

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:
ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE IPTV PARA EL HOSPITAL
EUGENIO ESPEJO EN LA CIUDAD DE QUITO**

**AUTOR:
PABLO FERNANDO TRUJILLO EGAS**

**TUTOR:
JOSÉ ANTONIO PAZMIÑO SANDOVAL**

Quito, enero del 2016

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Pablo Fernando Trujillo Egas, con documento de identificación N° 1718816042, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: **ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE IPTV PARA EL HOSPITAL EUGENIO ESPEJO EN LA CIUDAD DE QUITO**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Nombre: Pablo Fernando Trujillo Egas

Cédula: 1718816042

Fecha: Enero 2016

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE IPTV PARA EL HOSPITAL EUGENIO ESPEJO EN LA CIUDAD DE QUITO realizado por Pablo Fernando Trujillo Egas, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, Enero 2016



Ing. José Antonio Pazmiño Sandoval

C.I.: 171032183-5

DEDICATORIA

*“A mi familia por su amor incondicional desde el inicio,
mi madre y su ternura, mi padre y su sacrificio,
a quien ha hecho posible que yo siga aquí”*

Nach

Al inicio parecía utópico escribir estas líneas, mas sin embargo estoy aquí y puedo decir que conseguí un sueño gracias a mi inconformismo. Alguna vez mis padres me dijeron, estamos seguros serás alguien algún día, soy su hijo qué más puedo pedir a la creación, solo espero que también algún día digan estamos orgullosos de ti; de seguro sin ellos no estaría aquí, de seguro sin ellos no quisiera estarlo. A mi hermano por ser y hacer siempre lo correcto, por convertirse en la persona más centrada que conozco, por enseñarme que el apoyo no significa alcahuetería, espero algún día llegar a ser solo la mitad de lo que tú eres.

A toda mi familia por brindarme luz cuando más oscura esta mi vida, por ser reales y leales conmigo, por cada abrazo gracias, por cada beso gracias, mil gracias por sus consejos y esfuerzo, en especial a mi mamacita por que con su sola sonrisa me alegra la vida, siempre serás lo que te has ganado ser, la mujer de mi vida y de la otra si vuelvo a nacer. A mis amigos, mis hermanos de otra madre, en especial a mi brow Jefferson Guevara, artífice en gran parte de este título, por ofrecerme su mano cuando más la necesitaba.

A todos los profesores que me inculcaron con el arma mortífera más poderosa que conoce la humanidad, el conocimiento; a mi querida Salesiana y a mi SVP del alma. Especial dedicación a mi tutor Ing. José Pazmiño, por el apoyo y tiempo dedicado a este trabajo de titulación.

Para finalizar hago especial dedicación de este primer gran logro a la persona que nunca creyó en mí, al enemigo más cruel y hostil que he conocido, Yo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
INTERNET PROTOCOL TELEVISION (IPTV)	2
1.1 Introducción IPTV	2
1.2 Evolución en la televisión	3
1.2.1 Televisión analógica	3
1.2.2 Televisión digital	4
1.3 Internet protocol (IP)	6
1.3.1 Servicios IP	6
1.3.2 Protocolo IP	7
1.3.2.1 Datagrama	7
1.4 Definición de IPTV	9
1.5 Características de IPTV	9
1.5.1 Estándar de compresión MPEG-2.....	10
1.6 Arquitectura de IPTV	10
1.6.1 Headend	11
1.6.2 Red de core (transporte).....	11
1.6.2.1 Requisitos de Multicast.....	12
1.6.3 Red de acceso.....	12
1.6.4 Red de usuario.....	12
1.7 Video bajo demanda (VoD)	13
1.7.1 Tipos de configuración para servidores de video.	14
1.7.2 Protocolos usados en VoD.....	15
1.8 Ventajas y características de IPTV	16
CAPÍTULO 2	18
ANÁLISIS DEL PROYECTO	18
2.1 Reseña histórica Hospital Eugenio Espejo	18
2.2 Situación actual	18
2.3 Infraestructura existente	19
2.4 Problemática	26

CAPÍTULO 3	28
DESARROLLO DEL PROYECTO	28
3.1 Solución propuesta	28
3.2 Requerimientos de red para IPTV	28
3.2.1 Ancho de banda.....	29
3.2.2 Parámetros de red.....	30
3.2.3 Requisitos de switch con IGMP snooping	31
3.2.4 Requisitos de rendimiento de red.....	32
3.2.5 Puertos TCP y UDP usados por el servidor	32
3.2.5.1 Puertos dedicados a streaming y control.....	33
3.2.6 Requisitos dispositivos finales	34
3.3 Equipos para la red de IPTV del Hospital Eugenio Espejo.....	34
3.3.1 Red de contribución (Headend)	35
3.3.1.1 Codificador ISDB-T.....	35
3.3.1.2 Servidor para streaming	36
3.3.1.3 Servidor VoD	37
3.3.1.4 Middleware	37
3.3.2 Red de core (transporte).....	37
3.3.3 Red de acceso.....	38
3.3.4 Red de usuario.....	38
3.3.4.1 Set top box	39
3.4 Configuración para la red IPTV del Hospital Eugenio Espejo.....	39
3.4.1 Configuración servidor streaming.....	40
3.4.2 Configuración servidor DHCP.....	43
3.4.3 Configuración cliente NTP	44
3.4.4 Configuración STB	45
CAPÍTULO 4	46
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	46
4.1 Pruebas codificador ISDB-T	46
4.2 Gestión de contenido.....	48
4.3 Pruebas digital signage IPTV	49

CONCLUSIONES.....55
RECOMENDACIONES.....57
LISTA DE REFERENCIAS58
ANEXOS59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Recepción de la señal analógica	4
Figura 2. Recepción de la señal digital	5
Figura 3. Distribución interna de un frame	8
Figura 4. Interacción de las capas internas de la Red IPTV	11
Figura 5. Arquitectura de un sistema de IPTV	13
Figura 6. Diagrama de un servidor centralizado	15
Figura 7. Distribución armarios de equipos de comunicación	21
Figura 8. Diseño de Red IPTV implementado	22
Figura 9. Disposición Rack de comunicaciones	26
Figura 10. Muestra de una cartelera de información.....	27
Figura 11. Esquema de la red de IPTV para la VLAN 40	29
Figura 12. Red IPTV diseñada para el Hospital.....	35
Figura 13. Dispositivos provistos para la Red de IPTV	40
Figura 14. Inicio proceso de instalación servidor streaming.....	41
Figura 15. Configuración servidor streaming	41
Figura 16. Test estado del servidor	42
Figura 17. Interfaz web para configuración servidor	42
Figura 18. Configuración parámetros de red.....	43
Figura 19. Configuración DHCP	44
Figura 20. Reboot del servicio de direccionamiento.....	44
Figura 21. Configuración protocolo de tiempo de red	44
Figura 22. Login para ingreso STB.....	45
Figura 23. Configuración cliente DHCP.....	45
Figura 24. Ingreso interfaz web del servidor	46
Figura 25. Asociación IPTV señal digital abierta de TV	46
Figura 26. Estado del decodificador ISDB-T.....	47
Figura 27. Pruebas de asociación IPTV con televisión digital abierta.....	47
Figura 28. Incorporación material audiovisual	48
Figura 29. Asociación de contenido IPTV	49
Figura 30. Subida material audiovisual IPTV	49

Figura 31. Configuración para despliegue de contenido en pantalla	50
Figura 32. Esquema de celdas a mostrar en pantalla	51
Figura 33. Configuración del layout para salida a pantalla.....	51
Figura 34. Selección de material a mostrar en cada celda	52
Figura 35. Creación de la lista de reproducción.....	53
Figura 36. Arquitectura de distribución por áreas.....	53
Figura 37. Pruebas para difusión de información red IPTV	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Opciones para calidad de servicio.....	6
Tabla 2. Comparación de IPTV con otras formas de entrega de TV	17
Tabla 3 Diseño de red VLANS.	23
Tabla 4. Función de los equipos.....	24
Tabla 5. Ancho de banda requeridos para la red.....	29
Tabla 6. Puertos para streaming y control de video	33
Tabla 7. Puertos usados por los STB's	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Glosario de términos	59
Anexo 2. Equipos adicionados para la Red IPTV Hospital Eugenio Espejo	60
Anexo 3. Interfaz Web Red Iptv Hospital Eugenio Espejo	61
Anexo 4. Rendimiento Cpu Load Red Iptv Hospital Eugenio Espejo	62
Anexo 5. Tráfico existente interfaces de Red Iptv Hospital Eugenio Espejo	63
Anexo 6. Interfaz gráfica clientes STB Red Iptv Hospital Eugenio Espejo	64

RESUMEN

Dentro de un establecimiento de salud, los usuarios necesitan estar siempre informados sobre los distintos servicios médicos que en su momento se requieran, información que no siempre es correctamente brindada por los empleados. Este es el caso del hospital Eugenio Espejo de la ciudad de Quito el cual no cuenta con una adecuada forma de difusión sobre los servicios hospitalarios con los que cuenta.

En el presente proyecto de titulación se analizó la forma de mejorar la forma de difusión de servicios médicos con los que cuenta el Hospital. Para dar solución cabalmente a los mencionados problemas se optó por diseñar una red de IPTV, llamado como televisión bajo protocolo IP, proyecto que describió el funcionamiento e interacción entre los equipos que conforman el diseño, y serán los encargados de brindar los servicios mediante los cuales se va a poder recibir el servicio para televisión o video utilizando banda ancha.

Para realizar el diseño en este proyecto se tomó en cuenta el formato propuesto de acuerdo al estándar internacional ISO/IEC 13818-2, el cual utiliza al estándar de compresión MPEG-2 usualmente empleado para transportar video sobre IP (Internet Protocol), y que por tanto resulta demasiado útil al no disponer con un ancho de banda óptimo.

Debido a esto, se analizó los protocolos de transporte para señales de televisión o de tipo audio/video sobre IP, que ha sido desarrollado en base al denominado *video streaming*. Cabe acotar que el diseño satisface con el servicio para televisión digital, haciendo que la información requerida por los usuarios del centro de salud llegue a tiempo, mejorando así el servicio de calidad prestado por el Hospital.

ABSTRACT

Into health care centers, users need to be well informed about different medical services for the moment they're required, information that is not always correctly provided by clerks. Such is the case of Eugenio Espejo Hospital, from Quito, which has no adequate means of spreading the information of the hospital services it offers.

This project analyzed how to improve the kind of medical services transmission that the Hospital has. To provide a complete solution to these problems was chosen to design an IPTV network, response time of such requirements of the patients of this institution with the design of an IPTV network (Internet Protocol Television). The project described the equipment operation and interaction among the network design, this equipment provides the services to receive television or video signal through broadband.

For this project design, the considered format was the international standard ISO/IEC 13818-2, which is proposed by the MPEG-2 standard. MPEG-2 is traditionally used for IP (Internet Protocol) video, development that is the reason for the utility in cases when the broadband isn't wide enough.

Because of this, the project analyzed the transport protocols of TV or audio/video signals on IP, developed on video streaming. It's worth noting that the design satisfies the digital television service, thus, making possible that the information required by patients is always on time, and improving the quality of the service offered by the Hospital

INTRODUCCIÓN

Dentro de un establecimiento, más aún cuando es de servicios de salud, los usuarios necesitan siempre información sobre los servicios que prestan; sin embargo y muchas veces ésta no es correctamente brindada por los empleados.

Este es el caso del, ubicado en la ciudad de Quito, mismo que no cuenta con una adecuada forma de difusión sobre los servicios médicos que brinda, tales como consulta interna, externa, pediatría, odontología, traumatología, quirófanos, etc., la realización del presente proyecto, analizará la forma en que un sistema IPTV podría mejorar la difusión de los servicios de atención médica de dicha casa de salud.

Se revisarán varios conceptos referentes a la evolución de la televisión, tanto análoga como digital, hasta llegar a IPTV, mencionando aspectos importantes como su característica, arquitectura, forma de transmisión, protocolos empleados, el servidor usado en el proyecto y las ventajas potenciales de la televisión bajo protocolo IP, posteriormente se analizará la necesidad de realizar este proyecto; examinando aspectos como la situación actual sobre difusión de información de servicios médicos en el hospital, enfatizando sus debilidades por motivo de mala transmisión de información, así como también la infraestructura de red actual sobre la cual se va a levantar el servicio para IPTV, después se desarrollará la solución propuesta al problema antes enunciado, así como su diseño e implementación; se plantea cuáles son los requerimientos necesarios para la red de IPTV, los equipos usados y las configuraciones implementadas en las mismas, para finalmente realizar las pruebas necesarias para la validación del proyecto, en cuanto a la transmisión de señal para televisión abierta, video bajo demanda y digital signage, característica principal de IPTV.

CAPÍTULO 1

INTERNET PROTOCOL TELEVISION (IPTV)

1.1 Introducción IPTV

La TV Digital, es quizás el avance más significativo para la tecnología de transmisión de televisión, comparándolo desde el medio en el cuál se creó y desarrolló. La televisión digital ofrece a los usuarios interacción, y hace que la experiencia visual sea amigable con ellos.

La radiodifusión analógica para televisión ha estado en vigencia alrededor de 60 años. Durante este periodo los televidentes experimentaron el cambio de televisión blanco y negro a televisión con colores. Dicha migración obligó tanto a televidentes como a organismos de difusión visual a comprar nuevos equipos, ya sea para la parte de pre y post producción, como también por parte de los usuarios finales.

