicos existentes. Los principales beneficios provistos por SDH son:

- Punteros, MUX/ DEMUX:

Como resultado de la transmisión SDH, los relojes de la red están sujetos a una gran estabilidad con punto de referencia; por lo tanto es innecesario alinear las cadenas de datos utilizando un tratamiento de bits no determinístico.

Por lo tanto, un canal con una tasa más baja como un E1 es directamente accesible, y una demultiplexación intermedia no es necesaria para acceder a la cadena de bits.

- Interconexión Óptica:

Un beneficio fundamental del SDH es que permite una compatibilidad multi-proveedor. Los estándares actuales de SDH contienen definiciones para interfaces de fibra-fibra en el nivel físico. Determinan la tasa lineal óptica, la longitud de onda, los niveles de potencia, las figuras de pulso y codificación. Estos estándares también definen la estructura de la trama, *overhead*, y el mapeo de *payload*.

Se están desarrollando mejoras para definir mensajes en los canales de *overhead* para proveer una mayor funcionalidad OAM.

- Configuraciones Multi-Punto:

La mayoría de los sistemas de transmisión asincrónica existentes son solo económicas para aplicaciones punto-a-punto, SDH puede soportar eficientemente una configuración multi-punto o *cross-connected*.

La configuración *cross-connected* permite a muchos nodos o sitios comunicarse como una red única en lugar de conectarse como sistemas por separado. *Cross-connecting* reduce los requerimientos para la multiplexación y demultiplexación. Los proveedores de redes no necesitarán mantener el equipamiento ubicado en un cliente. Una implementación multi-punto permite interconexiones STM-N permitiendo a los proveedores de redes y a sus clientes optimizar su uso compartido de la infraestructura SDH.

2.2.6 Convergencia, ATM, Video y SDH

La convergencia es el camino para la entrega de voz, datos, imágenes y video a través de diversos sistemas de transmisión y conmutación que permite transporte a alta velocidad sobre cualquier medio y a cualquier ubicación..

2.2.7 Jerarquías SONET y SDH:

SONET y SDH convergen en un nivel básico a 155 Mbps definido como STM-1 o “Modulo-1 de Transporte Sincrónico”. El nivel base para SONET es STS-1 (o OC-1) y es equivalente a 51.84 Mbps. Por lo tanto, el STM-1 de SDH es equivalente al STS-3 de SONET ($3 \times 51.84 \text{ Mbps} = 155.52 \text{ Mbps}$). Las tasas más altas de SDH de STM-4 (622 Mbps), STM-16 (2.4 Gbps), y STM-64 (10 Gbps) también han sido definidas..

Tabla 2: Jerarquías Digitales SONET/ SDH (Tomado de [2])

SONET	Bit Rate	SDH	Capacidad SONET	Capacidad SDH
STS-1, OC-1	51.84 Mbps	STM-0	28 DS1 o 1 DS3	21 E1
STS-3, OC-3	155.52 Mbps	STM-1	84 DS1 o 3 DS3	63 E1 o 1 E4
STS-12, OC-12	622.08 Mbps	STM-4	336 DS1 o 12 DS3	252 E1 o 4 E4
STS-48, OC-48	2488.32 Mbps	STM-16	1344 DS1 o 48 DS3	1008 E1 o 16 E4
STS-192, OC-192	9953.28 Mbps	STM-64	5376 DS1 o 192 DS3	4032 E1 o 64 E4
STS-768, OC-768	39813.12 Mbps	STM-256	21504 DS1 o 768 DS3	16128 E1 o 256 E4

Nota: Aunque un STM-1 de SDH tiene la misma tasa que el STS-3 de SONET, las dos señales contienen diferentes estructuras de tramas.

STM= Modulo de Transporte Sincrónico (ITU-T)

STS= Señal de Transporte Sincrónica (ANSI)

OC=Tono Óptico (ANSI)

2.3 MetroEthernet [4]-[5]

La Red MetroEthernet, es una arquitectura tecnológica destinada a suministrar servicios de conectividad MAN/WAN de nivel 2, a través de UNIs (*User Network Interface*) Ethernet. Estas redes se basan en sistemas multiservicio, es decir que soportan una amplia gama de servicios, aplicaciones y mecanismos donde se incluye tiempo real, *streaming*, flujo de datos continuo como por ejemplo audio y vídeo.

Los beneficios que MetroEthernet ofrece son:

- Fácil uso: Interconectando con Ethernet se simplifica las operaciones de red, administración, manejo y actualización.

- Economía: los servicios Ethernet reducen el capital de suscripción y operación de tres formas:
 - Amplio uso: se emplean interfaces Ethernet que son la más difundidas para las soluciones de redes de trabajo.
 - Bajo costo: Los servicios Ethernet ofrecen un bajo costo en la administración, operación y funcionamiento de la red.
 - Ancho de banda: Los servicios Ethernet permiten a los usuarios acceder a conexiones de banda ancha a menor costo.
- Flexibilidad: Las redes de conectividad mediante Ethernet permiten modificar y manipular de una manera más dinámica, versátil y eficiente, el ancho de banda y la cantidad de usuarios en corto tiempo.

El modelo básico de los servicios MetroEthernet, está compuesto por una Red conmutada MEN (*Metro Ethernet Network*), ofrecida por el proveedor de servicios; los usuarios acceden a la red mediante CEs (*Customer Equipment*), CE puede ser un router; Bridge IEEE 802.1Q (*switch*) que se conectan a través de UNIs a velocidades de 10Mbps, 100Mbps, 1Gbps o 10Gbps.

Su estructura está basada en un modelo de capas. Las capas que lo conforman son: Core, Distribución, y Acceso.

Los servicios MetroEthernet no necesitan que toda la red de nivel 2 sea Ethernet; también puede ser:

- Ethernet over SONET/SDH (EoS)
- Resilient Packet Ring (RPR)
- Ethernet Transport
- Ethernet over MPLS (EoMPLS)

Los organismos de estandarización (IEEE, IETF, ITU) y los acuerdos entre fabricantes, están jugando un papel determinante en su evolución. Incluso se ha

creado el MEF (*Metro Ethernet Forum*), organismo dedicado únicamente a definir Ethernet como servicio metropolitano.

2.3.1 Atributos de los servicios MetroEthernet.

Los atributos se definen como las capacidades de los diferentes tipos de servicio. Algunos atributos aplican a los puntos de acceso UNI, mientras que otros a los canales virtuales (EVC).

Para los puntos de acceso (UNI) aplican los siguientes atributos:

- Medio físico: son los especificados en el estándar 802.3 - 2000. Ejemplos de medios físicos incluye 10Base-T, 100Base-T, 1000 Base-SX.
- Velocidad: las velocidades son las especificadas en el estándar Ethernet: 10Mbps, 100Mbps, 1Gbps y 10Gbps.
- Modo: un enlace puede soportar Full Duplex o Half Duplex o auto negociación.
- Capa MAC: las especificadas en IEEE 802.3 – 2000.

2.3.2 Características del ancho de banda

Para MetroEthernet se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- CIR (*Committed Information Rate*): es la cantidad promedio de información que se ha transmitido, teniendo en cuenta los retardos, pérdidas, etc.
- CBS (*Committed Burst Size*): es el tamaño de la información utilizado para obtener el CIR respectivo.
- EIR (*Excess Information Rate*): especifica la cantidad de información mayor o igual que el CIR, hasta el cual las tramas son transmitidas sin pérdidas.
- EBS (*Excess Burst Size*): es el tamaño de información que se necesita para obtener el EIR determinado.

2.3.3 EVC (*Ethernet Virtual Connection*)

Un EVC es la asociación entre una o más interfaces UNIs. Es un tubo virtual que proporciona al usuario servicios extremo a extremo atravesando múltiples redes MEN (*Metro Ethernet Network*). Un EVC tiene dos funciones:

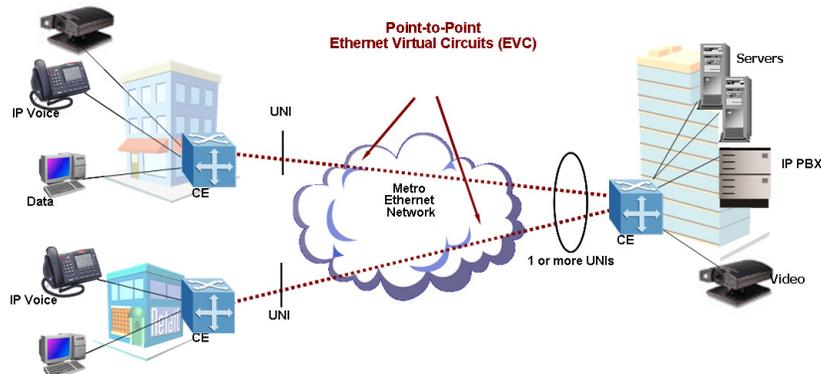
- Conectar dos o más sitios (UNIs) habilitando la transferencia de tramas Ethernet entre ellos.
- Impedir la transferencia de datos entre usuarios que no son parte del mismo EVC, permitiendo privacidad y seguridad.

Un EVC puede ser usado para construir VPN (*Virtual Private Network*) de nivel 2. El MEF (*Metro Ethernet Forum*) ha definido dos tipos de EVC:

- Punto a Punto (E-Line)
- Multipunto a Multipunto (E-LAN)

2.3.3.1 E-LINE

El servicio E-Line proporciona un EVC punto a punto entre dos interfaces UNI. Se utiliza para proporcionar una conexión Ethernet punto a punto.



Gráfica 6: EVC tipo E-LINE (Tomado de [4])

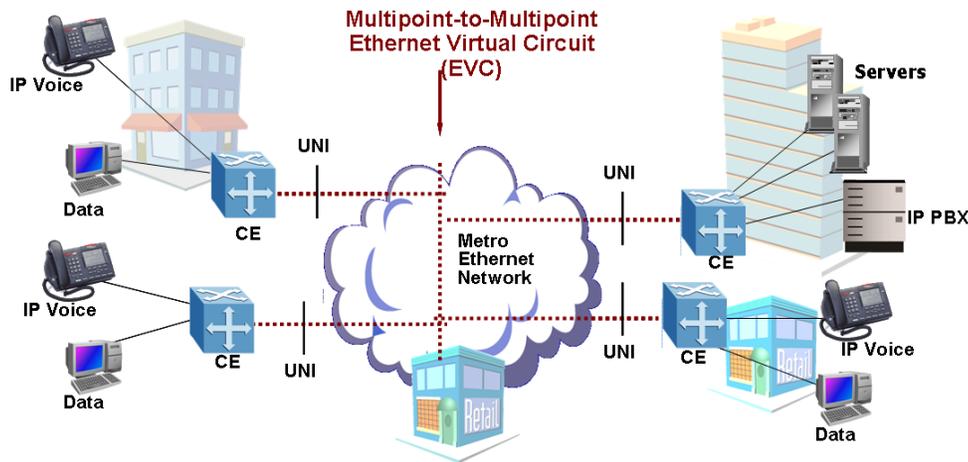
Dentro del tipo de servicio E-Line se incluye una amplia gama de servicios. El más sencillo consistente en un ancho de banda simétrico para transmisión de datos en ambas direcciones y no fiable, entre dos interfaces UNI a 10 Mbps. Un servicio más sofisticado considerado dentro del tipo de servicio E-Line sería, por ejemplo, una línea E-Line, que ofrezca una CIR concreta junto con una CBS, y una EIR junto con una EBS, y un retardo, variación del retardo y BER máximos asegurados entre dos interfaces UNI. Una E-Line puede operar con ancho de banda dedicado ó con un ancho de banda compartido.

2.3.3.1.1 Tipos de E-LINE

- EPL: Ethernet Private Line
 - Es un servicio EVC punto a punto con un ancho de banda dedicado
 - El cliente siempre dispone del CIR
 - Normalmente en canales SDH (en NGN) ó en redes MPLS
 - Es como una línea en TDM, pero con una interfaz Ethernet
- EVPL: Ethernet Virtual Private Line
 - En este caso hay un CIR y un EIR y una métrica para el soporte de SLA's
 - Es similar a Frame Relay.
 - Se suele implementar con canales TDM compartidos ó con redes de conmutación de paquetes usando SW's y/o routers.

2.3.3.2 E-LAN

El tipo de servicio E-LAN proporciona conectividad multipunto a multipunto. Conecta dos o más interfaces UNI. Los datos enviados desde un UNI llegarán a 1 ó más UNI destino. Cada uno de ellos está conectado a un EVC multipunto. A medida que va creciendo la red y se van añadiendo más interfaces UNI, éstos se conectarán al mismo EVC multipunto, simplificando enormemente la configuración de la misma. Desde el punto de vista del usuario, la E-LAN se comporta como una LAN.



Gráfica 7: EVC tipo E-LAN (Tomado de [4])

2.3.3.2.1 Tipos de E-LAN

- EPLan: *Ethernet Private LAN*
 - Suministra una conectividad multipunto entre dos o más UNI's, con un ancho de banda dedicado.
- EVPLan: *Ethernet Virtual Private LAN*
 - Otros nombres:
 - VPLS: *Virtual Private Lan Service*
 - TLS: *Transparent Lan Service*
 - VPSN: *Virtual Private Switched Network*
 - La separación de clientes vía encapsulación: las etiquetas de VLAN's del proveedor no son suficientes (4096)
 - Es el servicio más rentable desde el punto de vista del proveedor.

2.4 MPLS [6]

MPLS (*MultiProtocol Label Switching*) es un grupo de trabajo específico del IETF (*Internet Engineering Task Force*) que trata sobre el encaminamiento, envío y conmutación de los flujos de tráfico a través de la red.

Las principales funciones de MPLS son:

- Especificar mecanismos para gestionar flujos de tráfico de diferentes tipos (Ej.: flujos entre diferente *hardware*, diferentes máquinas,...).
- Quedar independiente de los protocolos de la capa de enlace y la capa de red.
- Disponer de medios para traducir las direcciones IP en etiquetas simples de longitud fija utilizadas en diferentes tecnologías de envío y conmutación de paquetes.
- Ofrecer interfaces para diferentes protocolos de *routing* y señalización.
- Soportar los protocolos de la capa de enlace de IP, ATM y Frame Relay.

En MPLS la transmisión ocurre en caminos de etiquetas conmutadas (LSP-*Label Switched Path*), que son secuencias de etiquetas en cada nodo del camino desde el emisor al receptor. Hay dos formas de requerir los LSPs:

1. antes de la transmisión de datos (*control-driven*).
2. una vez detectado un cierto flujo de datos (*data-driven*).

Las etiquetas se distribuyen utilizando un protocolo de señalización como LDP (*Label Distribution Protocol*) o RSVP (*ReSource reserVation Protocol*), o también, añadidas a protocolos de *routing* como BGP (*Border Gateway Protocol*) u OSPF (*Open Shortest Path First*).

Las etiquetas son insertadas al comienzo del paquete en la entrada de la red MPLS. En cada salto el paquete es encaminado según el valor de la etiqueta y sale por la interfaz correspondiente con otra etiqueta. Se obtiene una gran rapidez en la conmutación gracias a que las etiquetas son insertadas al principio del paquete y son de longitud fija, lo que hace que pueda hacerse una conmutación vía *hardware*.

2.4.1 Definiciones

2.4.1.1 FEC (*Forward Equivalence Class*)

Conjunto de paquetes que comparten unas mismas características para su transporte, así todos recibirán el mismo tratamiento en su camino hacia el destino. La

asignación de un paquete a un determinado FEC se produce una vez el paquete entra en la red. Cada FEC puede representar unos requerimientos de servicio para un conjunto de paquetes o para una dirección fija.

2.4.1.2 LSR (*Label Switched Router*)

Router de gran velocidad en el núcleo de una red MPLS. Sus funciones son las de participar en el establecimiento de los LSPs usando un protocolo de señalización apropiado y conmutar rápidamente el tráfico de datos entre los caminos establecidos.

Para que los LSPs puedan usarse, las tablas de envío de cada LSR deben contener:

(interfaz de entrada, etiqueta asociada) → (interfaz de salida, etiqueta asociada)

A este proceso se le llama distribución de etiquetas. Como un LSP puede dar servicio a un *host* IP o a muchos, existe otra entrada en la tabla:

FEC → etiquetas asociadas

2.4.1.3 LER (*Label Edge Router*)

Router en la frontera de la red al que se pueden conectar diversas redes (Frame Relay, ATM, Ethernet). Envía el tráfico entrante a la red MPLS utilizando un protocolo de señalización de etiquetas y distribuye el tráfico saliente entre las distintas redes.

2.4.2 Etiquetas

Las etiquetas identifican el camino que un paquete puede atravesar. La etiqueta es encapsulada en la cabecera de la capa de enlace. Una vez el paquete ha sido etiquetado viajará a través del *backbone* mediante conmutación de etiquetas, es decir, cada *router* examinará la etiqueta, consultará en sus tablas de envío para saber

con qué etiqueta y por qué interfaz debe salir, intercambiará las etiquetas y lo enviará por el interfaz correspondiente.

Pasos para la asignación de etiquetas:

1. Cada paquete se clasifica como un nuevo FEC o se le asigna un FEC ya existente.
2. Se asigna una etiqueta a cada paquete. Éstas se derivan de la capa de enlace, es decir, para redes Frame Relay, ATM o redes ópticas, los identificadores de la capa 2 (DLCIs (*Data Link Connection Identifier*), VPIs/VCI y longitud de onda DWDM, respectivamente) pueden servir como etiquetas. Para redes como Ethernet y PPP (*Point to Point Protocol*), a la etiqueta se le añade una cabecera *shim* entre las cabeceras de la capa de enlace y la capa de red, que contendrá el campo TTL (*Time To Live*).

Las decisiones de asignación de etiquetas pueden estar basadas en criterios de envío como encaminamiento *unicast*, *multicast*, ingeniería de tráfico, VPN (*Virtual Private Network*) y QoS (*Quality of Service*).

Las etiquetas constan de 32 bits y tienen el siguiente formato:

Etiqueta(20 bits)	CoS (3 bits)	Pila (1 bit)	TTL (8 bits)
-------------------	--------------	--------------	--------------

- Etiqueta (20 bits): contiene la etiqueta asignada.
- CoS (3 bits): indica la clase de servicio que requiere el paquete.
- Pila (1 bit): permite apilar etiquetas en un paquete para realizar un encaminamiento jerárquico.
- TTL (8 bits): tiene el mismo significado que en IP, se denomina cabecera *shim*.

2.4.3 Bucles

El campo TTL indica el tiempo máximo de vida del paquete contado en saltos entre LSRs, este mecanismo permite mitigar los efectos de la creación de un bucle en la red haciendo desaparecer el paquete en el momento que supere este tiempo.

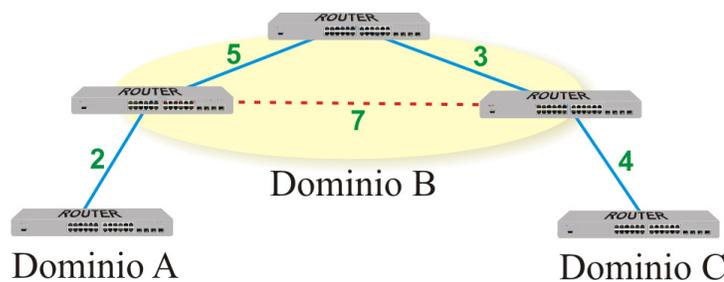
En ATM o Frame Relay donde no es posible utilizar TTL, los efectos de los bucles se minimizan mediante la limitación del espacio en *buffers* para un único VC. Otra alternativa para detectar bucles es mediante la técnica Vector de Rutas (*Path Vector*). Este vector contiene la lista de los LSRs que atraviesa el LSP, cuando un LSR propaga un mensaje de control del LDP añade su identificador al vector que irá en ese mensaje, por lo tanto, cuando un LSR reciba un mensaje en cuyo vector de caminos se encuentre su propio identificador se detectará el bucle.

Hay que hacer notar que los bucles sólo se producirán en el encaminamiento salto a salto y en el encaminamiento explícito tolerante que se verá más adelante.

2.4.4 Pila de etiquetas

Permite operaciones jerárquicas en MPLS, cada nivel en la pila de etiquetas pertenece a un nivel jerárquico, esto facilita la creación de túneles en MPLS.

Para realizar el encaminamiento mediante túneles veamos un ejemplo:



Gráfica 8: Encaminamiento MPLS (Adaptación de [6])

Encaminamiento:

- La secuencia de etiquetas entre dominios es: 2-7-4
- La secuencia de etiquetas dentro del dominio B es: 5-3

Las operaciones que se realizarán son:

1. Del dominio A al B el paquete llevará la etiqueta 2.
2. En el *router* de entrada al dominio B se intercambiara la etiqueta 2 por la 7, que identifica al nuevo dominio, y apila la etiqueta 5 que indica el siguiente salto en esa red.
3. En el siguiente *router* se intercambiara la etiqueta 5 por la 3.
4. En el *router* de salida se desapila 3 y ve que la etiqueta de entrada que tiene es 7, e intercambia ésta con 4 para llegar al siguiente dominio.