Hoy, debido al inminente avance tecnológico con el cual la sociedad se ve beneficiada, ha ocasionado que la industria de radiodifusión (Televisora), se vea obligada a pasar por una profunda transición. La migración desde la televisión convencional análoga hacia la nueva de tecnología digital. Lo que ha ocasionado que los operadores de televisión en casi todo el mundo mejoren su infraestructura de redes existentes hasta llegar a avanzadas plataformas digitales haciendo un gran esfuerzo para que sus abonados migren de la tradicional televisión análoga hasta llegar a servicios digitales sofisticados. (Sierra Cabarrero, 2011)

Una nueva tecnología denominada televisión basada en protocolo de Internet (IPTV), está empezando a tomar fuerza en el mundo de las telecomunicaciones, sobre el servicio para televisión y video basado en IP.

Como su nombre lo indica, Internet Protocol Television (IPTV), describe la forma de transporte de contenidos de video, imágenes, audio, etc., dentro de una red que utiliza al

protocolo IP. Los beneficios de esta forma de transmisión para entrega de señales que abastezcan el servicio de televisión son la interactividad con el usuario y la mejora de la interoperabilidad con redes domésticas. (Galperin, 2003)

1.2 Evolución en la televisión

La televisión es un sistema de telecomunicaciones usado para el envío y recepción de contenidos en audio y video. Existen 2 medios de transmisión que se han venido desarrollando, la primera es por aire, a través de ondas electromagnéticas; y la segunda por sistemas de cable televisión.

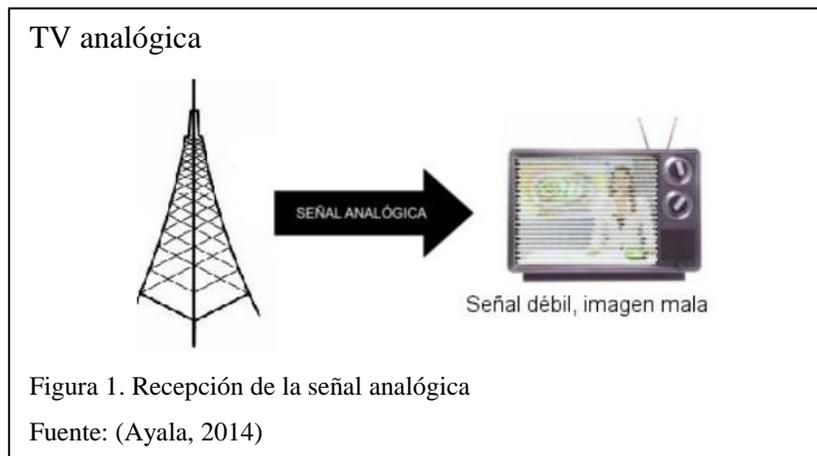
A estos medios de difusión de televisión, se está uniendo el protocolo IP como otra forma alternativa para transmitir la misma información, pero utilizando la infraestructura de red, que hasta hace no mucho, se limitaba su uso para la transmisión exclusiva de datos.

Por ello es necesario analizar su desarrollo y evolución en transmisión de la señal para televisión, partiendo desde la televisión analógica, la digital; y, a través de las redes IP.

1.2.1 Televisión analógica

Para transmisión de televisión analógica se utiliza ondas electromagnéticas en las bandas de VHF y UHF, y llega a nuestras casas, negocios o cualquier otro lugar, en muchos de los casos, con una señal débil y de mala calidad.

En la Figura 1 se observa la forma en la recepción de la señal de televisión análoga.



Otra forma para la transmisión de TV analógica es la utilización de las redes por cable, las cuales deben contar con una banda de espectro asignada para evitar interferencia de frecuencias y garantizar una buena imagen para el usuario. (Carrillo, 2008)

En Ecuador el marco regulatorio del espectro radioeléctrico se encuentra legalmente amparado en la Constitución del Ecuador aprobada el 2008 en Montecristi y actualmente es regulado por el CONATEL (*Consejo Nacional de Telecomunicaciones*).

Se prevé que la televisión de transmisión analógica en el corto y mediano plazo desaparezca, con lo cual se liberaría el ancho de banda de sus frecuencias, provocando el incremento de canales para televisión digital, con mejor calidad.

1.2.2 Televisión digital

La emisión de televisión digital está dada en base al sistema DVB (Digital Video Broadcasting), mismo que ha creado varios estándares, en donde la transmisión por cable DVB-C ó satelital DVB-S, poseen una similitud en común en cuanto a la difusión y transmisión del servicio de televisión digital.

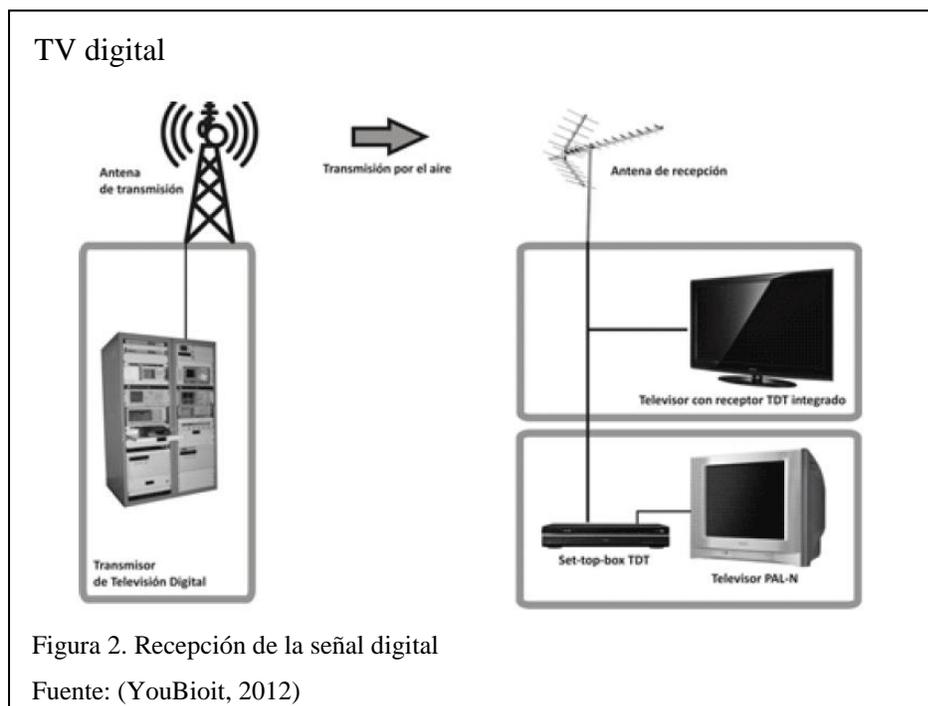
La televisión digital se identifica por tener un tipo de señal fuerte y resistente a las interferencias, lo cual garantiza una imagen nítida en su recepción, y si comparamos con la televisión analógica, esta optimiza la cantidad en ancho de banda que usa del espectro

radioeléctrico. Eso ha ocasionado que la mayoría de operadores de televisión, e inclusive de radiodifusión, migren a la tecnología digital.

La imagen, el sonido y los datos asociados a una transmisión de televisión de tipo digital se codifican en formato MPEG-2 (Moving Picture Experts Group) para el estándar internacional ISO/IEC 13818-2 (Haskell, 1997); aspecto que será tema de relevancia en un siguiente capítulo.

Por lo dicho, la transmisión digital señales de televisión aporta varios beneficios frente a la analógica. Este hecho es muy importante para que varias entidades de desarrollo tecnológico se interesen por la creación de otros tipos sistemas para transmitir datos de audio y video como el que se analiza y desarrolla en el presente trabajo de titulación.

En la Figura 2 se aprecia la forma de recepción para la televisión digital.



1.3 Internet protocol (IP)

Internet Protocol (IP) es parte de los protocolos TCP/IP, y es mundialmente el protocolo de interconexión entre redes mas aceptado. (Seguí, 2008)

1.3.1 Servicios IP

Los servicios que se van a proveer entre capas de protocolos adyacentes se expresan sobre términos de primitivas y parámetros, que se va a ofrecer y que se va a utilizar para transmitir datos.

Se proporciona dos primitivas de servicio *Send* (envío) y *Deliver* (entrega), en cuanto a los parámetros asociados a las primitivas son, dirección de origen-destino, protocolo, identificador, TTL, longitud de datos; cabe indicar que ciertos parámetros se encuentran únicamente presentes en la primitiva *Send* y no en *Deliver*, puesto que los mismos no son de importancia para el usuario final, pudiendo este solicitar una calidad de servicio en particular según lo crea conveniente. (Comer, 2011)

En la Tabla 1 se observa las opciones de calidad de servicio del protocolo IP.

Tabla 1

Opciones para calidad de servicio

Opción de Calidad de Servicio	Especificaciones
Rendimiento	Al tener un valor alto, se maximiza el rendimiento del datagrama.
Seguridad	Al tener un valor alto, se minimiza la probabilidad de pérdida o daño del datagrama.
Retardo	Al tener un valor bajo, se minimiza el retraso de llegada del datagrama.
Precedencia	Identifica prioridad en un servicio, tiene ocho niveles,

	incrementando su prioridad a medida que sube los niveles.
--	---

Nota: Elaborado por Pablo Trujillo

1.3.2 Protocolo IP

El protocolo de IP es el responsable del flujo de datos desde el puerto origen hacia el puerto destino, durante su transmisión los datos pueden ser seccionados en fragmentos para luego volver a ensamblarse, proporciona una prestación no orientado a la conexión, lo que significa que no se siempre va a llegar la información completamente.

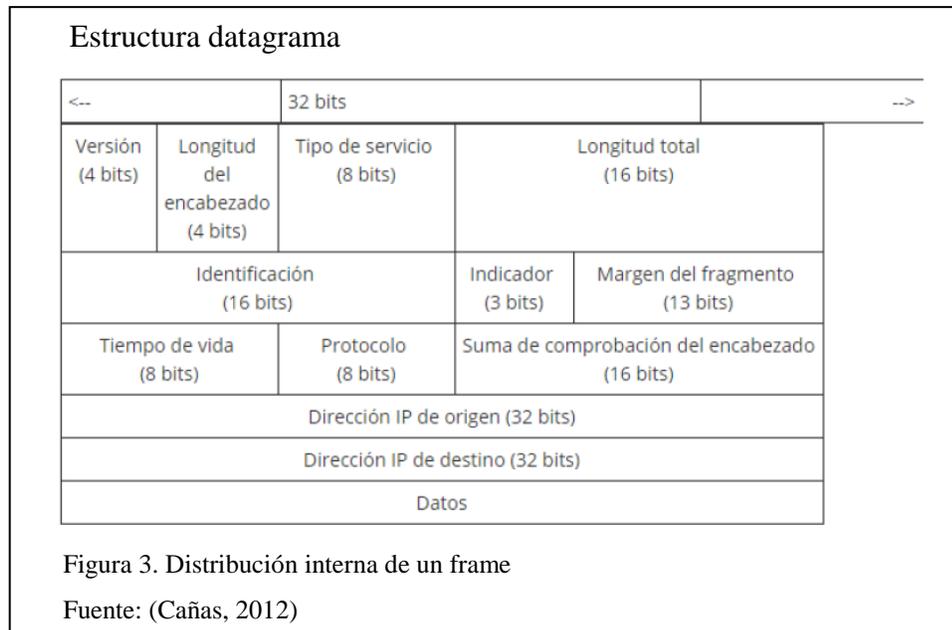
Las particularidades de este protocolo son:

- Protocolo orientado a no conexión.
- Fragmentación de paquetes.
- Direcciones IP de 32 bits.
- Descarte de paquetes cuando no son recibidos.
- Realiza el *mejor esfuerzo* para la entrega de paquetes.
- Paquetes con un máximo de 65635 bytes. (Seguí, 2008).

1.3.2.1 Datagrama

Son los paquetes enviados por el protocolo IP. El contenido de un datagrama es: un encabezado, datos, direcciones IP, etc. (Comer, 2011)

En la Figura 3 se muestra la estructura interna del datagrama.



A continuación se describe cada una de las partes con las que se conforma la estructura de un datagrama.

Versión: Puede ser IPv4 o IPv6, sirve para verificar la validez del datagrama.

Longitud del encabezado: Se refiere al tamaño en bytes del encabezado.

Tipo de servicio: Calidad de servicio del datagrama.

Longitud total: Indica el tamaño total en bytes del datagrama.

Indicadores: Campos en donde se indica si un datagrama puede ser fragmentado.

TTL: Especifica el número máximo de saltos entre routers que va a dar un datagrama antes de ser desechado, esto evita que la red se sature de información.

Protocolo: Indica la forma de procedencia del datagrama.

Checksum: Es el campo encargado de proveer seguridad básica al datagrama, para que de esta manera los datos enviados coincidan con los que llegan.

Dirección IP de origen-destino: Indica la dirección IP del equipo emisor y receptor respectivamente.

Datos: Información a ser enviada. (Tanenbaum, 2008)

1.4 Definición de IPTV

“IPTV son las siglas destinadas a Internet Protocol Television. El cuál se encarga de la distribución y difusión de televisión y/o contenidos de video bajo demanda (VoD) para redes de banda ancha.” (Seguí, 2008)

IPTV, es un servicio de prestación de multimedia tales como: televisión, video, audio, texto ó gráficos que se entrega mediante infraestructura de red, y a las cuales se les da el nivel requerido y necesario de calidad de servicio, experiencia, interactividad, seguridad y fiabilidad; y comprende la adquisición, procesamiento y distribución segura del video sobre la infraestructura de red IP. (Xiao, 2007)

1.5 Características de IPTV

Las principales características de IPTV son:

- Soporte a la televisión interactiva: IPTV proporciona un menú para la interacción de los usuarios, permitiendo al proveedor de servicios, distribuir aplicaciones de TV interactivas, tales como televisión en directo, juegos, búsquedas en internet, etc.
- Time Shifting: Permite grabar los contenidos emitidos en la pantalla, para más adelante poder ser vistos por el usuario.
- Personalización: IPTV soporta comunicaciones bidireccionales, permitiendo al usuario final que indique qué quiere ver y cuándo lo quiere ver.
- Ancho de banda: Evita distribuir cada canal para cada usuario final, IPTV permite sólo enviar el canal que el usuario ha pedido, conservando el ancho de banda de red y garantizando calidad de servicio.

- **Accesibilidad:** La visualización de los contenidos de un sistema IPTV no sólo está limitado a los televisores, sino que los usuarios pueden disponer de este servicio a través de sus ordenadores o dispositivos móviles. (Bustamente de los Rios, 2008)

1.5.1 Estándar de compresión MPEG-2

Para el servidor de streaming del presente diseño de red se optó por el estándar de compresión para video MPEG-2 *Moving Picture Experts Group* establecido por la ISO/IEC 13818-2, que considera que para todo tipo de material multimedia audio/video, existen dos tipos de componentes en la señal; los nuevos (entrópicos) que pertenecen a la información verdadera de la señal, y los restantes (redundancia) que no son esenciales. Dicha redundancia puede ser espacial por ejemplo el área plana en una imagen, en donde los píxeles cercanos tienen el mismo valor, o temporal donde se explota al máximo la similitud entre imágenes sucesivas.

Para el caso de sistemas que codificación la información sin pérdidas, se intenta que solo se tome la redundancia, para enviar solo la entropía al decodificador, por el contrario en sistemas que codifican con pérdidas, se elimina la información no tan crítica o irrelevante para el observador, antes de considerar los componentes que sí son importantes de la señal, de tal manera que solo la entropía es almacenada y transmitida, para posteriormente calcular la redundancia a partir de la señal recibida. (Paladino, 2002)

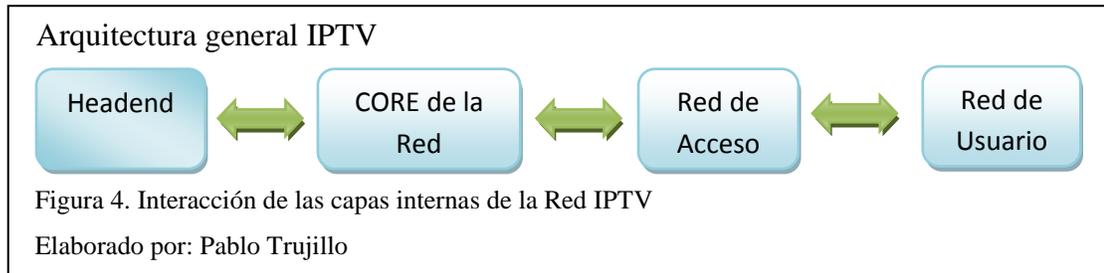
1.6 Arquitectura de IPTV

La arquitectura genérica para cualquier sistema empleado para el suministro de IPTV, tiene cuatro elementos principales:

- Headend
- Red de Core (Transporte)
- Red de Acceso

- Red de Usuario

En la Figura 4 se muestra la arquitectura general de IPTV.



A continuación se describe cada bloque de dicha arquitectura.

1.6.1 Headend

El Headend representa el punto de la red en donde el contenido es almacenado para posteriormente ser distribuido a través de la red, los medios por los cuales recibe la señal son varios; así: receptores satelitales, fibra óptica, o simplemente desde cualquier servidor.

El headend toma la señal de cada flujo de datos *stream* y la codifica en un formato digital, ya sea MPEG-2 o MPEG-4, cada flujo de datos es encapsulado y es transmitido para una dirección específica, en respuesta al requerimiento de cada usuario. (Seguí, 2008)

1.6.2 Red de core (transporte)

Aquí se transporta el contenido para el sistema (video, música, datos), la red de core es la columna vertebral de una red IPTV, ya que es donde se permite que los datos fluyan de forma codificada desde el headend a la frontera de la red *edge*, mismos que pueden ser transmitidos como unicast, multicast o broadcast, dependiendo de la información solicitada por los clientes (Seguí, 2008).

1.6.2.1 Requisitos de Multicast

Para una distribución eficiente a los dispositivos clientes, la red debe soportar *multicast*. Hay dos formas principales para soportar el servicio, una red que disponga del protocolo IGMP snooping (*Internet Group Management Protocol*) ó una red virtual VLAN que use PIM-SM. Para el caso del diseño de red propuesto en el presente trabajo de titulación se optó por la primera opción IGMP snooping por la simplicidad en su configuración.

Igmp Snooping

Consiste en que los conmutadores pueden escuchar el tráfico generado hacia los hosts, manteniendo un listado de todos los puertos que solicitan una transmisión multicast, y de esta forma manejar el flujo de información de manera que solo puertos que han solicitado dicho tráfico sean quienes lo reciban.

Un conmutador, por defecto carga de tráfico multicast a todos los puertos que se encuentren en el mismo dominio de difusión, ocasiona un exceso de tráfico de datos en la red.

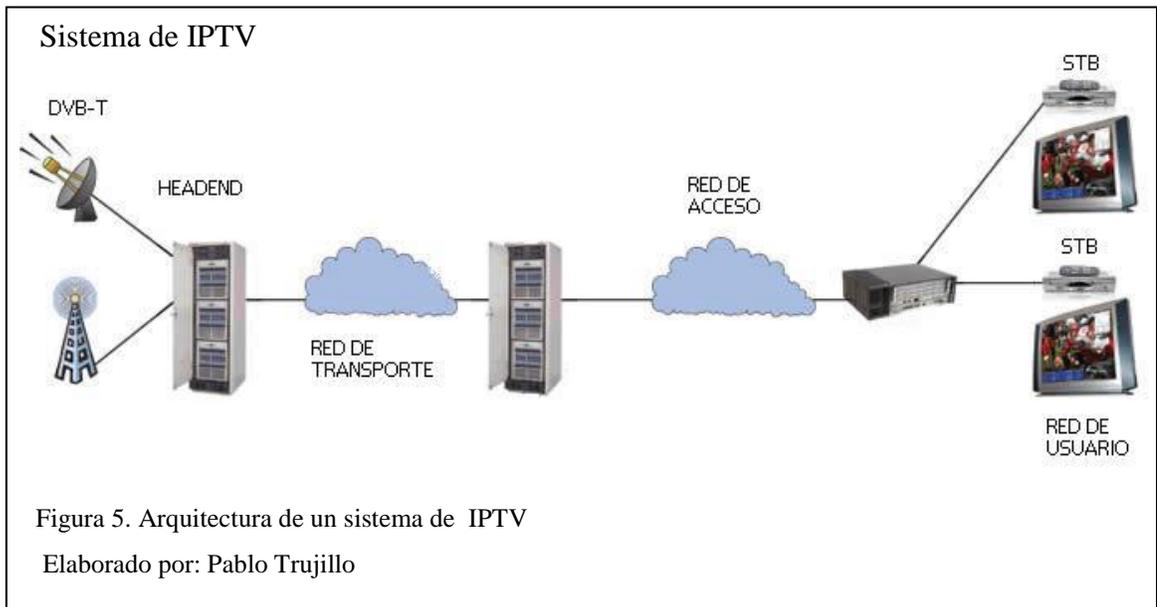
1.6.3 Red de acceso

Es la etapa final de una red IPTV; ya que esta va a proporcionar la conexión entre la red con los usuarios de IPTV. (Seguí, 2008)

1.6.4 Red de usuario

Es la responsable de distribuir los servicios de IPTV, para que estos puedan ser vistos, es también donde se distribuyen los dispositivos finales dentro de un lugar geográfico. (Seguí, 2008)

En la Figura 5 que se grafica a continuación, se puede apreciar un sistema de IPTV con las redes implícitas para su arquitectura, componentes y la relación existente entre cada uno de ellos.



1.7 Video bajo demanda (VoD)

La funcionalidad de un sistema que brinda el servicio de video bajo demanda *VoD* es la de ser un repositorio que contenga videos o cualquier tipo de eventos que el usuario requiera ver en cualquier momento, mientras los programas emitidos por el headend son transmitidos para un número de usuarios ó a todos, según sea el caso, la información previamente almacenada en los servidores de *VoD* son retransmitidos previo requerimiento específico de un determinado usuario. (Albentia Systems, 2009)

Es decir que para el control de acceso, todos los clientes que deseen utilizar el servicio de *VoD* deben primero solicitar y luego establecer una conexión con alguno de los servidores disponibles.

Para garantizar que los nuevos clientes tengan una reproducción continua del programa requerido y asegurar una buena calidad del servicio, la conexión deberá asegurar algunos recursos como ancho de banda, latencia baja, etc.

En la práctica, las tramas dedicadas a video stream con retardos variables, generan pérdidas en la recepción de información.

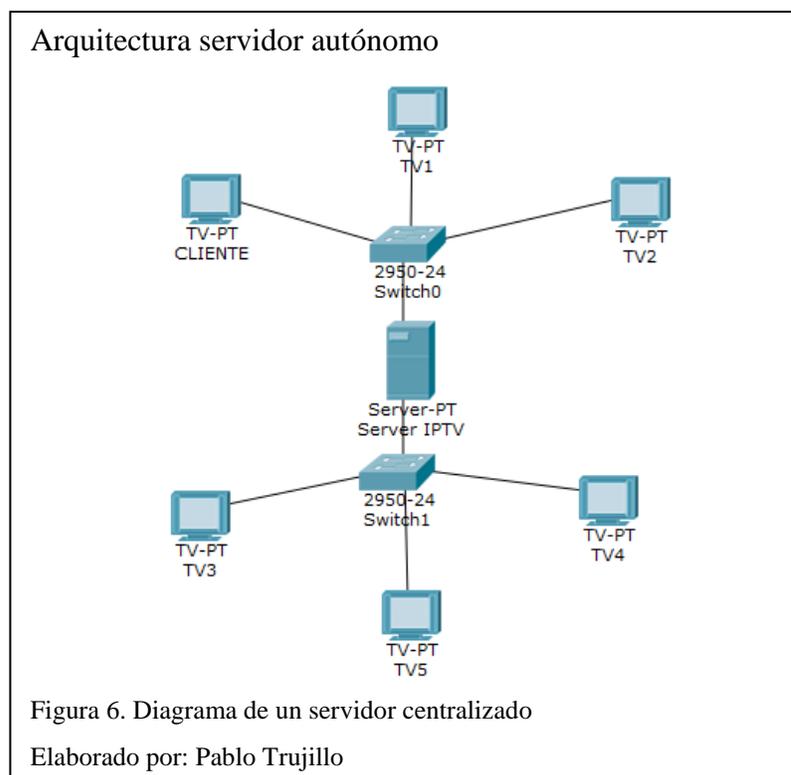
1.7.1 Tipos de configuración para servidores de video.

Los servidores de video no son más que grandes bodegas o almacenes de información que es entregada bajo demanda por los clientes. La distribución de servidores para video está definida por su arquitectura, es decir por la forma como se distribuyen dentro del sistema, ya sea autónomo (dentro de un único servidor) o distribuida (a través de varios servidores).

En el caso del presente trabajo de titulación se analizará únicamente a los servidores de tipo autónomos, puesto que así se diseñará la red para el Hospital Eugenio Espejo de Quito, dado el presupuesto económico para la implementación del sistema IPTV.

Servidores Autónomos o Centralizado: Este tipo de servidores pueden verse tal como unidades aisladas, mismas que almacenan los *streams* codificados, sin la necesidad de requerir la cooperación de otros servidores, su implementación física consiste de una Unidad Central de Procesamiento, un medio de almacenamiento y de una interfaz de red. (Rabe, 2014)

El problema al contar con un servidor autónomo, es que si este falla, todo el sistema asociado a este se verá afectado, en la Figura 6 se puede observar la arquitectura de un servidor autónomo.



1.7.2 Protocolos usados en VoD

El protocolo aceptado mundialmente para VoD es el *Protocolo de Tiempo Real* (RTP) y el *Protocolo de Control en Tiempo Real* (RTCP). Estos protocolos que operan en *real time* utilizando *User Data Protocol* (UDP) como medio de transporte, son utilizados para archivos multimedia y aplicaciones de este tipo.

RTP se desarrolló con el fin de proveer servicios de entrega *point to point* para datos funcionando en tiempo real, con características como *timestamps* y componentes para controlar la sincronización del flujo de tráfico.

El protocolo de control RTCP trabaja en modo *multicast*, con la diferencia que este proporciona retroalimentación a la fuente de datos y a todos los miembros participantes de la sesión, se puede decir que controla la distribución de los paquetes; usa el mismo mecanismo para transporte el UDP. (Sardin, 2012)

En el caso de los servidores VoD, generalmente se basan en protocolos RTP, y el manejo de la información de servidores se hace en dos caminos:

Camino para la Entrega: Posee tres funciones que son:

- Leer el *bitstream* (unidad de almacenamiento) MPEG del disco.
- Empaquetar y agregar encabezados del protocolo RTP.
- Retransmitir el *bitstream* (unidad de almacenamiento) en tiempo real.