2.4.5 Distribución de etiquetas

MPLS permite varios protocolos de señalización para la distribución de etiquetas entre LSRs, el uso de cada uno de ellos dependerá del *hardware* de la red MPLS y de las políticas de administración de ésta.

Protocolos de *routing* como BGP permiten llevar información sobre las etiquetas entre los contenidos propios del protocolo. Se utilizan para etiquetas externas en VPNs.

RSVP también ha sido extendido para soportar intercambio de información de las etiquetas llevadas. Además, MPLS tiene su propio protocolo LDP para señalización y gestión del espacio de etiquetas, a éste se le han añadido extensiones para soportar, también, requerimientos de QoS y CoS, así tenemos CR-LDP (*Constraint-based-LDP*).

RSVP y CR-LDP se utilizan para la ingeniería de tráfico y reserva de recursos. Para direcciones *multicast* tenemos PIM (*Protocol-Independent Multicast*).

2.4.6 LSP (*Label Switched Path*)

Cuando un paquete entra en la red MPLS se examina para determinar qué LSP debe asociársele y, a partir de aquí, qué etiqueta asignarle. Esta decisión se debe a factores como la dirección de destino, QoS y el actual estado de la red.

Dentro de un dominio MPLS, un camino es establecido para que un paquete dado viaje con un determinado FEC. Existen dos mecanismos para establecer un LSP:

Encaminamiento salto a salto: cada LSR selecciona independientemente el próximo salto para un FEC determinado (similar a la metodología utilizada en redes IP). El LSR utiliza cualquier protocolo de *routing* disponible como OSPF, ATM PNNI (ATM *Private Network-Node Interface*), etc.

Encaminamiento explícito: El LER de entrada determina la secuencia de saltos explícita desde la entrada hasta la salida (ER-LSP, *Explicit Routing LSP*). Puede que la ruta no esté completamente especificada, es decir, puede haber un conjunto de nodos (Nodo Abstracto) que es representado como un único salto en la ruta. También puede contener un identificador de Sistema Autónomo que permite que el LSP sea encaminado a través de un área de la red que está fuera del control administrativo de quien inició el LSP. Dentro de estos dos casos se hará un encaminamiento salto a salto.

Puede clasificarse como estricto (*strict*), aquel camino que incluye todos los nodos, nodos abstractos y Sistemas Autónomos por los que pasa y el orden establecido; o como tolerante (*loose*), aquél que incluye todos los saltos y mantiene el orden, pero puede incluir saltos que sean necesarios para alcanzar algún salto específico.

El camino puede que no sea óptimo puesto que deben tenerse en cuenta los parámetros del servicio. Los recursos serán reservados a lo largo del camino para

asegurar QoS. Esto facilita la ingeniería de tráfico y el poder tener servicios diferenciados usando políticas de tráfico o métodos de gestión de red.

El establecimiento de un LSP para un FEC es unidireccional. El tráfico de vuelta debe tomar otro LSP.

Cuando se detecte un fallo en la red o la topología cambie se debe de proporcionar un nuevo LSP para re-encaminar el tráfico. En una ruta explícita estricta sólo se puede re-encaminar el tráfico en el LER de entrada que es quien decide la ruta, con lo que debe ser informado del error para proporcionar una ruta alternativa. En una ruta explícita tolerante cualquier LSP puede tomar un camino alternativo si es capaz de detectar el fallo del vecino, si la ruta ya está disponible o si un LSP de mayor prioridad requiere esos recursos reservados.

2.4.7 Ingeniería de tráfico.

La ingeniería de tráfico es el proceso que mejora la utilización de la red mediante la distribución del tráfico en ella de acuerdo con la disponibilidad de los recursos, el tráfico actual y el esperado. CoS y QoS pueden ser factores a tener en cuenta en este proceso.

Como resultado, tenemos que se evita la congestión en cualquier camino. La mejora de la utilización de la red no implica necesariamente que se obtenga el mejor camino, pero sí el mejor camino para un determinado tipo de tráfico.

La ingeniería de tráfico permite al proveedor hacer un mejor uso de los recursos y permitir reservar enlaces para determinadas clases de servicio o clientes.

Aquí encontramos el caso de las “rutas forzadas”. La ruta que un LSP puede tomar puede forzarse para que cumpla unos requerimientos seleccionados en el LER de entrada (un caso particular de ellas son las rutas explícitas, donde el parámetro que fuerza este camino es el orden que debe seguir). Los parámetros que pueden ser

utilizados para describir esas rutas son el ancho de banda, el retardo, la prioridad, etc., que se desea para un flujo de tráfico.

Para calcular estas rutas existen dos métodos:

- calcular en el LER de entrada toda la ruta basándose en información sobre el estado de la red.
- calcular la ruta salto a salto con información local a cada LSR sobre la disponibilidad de los recursos.

Los dos métodos pueden combinarse si en alguna parte de la ruta la información no está disponible (p.ej. en un Sistema Autónomo). Pero no basta sólo con obtener la ruta, es necesario reservar los recursos para poder satisfacer el servicio requerido.

Existen dos aproximaciones: TE-RSVP y CR-LDP, ambas utilizan el encaminamiento explícito para crear los LSPs e introducen una sobrecarga de información adicional al crear, mantener y destruir un LSP, pero ésta, es mínima comparada con la generada al procesar la cabecera IP.

2.4.7.1 TE-RSVP.

TE-RSVP (*Traffic Engineering – RSVP*) es una extensión del protocolo RSVP. TE-RSVP es un protocolo de señalización *soft state* que utiliza UDP o datagramas IP para la comunicación entre compañeros LSR (LSR *peers*).

Creación de un ER-LSP:

1. El LER de entrada quiere establecer un nuevo LSP hacia el LER de salida. Los parámetros de tráfico determinan por dónde debe pasar la ruta, así que el LER de entrada envía un mensaje PATH con la ruta explícita hacia el LER de salida y con los parámetros de tráfico que requiere la sesión.

2. Cada nodo de la ruta que recibe el mensaje determina si es la salida para ese LSP, si no lo es, sigue enviando el mensaje PATH eliminándose de la ruta. En cualquier caso cada LSR creará una nueva sesión.
3. Una vez llega al LER de salida, éste determina qué recursos ha de reservar y devuelve un mensaje RESV que distribuirá la etiqueta que ha elegido para ese LSP y contendrá los detalles de la reserva.
4. Los LSRs intermedios emparejan los mensajes PATH y RESV que han recibido según el identificador de LSP, reservan los recursos que indica RESV, asignan una etiqueta para el LSP, rellenan la tabla de envío y envían la nueva etiqueta en otro mensaje RESV.
5. El LER de entrada, cuando lo recibe, enviará un mensaje de confirmación RESVConf para indicar que se ha establecido el LSP.

Después de haberse establecido el LSP se enviarán mensajes periódicos para mantener el camino y las reservas.

2.4.7.2 CR-LDP.

CR-LDP (*Constraint-based LDP*), a diferencia de TE-RSVP, no necesita de implementaciones adicionales ya que está basado en LDP y utiliza su misma estructura para los mensajes. Es un protocolo *hard state* y utiliza sesiones TCP entre compañeros LSR.

Creación de un ER-LSP:

1. El LER de entrada quiere establecer un nuevo LSP hacia el LER de salida. Los parámetros de tráfico determinan por dónde debe pasar la ruta, así que el LER de entrada reserva los recursos que necesita y envía un mensaje LABEL_REQUEST con la ruta explícita hacia el LER de salida y con los parámetros de tráfico que requiere la sesión.
2. Cada nodo de la ruta que recibe el mensaje reserva los recursos y determina si es la salida para ese LSP, si no lo es, sigue enviando el mensaje

LABEL_REQUEST eliminándose de la ruta. Puede reducir la reserva si los parámetros de tráfico están marcados como negociables.

3. Una vez llega al LER de salida, éste realiza cualquier negociación final sobre los recursos y hace la reserva. Asigna una nueva etiqueta al nuevo LSP y la distribuye en un mensaje LABEL_MAPPING que contiene los parámetros de tráfico finales reservados para el LSP.
4. Los LSRs intermedios emparejan los mensajes LABEL_REQUEST y LABEL_MAPPING que han recibido según el identificador de LSP, asignan una etiqueta para el LSP, rellenan la tabla de envío y envían la nueva etiqueta en otro mensaje LABEL_MAPPING.
5. En cuanto llegue al LER de entrada se habrá establecido el LSP.

2.4.7.3 Comparación de ambos métodos.

- TE-RSVP es *soft state*, lo cual significa que la información es intercambiada cuando se establece el LSP, pero se deben enviar mensajes periódicos para notificar que la conexión todavía se requiere. Por el contrario, CR-LDP es *hard state*, es decir, toda la información se intercambia al iniciar la conexión y no se produce más información adicional hasta que el LSP se elimine.
- El hecho que TE-RSVP sea *soft state* e introduzca una sobrecarga adicional hace que no sea escalable ya que esta sobrecarga crecerá proporcionalmente con el número de sesiones RSVP. Para evitar esto se intenta resumir la información y aprovechar un único mensaje para enviar varios mensajes de refresco.
- CR-LDP utiliza conexiones TCP lo que hace que éstas sean más fiables y seguras, mientras que TE-RSVP utiliza UDP o datagramas IP para establecer las comunicaciones, lo que supone mayor vulnerabilidad aunque puede utilizar IPSec o algún otro esquema de encriptación.
- Las conexiones TCP de CR-LDP permiten detectar un fallo mediante notificaciones propias de TCP. Esta notificación se procesa rápidamente así que las acciones oportunas sean iniciadas. Sin embargo, una conexión fallida en TE-RSVP será detectada cuando no se reciba un determinado mensaje de refresco y,

- dependiendo de cómo se haya configurado, detectar un fallo tardará segundos o minutos antes de que puedan iniciarse las acciones de recuperación.
- Ambos protocolos soportan re-encaminamiento (*re-routing*):
 - TE-RSVP puede crear una nueva ruta a partir de un salto diferente en un LSR, así, en el momento en que se detecte el fallo refrescará esta nueva ruta que pasará a ser operativa y, la antigua se eliminará cuando deje de recibir mensajes de refresco.
 - Otra alternativa que soportan ambos protocolos es crear una ruta completa alternativa mientras se usa la antigua, en el momento que se produzca un fallo la nueva ruta será operativa y se eliminará la antigua.
 - CR-LDP soporta que un LSP dé servicio a muchos *hosts* mediante la designación de FECs, mientras que RSVP sólo reserva ancho de banda a una única dirección IP.

La elección entre los diferentes protocolos se deberá a factores como la complejidad de la red, si las conexiones van a ser cortas o permanentes, qué grado de tolerancia a fallos se requiere, etc.

2.5 MPEG-1 y MPEG-2 [7]

Los estándares para la compresión de vídeo fueron desarrollados por la UIT-T en los años 80. En particular se desarrollaron los estándares para videoconferencias sobre ISDN conocidos colectivamente como H.320 a velocidades que eran múltiplos de 64 kbps.

La porción de codificación es llamada H.261 y codifica las imágenes en un Formato Común Intermedio (CIF) de 352 por 288 líneas. También se admite un formato de resolución 176 por 144 conocido como QCIF.

Posteriormente se generó la necesidad de codificar audio y vídeo sobre la primera generación de CD-ROMs a 1,4 Mbps. A comienzos de los años 90, el comité ISO MPEG había desarrollado el estándar ISO 11172 conocido también como

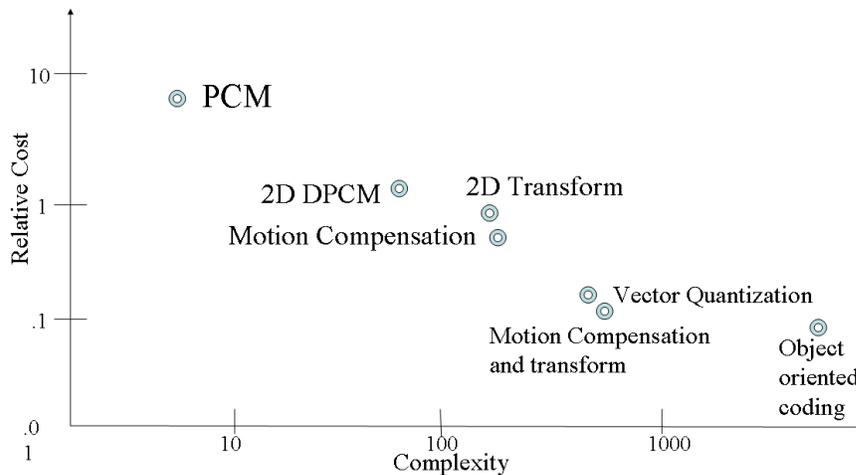
MPEG-1. Debido al ancho de banda disponible el estándar fue optimizado para resolución CIF.

La necesidad de comprimir televisión con calidad de entretenimiento, impulsó posteriormente el desarrollo de un segundo estándar, el ISO 13818 conocido también como MPEG-2, el cual fue optimizado para un canal de 4 Mbps.

Adicionalmente a la capacidad de transmitir vídeo a full resolución (SDTV), MPEG-2 ofrece al usuario facilidades equivalentes a las de un medio de almacenamiento como el VCR (*Video Cassette Recording*). Puede también realizar “Multicast” a un gran número de terminales diferentes, así como proveer múltiples canales de audio y vídeo. También es compatible con aplicaciones 3D Estereoscópicas.

2.5.1 Complejidad y Costo

El desarrollo de estándares debe tomar en cuenta estos aspectos. Ya que el sistema es asimétrico es crucial optimizar el costo del decodificador. Sin embargo, debido a la ley de Moore, la capacidad de los circuitos electrónicos se duplica cada 18 meses sin que se incrementen los costos, lo cual permite anticipar una mejora continua en la calidad transmitida a costos razonables.



Gráfica 9: Complejidad vs Costo en tecnologías de codificación (Adaptación de [7], pag. 12)

2.5.2 Estructura

Ni MPEG-1 ni MPEG-2 especifican los métodos de codificación. En su lugar sólo especifican los formatos para representar la data de entrada al decodificador y el conjunto de reglas para interpretar dicha data.

Estos formatos se conocen como “Sintaxis” y los flujos de datos como *bitstreams*. Las reglas son denominadas “Semánticas de Codificación” y el conjunto de ellas “Proceso de Decodificación”. Sin embargo, esto en modo alguno especifica una implementación particular del decodificador.

A partir de unos datos de vídeo y audio, un codificador debe seguir un conjunto de pasos llamado proceso de codificación, el cual no está estandarizado y es susceptible de mejoras continuas por parte de los fabricantes. La única limitación es que el flujo resultante debe cumplir con la sintaxis y ser decodificado por un decodificador que cumpla con el estándar.

2.5.2.1 Estructura del MPEG-1

2.5.2.1.1 Sistema

Especifica una capa de codificación para combinar la data de audio y vídeo, así como de datos privados del usuario y otros flujos de datos a ser definidos con posterioridad. El “Sistema” define una estructura de paquetes para multiplexar la data y mantenerla sincronizada.

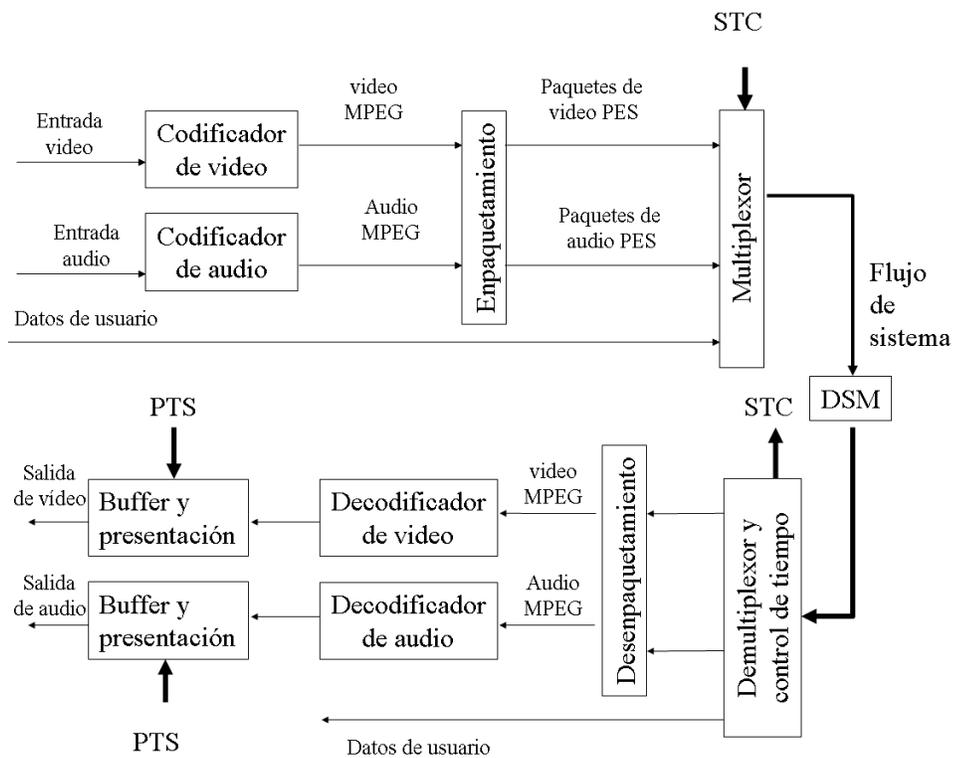
2.5.2.1.2 Temporización

El STC (*System Time Clock*) es la referencia de tiempo básica y puede o no estar enclavada con los relojes de muestreo de audio o video. Es una trama de 33 bit repetida a 90 kHz.

En MPEG se genera un reloj a partir de la data decodificada utilizando el SCR (*System Clock Reference*) el cual es un campo que indica el STC actual y aparece en el flujo intermitentemente separado en no más de 700 ms.

A su vez, la información de presentación o despliegue se provee por medio de Marcas de Tiempo (*Presentation Time Stamps*, o PTSs). Estas marcas tienen una precisión de 33 bits.

Por último, para asegurar su funcionamiento los sistemas MPEG emplean un Decodificador de Sistema Objetivo (*Systems Target Decoder*, STD) y Marcas de Tiempo de Decodificación (*Decoding Time Stamps*, DTS). Estas difieren de las PTS sólo en caso de reordenamiento de tramas de vídeo.



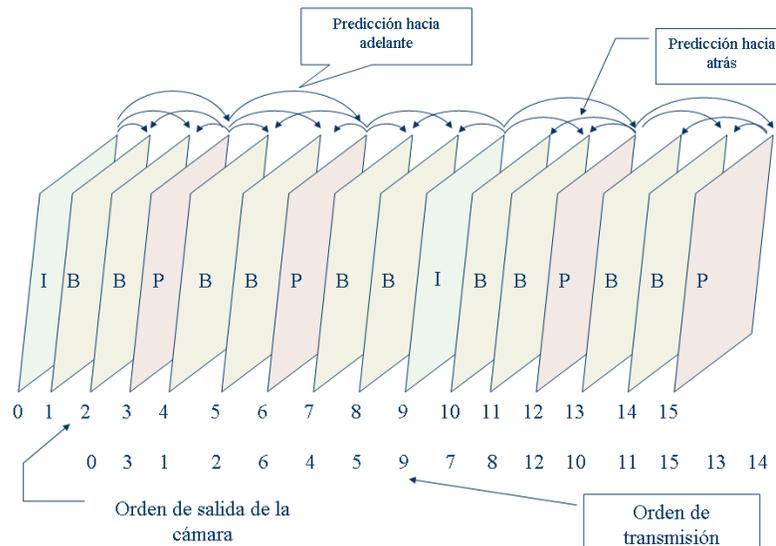
Gráfica 10: Estructura de codificación-decodificación MPEG (Adaptación de [7], pag. 18)

2.5.2.1.3 VIDEO.

Originalmente el estándar se centró en resolución CIF (352 x 240 x 30 o 352 x 288 x 25) a velocidades de 1,2 Mbps, aunque alberga resoluciones y tasas de bit mayores. También incluye funciones similares a las de un VCR como *fast forward*, *fast reverse* y acceso aleatorio, debido a que se basó en discos compactos de vídeo (CD).

El sistema explota tanto las redundancias espaciales como las temporales. En las redundancias espaciales se aprovechan grupos de pels (píxeles) con características similares en cada cuadro. En las temporales se aprovecha la información de grupos de pels comunes en una secuencia de cuadros, codificado vectores de movimiento de los elementos.

El vídeo soporta tres tipos de imágenes codificadas: imágenes Intra (I), que se codifican independientemente, imágenes Predictivas (P) que se codifican respecto a otras imágenes previas (bien sea I- o P-) e imágenes Predictivas Bidireccionalmente (B), que toman en cuenta no sólo imágenes previas sino también las subsecuentes.



Gráfica 11: Secuencias de imágenes con predicción bidireccional (Adaptación de [7], pag. 149)

Desde el punto de vista de eficiencia, las imágenes I son las menos eficientes, lo cual mejora en las P y es óptima en el caso de B.

La secuencia de video de entrada se divide en unidades de “Grupos de Imágenes” (GOPs) las cuales consisten en una imagen I- e imágenes P- y B-. La imagen I- es el punto de entrada para facilitar el acceso aleatorio. Cada imagen a su vez se subdivide en rebanadas (*slices*) para mejorar la sincronización y evitar la propagación de errores.