El *bitstream* en primera instancia se almacena en disco, posteriormente es leído por la memoria, para después ser fragmentado y empaquetado de tal forma que solo una trama viaje dentro de la red, con el objetivo de evitar que el número de paquetes perdidos exceda de uno.

Para evitar una fragmentación a nivel de protocolo IP, se recomienda escoger el tamaño máximo del paquete ethernet (incluyendo encabezados UDP y TCP) que es de 1500 bytes. (Alonso, 2011)

Camino para la Recepción: El servidor lee los paquetes de control enviados por el cliente; estos paquetes le informan sobre el status de recepción del último paquete recibido, una vez que se recibe un paquete de control el servidor cambia su modo, ha recibido (Alonso, 2011)

1.8 Ventajas y características de IPTV

Analizados técnicamente, los operadores de televisión satelital o por cable funcionan de manera similar, sintonizando canales con frecuencias definidas, permitiendo a los usuarios su visualización por medio de un decodificador.

IPTV es una tecnología completamente diferente a la transmisión de contenido multimedia, ya que en esta, el usuario transmite a través de IP una solicitud para un

canal de televisión, la misma que es recibida por parte del proveedor del servicio, y a través de un servidor dedicado envía la información solicitada hacia la IP destino, minimizando el ancho de banda requerido. (Llerena, 2009)

En la Tabla 2 se observa las comparaciones de IPTV con a otras formas de entrega de televisión.

Tabla 2

Comparación de IPTV con otras formas de entrega de TV

Formas de TV Característica	IPTV	Televisión Digital	Televisión Análoga
Retardo	Delay < 40 ms. Retraso en el envío de tramas, depende de la latencia de red.	3s < Delay < 4s; retraso a diferencia de la televisión análoga	Retraso varía dependiendo de la velocidad de propagación del aire
Ancho de Banda mínima	4 MBps	ISDB-T estándar japonés-brasileño	VHF: 54-72 MHz y 76-88 MHz. UHF: 500 - 608 y 614-644 MHz, 42 canales con 6 Mhz cada uno
Interacción	Cliente – servidor, por medio de un STB.	Posibilidad de interactuar al contratar un servicio de TV particular	Limitada al cambio de canales

Nota: Elaborado por Pablo Trujillo

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DEL PROYECTO

2.1 Reseña histórica Hospital Eugenio Espejo

A finales del siglo XIX, se comenzó a gestionar en Quito la idea de construir un nuevo hospital el cual proporcione a la ciudadanía quiteña los servicios médicos necesarios para esa época, puesto que el antiguo hospital San Juan de Dios se encontraba bastante deteriorado y obsoleto en cuanto a su infraestructura médica, además de que ya no daba cabida adecuada y suficiente a la demanda de pacientes que requerían de atención médica.

Un mayo 23 de 1901, la salud ecuatoriana inició una nueva transición al colocarse la primera roca para la construcción del nuevo Hospital Eugenio Espejo, pese a que no se contaba con la autorización necesaria del terreno a construirse, ni con el presupuesto destinado para dicha obra; es así que no es sino hasta el año de 1911 que se autoriza a la Junta de Beneficencia que venda ciertas propiedades con el objetivo de reunir los fondos suficientes para la edificación, la cual se materializa en el año de 1933 bajo el título de Hospital Policlínico Eugenio Espejo, siendo declarada como una obra nacional por parte del gobierno de turno, liderado por Juan de Dios Martínez, construida sobre dos plantas y conformada por varias salas y 6 pabellones, con capacidad para 500 pacientes internos.

Luego de más de cuatrocientos años de que la salud capitalina dependía del Hospital San Juan de Dios, contó con un Hospital con infraestructura y tecnología acorde a la época. (Ministerio de Salud Pública, 2013)

2.2 Situación actual

El presente trabajo de titulación se desarrolla en torno al *Control Master Room*, sección que actualmente se encuentra en construcción en el Hospital Eugenio Espejo, en el piso número dos, misma que por mandato del gobierno actual se encuentra en proceso de

renovación para ofrecer la máxima calidad de servicio con tecnología de punta a los pacientes.

Cabe aclarar que por política explícita del hospital, la empresa que se encuentra ejecutando los proyectos de desarrollo tecnológico, tiene acceso a la infraestructura existente solo de carácter informativo y para conocimiento general, es decir no podrá acceder a la configuración *root* de los equipos de red que actualmente ya se encuentran funcionando.

En base a lo mencionado anteriormente, en la parte de anexos se adjuntan fotografías de la etapa de construcción del Control Master Room del hospital, donde se va a implementar entre otras cosas, el servicio de IPTV desarrollado en este proyecto.

2.3 Infraestructura existente

El Control Master Room, ubicado en el segundo piso del Hospital Eugenio Espejo cuenta con un área exclusiva donde se encuentran los rack's de comunicaciones, dispuestos de la siguiente forma:

- **Dispositivos de Red:** Armario destinado para colocar: el router de piso marca Cisco 1941, el cual tiene como función dar acceso a internet, seguridades de red y la interconexión con el siguiente piso, el switch de Core marca Cisco Catalyst 3560-24PS, con el objetivo de proveer alta velocidad hacia el backbone, y varios switch marca Cisco Catalyst 2960-48TT, configurados como switches de distribución para segmentar grupos de trabajo y garantizar QoS, y como switches de acceso para la conexión con equipos terminales.
- **CCTV:** En este gabinete se encuentran los equipos destinados al circuito cerrado de televisión, DVR modelo SDR1216 y NVR modelo PRO1032 de la marca Siera; dispositivos destinado para la transmisión y grabación de las cámaras de vigilancia, análogas y digitales respectivamente.

- **Seguridad:** En este rack se ha dispuesto la ubicación del servidor NTP modelo NTS-4000-R, para proveer tiempo de red, con el fin de proporcionar sincronismo a todos los dispositivos, y un módulo digital inteligente modelo Elkron FAP541/E, cuyo objetivo es el de interconectar con detectores de humo, para evitar incendios y dar acceso a la puerta principal del área destinada a los equipos de TI.
- **Potencia:** En este armario se ha dispuesto la colocación de dispositivos destinados al manejo en niveles de corriente y voltajes a ser suministrados a los equipos de TI.
- **Control:** Rack dedicado al almacenamiento de PLC's marca SIEMENS S7, cuyo objetivo es controlar el proceso de los sensores – actuadores, y supervisar los datos mediante un sistema SCADA.

Como se observa en la Figura 7, se puede apreciar la forma como se colocan y distribuyen los equipos de comunicaciones que forman parte de la infraestructura de red del Hospital Eugenio Espejo en la ciudad de Quito.

Disposición Rack's de comunicaciones



Figura 7. Distribución armarios de equipos de comunicación

Elaborado por: Pablo Trujillo

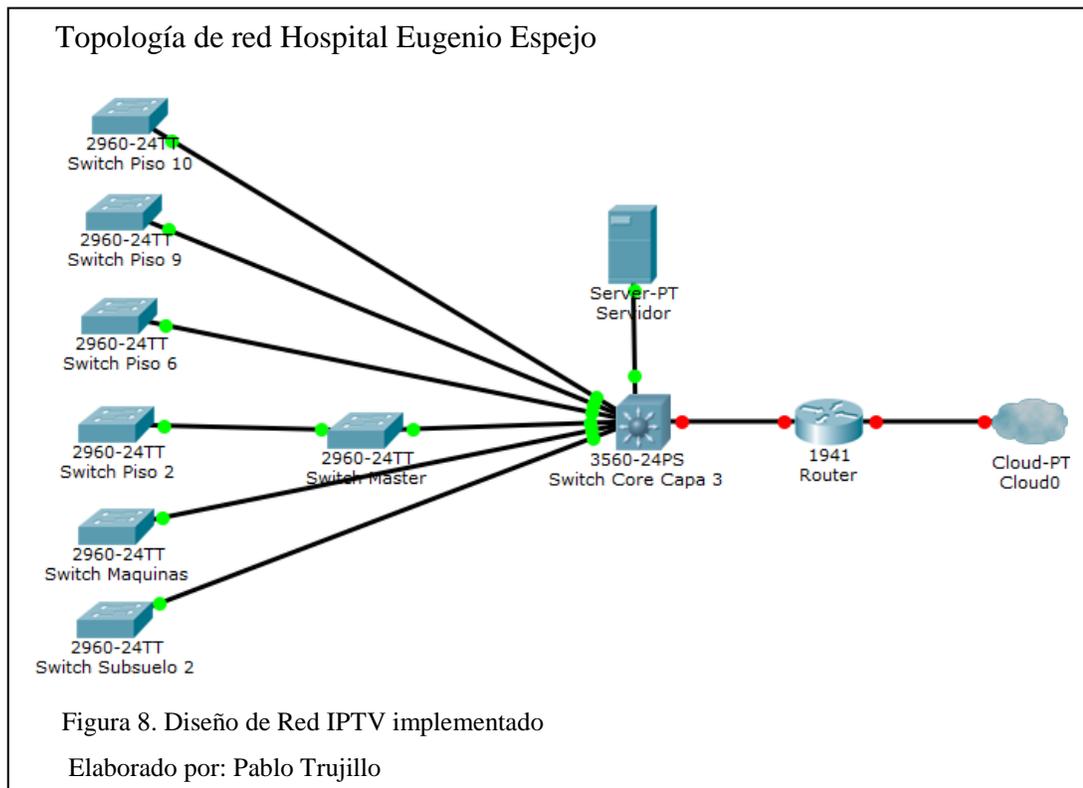
A continuación se describe los datos técnicos referente a los equipos de TI de la infraestructura de red del Hospital Eugenio Espejo de la ciudad de Quito, ubicados en el rack *Dispositivos de red*.

- **Medio Físico:** UTP categoría 6a con conectores RJ-45, trabaja hasta frecuencias de 500 MHz con una tasa de transferencia de hasta 10 Gbit/s, reduce circunstancialmente los efectos de crosstalk (perturbación electromagnética que se produce en un canal de comunicación por el acoplamiento de este con otro), tolera una distancia máxima de 60m. (Joskowicz, 2006)
- **Capacidad de transmisión:** 100 MegaBytes dedicado, proveniente de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones.

- **Tipo de red:** LAN con topología tipo estrella; 8 VLANs, las cuales se detallan a continuación.

El Departamento de Sistemas del Hospital Eugenio Espejo, partiendo de la red 10.64.80.0 con máscara 255.255.240.0, ha diseñado 8 subredes para 8 VLANs, cada subred tendrá una máscara de red 255.255.254.0 y capacidad para 510 hosts.

En la Figura 8 se puede apreciar la infraestructura de red existente sobre la cual se va a desarrollar el proyecto propuesto; y, en la Tabla 3 se muestra la tabla de VLANs creada, junto a la dirección IP de administración de cada una.



En la Tabla 4, se muestra específicamente la función destinada para cada uno de los equipos con los que cuenta el Hospital Eugenio Espejo, previo a la implementación del sistema de IPTV.

Tabla 3

Diseño de red VLANS

Subred	Rango Hosts	#Hosts Disponibles	# VLAN	Nombre VLANS	IP Administración	Equipos
10.64.90.0/23	10.64.90.1 – 10.64.91.254	510	10	CCTV	10.64.90.1	Cámaras de seguridad, Nvr's
10.64.82.0/23	10.64.82.1 – 10.64.83.254	510	20	RELOJES	10.64.82.1	Relojes
10.64.84.0/23	10.64.84.1 – 10.64.85.254	510	30	SONIDO	10.64.84.1	Amplificación y accesos puertas
10.64.86.0/23	10.64.86.1 – 10.64.87.254	510	50	ACCESS POINT	10.64.86.1	Puntos de acceso inalámbrico (WIFI)
10.64.88.0/23	10.64.88.1 – 10.64.89.254	510	40	IPTV	10.64.88.1	Set Top Boxes
10.64.94.0/23	10.64.94.1 – 10.64.95.254	510	60	RESERVA	10.64.94.1	Equipos de Computo
10.64.92.0/23	10.64.92.1 – 10.64.93.254	510	70	SCADA	10.64.92.1	Equipos de control SCADA
10.64.80.0/23	10.64.80.1 – 10.64.81.254	510	1	DEFAULT	10.64.80.4	Enlaces entre switches

Nota: Diseño provisto por el Departamento de Sistemas Hospital Eugenio Espejo

Tabla 4

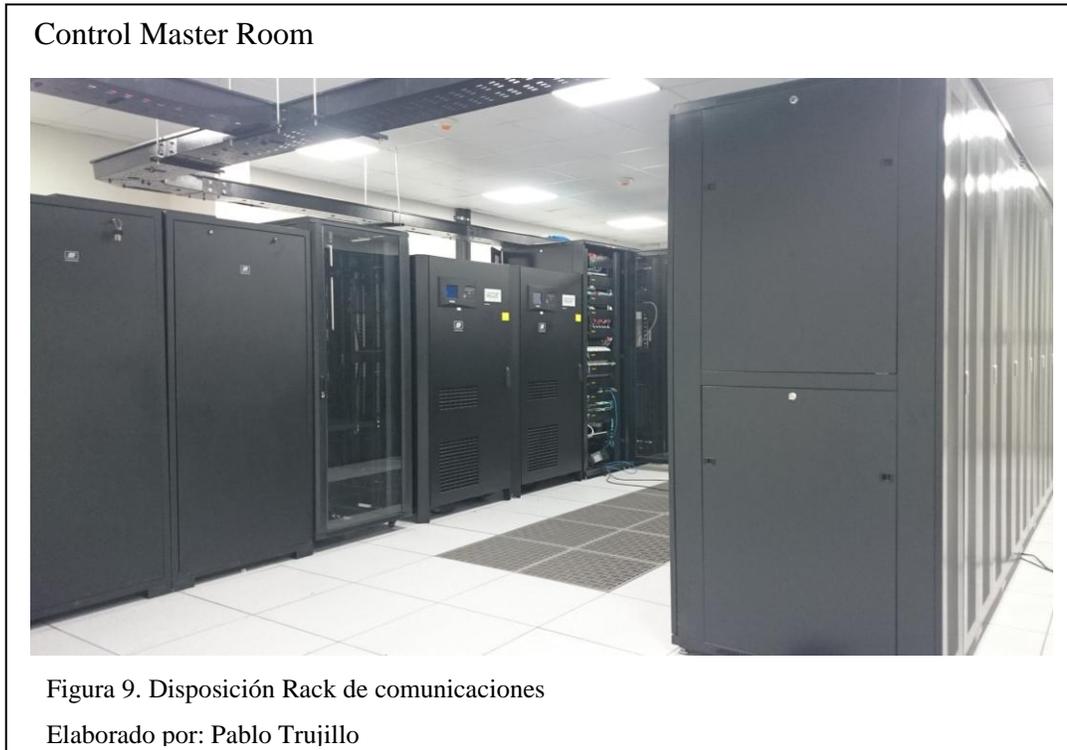
Función de los equipos

Modelo	Imagen	Función
Cisco Router 1941		Interconexión con la cloud y seguridades de red
Cisco Catalyst 3560-24PS Switch		Switch de Core, provee de alta velocidad hacia el backbone
Cisco Catalyst 2960-48TT-L Switch		<p>Switch de Distribución, usados para segmentar grupos de trabajo y garantizar QoS</p> <p>Switch de Acceso, conexión de equipos terminales</p>
Apple Mac Pro		Servidor provisional DNS, DHCP, FTP, SNMP, etc., hasta que se implemente el NAS

		
NTS-4000-R-GPS		Provee el tiempo a todos los equipos de la red para sincronismo
Elkron FAP541/E		Sistema digital para prevención contra incendio y acceso a puertas de seguridad
LenovoEMC px12-400r		Servidor de NAS (Network Attached Storage) para albergar protocolos de red y gestión de videos de contenidos VoD

Nota: Elaborado por Pablo Trujillo

En la Figura 9, se presenta la habitación del Control Master Room que alberga la infraestructura de red del Hospital Eugenio Espejo, junto con los equipos destinados a brindar el servicio de televisión bajo el protocolo IP. Cabe acotar que sus características y configuraciones serán detalladas en el capítulo siguiente.



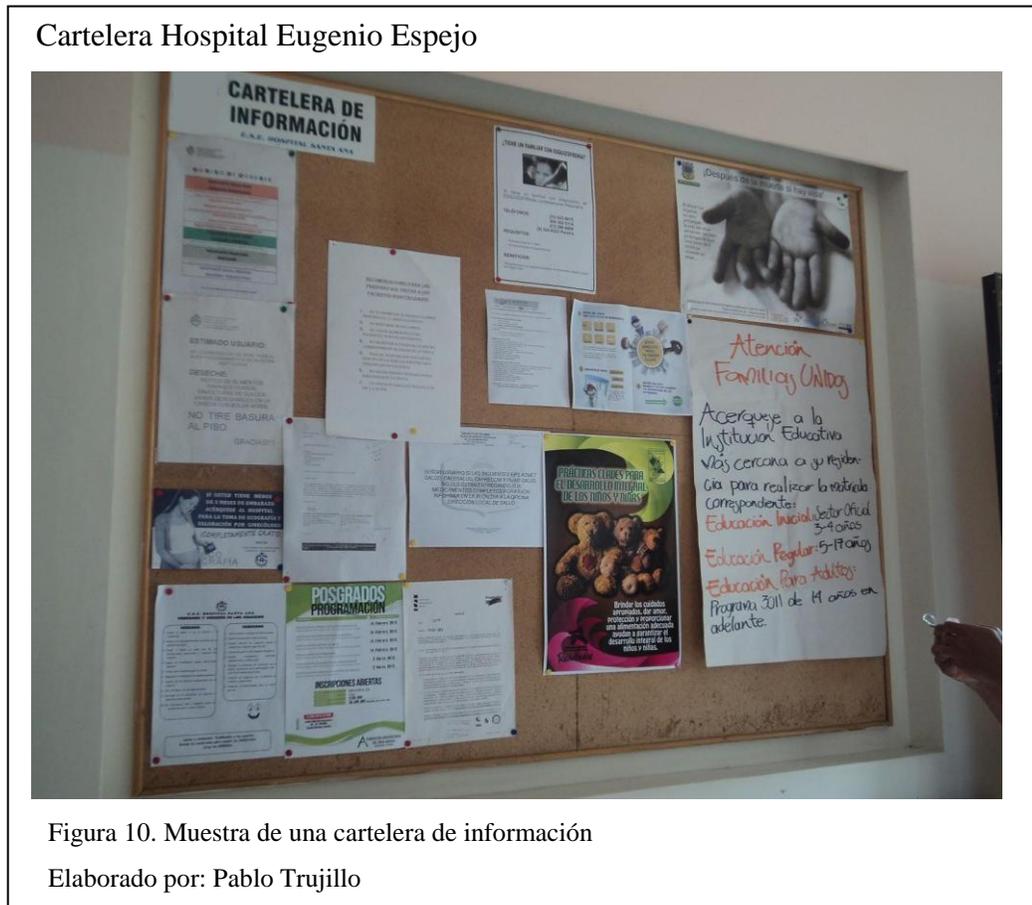
2.4 Problemática

El escenario técnico en el que actualmente se desenvuelve la transmisión de televisión en la mencionada casa de salud es análoga, esto es, mediante la transmisión y recepción de ondas electromagnéticas en bandas de frecuencia establecidas, mismas que a más de ser antiguas necesitan ser renovadas por sistemas digitales para cumplir con la disposición de transición tecnológica por parte del gobierno actual.

En cuanto a los servicios médicos ofertados por el hospital, se despliegan en carteleras y afiches a lo largo de sus pasillos, los cuales por el paso del tiempo se han ido deteriorando, a más de no abarcar cabalmente todas las prestaciones ofrecidas, lo cual se

torna en motivo de confusión para las personas que desconocen de dichos servicios o que simplemente no han visitado anteriormente la casa de salud.

En la Figura 10 se muestra lo malogrado que están la mayoría de carteleras informativas, con las cuales se pretende informar a la ciudadanía acerca de los servicios con los que cuenta el hospital.



Por motivos como los citados anteriormente, es que los usuarios del Hospital Eugenio Espejo muestran un descontento al momento de requerir información sobre un determinado servicio médico, puesto que no existe el suficiente equipo humano y mucho menos el tecnológico, que aclaren sus dudas, lo cual provoca incertidumbre, inconformidad y malestar.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Solución propuesta

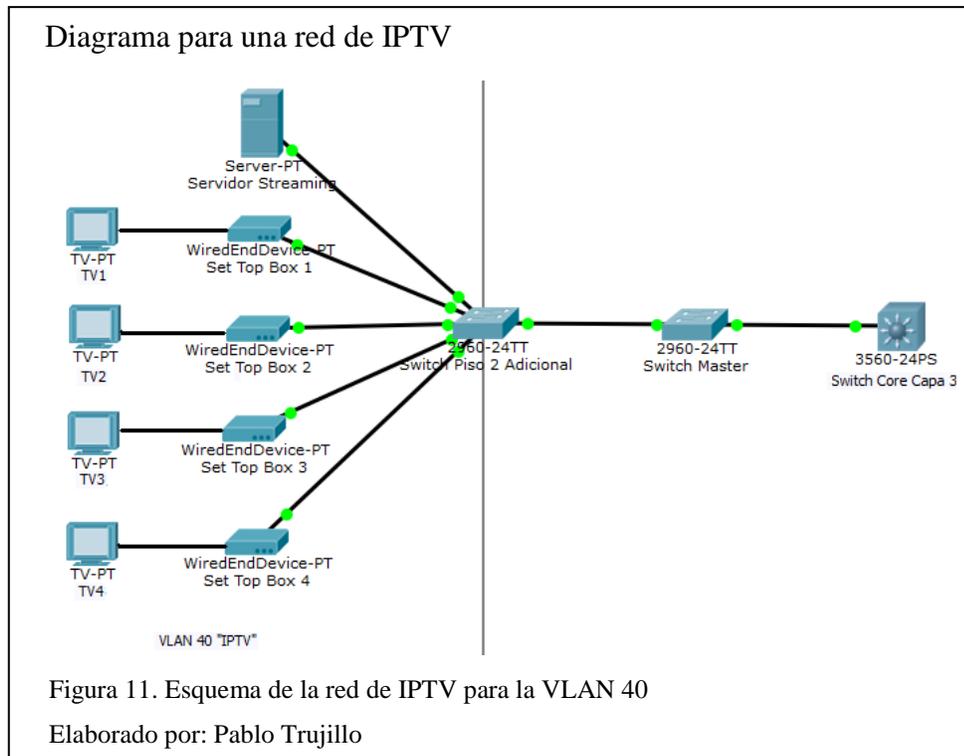
Para solventar la problemática anteriormente enunciada se propone el diseño de una red de IPTV, con el propósito de mejorar la forma de difusión de servicios médicos que oferta el hospital, para que esta sea conocida por todos los usuarios; a más de conseguir optimizar la forma de transmisión de todos los informativos que el hospital crea pertinente y necesarios para un determinado tiempo, ya que se podría llegar a más beneficiarios simultáneamente, permitiendo además una actualización de los contenidos de acuerdo a los avances en las prestaciones que tendría el hospital.

3.2 Requerimientos de red para IPTV

Actualmente se vuelve imprescindible que varias prestaciones y servicios destinados al transporte, ya sean de datos, voz o video, funcionen simultáneamente con un mismo protocolo de comunicación sobre la misma infraestructura de red, sin que esto conlleve a que dichas prestaciones afecten su rendimiento unas de otras, de tal manera que para incluir un nuevo servicio no se tenga que incurrir en nuevos gastos, a más de los necesarios.

En el caso del Hospital Eugenio Espejo, en base al análisis expuesto en el capítulo anterior, la infraestructura de red existente, en cuanto a cableado estructurado y equipos de interconexión cumplen con todas las garantías y requerimientos necesarios para la implementación del servicio de IPTV.

En la Figura 11 se muestra la infraestructura de red adicional a la existente para dar cabida al servicio de televisión por el protocolo IP. Las características y configuración respectivas serán tema de relevancia en el próximo apartado del presente capítulo.



3.2.1 Ancho de banda

En la Tabla 5 se observa el ancho de banda medio propuesto para el canal de comunicación usuario-servidor, cuya función es la de proveer el servicio de transmisión de información. Es necesario considerar la calidad de imagen que se va a transmitir, ya sea HDTV ó en su efecto SDTV.

Tabla 5

Ancho de banda requeridos para la red

Servicio	Tasa Básica	Resolución
1 Canal SDTV	Entre : 1 a 2 Mbps	1080 x 1920
1 Canal SDTV + 1 HDTV	Entre: 8 a10 Mbps	480 x 704

Nota: Elaborado por Pablo Trujillo

La proyección inicial es para 120 usuarios divididos en diferentes secciones, tales como cafetería, salas de espera, quirófanos y habitaciones, dispuestos para la nueva etapa del

hospital, en base a una referencia con un consumo de 10 MB para transmisión del playlist en televisión abierta ó para distribución de contenidos en digital signage.

3.2.2 Parámetros de red

Para evitar que el datagrama necesite ser fragmentado se configuró a la Red de Core con el valor máximo MTU *Maximum Transfer Unit*, de 1518 bytes (teórico), para el frame Ethernet.

Calculo MTU Real:

$$\begin{aligned}
 MTU &= MSS + Cabeceras\ UDP/IP && \text{Ecuación (3.1)} \\
 MSS &= MTU - Cabeceras\ UDP/IP \\
 MSS &= 1518 - 26 \text{ (tamaño cabecera)*} \\
 MSS &= 1492 \text{ bytes}
 \end{aligned}$$

El tamaño de la cabecera viene dado por los siguientes valores: Ethernet: 18 bytes, UDP: 8 bytes, que en total suman 26 bytes.

Para la transmisión de un *playlist* (con 1 Template) de 10 MB, se necesitaría el envío del siguiente número de paquetes:

$$\begin{aligned}
 \#Frame &= \frac{load}{MSS} && \text{Ecuación (3.2)} \\
 10\ MB &= 10(1024KB) = 10(1048576B) \\
 10\ MB &= 10485760 \text{ bytes} \\
 \#Frame &= \frac{10485760\ Bytes}{1492\ Bytes} = 7028 \text{ paquetes}
 \end{aligned}$$

Dado que IPTV es un sistema que trabaja en tiempo real, la latencia máxima (jitter) con la que se debe trabajar para no afectar el servicio es de 40 ms., por consiguiente el retardo existente en la red va a ser:

$$\text{latencia} = \frac{(MMS + cabeceras\ UDP/IP) * 8}{bandwidth} \quad \text{Ecuación (3.3)}$$

$$latencia = \frac{(MMS + cabeceras UDP/IP) * 8}{10 MB/s}$$

$$latencia = \frac{(1492 B + 26 B) * 8}{83886080 bits/s} = 0.145 ms$$

Tanto el Switch de Core, como el de Distribución y Acceso implementados, cuentan con interfaces de conexión 1000Base-T (Gigabit Ethernet) y 100Base-T (Fast Ethernet), respectivamente, entre el servidor de streaming y los dispositivos terminales STB (*Set Top Box*), con lo que a más de las prestaciones de red, se cuenta con las prestaciones físicas de los equipos de comunicación, ya que para servicios como el de IPTV que trabajan en tiempo real, se requiere de una capacidad significativa de flujo de tráfico, para asegurar la calidad de servicio *QoS* y experiencia *QoE*.