Cada *slice* se compone de un cierto número de macrobloques. A su vez un macrobloque consiste de un bloque de 16 x 16 pels de luminancia o de cuatro bloques de 8 x 8 pels de crominancia. Los macrobloques de imágenes P- pueden tener además un vector de movimiento, en tanto que los de imágenes B- pueden tener dos.

2.5.2.2 Estructura del MPEG-2

Es importante mencionar que el estándar ISO que define a MPEG-2 es esencialmente idéntico a la recomendación H.262 de la UIT-T.

Ya que MPEG-1 fue diseñado para aplicaciones DSM las cuales no poseen casi errores de transmisión el mismo carece de robustez a los errores. MPEG-2 es más general por lo que hubo que mejorar la resistencia a los errores, así como el requerimiento de transportar varios canales que no posean una base de tiempo común.

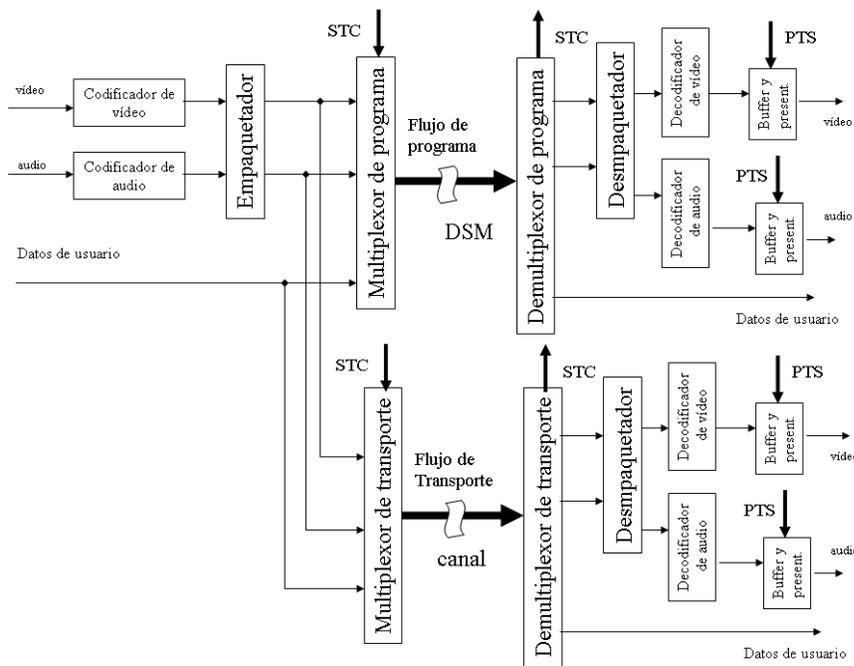
MPEG-2 define dos tipos de flujos: Flujos de Programa y Flujos de Transporte. El primero es similar al flujo de Sistema de MPEG-1 aunque usa un sintaxis modificada y funciones para soportar las nuevas funcionalidades. Asimismo provee compatibilidad con MPEG-1. Los paquetes son generalmente de 1 o 2 Kbytes aunque excepcionalmente puede soportar hasta 64 Kbytes.

Adicionalmente incluye características no soportadas por MPEG-1, tales como aleatorización (*scrambling*), asignación de prioridades a los paquetes, información de

alineación, indicación de derechos de autor, *fast forward*, *fast reverse*, y funciones de VCR, así como funciones de prueba del canal y capacidad de numeración de los paquetes.

El otro tipo de flujo: el Flujo de Transporte, no tiene equivalente en MPEG-1. Ofrece la robustez necesaria para canales ruidosos, así como la capacidad de multiplexar varios programas sobre un mismo flujo. Utiliza paquetes de 188 bytes y una nueva cabecera lo cual lo hace más apropiado para esquemas de procesamiento y corrección de errores por hardware.

La estructura básica de ambos flujos es el Flujo Paquetizado Elemental (*Packetized Elementary Stream, PES*), la cual se obtiene de la conversión en paquetes de los flujos generados por los codificadores de vídeo y audio.

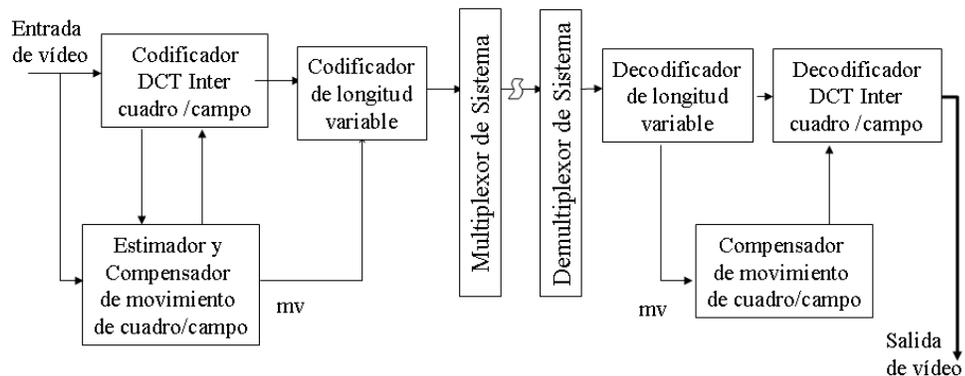


Gráfica 12: Multiplexaje del sistema MPEG-2 (Adaptación de [7], pag. 18)

Originalmente la especificación de vídeo para MPEG-2 fue concebida primordialmente para la codificación de vídeo entrelazado con resolución de TV

estándar de buena calidad con una tasa de bit de 4 a 9 Mbits/s. Sin embargo, fue posteriormente revisada para permitir mayores resoluciones y tasas de bits tales como las de HDTV.

Como en el caso de MPEG-1, la especificación no define el codificador y por tanto, la figura siguiente que muestra un esquema de codificador representa solamente una ilustración de las funcionalidades requeridas.



Gráfica 13: Codificador de video MPEG-2 no escalable (Adaptación de [7], pag. 19)

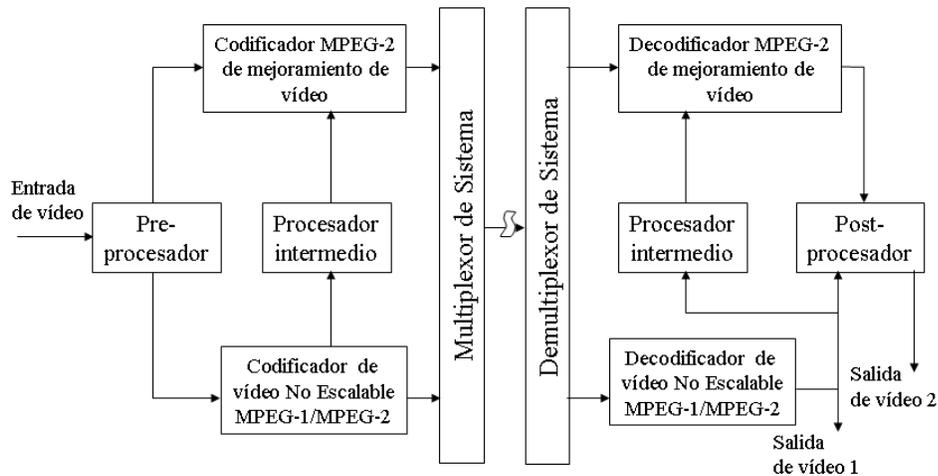
Anteriormente se mencionó que MPEG-2 está optimizada para la codificación de vídeo entrelazado por lo cual tanto el codificador DCT como la estimación de movimiento son adaptativos a nivel de trama o campo. El DCT explota las redundancias espaciales y el segundo las temporales de la señal entrelazada.

Este codificador se dice que es “No Escalable” en el sentido de que la resolución espacial y temporal máxima corresponden a lo que se espera sea decodificado. (Esto significa que en realidad si existe un cierto grado de escalabilidad hacia abajo durante el proceso de decodificación manipulando los cuadros B).

La codificación anterior es compatible con MPEG-1. Sin embargo, MPEG-2 introduce una modalidad denominada “Codificación Escalable”. Para este fin el proceso de codificación se divide en “Capas” (*Layer*) que no son jerárquicas sino que

aluden a distintos tipos de complejidad en los codificadores como ocurre con el audio MPEG.

La entrada de vídeo se lleva a un Preprocesador que produce dos señales de vídeo. Una de ellas (llamada Capa Base, *Base Layer*) va a un codificador de vídeo No Escalable en tanto que la otra (llamada Capa de Mejoramiento, *Enhancement Layer*) va al “Codificador de Mejoramiento”.



Gráfica 14: Codificador de vídeo generalizado MPEG-2 escalable (Adaptación de [7], pag.20)

El estándar MPEG-2, sintácticamente, es un súper conjunto de MPEG-1, por lo que puede flujos (*bitstreams*) de ese estándar (Compatibilidad directa). Adicionalmente existe compatibilidad inversa que permite que flujos MPEG-2 pueden ser decodificados por equipos MPEG-1, dentro de las limitaciones correspondientes.

Para poder enfrentar la amplia variedad de flujos y semánticas de codificación y sus herramientas, MPEG-2 define una serie de Perfiles. De hecho cada Perfil contiene una serie de técnicas de codificación (las herramientas) diseñadas para una aplicación en particular.

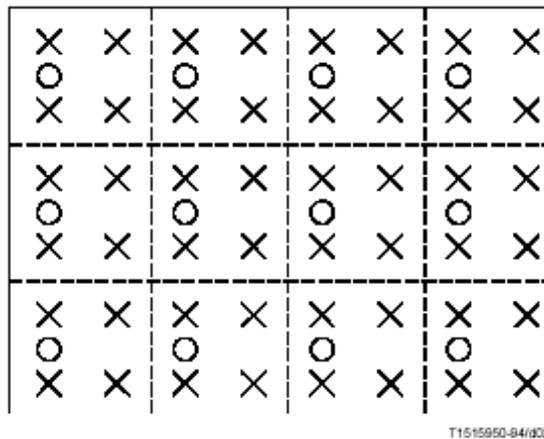
2.5.3 Formatos de vídeo

Aunque estos formatos no son exclusivos de MPEG-2, se incluyen en esta sección debido a que han sido incorporados progresivamente al estándar a medida que han agregado extensiones al mismo. Las descripciones siguientes fueron tomadas del estándar H.262.

Además de la resolución CIF descrita en el caso de MPEG-1, MPEG-2 soporta otras resoluciones. La más utilizada en MPEG-2 corresponde al estándar CCIR-601 la cual utiliza 720 x 480 píxeles a 30 cuadros/seg y 720 x 576 píxeles a 25 cuadros/seg.

2.5.3.1 Formato 4:2:0

En este formato las matrices Cb y Cr tendrán la mitad del ancho de la matriz y en las dimensiones horizontal y vertical. El formato es apto tanto para presentación progresiva como entrelazada, sólo que en el segundo las muestras se toman alternadamente de ambos campos.

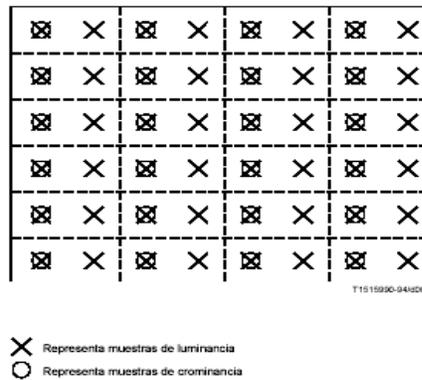


X Representa muestras de luminancia
O Representa muestras de crominancia

Gráfica 15: Muestras de luminancia y crominancia en formato 4:2:0 (Adaptación de [7], pag. 93)

2.5.3.2 Formato 4:2:2

En este formato, en cada trama de vídeo, el número de muestras por línea de las componentes de crominancia es la mitad que las de luminancia. Esto quiere decir adicionalmente, que en el sentido vertical la resolución de crominancia y luminancia son iguales. Este formato no está disponible en MPEG-1



Gráfica 16: Muestras de luminancia y crominancia en formato 4:2:2 (Adaptación de [7], pag. 95)

2.5.3.3 Formato 4:4:4

Este formato es el que ofrece la más alta resolución por cuanto en cada trama de vídeo el número de muestras de crominancia es igual a las de luminancia tanto horizontal como verticalmente. Este formato se usa sólo en aplicaciones locales debido a sus altos requerimientos de ancho de banda.



Gráfica 17: Muestras de luminancia y crominancia en formato 4:4:4 (Adaptación de [7], pag. 95)

2.6 H.264/MPEG-4 AVC [8]

H.264 o MPEG-4 parte 10 es una norma que define un códec de vídeo de alta compresión, desarrollada conjuntamente por el ITU-T *Video Coding Experts Group* (VCEG) y el ISO/IEC *Moving Picture Experts Group* (MPEG). La intención del proyecto H.264/AVC fue la de crear un estándar capaz de proporcionar una buena calidad de imagen con tasas binarias notablemente inferiores a los estándares previos (MPEG-2, H.263 o MPEG-4 parte 2), además de no incrementar la complejidad de su diseño.

Para garantizar un ágil desarrollo de la misma, la ITU-T y la ISO/IEC acordaron unirse para desarrollar conjuntamente la siguiente generación de códecs de vídeo. El *Joint Video Team* (JVT) estaba formado por expertos del VCEG y MPEG y nació en diciembre de 2001 con el objetivo de completar el desarrollo técnico del estándar hacia el 2003. La ITU-T planeó adoptar el estándar bajo el nombre de ITU-T H.264 y ISO/IEC bajo el nombre de MPEG-4 Parte 10 Códec de Vídeo Avanzado (AVC) y de aquí surgió el nombre híbrido de H.264/MPEG-4 AVC.

2.6.1 Características técnicas del estándar H.264

La norma H.264 proporciona un formato para compresión de video para una amplia gama de aplicaciones de comunicaciones lo cual permite optimizar el uso del ancho de banda en sistemas de videoconferencia en los cuales la calidad de video siempre se ha visto degradada por las consideraciones relacionadas con la compresión.

Esta norma sigue los pasos de los hitos en la codificación de vídeo, como H.261, H.262/MPEG2-Vídeo, el cual es producto de una colaboración previa entre la UIT e ISO/CEI, así como del H.263, pero supera a esas normas en términos de calidad de vídeo, eficiencia de la compresión y resiliencia ante la pérdida de datos y paquetes, el tipo de degradaciones de red que prevalecen en la Internet.

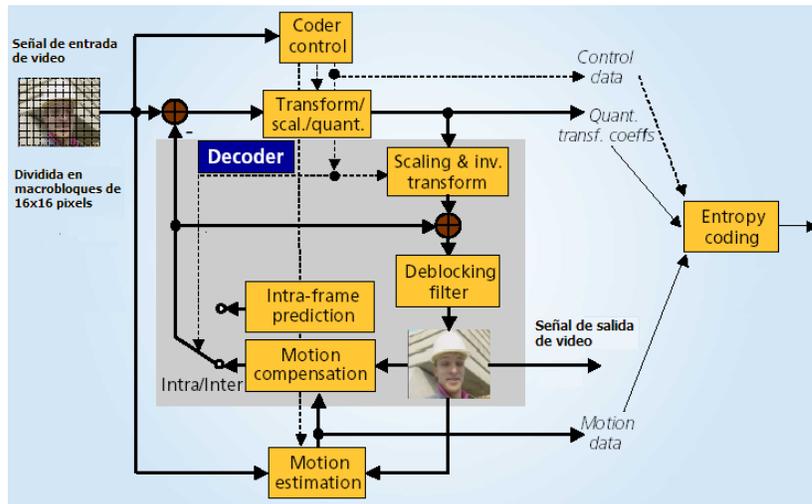
Las características del estándar para este tipo de aplicaciones vienen definidas en un perfil denominado “*Basic Profile*”. Sin embargo, el estándar no está limitado a aplicaciones de videoconferencia sino que también puede llegar a tener el ancho de banda necesario para los servicios de vídeo digital. En este caso las características vienen definidas en lo que se denomina “*Main Profile*”

El protocolo H.264 ofrece unas tasas de compresión muy buenas, pero requiere entre 3 y 4 veces más poder de procesamiento que MPEG-2. En términos reales se necesitará de un procesador de mínimo 1.5 GHz para obtener buena calidad en video.

El objetivo fundamental del H.264 es similar al adoptado en los estándares precedentes y consiste en los siguientes cuatro escenarios principales:

1. Dividir cada cuadro (*frame*) de video en bloques de píxeles de manera que el procesamiento del cuadro de video pueda ser llevado al nivel de bloque por medio del uso de la transformación DCT.
2. Aprovechar las redundancias espaciales existentes dentro del cuadro de video por medio de la codificación del bloque original a través de transformación, cuantización y entropía.
3. Aprovechar las dependencias temporales que existen entre los diferentes bloques en cuadros sucesivos, de manera que sólo los cambios entre cuadros sucesivos sean codificados. Esto es realizado usando estimación de movimiento y compensación.
4. Aprovechar cualquier redundancia espacial restante que exista dentro del cuadro de video por codificación de bloques residuales, por ejemplo la diferencia entre el bloque original y el correspondiente bloque estimado (*predicted*).

Desde el punto de vista de codificación, la principal diferencia entre el H.264 y sus antecesores es resaltada en la Gráfica 18, a través de un diagrama de bloques.



Gráfica 18: Codificación del estándar H.264 (Tomado de [8])

H.264 emplea bloques de diferentes tamaños y formas, mayor resolución en la estimación de movimiento y selección de imagen de múltiple referencia. En cuanto a transformación, H.264 usa una transformación basada en enteros que aproxima la Transformada Discreta del Coseno (*Discrete Cosine Transform*, o DCT) usada en estándares previos pero sin el problema de desigualdad en la transformada inversa.

En el H.264 la codificación de entropía puede realizarse usando Códigos Universales de Longitud Variable (*Universal Variable Length Code*, o UVLC) o usando Codificación Aritmética Binaria Adaptativa basada en Contexto (*Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding*, o CABAC).

2.6.2 Capa de codificación de video

La capa de codificación de video del H.264/AVC es similar en espíritu al de otros estándares tales como MPEG-2. Está compuesta por un híbrido de predicción temporal y espacial, en conjunto con codificación de transformación. La figura muestra un diagrama de bloques de la capa de codificación de video para un macrobloque.

En resumen, la imagen es dividida en bloques. Cada muestra de un bloque en un cuadro *Intra* es predicho usando muestras espacialmente vecinas de los bloques codificados previamente. El proceso de codificación selecciona cual y como serán usadas las muestras para la predicción *Intra*, la cual es simultáneamente conducida al codificador y decodificador usando la información transmitida por dicha predicción.

El proceso de codificación para predicción *Inter* cuadro (estimación de movimiento) consiste en la selección de data en movimiento y un desplazamiento espacial que es aplicado a todas las muestras del bloque

Finalmente, el residuo de la predicción (*Inter o Intra*), la cual es la diferencia entre el bloque original y el predicho, es transformado y el coeficiente de transformación es escalado y cuantizado.

2.6.3 Subdivisión de una imagen en macrobloques

Cada imagen de un video es dividido en macrobloques que cubren una imagen rectangular de 16x16 muestras de componente luma y 8x8 muestras de cada una de los dos componentes croma. Todas las muestras luma o croma de un macrobloque son predichas espacial o temporalmente y la predicción residual resultante es transmitida usando codificación de transformación

Por lo tanto cada componente de color de la predicción residual es subdividida en bloques y cada bloque es transformado usando una transformación entera y los coeficientes son cuantizados y transmitidos usando métodos de codificación de entropía.

Los macrobloques son organizados en rodajas (*slices*), las cuales representan subconjuntos de una imagen específica que puede ser decodificada independientemente. El orden de transmisión de los macrobloques en el flujo de bits depende de la ubicación de éste en el mapa de ubicación de macrobloque.

H.264/AVC soporta cinco diferentes tipos de *slices*, la más simple es la *I-slice* (“I” por *Intra*), en ésta todos los macro bloques son codificados sin ser referidos a otras imágenes dentro de la secuencia de video. Por otra parte, imágenes previamente codificadas pueden ser usadas para formar una señal de predicción para macrobloques de códigos *P-slice* o *B-slice* (“P” por *Predictive* y “B” por *Bi-predictive*).

Los restantes tipos son *SP-slice* (“SP” por *Switching P*) y *SI-slice* (“SI” por *Switching I*) los cuales son especificados para eficiente conmutación (*Switching*) entre flujos de bits codificados a diferentes velocidades (*bitrates*)

2.6.4 Predicción Intra-cuadro

Cada macrobloque puede ser transmitido en uno o varios tipos de codificaciones dependiendo del tipo de codificación del *slice*. En todos los tipos de codificación de *slice* se soportan dos clases de codificación *Intra*, las cuales se denotan como *Intra-4x4* e *Intra-16x16*.

A diferencia de estándares previos donde la predicción era realizada en el dominio de la transformación, la predicción en H.264/AVC es realizada siempre en el dominio espacial refiriéndose a muestras vecinas de bloques ya codificados

Cuando se usa *Intra-4x4*, cada bloque 4x4 del componente luma emplea uno de nueve modos de predicción. Cuando se utiliza *Intra-16x16*, la cual se ajusta para áreas de imagen uniformes, se utiliza una predicción uniforme para toda la muestra del componente luma del macrobloque.