3.2.3 Requisitos de switch con IGMP snooping

Esta técnica fue realizada en los conmutadores de relevancia para el sistema de IPTV con el objetivo de evitar un flujo de datos innecesarios en los STB's, por el Departamento de Sistemas del Hospital, exclusivamente para la VLAN 40 (IPTV), puesto que solo ellos están autorizados para realizar cambios en los equipos de comunicación.

Se solicitó a dicho Departamento que para no afectar el rendimiento de la red IPTV, se configure IGMP snooping bajo los siguientes parámetros:

- Levantar el servicio en el switch de core, para reducir al máximo la cantidad de tráfico transportado sobre los puertos en los switch de borde, realizando la consulta en un periodo de 120 segundos.
- Los switch de borde deben soportar IGMP snooping V2, para configurarlos de modo fast-leave, con el fin de minimizar el tráfico en el intercambio de consultas (query) hacia los dispositivos finales.

3.2.4 Requisitos de rendimiento de red

La red IPTV deberá cumplir con requerimientos obligatorios para garantizar la entrega y decodificación exitosa de contenidos por parte de los STB's.

El Jitter de cada paquete es una señal de ruido no deseada, la cual causa la variabilidad del tiempo de ejecución en los paquetes, provocando una ligera desviación de la exactitud en la señal de reloj que afecta al sincronismo, este no puede sobrepasar de un valor máximo de 40 ms. para servicios que funcionan en tiempo real (IPTV), el nivel de calidad en cuanto a paquetes perdidos por jitter depende de la velocidad de la red, si este supera el valor máximo se recomienda el uso de Jitter-Buffer (Software dedicado a evitar la fluctuación de datos temporalmente), con el cual se obtendrá menor probabilidad de descarte en paquetes, en el diseño de red implementado no fue necesario, ya que los retardos generados (Ecuación 3.3), no superan dicho valor.

Cabe recalcar que la optimización de tiempos en la entrega de video streaming es fundamental, ya que cada usuario desea visualizar su televisión en tiempo real, sin perder calidad de servicio implícito en el stream, con lo que el reducir al máximo la latencia es uno de los requisitos más importantes para el diseño de una red de IPTV.

3.2.5 Puertos TCP y UDP usados por el servidor

El servidor para la red de IPTV utiliza distintos puertos TCP y UDP a fin de proporcionar acceso a los servicios que se proveen. Hay dos tipos de conexión a la red: Streaming y Control; para el caso de streaming se requiere que la red proporcione buena calidad de servicio *QoS* con una mínima cantidad de jitter y paquetes perdidos, por otro lado para la parte de control se permite un menor rendimiento.

3.2.5.1 Puertos dedicados a streaming y control

El sistema de IPTV intercambia información y se comunica con los dispositivos finales STB's, por medio de los siguientes puertos como pueden ser observados en la Tabla 6

Tabla 6

Puertos para streaming y control de video

Puerto	Dirección	Protocolo	Tipo	Función
1234	Servidor a Cliente	UDP	Streaming	Puerto para streams multicast (IPTV y VoD)
11111-11121	Cliente a Servidor	UDP	Streaming	Usado por los clientes STB para recibir el streaming
22	Listening	TCP	Control	SSH: acceso remoto, puerto usado para dar soporte de forma no presencial, típicamente desde Putty o un programa de cliente similar
80	Listening	TCP	Control y Streaming	HTTP: usado para acceder al portal y al contenido de signage
443	Listening	TCP	Control	HTTPS: utilizado para la administración del servidor

Nota: Elaborado por Pablo Trujillo

3.2.6 Requisitos dispositivos finales

Los dispositivos finales o clientes STB's, están configurados para funcionar con el servidor de DHCP, así como también proporcionar algunas opciones específicas como actualizaciones de los firmwares; es posible el funcionamiento mediante direcciones estáticas pero no se lo recomienda, ya que esto limita algunas de las características disponibles para el sistema. Los clientes STB deben especificar un rango de puertos comprendidos entre 11111-11121 para recibir la solicitud requerida al servidor de streaming. En la Tabla 7 se puede ver los puertos utilizados por parte de los dispositivos clientes.

Tabla 7

Puertos usados por los STB's

Puerto	Protocolo	Tipo	Propósito
53	DNS	Control	Acceso al servidor de DNS
123	NTP	Control	Acceso al servidor NTP para tener sincronismo con la red.
11111	UDP	Control	Actualización de firmware STB's

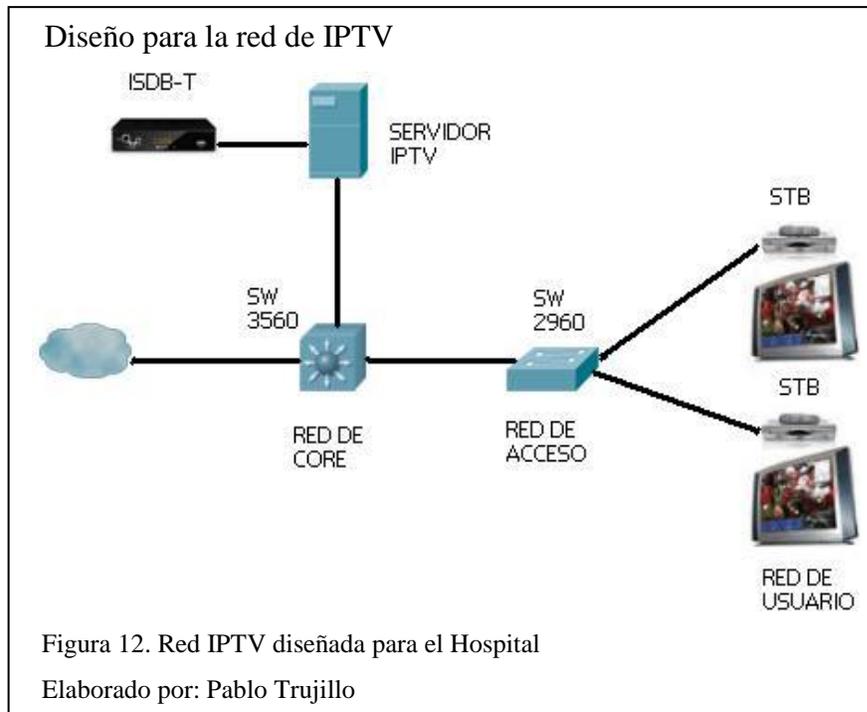
Nota: Elaborado por Pablo Trujillo

3.3 Equipos para la red de IPTV del Hospital Eugenio Espejo

La estructura de red planteada en la solución propuesta está conformada de la siguiente manera:

1. Red de Contribución (Headend)
2. Red de Core (transporte)
3. Red de Acceso
4. Red de Usuario

En la Figura 12 se puede observar el diseño final de la red de IPTV implementado en el Hospital Eugenio Espejo de la ciudad de Quito.



De acuerdo al diseño propuesto, los equipos que van a ser utilizados para la red de IPTV del Hospital Eugenio Espejo son:

3.3.1 Red de contribución (Headend)

Es la parte esencial del diseño de red para el Hospital, puesto que en el headend se encarga de procesar, codificar y administrar el contenido de video, a través de la red de core, destinada para transportar la información multimedia previamente solicitada. El headend de compone por los siguientes equipos:

3.3.1.1 Codificador ISDB-T

El codificador de video ISDB-T, tiene como función recoger la señal de la televisión abierta, a demás de comprimirla al máximo para que pueda ser transmitida ocupando la mínima cantidad de espacio posible. En el caso del hospital, por cuestión de políticas dispuestas por el gobierno de turno, la única señal que se va a transmitir en televisión abierta va a ser la de Ecuador TV.

Para el diseño implícito, se ha adquirido el codificador STB-1638 de la marca SOGOOD, que está diseñado para entregar videos de alta calidad, sus características son:

- Salidas HDMI (*High Definition Multimedia Interface*)
- Entrada y salida de información RF (*Radio Frecuencia*)
- Códec de video permitidos: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4
- Codificador DVB-T (*Digital Video Broadcasting Terrestrial*)
- Demodulación QPSK, 16QAM y 64QAM
- Ancho de banda permitido: 6/7/8 MHz.
- Códec del transporte: MPEG-2 ISO/IEC13818
- Resoluciones video: 1920x1080i, 1920x720p y 720x576i

3.3.1.2 Servidor para streaming

Servidor destinado a controlar el tráfico de datos con el fin de reproducir contenidos en audio/video, nativos y existentes en la red, sin necesidad de esperar a que el archivo se descargue por completo, ya que el contenido multimedia se reproduce mientras se descarga de forma simultánea en un buffer dedicado.

Para el diseño implícito se ha adquirido el servidor HP Proliant ml350 de octava generación de la marca Hewlett Packard, mismo donde se concentrará todos los servicios necesarios para la red. Sus principales características son:

- Procesador de marca Intel Xeon E5-2600/-2600 v2 con 4 núcleos
- Memoria RAM de 24GB con frecuencia de 1866 MHz
- Almacenamiento por arreglo de discos HP Smart Array P420i
- 4 puertos de red Ethernet 10/100/1000
- Sistema operativo pre-cargado Centos 6.4

3.3.1.3 Servidor VoD

El servidor de VoD es un componente adicional de IPTV en donde el usuario tiene el ingreso a contenidos multimedia de forma personalizada, en el momento que se desee. La principal característica y ventaja es que VoD permite al cliente disponer del programa deseado sin depender de horarios de programación.

Para el diseño propuesto, se optó por el servidor VoD de la marca NetUP, mismo que dará expansión al NAS. Sus principales características son:

- Almacenamiento de códec MPEG-2, tanto para definición estándar y alta (Standart / High Definition).
- Arreglo de discos duros con interfaz SATA-II.
- La tasa de compresión cumple los requerimientos de cualquier equipo STB (Set Top Box), en cuanto a rendimiento de red.
- Conexión en unicast y multicast.
- Conexión hasta 1000 clientes STB

3.3.1.4 Middleware

Es el software donde se concentra la información de todos los servidores del Headend y los clientes, conectados a través de un Set Top Box. En su interfaz se tiene la opción de acceso a servicios que previamente hayan sido habilitados, en este proyecto sería al canal de televisión Ecuador TV, video bajo demanda y las grabaciones de interés previamente realizadas por los usuarios, todo administrado por el personal de sistemas del hospital.

3.3.2 Red de core (transporte)

La Red de Core fue diseñada para ofrecer convergencia, alta escalabilidad, buen rendimiento, y sobretodo alta capacidad para transferir información, soportando tasas de

transmisión estables, para de esta manera ofrecer una buena calidad de video a los usuarios; otra característica importante es el direccionamiento de contenidos, ya que en esta etapa se define el modo de transmisión, ya sea unicast o multicast, y principalmente que contenido se va a transportar, ya que el sistema permite dividir a la red de IPTV por distintas áreas de difusión.

Para el diseño de la red de core, se optó por el switch de capa tres Cisco de la serie 3560, ya que este trabaja con interfaces Gigabit Ethernet y soporta el requerimiento de diseño de red. Sus principales características son:

- 24 puertos integrados Ethernet de 10/100/1000 Soporta PoE (*Power over Ethernet*)
- Switch usado para las redes que requieren acceso con densidad de 10/100/1000, PoE y enlaces de fibra.

3.3.3 Red de acceso

Esta Red permite llegar hasta el cliente o usuario final, esta capa es la encargada de separar físicamente áreas de distribución para el servicio de IPTV, con el objetivo de tener un mejor control en la red cuando se requiera dar soporte. Para el diseño se optó por el switch de capa dos Cisco de la serie 2960, mismo que posee 48 puertos integrados Ethernet de 10/100/1000 soporta PoE (*Power over Ethernet*).

3.3.4 Red de usuario

Red que interconecta a los Set Top Box y al sistema de IPTV; en este punto el dispositivo final toma la función de decodificar la información para poder verla en un televisor mediante un software, que se faculta de proporcionar al cliente los servicios a través de una barra de menús en la pantalla, permitiendo interactividad entre el cliente y el sistema, asegurando QoE (*Quality of Experience*).

3.3.4.1 Set top box

Los Set Top Box *STB* o dispositivos clientes finales son los equipos que mediante interfaz HDMI se conectarán al televisor, decodificando la información que recibe sobre protocolo IP para hacerla compatible con la pantalla del dispositivo. En este proyecto se optó por el STB A140 de la marca Amino, sus características son:

- Interfaz de entrada Ethernet 10/100.
- Interfaz de salida HDMI (*High Definition Multimedia Interface*).
- Códec de video soportado MPEG-2/4.
- Decodifica hasta 720p y 1080i.
- Resolución High Definition 1280x720.
- Sonido Audio Stereo Dolby 5.1 surround.
- Memoria flash de 128MB.

3.4 Configuración para la red IPTV del Hospital Eugenio Espejo.

En la Figura 13 se observan los equipos implementados y montados físicamente en el *Control Master Room* del Hospital Eugenio Espejo. Es necesario empezar con su configuración para levantar el servicio de video.

Equipos red de IPTV



Figura 13. Dispositivos provistos para la Red de IPTV

Elaborado por: Pablo Trujillo

3.4.1 Configuración servidor streaming

Para levantar al servicio de streaming se ha decidido usar el servidor SHOUTcast2, que opera sobre el sistema operativo Linux Centos 7, y cuya licencia a sido adquirida a la empresa TriplePlay.

SHOUTcast es un servidor de streaming multicast ligero, pero a la vez robusto para archivos media de cualquier tipo, ya que en su versión *licensing* incorpora varias ventajas como por ejemplo la posibilidad de transformación a un estándar definido de compresión de video, para el caso de este diseño MPEG-2.

Lo primero a realizar es descargar la última versión de archivo de servidor SHOUTcast2 para centos, tomando en cuenta la arquitectura de 64-bits del sistema; una vez finalizada la descarga, se extrae el archivo `sc_serv2_linux_architecture_date.tar.gz` lista de directorio con el fin de localizar el archivo ejecutable binario `sc_serv`; para copiarlo al

directorio de instalación que se encuentra en la carpeta del servidor, tal como se puede ver en la Figura 14.

Extracción ficheros servidor streaming

```
[radio@server download]$ ls
sc_serv2_linux_x64_07_31_2014.tar.gz
[radio@server download]$ tar xzf sc_serv2_linux_x64_07_31_2014.tar.gz
[radio@server download]$ ls
builder.sh      DNAS_Server_Changelog.html  logs          sc_serv2_linux_x64_07_31_2014.tar.gz
config_builder docs                        Readme_DNAS_Server.html  setup
control        examples                    sc_serv        setup.sh
[radio@server download]$ cp sc_serv ../server/
[radio@server download]$ cd ../server/
[radio@server server]$ ls
sc_serv
[radio@server server]$
```

Figura 14. Inicio proceso de instalación servidor streaming
Elaborado por: Pablo Trujillo

Una vez extraído este fichero, es necesario crear un archivo nuevo llamado *sc_serv_conf*, el cual servirá para asignar la dirección IP y dar configuración al servidor mediante el puerto 8000, tal como se observa en la Figura 15.

Archivo de configuración servidor

```
adminpassword=password
password=password1
requirestreamconfigs=1
streamadminpassword_1=password2
streamid_1=1
streampassword_1=password3
streampath_1=http://192.168.1.80:8000
logfile=logs/sc_serv.log
w3clog=logs/sc_w3c.log
banfile=control/sc_serv.ban
ripfile=control/sc_serv.rip
```

Figura 15. Configuración servidor streaming
Elaborado por: Pablo Trujillo

Creada la configuración, se puede copiar el directorio de instalación del servidor, ejecutando el comando *sc_serv* desde el directorio de servidor; adicionalmente se puede utilizar un *netstat* para ver si el servidor está en ejecución y los números de puerto asociados a este, tal como se muestra en la Figura 16.

Directorio y estado del servidor

```
[radio@server server]$ ./sc_serv &
[1] 4644
[radio@server server]$ 2014-09-09 03:44:50 INFO *****
2014-09-09 03:44:50 INFO ** SHOUTcast Distributed Network Audio Server (DNAS) **
2014-09-09 03:44:50 INFO ** Copyright (C) 2014 Radionomy SA, All Rights Reserved. **
2014-09-09 03:44:50 INFO *****
2014-09-09 03:44:50 INFO [MAIN] SHOUTcast DNAS/posix(linux x64) v2.2.2.123 (Jul 31 2014)
2014-09-09 03:44:50 INFO [MAIN] PID: 4644
2014-09-09 03:44:50 INFO [MAIN] Loaded config from ./sc_serv.conf
2014-09-09 03:44:50 INFO [MAIN] Calculated CPU count is 4 -> using all available CPUs
2014-09-09 03:44:50 INFO [MAIN] Limited to 1024 file descriptors [relates to ulimit -n]
2014-09-09 03:44:50 INFO [MAIN] Starting 4 network threads
2014-09-09 03:44:50 INFO [MICROSERVER] Listening for source and client connections on port 8000
2014-09-09 03:44:50 INFO [MICROSERVER] Listening for legacy source connections on port 8001
2014-09-09 03:44:50 INFO [MICROSERVER] Flash policy file server not enabled

[radio@server server]$ netstat -tulpn | grep sc_serv
(Not all processes could be identified, non-owned process info
will not be shown, you would have to be root to see it all.)
tcp        0      0 0.0.0.0:8000          0.0.0.0:*            LISTEN    2664/./sc_serv
tcp        0      0 0.0.0.0:8001          0.0.0.0:*            LISTEN    2664/./sc_serv
[radio@server server]$
```

Figura 16. Test estado del servidor

Elaborado por: Pablo Trujillo

Al abrir un navegador y ubicar la dirección IP del servidor de streaming junto con el puerto HTTP se despliega la de TriplePlay, como se muestra en la Figura 17.

Interfaz TriplePlay

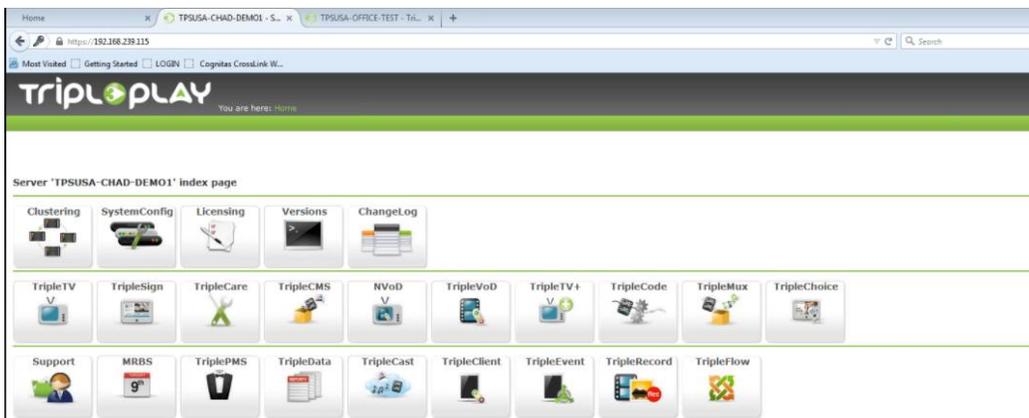


Figura 17. Interfaz web para configuración servidor

Elaborado por: Pablo Trujillo

3.4.2 Configuración servidor DHCP

Posteriormente a la configuración del server que será el responsable de la codificación del video, se procede a la implementación del Protocolo Dinámico de Configuración de Hosts *DHCP*, el cuál es necesario para el diseño red.

Previamente descargado el paquete del servicio DHCP, se ingresa al archivo de configuración de la interfaz con el comando `nano /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0` y se modifica el archivo con los requerimientos de red deseados, los cuales se especifican para la VLAN 40 de la Tabla No. 3, y posteriormente se da un *reboot* al sistema, como se muestra en la Figura 18.

```
Configuración eth0
DEVICE=eth0
HWADDR=88:08:27:36:27:67
NM_CONTROLLED=yes
ONBOOT=yes
TYPE=Ethernet
IPADDR=192.168.20.2
BOOTPROTO=static
TYPE=Ethernet
NETMASK=255.255.255.0
GATEWAY=192.168.20.1
DNS1=
DOMAIN=galileo.lab
IPV6INIT=no
USERCTL=no

[root@centos ~]# service network restart
Interrupción de la interfaz eth0: [ OK ]
Interrupción de la interfaz de loopback: [ OK ]
Activación de la interfaz de loopback: [ OK ]
Activando interfaz eth0: [ OK ]
```

Figura 18. Configuración parámetros de red
Elaborado por: Pablo Trujillo

Luego de modificado el fichero se realiza la configuración de parámetros del servidor dhcp, para ir al archivo de configuración se ejecuta el comando `nano /etc/dhcp/dhcp.conf`, y se modifica requisitos impuestos por el departamento de sistemas del Hospital, como se observa en la Figura 19.

Parámetros DHCP

```
#DHCP Server configuration file.
# see /usr/share/doc/dhcp*/dhcp.conf.sample
# see 'man 5 dhcp.conf'
#
subnet 10.64.88.0 netmask 255.255.254.0 {
    range 10.64.88.2 10.64.89.254;
    option domain-name-servers 10.64.88.1;
    option domain-name "";
    option routers 10.64.89.255;
    option broadcast-address 10.64.89.255;
    default-lease-time 600;
    max-lease-time 7200;
}

host server {
    hardware ethernet 08:00:27:19:DA:0E;
    fixed-address 10.64.88.1;
}
```

Figura 19. Configuración DHCP
Elaborado por: Pablo Trujillo

Para finalizar es necesario ejecutar un *reboot* al servicio para que el cambio de parámetros surta efecto, como se observa en la Figura 20.

Reanudación de servicio DHCP

```
[root@centos ~]# service dhcpd restart
Apagando dhcpd: [ OK ]
Iniciando dhcpd: [ OK ]
[root@centos ~]#
```

Figura 20. Reboot del servicio de direccionamiento
Elaborado por: Pablo Trujillo

3.4.3 Configuración cliente NTP

En el caso del protocolo de tiempo de red *NTP* no es necesario levantar todo el servicio, puesto que el hospital ya cuenta con un servidor destinado para esto, y solo se tiene que apuntar nuestra *VLAN* a dicha prestación en modo cliente mediante el código *ntpdate 10.64.88.2*, como se muestra en la Figura 21.

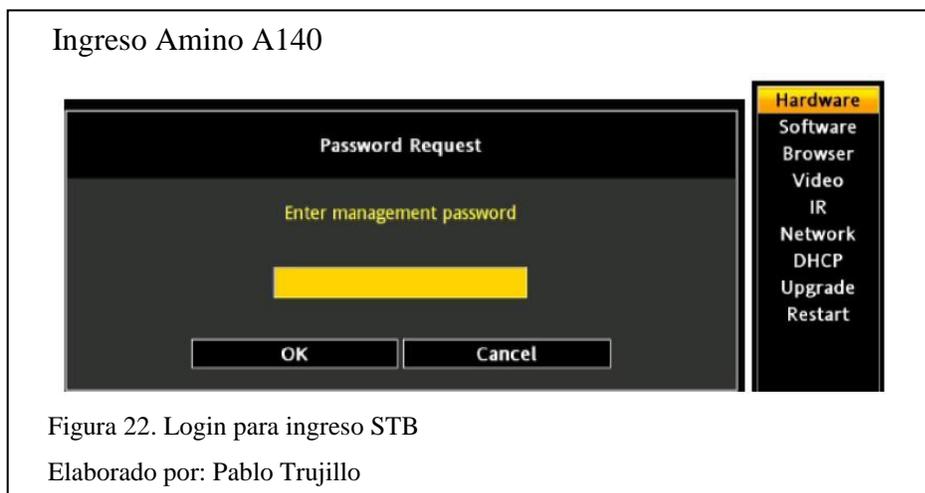
Cliente NTP

```
[root@centos ~]# ntpdate 10.64.88.2
12 Jun 10:38:46 ntpdate[1211]: adjust time server
10.64.88.2 offset 0.014989 sec
```

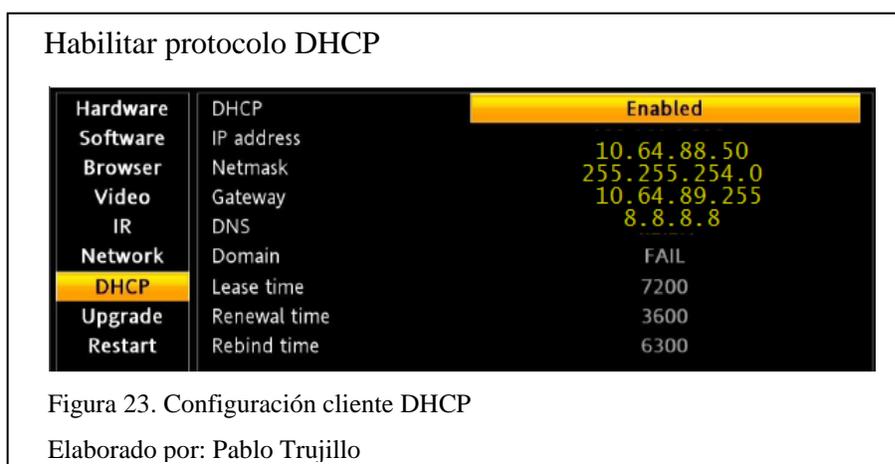
Figura 21. Configuración protocolo de tiempo de red
Elaborado por: Pablo Trujillo

3.4.4 Configuración STB

La configuración de los dispositivos finales Amino STB A140; para ello es necesario colocar un *Dongle*, para que sea manejado por control remoto, y de esta forma ingresar su respectiva contraseña por defecto, tal como se evidencia en la Figura 22.



Una vez dentro del dispositivo final, el único ajuste que se debe realizar es habilitar el servicio de DHCP, con el cual adquiere la configuración automáticamente, tal como se observa en la Figura 23.