En el componente croma se soportan cuatro modos de predicción. La muestra croma de un macrobloque es siempre predicho usando técnicas de predicción similar como es el caso del componente luma en *Intra-16x16*.

2.6.5 Compensación de movimiento en *P-slices*

Cada tipo macrobloque *P-slice* corresponde a un particionamiento específico del macrobloque en bloques de tamaño fijo usados para describir movimiento.

La señal de predicción para cada bloque luma $m \times n$ es obtenido por desplazamiento de un área de la correspondiente imagen de referencia, la cual es especificada por una interpretación del vector movimiento y un índice de referencia de imagen.

Así, si el macrobloque es codificado usando el macrobloque *Inter-8x8* y cada sub macrobloque es codificado usando *Inter-4x4*, se pueden transmitir un máximo de dieciséis vectores de movimiento para un macrobloque tipo *P-slice*.

2.6.6 El estándar H.264 y el video digital

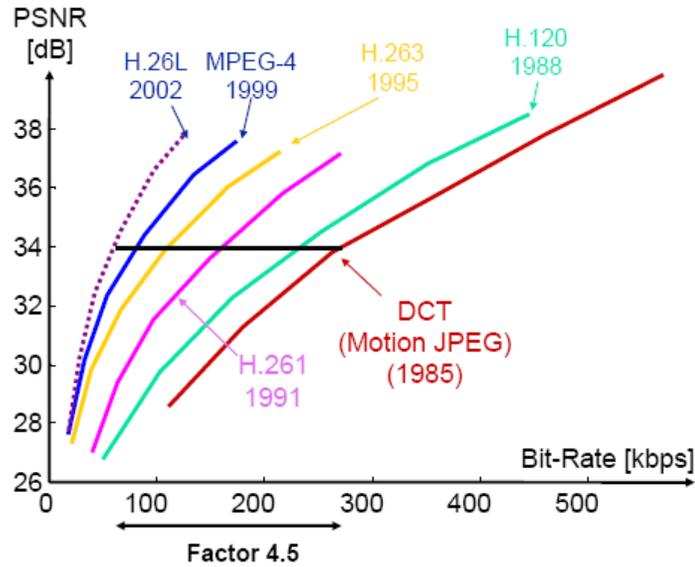
El vídeo digital se está utilizando en una gama creciente de aplicaciones impulsadas por el desarrollo de las normas de codificación de vídeo.

Además de ofrecer una mejor calidad de imagen, el perfeccionamiento de la compresión de datos del estándar H.264 ofrece ventajas en términos del uso del ancho de banda, lo que permite más canales en los sistemas existentes o mayor capacidad de almacenamiento en medios como el DVD.

Como muestra de los beneficios del protocolo H.264, éste permite obtener calidad de DVD en transferencias de 1Mbps, lo cual permite obtener videos con calidad de DVD en tiempo real a través de Internet con conexiones de al menos 1Mbps.

Entre los sectores que se benefician altamente de las bondades de este estándar se incluyen la videoconferencia, la radiodifusión de vídeo, el vídeo en tiempo real en dispositivos móviles, la telemedicina y la tele-educación, permitiendo un uso más eficiente de la infraestructura de comunicaciones existentes y un

incremento en la accesibilidad a sistemas de video por medio de mayor efectividad en costos.



Gráfica 19: Comparación entre los distintos estándares de codificación (Tomado de [8])

Actualmente muchas empresas líderes en servicios de video y operadores satelitales como DirecTV tienen la determinación de adoptar el H.264 en su próxima generación de servicios de video.

CAPITULO III

3 PLATAFORMA ACTUAL DEL SERVICIO

Actualmente CANTV cuenta con una plataforma que provee el servicio de transporte de señales de TV de contribución punto a punto y multipunto, a través de una red parte ATM y parte SDH.

Existen básicamente dos tipos de localidades a ser interconectadas: Unas son localidades de clientes, que son aquellas donde el usuario tiene equipos terminales en sus instalaciones, y otras, son localidades CANTV, donde la empresa dispone de equipos terminales los cuales pueden ser compartidos en el tiempo por diferentes clientes.

Entre las localidades de clientes potenciales están, por ejemplo, plantas de televisión y sucursales, estadios deportivos, teatros. Entre las localidades CANTV tenemos los edificios de centrales y el centro de recepción satelital (Camatagua).

Los servicios que se proveen a los clientes son de 2 tipos: Temporales o Permanentes. Los temporales son de un tiempo determinado, son monitoreados y controlados por CANTV. Los permanentes, no tienen un tiempo de culminación determinado, además no son monitoreados por la empresa.

Bajo estas premisas se manejan los siguientes escenarios de servicios:

Tabla 3. Modalidades de servicios.

SERVICIO	OCASIONAL	PERMANENTE
Unidireccionales: Punto a Punto y Punto a Multipunto	X	X
Bidireccionales: Punto a Punto y Punto a Multipunto	X	X
Servicios Satelitales (FlyAway)	X	

En las localidades unidireccionales, cuando se proveen servicios temporales, generalmente no existen equipos terminales instalados permanentemente. En estos casos, se utiliza equipamiento portátil, que se traslada al sitio cuando se produce un evento de interés.

El manejo de la totalidad del servicio de transporte de video compuesto se divide en dos grandes bloques, uno es la parte operativa y el otro es la parte administrativa del proceso.

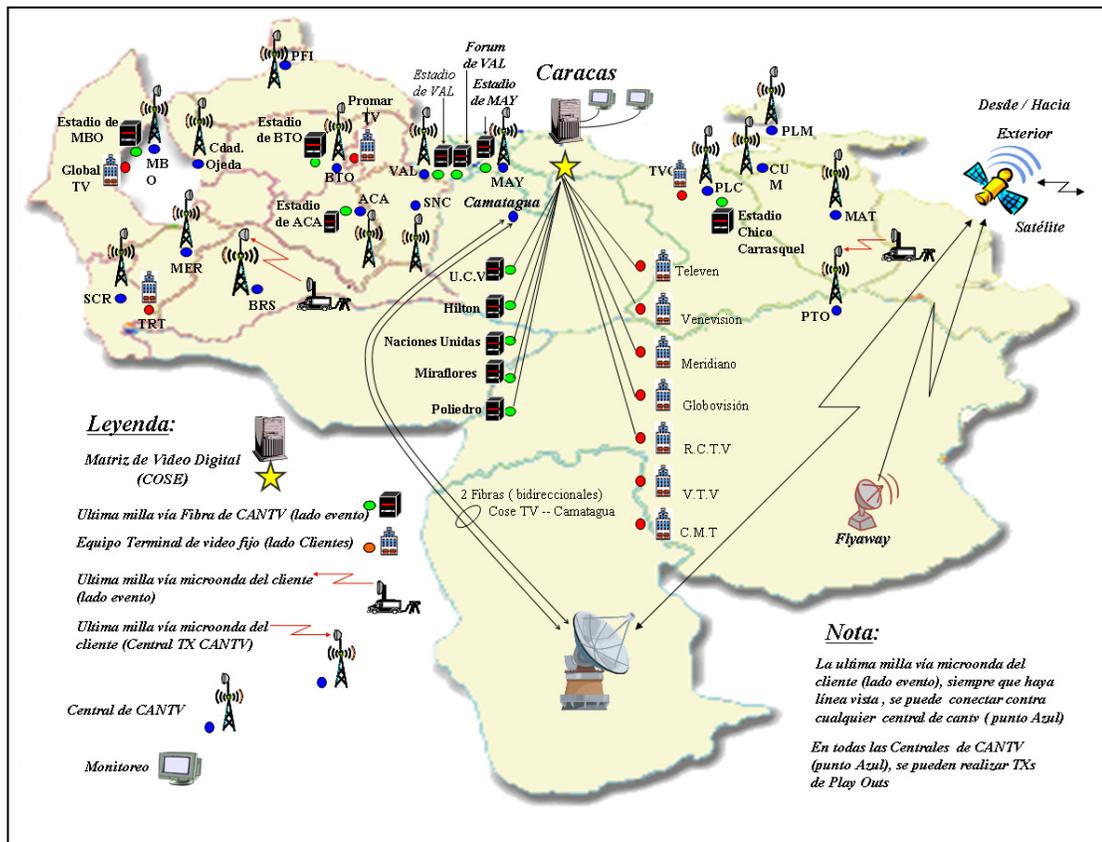
Tabla 4. Áreas del servicio

OPERATIVO	ADMINISTRATIVO
Estudio de factibilidad del servicio a proveer.	Gestión de solicitudes de servicio.
Asignación de recursos a utilizar.	Control del estado del servicio.
Instalación del equipamiento necesario.	Estadísticas del servicio.
Activación, monitoreo y retiro del servicio.	Insumos para presupuesto y facturación.

3.1 Visión operativa [9]

La plataforma actual, opera bajo dos redes, una ATM y otra SDH, las cuales se encuentran desplegadas a nivel nacional. Existen básicamente dos tipos de localidades interconectadas: unas son las localidades clientes, que son aquellas donde el usuario tiene instalado un equipo terminal en sus instalaciones, y las otras son localidades CANTV, las cuales son centrales en donde la empresa tiene instalados equipos terminales que pueden ser compartidos en tiempo con diferentes clientes.

Dada estas características se tiene:



Gráfica 20: Mapa de las localidades servidas.

En la red SDH:

- Seis (6) localidades de clientes bidireccionales (Televisoras).
- Dos (2) localidades CANTV bidireccionales.
- Cuatro (4) localidades CANTV unidireccionales.

En la red ATM:

- Cuatro (4) localidades de clientes bidireccionales (Televisoras regionales)
- Dieciocho (18) localidades CANTV bidireccionales.
- Tres (3) localidades CANTV unidireccionales.

En las localidades unidireccionales generalmente se producen eventos ocasionales; estas son generalmente estadios por lo que no existen equipos terminales instalados permanentemente pero existe instalaciones de ultima milla de la empresa. En estos casos se utiliza un equipamiento portátil, el cual se traslada al sitio cuando es necesario.

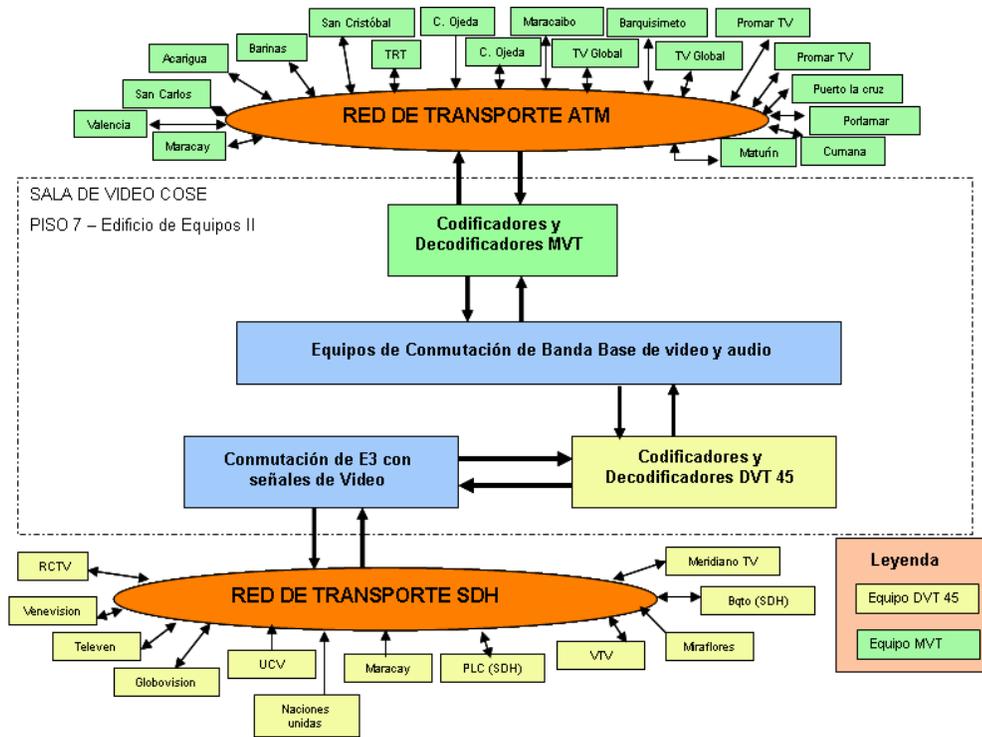
Se utiliza dos tipos de codecs de señales de video, unos que pueden ser utilizados sobre redes PDH, SDH o ATM, y otros, que sólo pueden ser utilizados en redes PDH o SDH.

Los codecs del primer tipo se usan sobre la parte de red ATM, emplean interfaces E3 y operan en MPEG 2 con ratas de compresión que pueden seleccionarse por software partiendo desde 2 Mbps hasta 50Mbps. CANTV ha predispuesto que el video sea comprimido a 8Mbps, esto significa que cada señal de video con su audio asociado tiene alrededor de 10 Mbps, con lo cual se pueden tener tres señales simultáneamente sobre un E3.

Para los codecs del segundo tipo, que trabajan sobre la parte de red SDH, se pueden transmitir dos señales de video (ADPCM) con dos señales de audio asociadas a cada canal de video.

En la Gráfica 21: Esquema de la conmutación entre SDH y ATM se muestra un diagrama simplificado de la plataforma, en el se muestra el punto en dónde se realiza la interconexión entre la red ATM y la SDH de la plataforma.

Para realizar la interconexión de localidades, se utilizan en esencia tres matrices de conmutación, una digital (denominada CCS1), en la cual se encuentran interconectadas las localidades bajo la red SDH y dos en banda base (denominadas CCS2 y CCS3) las cuales sirven al transporte en la red ATM y como puente entre las dos plataformas.

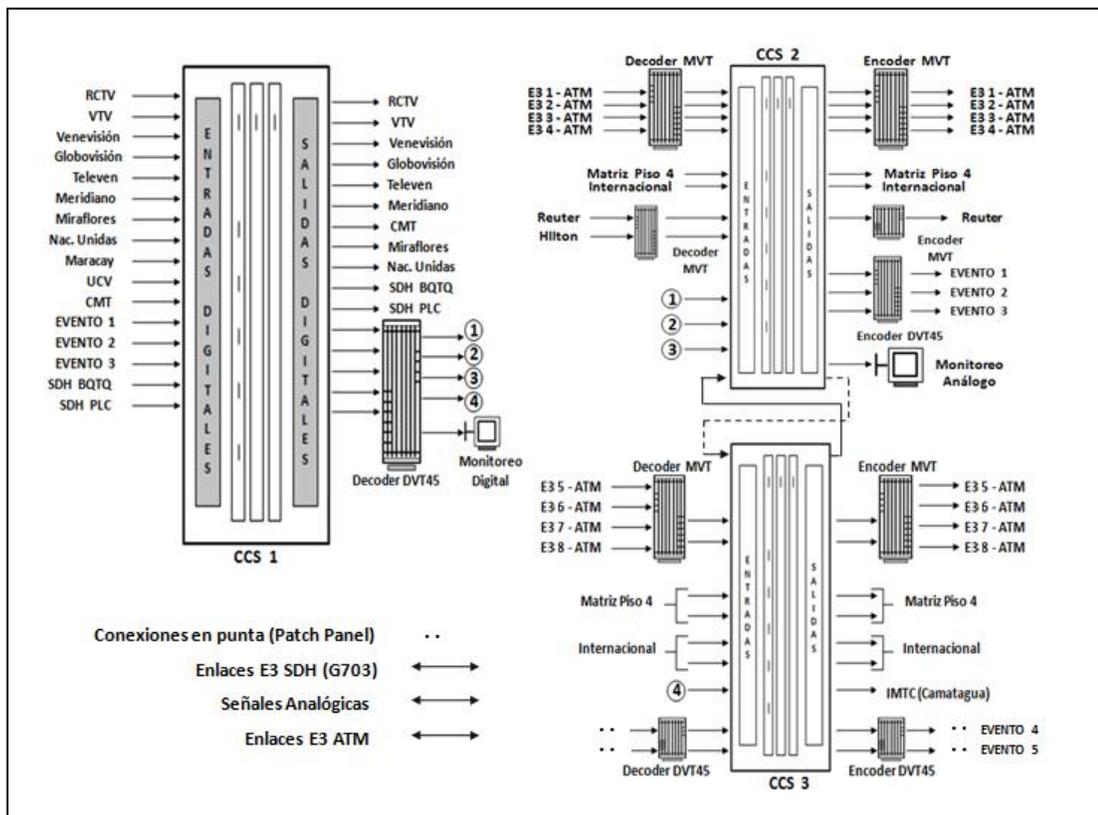


Gráfica 21: Esquema de la conmutación entre SDH y ATM

Cabe destacar que existen otras matrices de conmutación desplegadas a nivel nacional, las cuales tienen como finalidad habilitar la conexión de otras localidades cercanas a esos puntos en el interior, además de otras a nivel capital que permiten habilitar más puertos de conexión hacia las matrices principales de conmutación.

En la Gráfica 22: Esquema de matrices principales, se detalla la interconexión entre las 3 matrices principales involucradas, se denota el origen y destino de cada una de las conexiones a los puertos.

A nivel de CCS2 y CC3 se hacen conexiones a otra matriz, la cual consiste de un tablero mecánico por el cual se realizan conmutaciones de forma manual. Esta matriz es la primera que entró en operación en la empresa, la cual no ha sido desincorporada por razones de redundancia en ciertos enlaces y por conexión a localidades que por razones prácticas no fueron migradas.



Gráfica 22: Esquema de matrices principales (Tomado de [9])

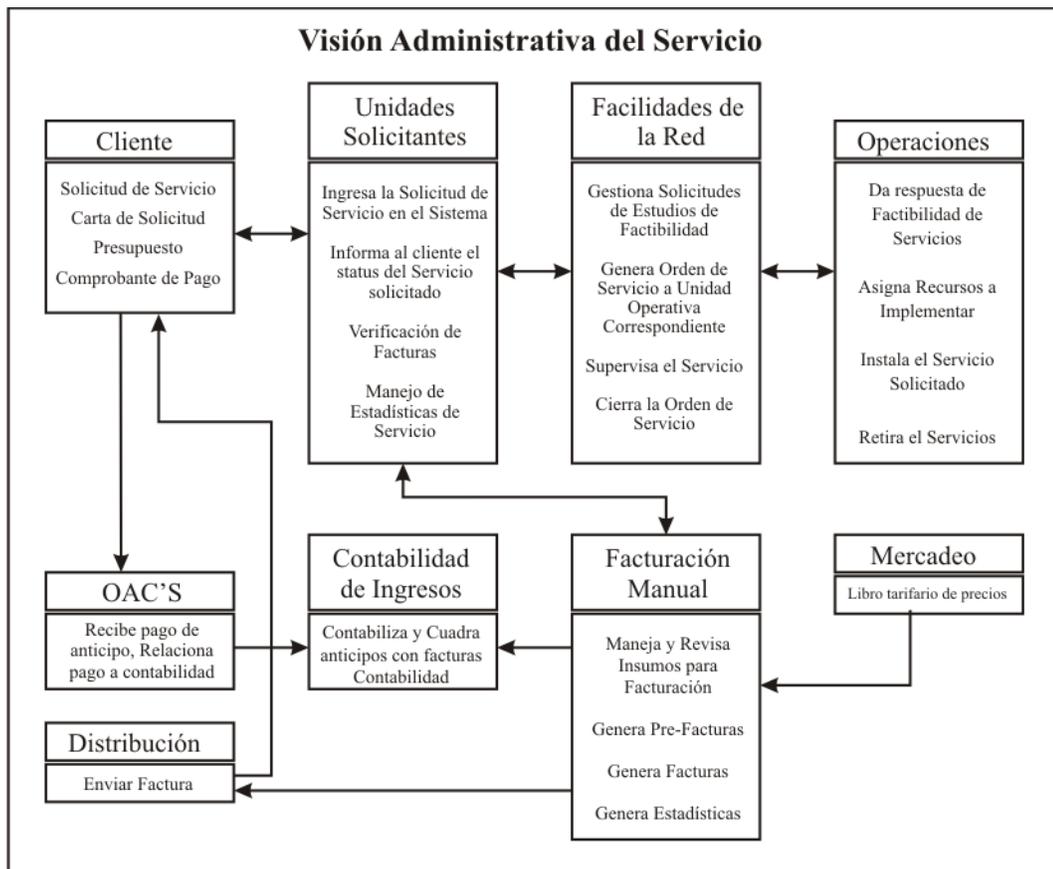
Para la gestión para el sistema de matrices, codecs y otros dispositivos asociados al sistema digital, se utiliza el software Atlas Server y Atlas Explorer de Aldea Vision Inc. Este sistema tiene como principales características:

- Registros de todas las actividades de la red.
- Verificación y configuración de los equipos que constituyen la red.
- Establecimiento de conexiones entre localidades establecidas, de forma manual o automática previa programación.
- Autorización de transacciones a través de las estaciones clientes (Atlas Explorer)
- Respaldo programado de los registros de los eventos.

3.2 Visión administrativa [E1]-[E2]-[E3]

En la actualidad, la mayor parte del proceso que afecta al nivel operativo se realiza de forma manual. La solicitud de estudios de factibilidad, las ordenes de servicio y el control de cierre del servicio se realiza vía telefónica, por fax y/o e-mail.

A continuación en Gráfica 23 se muestra un esquema básico de la interacción de las distintas unidades involucradas en el proceso global.



Gráfica 23: Diagrama del proceso administrativo (Adaptación de Álvarez, 2005)

El control de las solicitudes y progreso de los servicios prestados se lleva a cabo a través de dos sistemas: OACSE (Operación, Administración y Control de Servicios Especiales) y OACSET (Operación, Administración y Control de Servicios Especiales Temporales). En el primero se lleva el control de todos los servicios especiales prestados de modo permanente y el segundo los que se prestan de modo

temporal. La mayoría de las Solicitudes de Servicio que atiende la Unidad Operativa en estudio (COSE-TV) son de tipo temporal.

El registro principal en el sistema lo realiza la Unidad de Negocios correspondiente al tipo de cliente (CANTV Corporaciones, Empresa, Instituciones Públicas, Residenciales u Otras Instituciones), luego ésta es procesada por Facilidades de la Red, la cual recibe la notificación por medio del sistema; ésta solicita el Estudio de Factibilidad correspondiente a la unidad involucrada. Dependiendo de la respuesta, ésta genera la Orden de Servicio a la Unidad de Operaciones correspondiente o cierra la orden en sistema notificando los motivos.

Si el servicio es prestado, la Unidad Operativa notifica a Facilidades de la Red si el servicio fue prestado correctamente; si no ésta da una respuesta detallada de los motivos por los cuales el servicio no se prestó correctamente. Facilidades de la Red es la que se encarga de hacer el cierre del servicio en sistemas, notificando las novedades presentadas.

En base a los registros realizados en el sistema, la Unidad de Facturación Manual procede a realizar lo correspondiente.

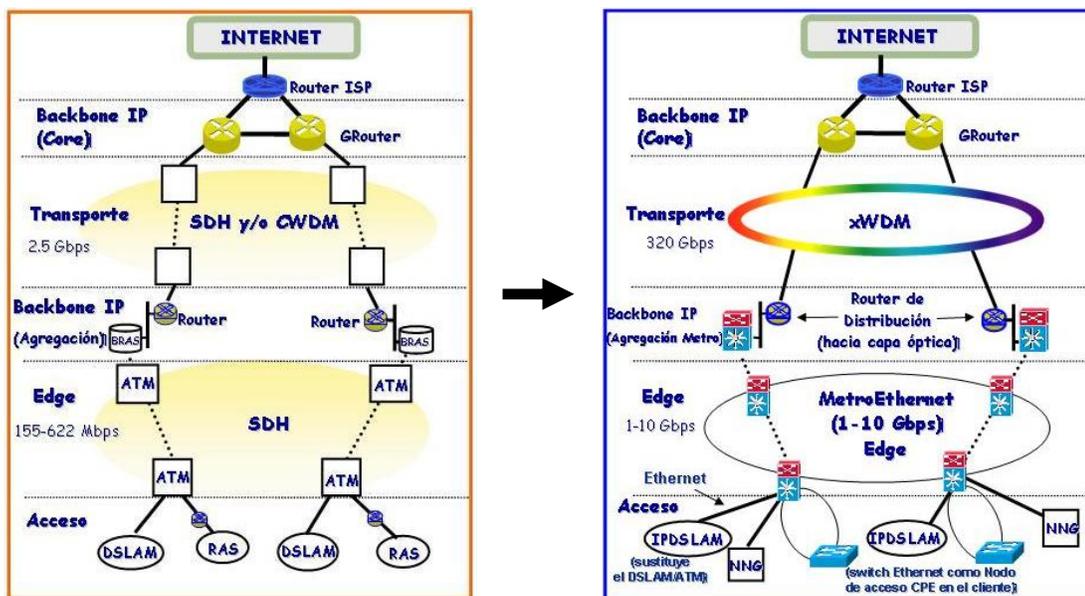
Cabe destacar que todo el proceso que atañe a la unidad ejecutante es realizado de forma manual. La Unidad Operativa del Servicio no realiza ningún proceso automatizado para prestar el servicio, notifica la Factibilidad de Servicios vía telefónica, recibe las Ordenes de Servicio vía fax y realiza las notificaciones del estatus del servicio vía telefónica a Facilidades de la Red.

En cuanto al registro para estadísticas propias del Departamento, éstas se llevan por medio de una pequeña Base de Datos en MS Access, en la cual se lleva control de los servicios prestados, en cuanto al número de orden, cliente, fecha y hora del servicio, origen, destino y estatus del servicio. Esta Base de Datos es un desarrollo propio del Departamento y no está interconectado a sistema alguno de la empresa.

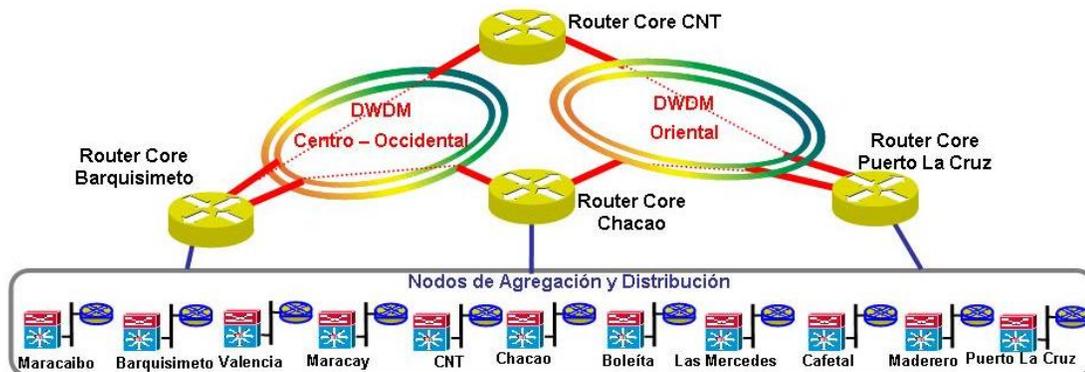
CAPITULO IV

4 PROYECTO VIDEO SOBRE METROETHERNET

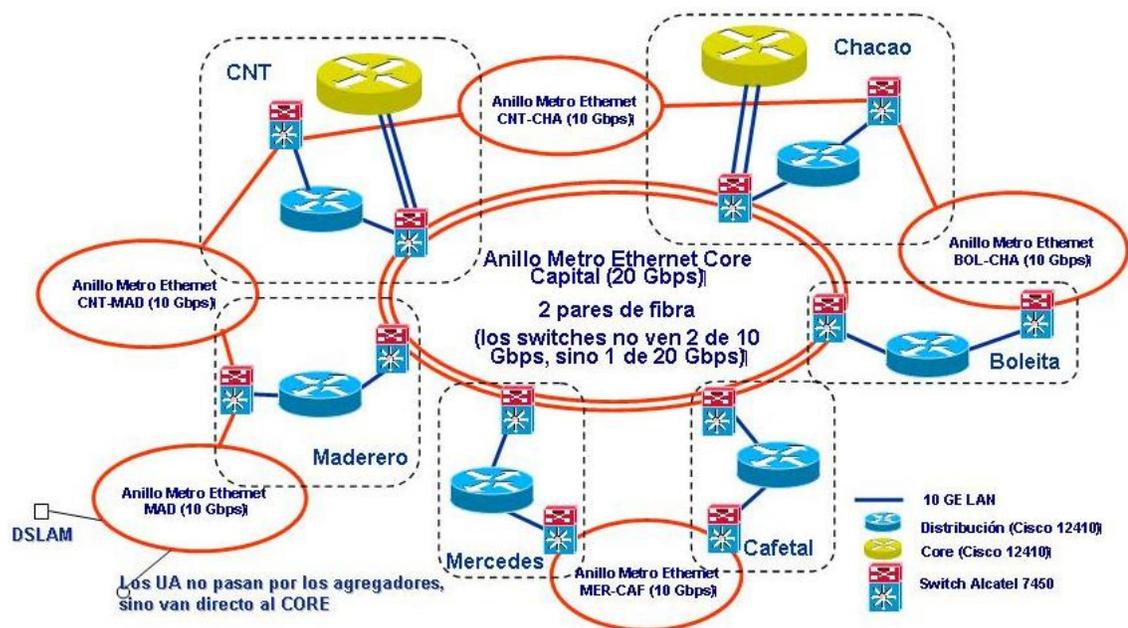
En la actualidad, la empresa se encuentra en un proceso de actualización de las redes de transporte y acceso, por lo cual se están migrando los enlaces SDH y ATM hacia tecnologías xWDM para el backbone de transporte y MetroEthernet para los anillos de distribución para el acceso, directamente sobre fibra oscura, sin protocolos intermedios.



Gráfica 24: Esquema de migración de plataforma de transporte y acceso (Tomado de [10])



Gráfica 25: Esquema simplificado de los anillos de transporte (Tomado de [10])



Gráfica 26: Esquema de Conexión de anillos MetroEthernet en acceso (Tomado de [10])

Por esta razón, además de la saturación de los puertos en las matrices de conmutación instaladas, las posibilidades de crecimiento de la plataforma actual de transporte de video son limitadas, por lo que se requiere de una solución escalable y flexible basada en IP, que utilice como puntos de acceso los nodos de la red MetroEthernet que hoy en día se encuentra ampliamente desplegada a nivel nacional.

4.1 Características de las localidades

Para establecer el tipo de equipamiento involucrado, hay que hacer una discriminación según el tipo de localidad a servir, las cuales se detallan:

- **Localidades clientes y CANTV fijas:** En estas se les proveerá un codificador y un decodificador con redundancia, montado en un gabinete de forma fija. La alimentación eléctrica se provee en el sitio.
- **Localidades CANTV fijas ocasionales:** En estas es necesario un equipo de tipo móvil, de tamaño compacto, el cual contaría con un codificador con su redundancia. Debe contar con equipos de protección eléctrica

(supresores de picos, UPS, etc.). La alimentación eléctrica se provee en el sitio.

- **Localidades remotas cercanas a nodos de acceso MetroEthernet:** Para esta clase, se requiere un equipo de tipo móvil, descrito en el punto anterior, para ser emplazado en el nodo de acceso MetroEthernet (si no es una localidad CANTV fija). Se requiere requeriría equipamiento móvil de microondas ENG (*Electronic News Gathering*), que sería emplazado en el punto de acceso MetroEthernet y en el lugar de la transmisión del evento.
- **Localidades remotas no cercanas a nodos de acceso MetroEthernet:** Se haría uso de un sistema DSNG (*Digital Satellite News Gathering*), el cual se emplazaría en el lugar del evento para el uplink. En Camatagua, se ubicaría el equipamiento requerido para el downlink de esta señal. Este sitio estará en capacidad de manejar hasta 12 señales para uplink/downlink en banda C, lo cual requiere igual número de codificadores y decodificadores (aunque se pueden manejar otras opciones, según propuestas de proveedores). Estos equipos recibirán señales provenientes del punto de acceso MetroEthernet para el uplink o viceversa.

4.2 Características de los codificadores / decodificadores

En la actualidad la totalidad de las transmisiones de video se realizan en definición estándar (SD). Dado a que en la actualidad hay canales que están incursionando en transmisiones en alta definición (HD), por lo cual es conveniente que la empresa esté en capacidad prestar el servicio de transporte en ese formato. Por eso es conveniente que el equipamiento permita el transporte de estas señales. Este servicio, en principio podría ser requerido para transmisiones deportivas, tanto nacionales como internacionales.

A continuación se resumen las características básicas de estos equipos.

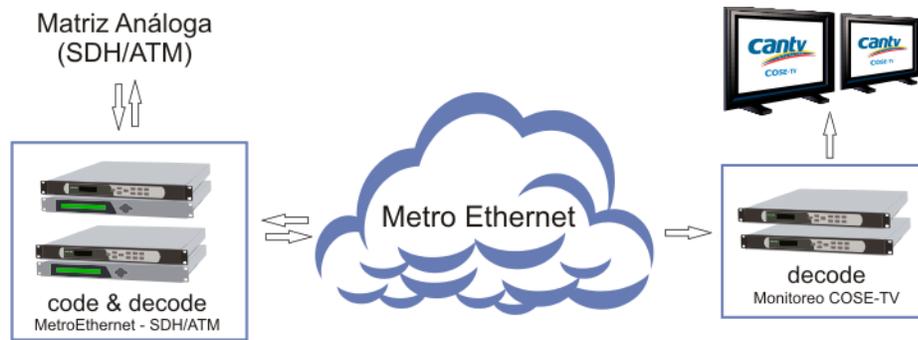
Tabla 5. Características básicas de codificadores y decodificadores.

	Codificadores		Decodificadores	
Interfaz de entrada	Video	Análogo (NTSC/PAL) SDI (SD/HD)	FE/GE	
	Audio	Análogo, 2 canales mínimo SDI Audio Incrustado		
Interfaz de salida	FE/GE		Video	Análogo (NTSC/PAL) SDI (SD/HD)
			Audio	Análogo, 2 canales mínimo SDI Audio Incrustado
Codificación de Video	MPEG-2 y MPEG-4 (H.264 AVC) sobre UDP/IP o RTP/UDP/IP			
Codificación de Audio	MPEG-2, AAC, Dolby Digital (AC3) (ver viabilidad)			
Configuración y Gestión	Control vía SNMP, conectado por FE			
Alimentación Eléctrica	100-120Vca y 200-220Vca			

4.3 Equipamiento requerido en el Centro de Control (COSE-TV)

En este punto se hace necesario equipamiento para realizar la interconexión entre las plataformas SDH/ATM y la MetroEthernet, además del necesario para realizar monitoreo de las señales servidas.

Para esta interconexión, se hace necesario liberar al menos dos (2) puertos de entrada/salida en las matrices de banda base (análogas). Debido a que en la actualidad estos se encuentran saturados, se va a hacer uso en principio de los puertos que van desde/hacia la matriz de internacional (ver Gráfica 22 en la página 60), los cuales no se encuentran en uso debido a inconvenientes con el proveedor del transporte internacional por fibra (cable submarino).



Gráfica 27: Equipamiento en el centro de control (COSE-TV)

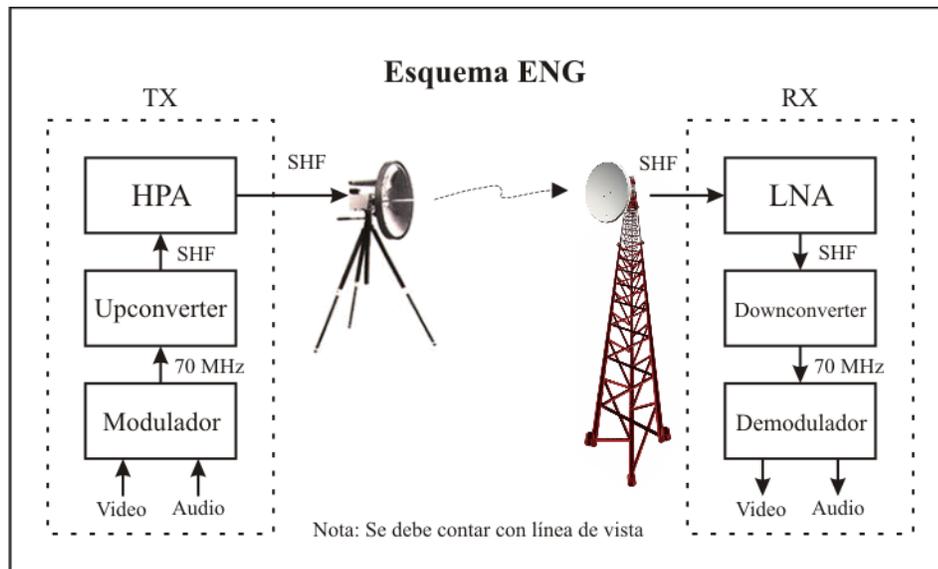
En estos puertos se van a conectar dos (2) codificadores y dos (2) decodificadores, los cuales tomarán/servirán las señales que se transportarán por el sistema en la MetroEthernet.

Para el monitoreo de las señales, se hace necesario dos (2) decodificadores, cuyas salidas de video se conectarán a su respectivo monitor, los cuales se encontrarán dispuestos en el Centro de Control del servicio (COSE-TV).

4.4 Equipamiento para acceso por microondas (ENG)

Este tipo de enlaces son por lo general unidireccionales, por lo cual en el sitio remoto sólo se requiere del equipamiento para transmisión. Por ser para enlaces a corta distancia, no necesita de tanta potencia, por lo cual la electrónica en si es muy compacta, generalmente se encuentra adjunta al elemento radiante.

En la Gráfica 28 se muestra un esquema básico del equipamiento requerido para estos sistemas. Se hace notar que en el esquema no se muestra equipamiento de codificación, esto porque es común realizar transmisiones en analógico, por ser transmisiones temporales en bandas de uso libre, por lo cual no se hace hincapié en la eficiencia del uso espectral, aunque se consiguen en el mercado equipamiento con codificación digital.



Gráfica 28: Esquema del equipamiento ENG

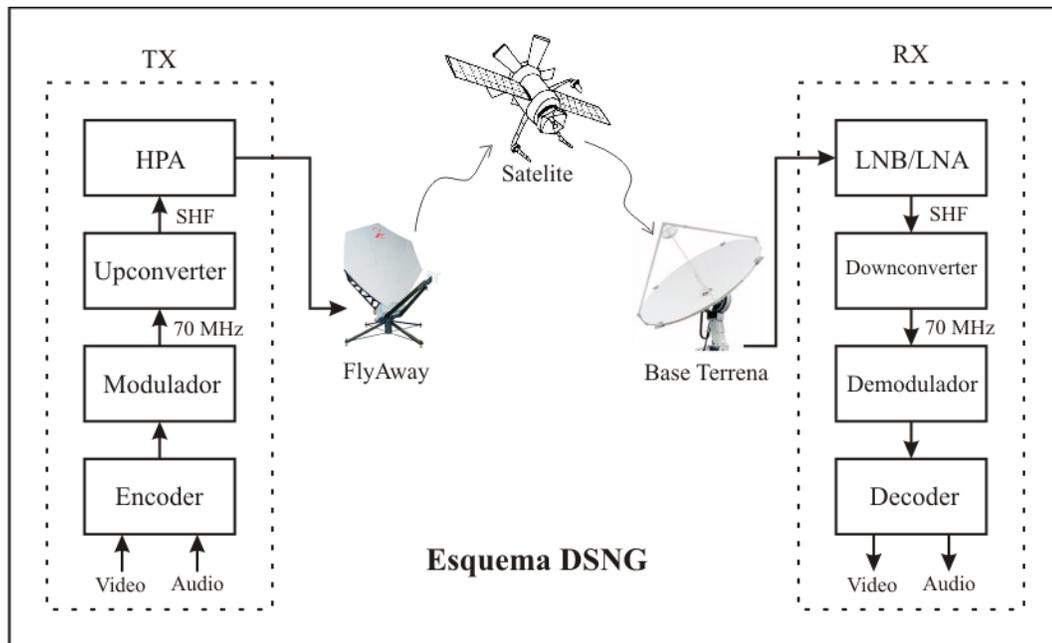
4.5 Equipamiento para acceso por satélite (DSNG)

Actualmente en la empresa se utiliza equipamiento DSNG, el cual ya tiene casi 10 años en operación. En la actualidad existen estándares más eficientes en cuanto al uso espectral en satélite entre esos DVB-S2, pero en esencia es muy parecido el esquema del equipamiento, las diferencias son a nivel de codificación y modulación de las señales de video.

Se pretende que junto a estas señales se envíe telefonía y datos, haciendo uso de un único elemento radiante (antena); esto para reducir el equipamiento movilizad en eventos en sitios remotos, en los cuales con frecuencia se solicitan éstos servicios.

Estos servicios adicionales no van a ser administrados por el departamento, en el downlink a la estación terrena Camatagua se distribuirán en los sistemas correspondientes, sólo se proveerá el transporte por satélite.

A continuación se muestra un esquema básico del equipamiento a ser utilizado por el sistema.



Gráfica 29: Esquema del equipamiento DSNG

4.6 Característica red de transporte sobre MetroEthernet

Para simplificar el la interconexión de los dispositivos, se plantea crear una red virtual bajo VPLS, que no es más que una VPN multipunto de capa 2 que permite conectar múltiples sitios en un único dominio puenteado sobre una red MPLS/IP.

En las localidades fijas se pretende establecer nodos de esta clase. Para las localidades temporales, en las cuales no se cuente con un acceso de ultima milla dedicado (en este punto se establece principalmente los sitios donde se pretenda prestar servicios por ENG conectado directamente a la MetroEthernet) se establecerá una VPN temporal hacia un nodo que esté en la red VPLS, esto para dar rapidez y simplificar el aprovisionamiento de estos servicios temporales.

4.7 Estado actual de la Red MetroEthernet [10]

Tal como se ha descrito, la nueva red tiene dos capas fundamentales, la primera es de transporte, implementada con tecnologías DWDM y la segunda es de distribución, compuesta de anillos MetroEthernet.

La red de transporte se implementa con cuatro (4) anillos DWDM (Occidente I y II, Oriente I y II) con capacidad de 16 lambdas c/u de 10Gbits ópticos con tecnología Huawei (por razones de tráfico, el número de lambdas activas varía según el anillo). Estos anillos cubren los puntos de mayor confluencia de tráfico. El equipamiento provee además de interfaces TDM tradicionales, GE directamente al Backbone IP, sin mediación ni *overhead* de ATM.

La red de distribución a nivel del área metropolitana está implementada con anillos de distribución que cuelgan de un anillo MetroEthernet de Core de 20 Gbps de capacidad. Todos los anillos de distribución (10 Gbps) tienen 2 conexiones hacia el anillo Core con la excepción de los anillos Maderero, Guarenas y Los Teques.

Según información recopilada en la empresa, que data de agosto del 2006, la red de distribución cuenta con veintiséis (26) anillos MetroEthernet desplegados a nivel nacional. En los Anexos se muestra con detalle los nodos presentes en los anillos de transporte DWDM y los de distribución MetroEthernet.

CAPITULO V

5 CARACTERIZACIÓN DEL SGA

Para el sistema, se quiere que pueda hacer un control integral del servicio, primero que todo en lo operativo además de lo administrativo.

Se plantea la necesidad que el sistema se establezca según un esquema Cliente-Servidor. En el servidor residirá todo el sistema para la gestión de equipos, control de accesos, configuración de conexiones, estadísticas del servicio entre otras funcionalidades.

Este sistema debe brindar la posibilidad de acceso remoto desde cualquier terminal que se encuentre registrado en su base de datos. Esto brinda la posibilidad de que el personal que se encuentre de guardia, sobre todo en los horarios nocturnos, no tenga que estar físicamente en el departamento, pudiendo atender cualquier evento imprevisto desde su residencia.

Cabe destacar que para brindar esta posibilidad, el sistema debe contar con políticas de seguridad de la data; estas pueden ser certificados de seguridad para el cifrado de la data recibida y transmitida además de una VPN entre los computadores que van a tener acceso al sistema y el servidor.

Este acceso podrá realizarse por medio de cualquier navegador de Internet. Esto brindara la bondad de no tener que realizar un desarrollo de software específico en la premisa de cliente, por lo cual no se estaría limitado el acceso a un único sistema operativo.

A continuación se detallan las características que debe contar el SGA para cumplir con los requerimientos, tanto de operación como de administración del sistema.

5.1 Acceso al sistema

Debe contar con un sistema de verificación de acceso por medio de un nombre de acceso y su respectiva clave. Esta data debe ser enviada de un modo seguro, sobre todo cuando los accesos se realicen desde un sitio remoto.

Según el tipo de usuario, se le creará un perfil específico, el cual sólo le permitirá acceder a las opciones que le asigne el administrador del sistema. En principio se definen las siguientes clases:

- Administrador: Acceso a todos los recursos del sistema.
- Operadores Principales: Acceso a los recursos de administración y operación del sistema, puede crear servicios con o sin orden. No puede modificar registros de servicios
- Operadores Cliente: Únicamente estarán habilitados para el control específico de un evento, de limita a la activación/desactivación de un recurso ya creado.

5.2 Aspecto operativo

5.2.1 Registro de equipos

Se pretende que se realice un registro previo de todos los dispositivos presentes en la red. Dependiendo de las opciones de los equipos a implementar, se debe especificar el punto en la red donde se realizará el registro, para ejecutar la modificación de la VPN o VPLS según el origen para la red de transporte, esto implica la identificación del nodo además del o los puertos de conexión a utilizar.

Esto debe ser transparente en el sistema, para esto se debe concertar con el Departamento de Transporte un usuario con su respectiva clave de acceso de uso exclusivo del sistema. Esta información estará precargada en el sistema; esto para permitir que estas operaciones sean transparentes para el operador. Debe tener la posibilidad de hacer modificaciones a la misma.

Después de especificar la información correspondiente al registro del punto de conexión, lo cual habilitará la habilitación del punto de conexión del equipo, se debe proceder al registro del equipo en si. Este punto es dependiente del fabricante del equipamiento. Se debe hacer la discriminación si es un dispositivo de entrada y/o de salida (para el registro en las listas de equipos para conexión).

Debe tener la capacidad de mantener pre-configuraciones del equipamiento, como, tipo de codificación (MPEG-2 o MPEG-4 AVC), bit-rate, tipo de codificador de audio, formato (SD o HD), etc., con capacidad de hacerlas inamovibles para dispositivos especificados (para ser específicos en los que se encargan de hacer en enlace a la Matriz Digital SDH/ATM, ya que no tienen la capacidad de transporte en múltiples formatos).

5.2.2 Establecimiento de conexiones

La programación de las conexiones va a diferir en la forma cómo se realiza en la actualidad. Debido a que en teoría no hay un límite entre las entradas y las salidas en el sistema de transporte de video proyectado, no es conveniente realizar vistas estilo matriz, ya que sería bastante engorroso visualizar en una sola pantalla todas las entradas posibles contra las salidas.

Es por eso la conveniencia de la selección directa desde una lista preprogramada con los orígenes y destinos de la señal.

Esta lista debe tener la posibilidad de carga automática de estas localidades, desde la lista de equipos registrados. Dependiendo de la cualidad de ellos (uni o bidireccionales) se cargarán automáticamente en las listas correspondientes.

Debe tener la opción de manejar un origen y uno o varios destinos. Los tiempos de conexión podrán ser múltiples bajo una misma orden. Se especificará la fecha, hora y duración del servicio para cada sección de tiempo contratada.

La configuración del tipo de compresión, bit-rate u otras configuraciones de la señal dependerá del dispositivo de origen, y permitirá agregar a los destinos según la compatibilidad de estos con dicha configuración.

Cada programación de evento será registrada bajo el Número de Orden generado por el sistema OACSE/OACSET o bajo un Número de Orden Temporal, mientras se genera la orden definitiva, la cual sustituirá a este. Esto dará la flexibilidad de ejecutar servicios urgentes en horas o días que no labore la Unidad de Negocios.

5.2.3 Elementos para control en eventos con múltiples orígenes

Para definir correctamente el caso, hay que discriminar el tipo de origen:

- Origen no compartido: Solamente van a ser servidos a un cliente, no varía la propiedad de la señal que se introduce en el dispositivo. El material servido es de propiedad única.
- Origen compartido: En tiempo varía el propietario de la señal inyectada en el dispositivo. Según el horario de la conexión, la señal es entregada al cliente propietario de la señal.

El tipo no compartido se encuentra en los servicios que se ofrecen a espectáculos que tienen orígenes fijos distribuidos en amplias zonas, los cuales se van a servir a un destino (por canal único). El cliente realiza la edición de las señales y se genera una señal matriz para ser transmitida en uno o varios clientes. El ejemplo claro sería el Telecorazón.

Para el tipo no compartido, los orígenes van a ser compartidos por múltiples clientes (medio compartido), la señal de cada cliente se va a entregar a su respectiva salida. Un ejemplo sería los eventos noticiosos de envergadura, como las elecciones, donde distintas televisoras hacen reportes desde distintas ciudades, pero solamente se

cuenta en el sitio un punto de acceso a la red de transporte, por lo cual se debe compartir en tiempo el medio.

Para los eventos con orígenes no compartidos, se requiere una opción que permita visualizar las distintas entradas para su única salida. Esto debido a que estos eventos varían con mucha frecuencia los tiempos de toma de señal de cada origen, lo cual dificulta una pre-programación. Para permitir un fácil intercambio de las señales que en un momento específico va a entregar, se hace indispensable desplegar una opción que muestre en una pantalla las opciones de entrada disponibles para el evento, que tenga la facilidad de que al seleccionar un origen automáticamente se deshabilite la anterior, para liberar el canal y proceder a establecer la conexión seleccionada.

También sería conveniente que esta interfaz de intercambio pudiese ser accedida remotamente por el cliente, liberando al departamento la responsabilidad de realizar el intercambio de señales. La única responsabilidad de la empresa sería la de programar los orígenes que van a estar disponibles para el servicio. El cliente deberá acceder mediante un usuario con su clave habilitado para acceder únicamente las opciones del evento.

Para los eventos con orígenes compartidos, es necesario que en la misma pantalla se pueda visualizar el estado del canal, tanto en la entrada como en la(s) salida(s). Esto para poder visualizar qué eventos ya están programados para ese mismo día, y procurar así la no coincidencia de horarios para un mismo canal. Debe tener la opción de poder generar un reporte de los horarios programados por origen (para control de la(s) entrada(s) por parte de la empresa) y por destino (para control de los clientes, visualizar qué localidad y a qué horario va a transmitir).

5.2.4 Control de Fallas

Para llevar un registro de las fallas del sistema, se hace indispensable llevar un registro de fallas de los dispositivos registrados en el sistema. Dependiendo del tipo

de falla presente, se debe generar una alerta respectiva para hacer la verificación correspondiente del dispositivo.

Además de esto, se requiere mantener un control del nivel de error (BER) en las transmisiones de video. Se debe generar la alerta respectiva dependiendo del grado del mismo. Si el origen o destino cuenta con redundancia, el sistema debe estar en la capacidad de llevar el registro de los cambios de equipamiento (*switch*), pudiéndose establecer en todo momento cual de ellos se encuentra activo en la transmisión o recepción, además de especificar el motivo por el cual el sistema realizó el cambio.

Es importante que se tenga una ventana en la que se pueda verificar el estatus de una transmisión específica, su nivel de error, fallas suscitadas en los dispositivos relacionados en ese momento, y cualquier otra que sea pertinente, además de las características de dicho enlace (Tipo de señal, formato, tipo de entrada, tipo de salida, etc.).

5.2.5 Carga y control de tiempos de conexión

Se pretende que el sistema esté en la capacidad de realizar una precarga de los tiempos de conexión del servicio. Se debe tener la capacidad de manejar múltiples bloques horarios, con capacidad de carga en uno o varios días según lo amerite.

El sistema debe tener la cualidad de emitir un mensaje que alerte al operador de turno la proximidad del servicio a prestar, esto para realizar una prueba del medio además de verificar si el cliente se encuentra preparado para la transmisión. De no ser así debe tener la posibilidad de reprogramar o cancelar el servicio, según así lo convenga la Unidad Solicitante y el Cliente.

Si este cambio difiere de lo pactado en la Orden de Servicio (por corrimiento, ampliación, reducción o anulación del horario), el sistema debe obligar a hacer el registro de o los motivos que generaron la variación. Si se presenta fallas en la

transmisión, también se debe hacer constancia de esto mediante un cuadro de chequeo y observaciones adicionales.

5.3 Aspecto administrativo

5.3.1 Carga automática de los tiempos de servicio

El sistema debe tener la capacidad de importar los datos de las órdenes de servicio desde OACSE/OACSET para crear los registros que permitan llevar un control interno del servicio. La información del cliente, espacios de tiempo, además de los orígenes y destinos se tomará automáticamente.

5.3.2 Exportación de información para prestación del servicio.

Se debe acotar el hecho de que el módulo encargado de la administración del servicio llevará control no solamente del tráfico que curse por la MetroEthernet sino también por la red SDH/ATM, por lo cual el sistema solamente exportará al módulo operativo únicamente lo concerniente a la red MetroEthernet. Es por esto que al importar desde OACSE/OACSET se debe agregar data que especifique la(s) red(es) por donde cursará la señal.

5.3.3 Conexiones sin orden previa

El sistema debe estar en la capacidad de manejar órdenes generadas directamente con información desde OACSE/OACSET o generada manualmente en el sistema. Para esto debe existir un control de autorizaciones del servicio para llevar registros de estas habilitaciones y evitar que se cedan servicios que después no sean reconocidos por el cliente.

El sistema debe llevar control del operador que realiza la creación del servicio (solicitándole de nuevo su ID y *password*), información de la persona dentro de la empresa autoriza la prestación del servicio, además de la información del cliente. El servicio creado en el sistema se registrará bajo un número de orden provisional, el cual podrá ser sustituido por la definitiva luego de ser creada la orden en

OACSE/OACSET. Debe quedar registro del motivo por el cual no existió una orden previa.

5.3.4 Generar notificaciones automáticas del status del servicio

Se generará automáticamente una notificación del estatus del servicio directamente a Facilidades de la Red y a la Unidad de Negocios correspondiente, en la cual se informará el estatus final de la orden (si fue prestado el servicio o no, fallas o cualquier otra novedad). Esta información será enviada a la dirección de e-mail que esté registrada.

5.3.5 Información de cierre del servicio

Luego de la prestación del servicio, previa verificación del estatus y carga de novedades en el sistema, se generará un archivo plano para OACSE/OACSET en la cual se incluya toda la información necesaria para el cierre del servicio en el sistema, esto para que el mismo sistema realice los pasos siguientes a nivel de revisión y facturación por las unidades correspondientes.

5.3.6 Registro de los eventos en el sistema

Se generará una base de datos en la que llevará control de todos los eventos en el sistema, creación de servicios, anulaciones, modificaciones, estatus, etc. Esto para poder llevar con control estadístico interno del servicio. El sistema deberá estar en capacidad de generar automáticamente reportes de cualquier dispositivo, cliente, origen, destino, etc.

CAPITULO VI

6 PROPUESTA DE INTERFAZ

6.1 Estructura de datos OACSE/OACSET

La data a utilizar se va a extraer de un archivo plano que es generado por el sistema OACSE/OACSET. Solamente se tomarán en cuenta los registros relacionados con transporte de TV. Esto se puede discriminar en el campo “servicetypecode”, cuyo código correspondiente es 95. La tabla de códigos de servicios se presenta en la Tabla 9.

En una base de datos interna, se captará todos los datos contenidos en el archivo. De esta información sólo se tomará lo esencial para la prestación del servicio. No se tomarán en cuenta datos correspondientes a Facturación, como los relacionados a costos, rutas de cobro, etc. En la Tabla 6 se detallan los campos a utilizar.

Esta información estará disponible para la exportación al módulo de operaciones, el cual pre-configurará los dispositivos relacionados para prestar el servicio. Esta información cargada desde OACSE/OACSET se le debe agregar un campo en que se especifique si el servicio involucra algún tramo por la red MetroEthernet; esto para habilitar o no la exportación.

En la Tabla 7 y Tabla 8 se muestra los campos presentes en el archivo plano generado por OACSET y OACSE respectivamente.

Tabla 6: Campos a emplear por el sistema

NAME	TYPE	COMENTARIO
creationdate	Date	Fecha de Solicitud
letterdate	Date	Facha de Envío de Solicitud
requestid	varchar2(11)	Número de Orden
clientid	varchar2(64)	Código del Cliente
clientname	varchar2(64)	Nombre Cliente
eventname	varchar2(40)	Nombre del Evento
contactperson	varchar2(40)	Nombre Coordinador
phonenumber	varchar2(20)	Teléfono Coordinador
servicetypecode	varchar2(2)	Uso
satelite	varchar2(1)	Tipo de Transmisión
unitname	varchar2(40)	Unidad de Negocios
unitcontact	varchar2(40)	Consultor
unitphone	varchar2(20)	Teléfono Consultor
originusuary	varchar2(30)	Usuario Origen
origincentral	varchar2(5)	Central Origen
originterminal	varchar2(30)	Terminal Origen
personorigin	varchar2(40)	Personal de Contacto Origen
phoneorigin	varchar2(20)	Teléfono Personal de Contacto Origen
observation	varchar2(60)	Observación Origen
destinyusuary	varchar2(30)	Usuario Destino
destincentral	varchar2(5)	Central Destino
destinterminal	varchar2(30)	Terminal Destino
persondestin	varchar2(40)	Personal de Contacto Destino
phonedestin	varchar2(20)	Teléfono Personal de Contacto Destino
observation	varchar2(60)	Observación Destino
transmissionstartdate	Date	Fecha Inicio de Servicio
transmissionaimdate	Date	Fecha Fin de Servicio
starhour	varchar2(6)	Hora de Inicio Servicio
transmissionminute	varchar2(6)	Duración
authorized	varchar2(40)	Autorizado por

Tabla 7. Descripción de los campos del archivo plano OACSET

NAME	TYPE	COMENTARIO
clientid	varchar2(64)	Código de cliente
clientname	varchar2(64)	Nombre del cliente
internationalcost	varchar2(12)	Costo internacional
rif	varchar2(10)	RIF del cliente en OACSET
contractserviceid	number	ID de la relación entre el servicio y contrato (solicitud) a través de la que se facturara el servicio
address	varchar2(64)	Descripción dirección de cobro
contactperson	varchar2(40)	Persona contacto
phonenumber	varchar2(20)	Teléfono persona contacto
requestid	varchar2(11)	Numero de solicitud
circuitnumbercod	varchar2(11)	Código del número de circuito
servicetypecode	varchar2(2)	Código tipo de servicio
channelopen	varchar2(1)	Canal abierto
threadsamount	varchar2(1)	Cantidad de hilos
collectroute	varchar2(4)	Indicador de ruta de cobro
origincentral	varchar2(5)	Central origen
destinycentral	varchar2(8)	Central destino
ascentcompany	varchar2(30)	Empresa de subida
slopecompany	varchar2(30)	Empresa de bajada
satellite	varchar2(1)	Indicador satelital
distance	varchar2(4)	Distancia
eventcode	varchar2(10)	Código del evento
eventname	varchar2(40)	Nombre del evento
transmissionminute	varchar2(8)	Minuto de duración transmisión
starthour	varchar2(6)	Hora inicio transmisión
aimhour	varchar2(6)	Hora fin transmisión
transmissionstate	varchar2(3)	Estado de la transmisión
letterdate	date	Fecha de carta
installationdate	date	Fecha de instalación
retirementdate	date	Fecha de retiro
cancellation	varchar2(12)	Indicador de cancelación
chargesother	varchar2(12)	Otros cargos
confirmation	varchar2(11)	Confirmación
observation	varchar2(60)	Observación
originusuary	varchar2(30)	Usuario de origen
destinyusuary	varchar2(30)	Usuario destino
ainvoicesto	varchar2(40)	Factura para
speed	varchar2(10)	Velocidad
transmissionstartdate	date	Fecha inicio transmisión
transmissionaimdate	date	Fecha fin transmisión
addressinstallation	varchar2(30)	Dirección instalación
servicepopulation	varchar2(9)	Población donde esta el servicio
consecutivenumber	varchar2(10)	Número consecutivo
creationdate	date	Fecha de creación del servicio ocasional

Tabla 8. Descripción de los campos del archivo plano OACSE.

NAME	TYPE	COMENTARIO
clientid	varchar2(64)	Código de cliente.
circuitnumber	varchar2(64)	Número de circuito.
clientname	varchar2(64)	Nombre del cliente.
address	varchar2(64)	Descripción dirección de cobro.
postalcode	varchar2(64)	Número de zona postal.
Requestid	varchar2(64)	Número de solicitud.
installationdate	varchar2(64)	Fecha de instalación.
collectroute	varchar2(64)	Indicador de ruta de cobro.
businessdescr	varchar2(64)	Descripción unidad de negocio.
oldcircuitnumber	varchar2(64)	Número de circuito anterior.
movementcode	varchar2(64)	Código de movimiento.
servicetypedesc	varchar2(64)	Descripción tipo de servicio.
Sateliteid	varchar2(64)	Indicador satelital.
servicetypecode	varchar2(64)	Código tipo de servicio.
circuittypecode	varchar2(64)	Código tipo de circuito.
basicspeednumber	varchar2(64)	Número de velocidad básica.
realspeednumber	varchar2(64)	Número de velocidad real.
Cir	varchar2(64)	Indicador cir.
cir2	varchar2(64)	Indicador cir 2.
installationaddress	varchar2(64)	Descripción de la dirección de instalación.
Distance	varchar2(64)	Indicador de distancia.
routedescr	varchar2(64)	Descripción de enrutamiento.
interfacedate	varchar2(64)	Fecha de interfaz.
equipmentcode	varchar2(64)	Código de equipo.
lastmovementdate	varchar2(64)	Fecha del último movimiento del servicio en OACSE, es decir, fecha del último cambio realizado sobre las características del servicio prestado, por ejemplo: cambio de velocidad del servicio asociado a un circuito.
realstartinvoicedate	varchar2(64)	Fecha de inicio de facturación del servicio registrada en OACSE.
meterethernetcode	varchar2(11)	Código identificador del servicio MetroEthernet
meterethernettype	varchar2(1)	El tipo de servicio MetroEthernet
meterethernetplancode	varchar2(1)	Código del plan asociado al servicio MetroEthernet
meterethernetconnection	varchar2(6)	La velocidad de conexión del servicio Ethernet
meterethernetporttype	varchar2(1)	El identificador del puerto (cobre, fibra o radio)

Tabla 9. Lista de códigos servicios especiales.

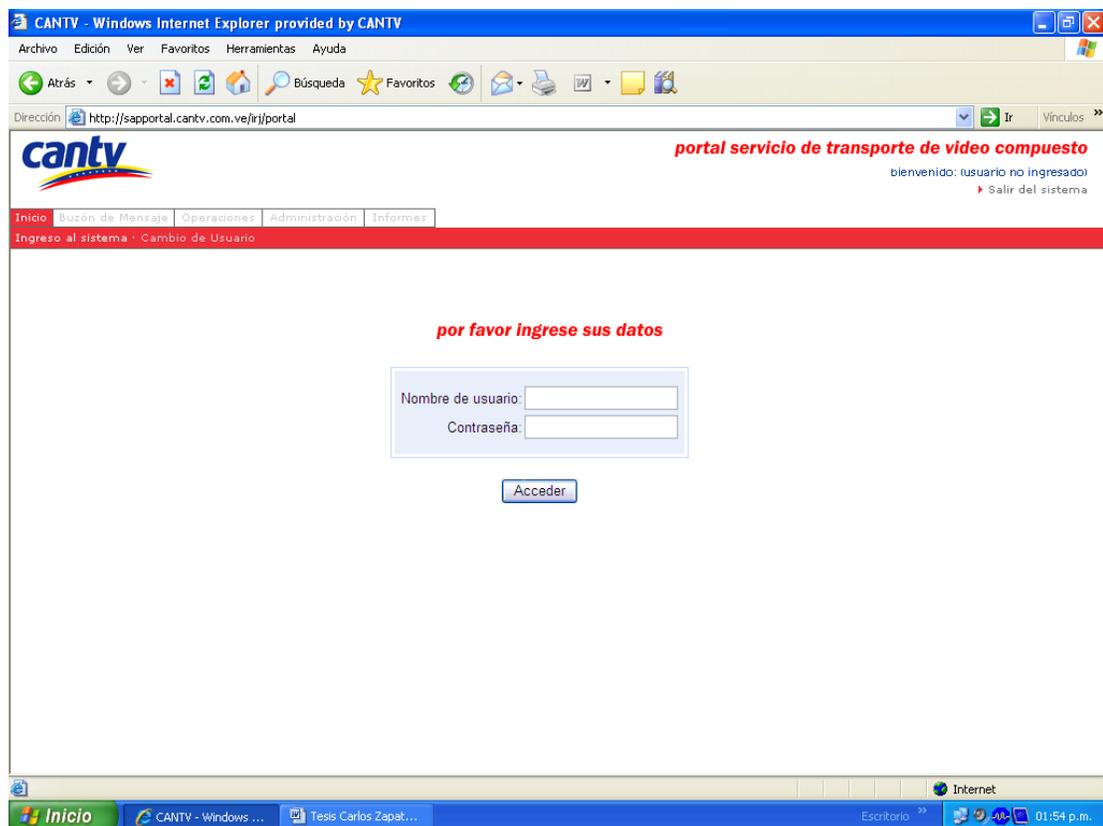
COD	DESCRIPCION SERVICIO	COD	DESCRIPCION SERVICIO
1	Audio	50	Interconexión Conmutación 2 Mbps 15e 15s
2	Voz Interconexión PABX	51	Interconexión Conmutación 2Mbps 30e
3	Voz Extensión Remota	52	Interconexión Conmutación 2Mbps 30s
4	Dos Hilos Voz + Dos Hilos Señalización EYM	53	Interconexión Conmutación 2Mbps X , X
5	Voz Señalización por Centro de Bobina	54	Datos 9.6 Kbps Digital
6	Voz Sin Señalización	55	Datos 32 Kbps Digital
7	Voz Intercomunicador	56	Datos 512 Kbps
8	Voz Punto a Punto de Repique	57	1.5 Mbps (T1)
9	Voz Abonado Remoto	58	Datos 768 Kbps (1/2 T1)
10	Voz Monedero Remoto	59	32 Kbps + Muxing
11	Datos 300 Bits	60	64 Kbps + Muxing
12	ABA Ocasional	61	128 Kbps + Muxing
13	Datos 1.200 Bits	62	256 Kbps + Muxing
14	Datos 2.400 Bits	63	384 Kbps + Muxing
15	Datos 4.800 Bits Analógico	64	512 Kbps + Muxing
16	Datos 9.600 Bits Analógico	65	768 Kbps + Muxing
17	Telegrafía a 50 Baudios	66	1.5 Mbps (T1) + Muxing
18	Telegrafía a 75 Baudios	67	2 Mbps (E1) + Muxing
19	Telegrafía a 100 Baudios	68	34 Mbps (E3)
20	4 Mbps E1 + Muxing	69	140 Mbps (E4)
21	Telegrafía a 300 Baudios	70	155 Mbps (STM1)
22	Alarma	71	140 Mbps (E4)
23	Equipo de Ganancia de Pares	72	Circuito Virtual Permanente X-25
24	Mantenimiento de Equipos	73	Trunking
25	192 Kbps + Muxing	74	Circuito Virtual Permanente Frame Relay
26	1024 Kbps + Muxing	75	Datos 38.4 Kbps
27	8 Mbps E1 + Muxing	76	Datos Acceso Telefónico 14.4 Kbps
28	Telefonía Móvil Terrestre	77	Datos Acceso Telefónico 28.8 Kbps
29	Telefonía Rural	78	Datos 1.024 Kbps
30	Canal Televisivo	79	Datos 640 Kbps
31	Cable Eslabón	80	TCP/IP
32	Canal Musical	81	34 Mbps (E3) + Muxing
33	Telex Remoto	82	155 Mbps (STM1) + Muxing
34	AVD (Alternado Voz y Datos)	83	622 Mbps (STM4)
35	SVD (Simultaneo Voz y Datos)	84	622 Mbps (STM4) + Muxing
36	48 Khz Ancho De Banda Nacional	85	640 Kbps + Muxing
37	Datos 7.200 Bits	86	Circuito Virtual Conmutado
38	Datos 14.400 Bits	87	8 Mbps (E2)
39	Datos 16.800 Bits	88	E1 CPA
40	Datos 19.200 Bits	89	Voz Audio De Emergencia
41	Datos 64.000 Bits	90	Interconexión Tx y Cx 2 Mbps 15e 15s
42	Datos 56 Kbps	91	Interconexión Tx y Cx 2 Mbps 30e
43	Super Grupo 60 Canales Analógicos	92	Interconexión Tx y Cx 2 Mbps 30s
44	2 Mbps E1	93	Interconexión Tx y Cx 2 Mbps X , X
45	Datos 128 Kbps	94	SVC X25 DC
46	Datos 192 Kbps	95	TRANSPORTE DE TV
47	Datos 256 Kbps	96	320 Kbps + Muxing
48	Datos 320 Kbps	97	44.736 Kbps
49	Datos 384 Kbps	98	Datos 2048 Kbps

6.2 Propuesta de interfaz para el SGA

6.2.1 Pantalla de inicio

Para el sistema propuesto, primero que todo se hace uso de los lineamientos para las aplicaciones de la intranet de CANTV, esto para que el usuario del sistema esté familiarizado con la ubicación de los elementos básicos del sistema.

Se creó una ventana tentativa que solicitará la información del usuario para poder acceder a los recursos del sistema.



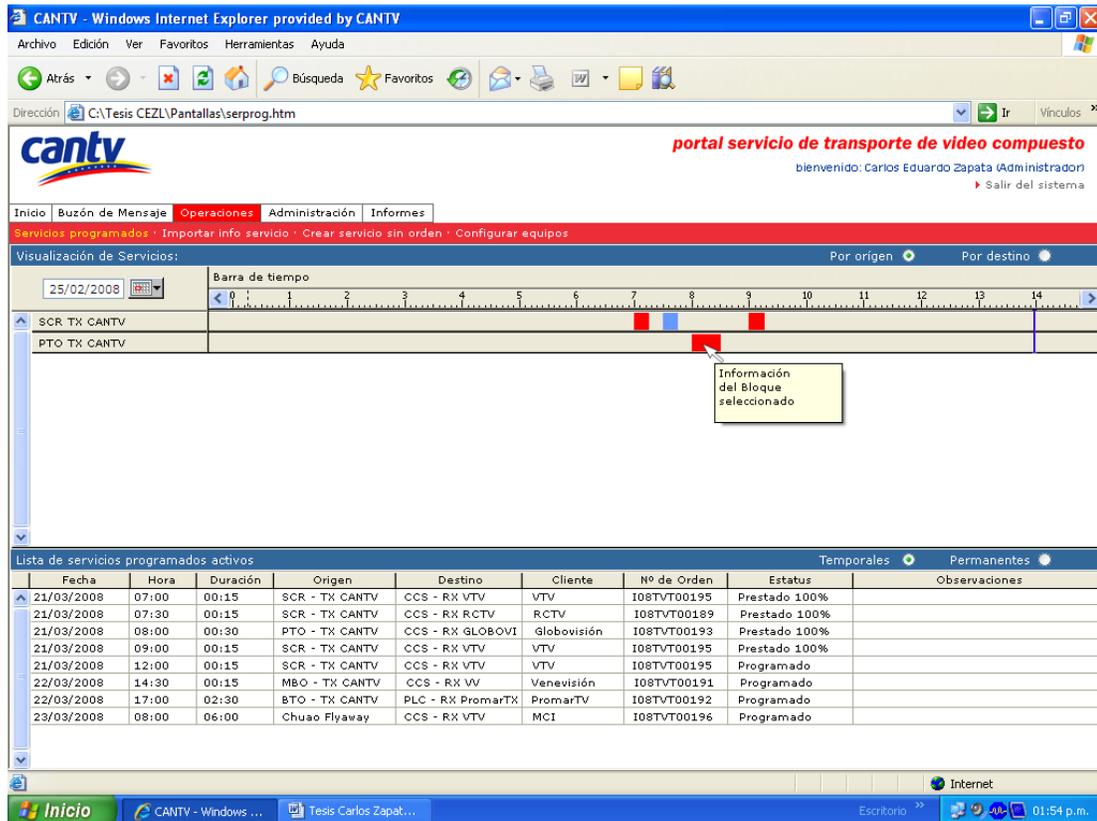
Gráfica 30: Pantalla de Inicio

El portal de ingreso deberá contar con algún sistema para encriptación de los datos ingresados, esto para asegurar que alguna persona ajena al servicio pueda obtener una identificación y acceda al sistema.

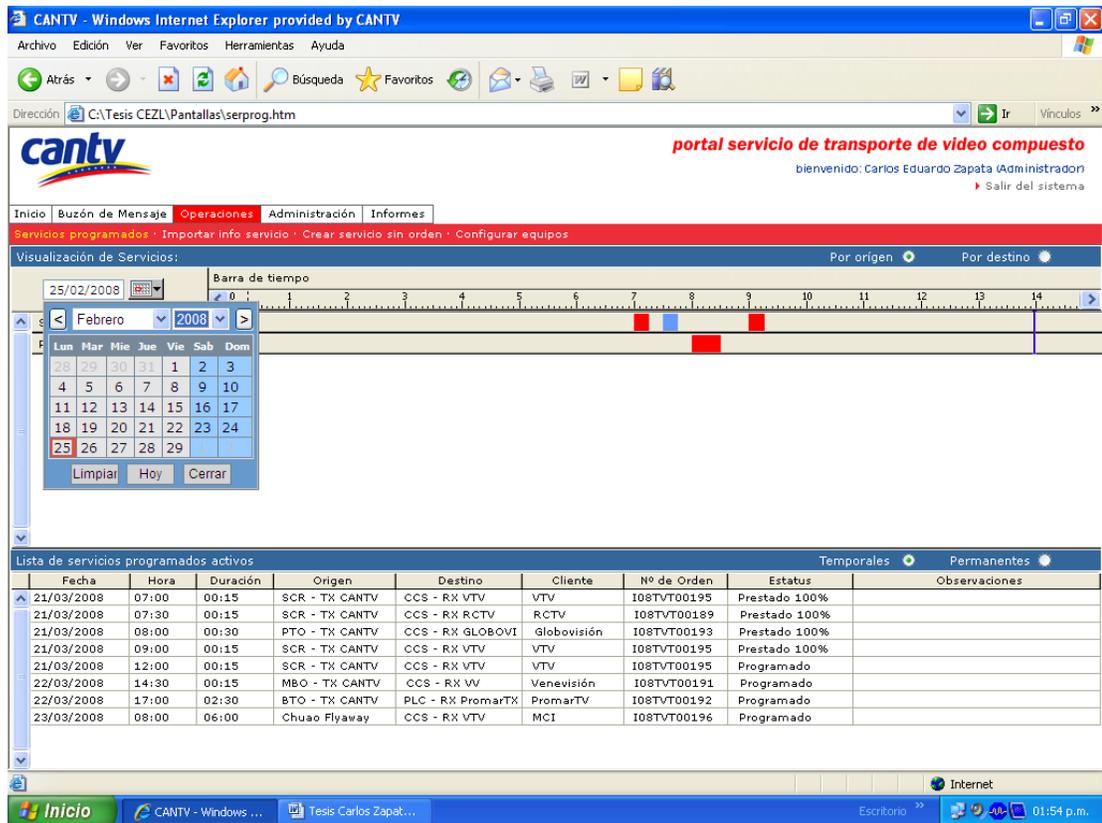
6.2.2 Detalle de las ventanas de operación

En la ventana principal del módulo de operaciones, se presentará la información correspondiente a los servicios que se encuentren programados en el sistema. A diferencia del sistema de gestión utilizado en la actualidad, se propone una barra de tiempo en la cual se señalarán los bloques horarios cargados en el sistema. Se podrán visualizar ya sea por orígenes o destinos los servicios programados en el sistema. La barra de tiempo será única para cada día, para poder desplazarse se deberá seleccionar el día a visualizar en el campo correspondiente.

Al posar el puntero sobre algún bloque, se desplegará una ventana con la información correspondiente al servicio. Si la transmisión se encuentra activa (prestándose el servicio) esta misma presentará la opción de monitoreo, pudiendo seleccionar cualquiera de las dos salidas habilitadas para dicho fin.



Gráfica 31: Pantalla de servicios programados (detalle barra de tiempo)



Gráfica 32: Pantalla servicios programados (detalle selección de día)

En el cuadro inferior se mostrarán todos los servicios programados, sin restricción de fecha. La única discriminación presente es para la visualización de los servicios temporales o permanentes. Cuando se encuentre en permanente, en la columna que denota la duración del servicio se mostrará el rótulo “indeterminada”, para los servicios que califiquen como tal.

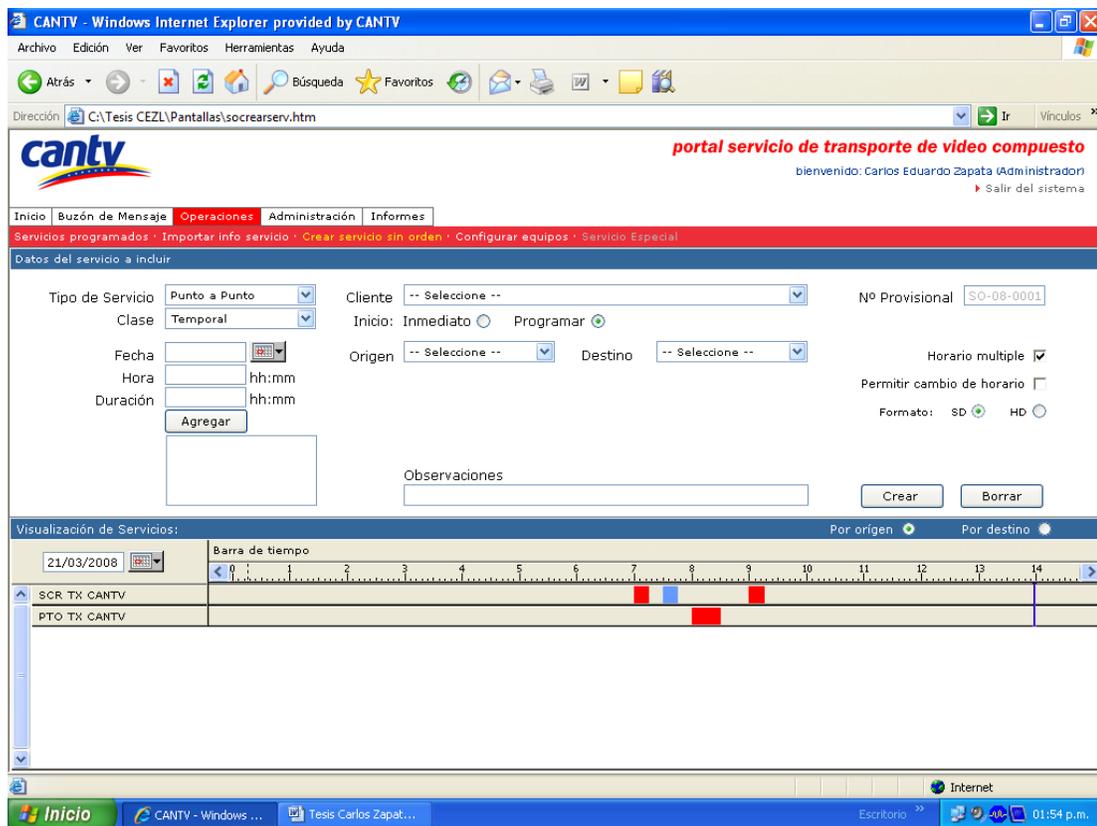
En caso de ser requerido, se podrá realizar modificaciones a las características del servicio solo si se habilitó esta opción cuando se creó el servicio. Esta modificación podrá realizarse haciendo doble-click en el campo específico.

Vale la pena mencionar que los servicios prestados, cuyo estatus final aun no se ha cargado en el módulo administrativo, se encontrarán presentes en la lista.

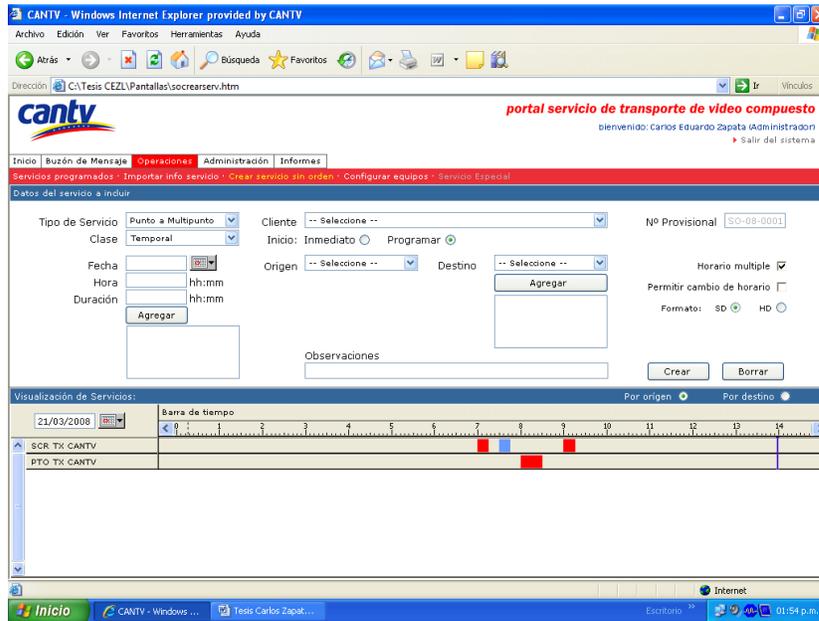
Para la opción de “crear servicios sin orden”, se desplegarán las opciones que correspondan según el tipo de servicio a prestar. Se darán las opciones de programar horas de inicio o simplemente iniciar inmediatamente, los orígenes, destinos, el formato en el que se realizará la transmisión, etc.

Además de esto, se mostrará las barras de tiempo en la parte inferior de la pantalla, esto para poder ver claramente los recursos que se encuentran comprometidos en los bloques horarios, para simplificar la planificación de transmisiones en eventos especiales.

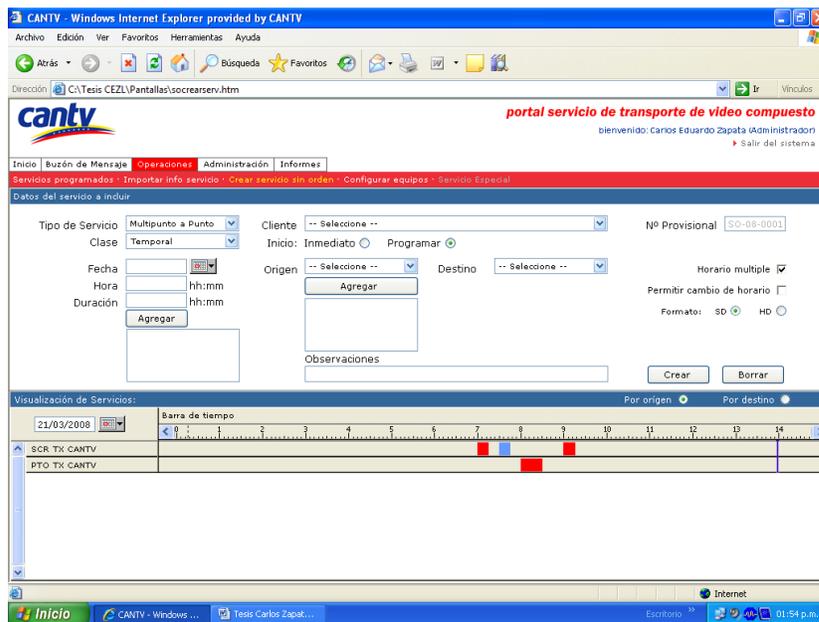
En las Gráficas 33, 34, 35, 36 y 37 se muestran algunas de las combinaciones posibles de pantallas según las opciones seleccionadas.



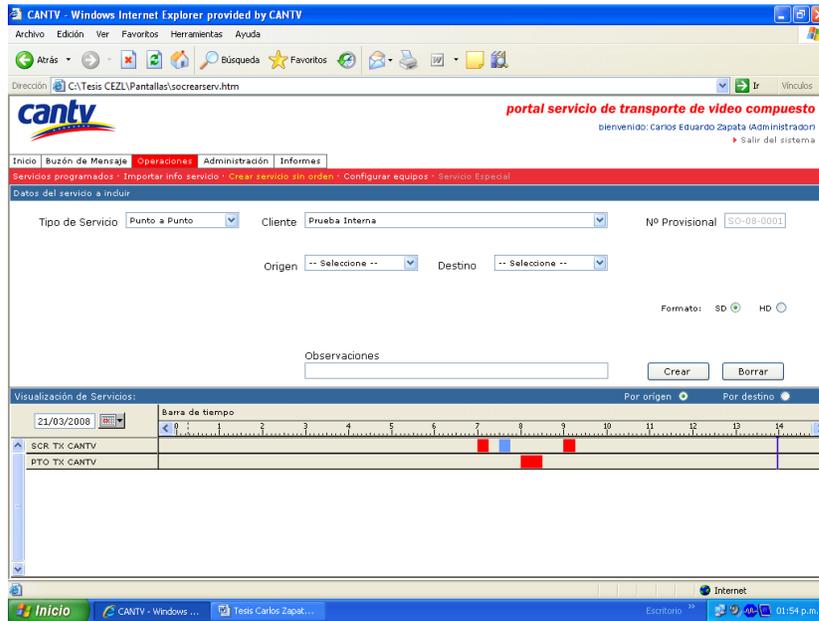
Gráfica 33: Creación de servicios sin orden PaP.



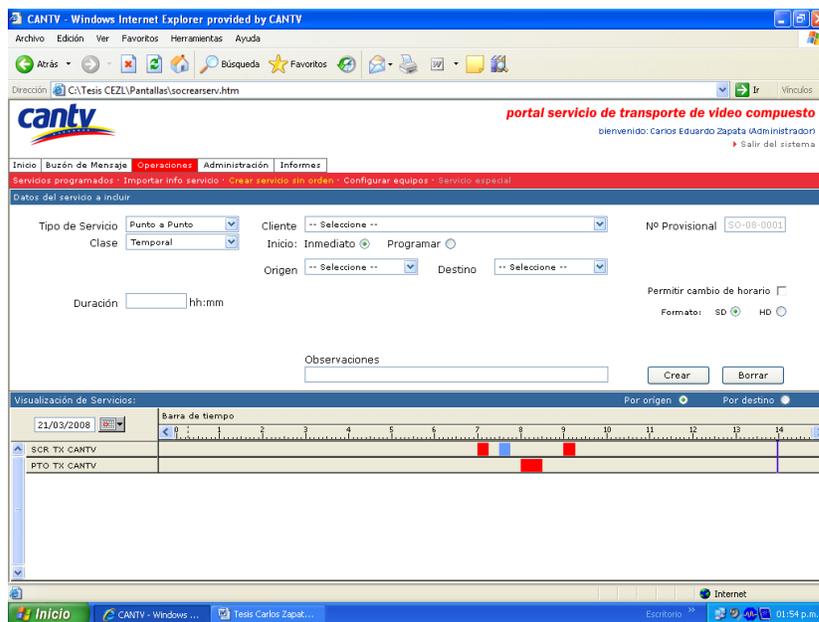
Gráfica 34: Creación de servicios sin orden PaM.



Gráfica 35: Creación de servicios sin orden MaP.

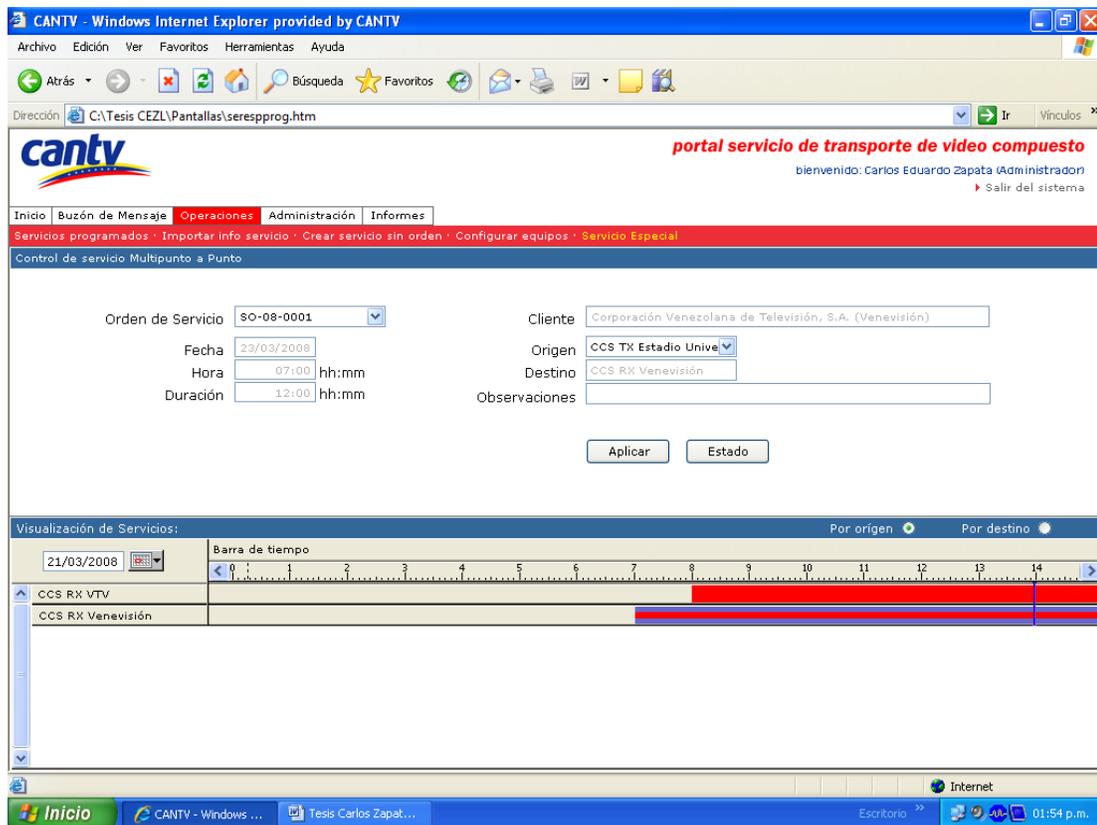


Gráfica 36: Habilitación se servicio de prueba.



Gráfica 37: Visualización para inicio inmediato.

En esta propuesta se cambia la forma de selección las localidades a servir. En el sistema anterior por el hecho de tratarse del control de matrices de conmutación, la visualización para la conexión y verificación de las conexiones hechas se realizaban por medio de una matriz nxn en pantalla. Dado a que este sistema no está limitado en el número de entradas contra las salidas es engorroso hacer uso de ese esquema, por ese motivo se empleó la selección directa en menús desplegables.



Gráfica 38: Control de eventos con múltiples orígenes no compartido.

Para los servicios multipunto a punto, con tiempos de origen no establecidos, se creó una pantalla especial de control, en la cual se selecciona el servicio creado bajo esta modalidad y se realiza directamente la conmutación de los orígenes programados, sin tener que estar seleccionando de la lista completa de dispositivos de TX. Esta funcionalidad es la única a la que podrán tener acceso usuarios cliente, lo

cual alivianará las labores del departamento, ya que lo liberará de tener que estar en continua comunicación con el mismo para cambiar la señal servida. Además de esto dará al cliente un control más eficiente de las señales que requiera en un momento dado. Otro detalle resaltante es que en la barra de tiempo, para denotar que es un servicio de esta clase, la misma estará multicolor, tal como se muestra en la Gráfica 38.

En cuanto a la parte administrativa, no se desarrolló ventanas demostrativas, ya que esta sección no es necesaria una interfaz especializada para la adquisición y/o despliegue de la data a manejar. La descripción general de las cualidades a tener esta sección se encuentra desarrollada en el capítulo anterior.

Para la parte de la generación de informes, en los anexos se incluye varios formatos utilizados en la actualidad, los cuales en líneas generales no se plantea hacer variaciones. Al realizar los reportes se debe tener la posibilidad de hacer discriminación por fechas, tipo de servicio, cliente, equipamiento o cualquier otra que se estime conveniente.

En cuanto al control de fallas y registro de eventos, se llevarán en el apartado de configuración de equipos. En este aspecto no se planteó una necesidad especial, tomando como base las opciones presentadas en el sistema que opera en la actualidad y las opciones ofrecidas por los proveedores. Todos plantean el control y configuración de equipos además del registro de los eventos.

CONCLUSIONES

Se expusieron las características genéricas del equipamiento que será adquirido. Además se hizo la descripción de las localidades servidas así como las características del equipamiento involucrado.

Se logró definir claramente los requerimientos básicos del servicio, gracias a que se realizó la investigación directamente en el departamento, con lo cual se pudo recopilar todas las inquietudes y necesidades directamente de las personas encargadas de prestar el servicio. Estas características se centraron principalmente tanto en el ámbito operativo como administrativo. En base a esta información se caracterizó el SGA exponiendo claramente las particularidades.

Se propuso un modelo de interfaz gráfica de usuario para el SGA, en el cual se mostraron detalles particulares descritos en la caracterización del sistema. Es de hacer notar que esta interfaz presentada no es un modelo funcional de la misma, es una pauta para el desarrollo de la interfaz final del sistema, por parte del proveedor que resulte seleccionado.

Con esta propuesta se puede lograr:

- Una programación simple de los servicios tanto ocasionales como permanentes, además del control de eventos especiales.
- La visualización de los servicios de manera simplificada, ya que se presentan gráficamente los bloques horarios programados.
- La eliminación de Órdenes de Servicio en formato físico, ya que todo se manejará directamente por el sistema, llevando un control interno mediante una base de datos.
- El cierre de Órdenes de Servicio directamente en OACSE/OACSET, sin que tenga que intervenir el Departamento de Facilidades de la Red, liberándolo de esa responsabilidad. Su papel será de supervisión.

RECOMENDACIONES

Debido a que en la actualidad la empresa lleva a cabo un estudio para la integración del manejo de los servicios temporales y permanentes (OACSET/OACSE) en SISE (Sistema de Información Servicios Especiales) se hace necesario la investigación del modelo final de la estructura de datos, para efectuar una adquisición efectiva de los datos necesarios para la prestación del servicio.

En la propuesta actual se interfaz no se toman en cuenta los aspectos de configuración del equipamiento involucrado. El proveedor que resulte seleccionado deberá integrar estas funcionalidades según las cualidades de su equipamiento.

El modelo de interfaz final que desarrollará el proveedor deberá tener la capacidad de integrar equipamiento de otros proveedores.

El sistema deberá ser desarrollado en plataformas abiertas, además de que se debe entregar el código fuente del sistema; esto para poder realizar modificaciones sin la necesidad de adquirir software propietario para realizar estas tareas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Reichert A., E.C. *Redes de Alta Velocidad*. EN:
<http://agamenon.uniandes.edu.co/~revista/articulos/altavelocidad/altavel.html>
- Revista en Línea, (Fecha). [Consulta: 2008, Febrero]
- [2] Gerszberg, J., Pineda, G. *SDH - Jerarquía Digital Sincrónica*. EN:
<http://www.monografias.com/trabajos908/sdh-digital/sdh-digital.shtml> -
Monografía en Línea, (2001). [Consulta: 2008, Marzo]
- [3] Ramos P., F. *Redes ópticas basadas en el estándar SONET/SDH (Parte I)*.
EN: http://www.radioptica.com/Fibra/sonet_sdh_I.asp - CONECTrónica. N°
51 (2001), p.p 10-15.
- [4] Sánchez G., G. *Jornadas Técnicas RedIRIS: MetroEthernet*. EN:
<http://www.rediris.es/jt/jt2005/archivo/ficheros/MetroEthernet-RedIris.ppt> -
Presentación En Línea, (2005). [Consulta: 2007, Diciembre]
- [5] Wikipedia. *Metro Ethernet* EN: http://es.wikipedia.org/wiki/Metro_Ethernet -
Resumen en Línea, (2008) [Consulta: 2007, Diciembre]
- [6] Ferrer M., M.D. *Multiprotocol Label Switching (MPLS)* EN:
<http://www.uv.es/montanan/redes/trabajos/MPLS.doc> - Resumen en Línea
(2001). [Consulta: 2008, Enero]
- [7] Haskell, B.G., Puri, A., Netravali, A.N. *Digital Video: An Introduction to
MPEG-2*, EE.UU.: Chapman & Hall, 1997.
- [8] Koenen, R. *MPEG Industry Forum: MPEG-4 Overview* EN:
<http://www.m4if.org/resources/Overview.pdf> - Resumen en Línea (2002)
[Consulta: 2008, Marzo]
- [9] Manual de Referencia. Operación y Mantenimiento Red de Transporte de
Video de CANTV. SATEL de Venezuela, C.A. Caracas, 2006_207p.
- [10] CANTV. Gerencia de Planificación de Redes (2006) Backbone IP/DWDM.
Caracas

BIBLIOGRAFÍA

Alvarez A., R.C. Desarrollo de un Sistema Administrador de Facturación Manual de Servicios Especiales “ADFAMA”, Gerencia Facturación, Coordinación Producción de Factura, CANTV / Álvarez Alcántara, Rosalba Carolina (Tesis).- Caracas: Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre, 2005.

Barberá, J. *MPLS: Una arquitectura de backbone para la Internet del siglo XXI*. EN: <http://www.rediris.es/rediris/boletin/53/enfoque1.html> - Resumen en Línea (2000). [Consulta: 2008, Enero]

Colomer G., D. *EoMPLS: ¿el despliegue definitivo de las redes MAN de banda ancha?* EN: <http://www.idg.es/comunicaciones/pdf/Soluzio09.pdf> - Comunicaciones World, Suplemento Especial - N° 11 (2001). [Consulta: 2008, Enero]

Duiops. *MPEG-4 Parte 10 (H.264/AVC)* EN: <http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/mpeg-4-parte10.htm> - Resumen en Línea, (2007) [Consulta: 2008, Abril]

Forouzan, B.A. *Transmisión de datos y redes de comunicaciones*, 2da Edición. España: McGraw-Hill, 2001.

Green, J.H. *The Irwin Handbook of Telecommunications Management*, 3ra Edición - EE.UU.: McGraw-Hill, 2001.

Halabi, S. *Metro Ethernet: The definitive guide to enterprise and carrier metro Ethernet applications*, EE.UU.: Cisco Press, 2003.

Higgins, J. *Introduction to SNG and ENG microwave*, EE.UU.: Elsevier Focal Press, 2004.

Ochoa D., H.de J., Mireles G., J. y Cota R., J. de D. *Descripción del nuevo estándar de video H.264 y comparación de su eficiencia de codificación con otros estándares*. EN: <http://scielo.unam.mx/pdf/iit/v8n3/v8n3a4.pdf> - Ingeniería Investigación y Tecnología - Vol. 8, N° 3 (2007), p.p 157-180.

Santitoro, R. *MetroEthernet Forum: Metro Ethernet Services - A Technical Overview* EN: http://www.metroethernetforum.org/PDF_Documents/metro-ethernet-services.pdf - Resumen en Línea (2006). [Consulta: 2008, Enero]

ENTREVISTAS REALIZADAS

- [E1] Entrevista realizada a la Esp. Doris Carrizo, en el Centro de Operaciones de Servicios Especiales Televisión (COSE-TV), CANTV, Enero 2008.
- [E2] Entrevista realizada a la Esp. Zeiden González, en el Departamento de Facturación, CANTV, Marzo 2008.
- [E3] Entrevista realizada a la Ing. Loreni Tovar, en el Departamento de Facilidades de la Red, CANTV, Marzo 2008.

GLOSARIO

ADPCM (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation*): Es un método de codificación que en vez de cuantificar la señal directamente, como los códecs PCM, cuantifican la diferencia entre la señal y una predicción hecha a partir de la señal, por lo que se trata de una codificación diferencial.

COSE-TV: Centro de Operaciones de Servicios Especiales Televisión.

DWDM (*Dense wavelength Division Multiplexing*): es un método de multiplexación muy similar a FDM (Frequency Division Multiplexing) que se utiliza en medios de transmisión electromagnéticos. Varias señales portadoras (ópticas) se transmiten por una única fibra óptica utilizando distintas longitudes de onda de un haz láser cada una de ellas.

Frame Relay: Protocolo de capa de enlace de datos con conmutación que maneja múltiples circuitos mediante una forma de encapsulamiento HDLC entre dispositivos conectados.

HD (*High Definition*): Son los formatos para proveer imágenes de mayor resolución que SD. Estas son 720p (1024×768, 1280×720, 1366×768), 1080p (1280×1080, 1440×1080, 1888×1062, 1920×1080) y 2160p (3840×2160).

HDLC (*High-Level Data Link Control*): es un protocolo de comunicaciones de datos punto a punto entre dos elementos basado en el ISO 3309.

Jitter: Cambio o variación en cuanto a la cantidad de latencia entre paquetes de datos que se reciben

MAC (*Media Access Control address*): es un identificador de 48 bits que corresponde de forma única a una tarjeta o interfaz de red. La mayoría de los protocolos que trabajan en la capa 2 del modelo OSI usan este identificador.

OACSE/OACSET (Operación, Administración y Control de Servicios Especiales / Temporales): Sistema de base de datos desarrollado por CANTV donde se controla los servicios especiales permanentes y temporales.

OSI (*Open System Interconnection*): Modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos, fue el modelo de red descriptivo creado por ISO; es un marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones.

PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*): Tecnología usada tradicionalmente para telefonía que permite enviar varios canales telefónicos sobre un mismo medio (ya sea cable coaxial, radio o microondas) usando técnicas de TDM y equipos digitales de transmisión. También puede enviarse sobre fibra óptica, aunque no está diseñado para ello y suele usarse en este caso SDH.

Enrutador o *router*: Conectan y permiten la comunicación entre dos redes y determinan la mejor ruta para la transmisión de datos a través de las redes conectadas.

RPR: (*Resilient Packet Ring*): Es la estandarización de una nueva arquitectura de topología de anillo, para ser usada en MAN y WAN

SD (*Standard Definition*): Es el formato usado comúnmente para televisión. Para NTSC y PAL el equivalente en pixeles es 720x480 y 720x576 respectivamente.

SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*): Es una tecnología estándar para la transmisión sincrónica a través de la fibra óptica. Sobre esta jerarquía están instaladas otras redes como: ATM, Frame Relay, VSAT, DPL, Unired, PSTN y Backbone IP.

SISE (*Sistema Integrado de Servicios Especiales*): Sistema de base de datos desarrollada por CANTV que maneja información de facturación, averías, soporte, etc. A este sistema se pretende integrar el registro de los servicios temporales llevados por OACSE/OACSET en un mediano plazo.

SNMP (*Simple Network Management Protocol*): Es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red.

SONET (*Synchronous Optical Network*): es una tecnología para transportar muchas señales de diferentes capacidades a través de una jerarquía óptica síncrona y flexible. Esto se logra por medio de un esquema de multiplexado por interpolación de bytes. La interpolación de bytes simplifica la multiplexación y ofrece una administración de la red extremo a extremo

Switch (SW): Es un dispositivo electrónico de interconexión de que opera en la capa 2. Un conmutador interconecta dos o más segmentos de red, permitiendo el tráfico de datos de un segmento a otro, de acuerdo a la dirección MAC de los equipos.

UDP (*User Datagram Protocol*): Es un protocolo de transporte no orientado a conexión de la pila de protocolo TCP/IP. El UDP es un protocolo simple que intercambia datagramas sin acuse de recibo ni garantía de entrega.

VPN (*Virtual Private Network*): es una tecnología que permite una extensión de la red local sobre una red pública o no controlada.

ANEXOS

Anexo 1: Red de Transporte de Video de CANTV – SDH/ATM (2006).

Anexo 2: Pantallas del Sistema de Gestión Atlas Explorer de Aldea Visión.

Anexo 3: Backbone IP/DWDM (Avance MetroEthernet).

Anexo 4: Red de Transporte MetroEthernet para TV.

Anexo 5: Ordenes de servicio y hoja reporte diario.

Anexo 6: Hojas de especificaciones encoder/decoder y moduladores DSNG.

Anexo 1

Red de Transporte de Video de CANTV – SDH/ATM (2006)

Anexo 2

Pantallas del Sistema de Gestión Atlas Explorer de Aldea Visión

Anexo 3

Backbone IP/DWDM (Avance MetroEthernet)

Anexo 4

Red de Transporte MetroEthernet para TV.

Anexo 5

Ordenes de servicio y hoja reporte diario

Anexo 6

Hojas de especificaciones encoder/decoder y moduladores DSNG.