CAPÍTULO 4

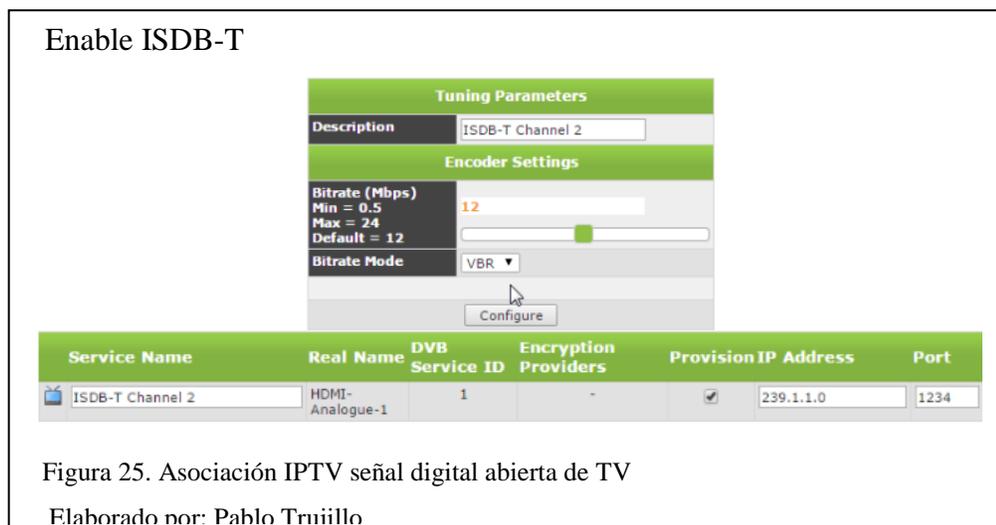
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Pruebas codificador ISDB-T

Lo primero a realizar es gestionar los contenidos que serán mostrados en pantalla, para lo cual se debe abrir cualquier navegador con el protocolo de transferencia segura de hiper texto (*https*) e ingresar el nombre de usuario y la clave del sistema como se observa en la Figura 24



Una vez habilitado en el server, el codificador también debe ser habilitado desde el navegador por facilidad, tal como se muestra en la Figura 25



Para verificar que la configuración del encoder es la correcta, en la casilla estado del canal (*status*) del ISDB-T, se debe mostrar la palabra *running*, como se ve en la Figura 26.

Estado del encoder ISDB-T

#	Type	ID	Descr	Detail	Slot	Input	Status	Start on Boot
<i>Physical Adapters</i>								
0.	IEI HD Encoder (Int)	IEI HD Encoder (Int)	ISDB-T Channel	12 VBR 1920x1080@50i			Running	Enabled
1.	IEI HD Encoder (Int)	IEI HD Encoder (Int)	ISDB-T Channel 2	12 VBR No Input			Running	Disabled
2.	IEI HD Encoder (Int)	IEI HD Encoder (Int)	--	---			Not Configured	
<i>Virtual Adapters</i>								
3.	IP Camera	IPCamera					Not Running	Enabled

Figura 26. Estado del decodificador ISDB-T
Elaborado por: Pablo Trujillo

Finalmente, para terminar de verificar el funcionamiento del canal del encoder, se muestra en una pantalla la programación del canal *Ecuador TV*, único canal de televisión abierta que será retransmitido en la casa de salud por requerimientos del hospital. En la Figura 27 se puede observar la captura de la pantalla del funcionamiento del ISDB-T, que sirve para la asociación entre digital signage con televisión digital abierta, para el Servicio de Televisión bajo el protocolo IP.

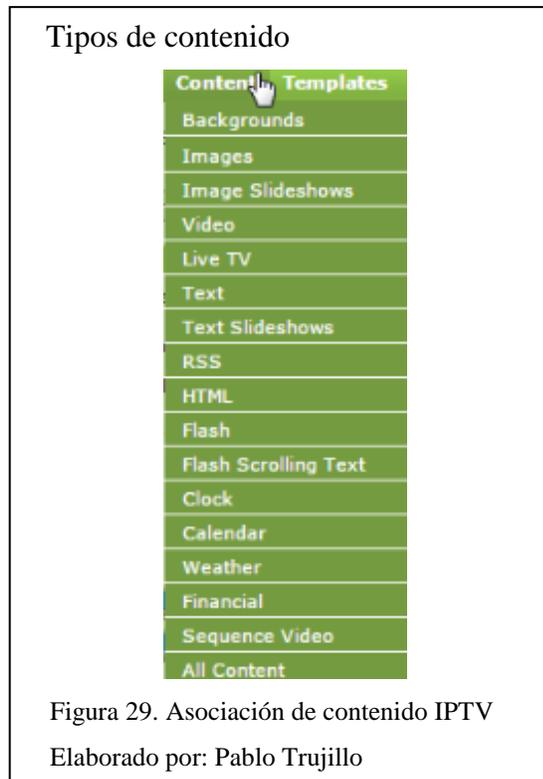


4.2 Gestión de contenido

La gestión del contenido que se almacenará en los discos duros destinados a esta función, se realizó en conjunto con el Director del Departamento de Sistemas del Hospital. Dicho contenido se enfocó fundamentalmente en promocionar los servicios médicos ofertados en el Hospital Eugenio Espejo por parte del Ministerio de Salud Pública, tales como especialidades médicas y quirúrgicas, gestión de medicamentos e insumos, accesos al hospital, procesos de hospitalización, emergencias, etc., como se muestra en la Figura 28



Existen varias opciones para la creación de contenido, desde imágenes, video, archivos flash, páginas http, con lo cual se asegura que la red de televisión por el protocolo IP posea una asociación completa entre diferentes tipos de archivos, como se observa en la Figura 29.



Una vez que se escoge el tipo de contenido que se desea visualizar en pantalla, se procede a buscarlo en la locación donde se encuentre el archivo y se lo carga, como se observa en la Figura 30.



4.3 Pruebas digital signage IPTV

La opción de poder agregar simultáneamente distintos tipos de contenidos a nivel de objetos, es la verdadera ventaja del uso de *digital signage* en una red IPTV, a diferencia

de cualquier otra forma de difusión de televisión. Para entender el concepto de *digital signage*, se realizó una prueba explícita que muestra su funcionamiento y beneficios, la cual se describe a continuación.

Lo primero a efectuar es escoger el modelo del dispositivo final donde se va a desplegar la imagen, en este caso los Set Top Box 720p, donde se agrega un nuevo *template* que será llamado *prueba*, tal como se muestra en la Figura 31.



Figura 31. Configuración para despliegue de contenido en pantalla

Elaborado por: Pablo Trujillo

Una vez creado el *template* se procede a diseñar la forma de salida de pantalla, agregando las celdas y dependiendo lo que se desee mostrar, es decir video, texto o imagen, únicamente arrastrando y dándole el tamaño deseado según se observa en la Figura 32.

Diseño de pantalla



Figura 32. Esquema de celdas a mostrar en pantalla

Elaborado por: Pablo Trujillo

Creado el *template*, el siguiente paso es la creación del *layout*, que es el diseño del modelo creado, con el cual se carga el contenido que mostrará cada celda en pantalla, como se ve en la Figura 33.

Creación Layout



Figura 33. Configuración del layout para salida a pantalla

Elaborado por: Pablo Trujillo

Posterior a la creación del *layout*, (Figura 34), lo único que hace falta es cargar los contenidos referentes al *background*, *video* y *text* que previamente fueron seleccionados como celdas en el *template* y que ya debieron haber sido subidos al servidor para su respectivo uso.

Carga de contenidos Layout

Cell	Cell Type	Content	Action
0	Background	-	Update
1	Video	-	Update
2	Text	-	Update

Update Layout 'prueba'
Assign content
 Resource: Background - Corporate
 Colour:
 Clear Background
 Select Cancel

Update Layout 'prueba'
Assign content
 Resource: Video - Superbowl
 None
 Select Cancel

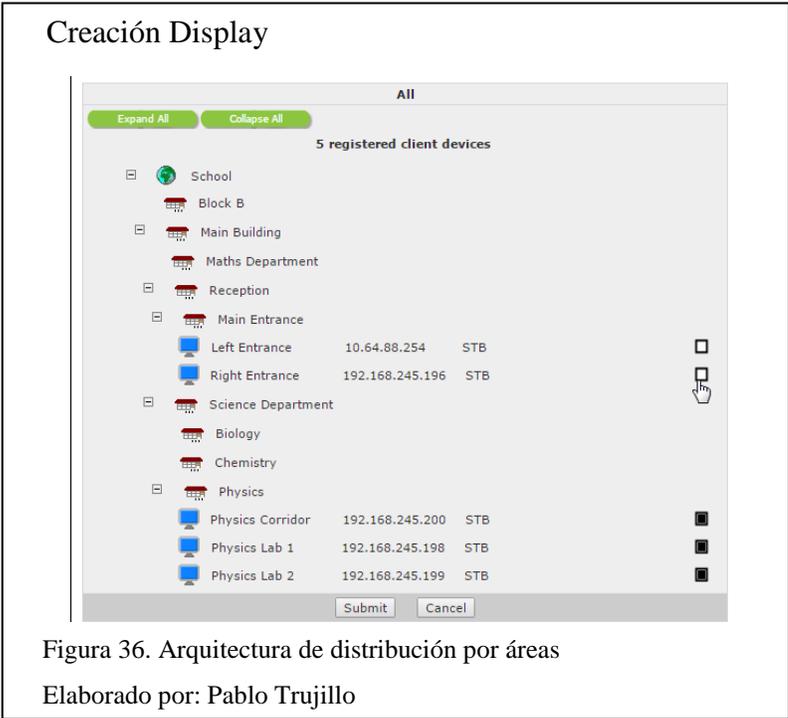
Update Layout 'prueba'
Assign content
 Resource: Text - Conference Suite
 None
 Select Cancel

Figura 34. Selección de material a mostrar en cada celda
 Elaborado por: Pablo Trujillo

Para finalizar, como se observa en la Figura 35 se debe crear una lista de reproducción *playlist*, misma que se encargará de dar un orden de salida de los *templates* existentes, así como también imponer la duración que tardará su despliegue en pantalla.



Una de las ventajas de IPTV es que se puede seccionar por grupos los televisores que van a desplegar distintos contenidos respecto a otros, y esto se realiza mediante la creación de un *display*, opción requerida explícitamente por el Hospital Eugenio Espejo, puesto que la visualización de contenidos va a ser dividida por áreas, cada una con distintos *templates*, de acuerdo a cada requerimiento como se ve en la Figura 36.



En la Figura 37, se puede apreciar el funcionamiento de la red de IPTV del Hospital Eugenio Espejo desarrollado en el Master Control Room.

Resultado final red IPTV Hospital Eugenio Espejo

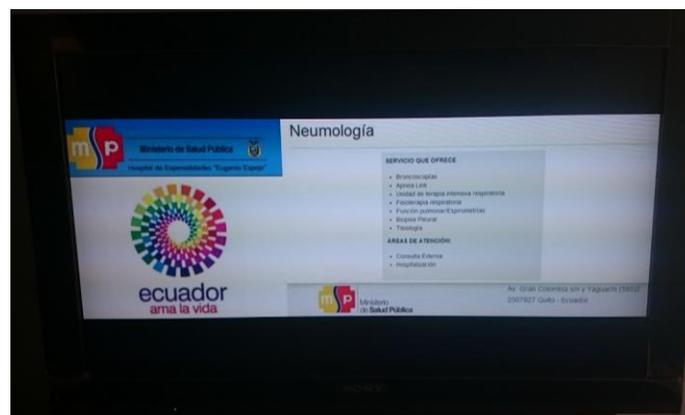
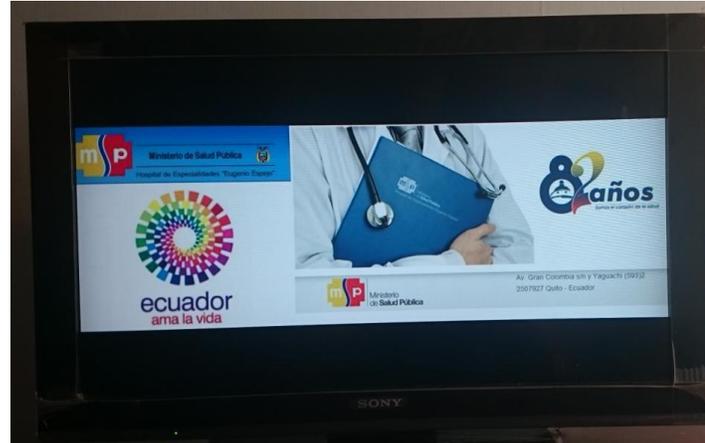


Figura 37. Pruebas para difusión de información red IPTV

Elaborado por: Pablo Trujillo

CONCLUSIONES

- Se diseñó la red de IPTV en el Hospital Eugenio Espejo en la ciudad de Quito, con servidor centralizado, el cual provee el servicio de transmisión de televisión digital (ISDB-T), digital signage, así como también da la posibilidad de visualizar videos bajo demanda (VoD) mediante la interacción del set top box con el usuario de forma interactiva a través de una interfaz amigable, con lo que la implementación del sistema, mejorará la calidad de servicio, referida a la atención para con los usuarios, puesto que se dispone de televisores donde se pueda mostrar información referente a temas sobre servicios médicos y de interés general.
- Junto al encargado del Departamento de Sistemas del Hospital Eugenio Espejo, se agregó digitalmente a la red de IPTV, contenidos referentes a los servicios médicos ofertados, mediante la asociación Digital Signage, con el fin de que los beneficiarios de la mencionada casa de salud cuenten con una información actualizada.
- Se diseñó la distribución de digital signage, que consiste en separar la programación de contenido para los televisores de 3 áreas: dormitorios, laboratorios clínicos y salas de espera, en las cuales se proyectarán material audiovisual de interés de los usuarios, mismos que previamente son generados por el personal de gestión de contenidos para las mencionadas localidades, de esta manera se visualizará únicamente el contenido destinado para cada sitio.
- Se verificó el correcto funcionamiento de la red de IPTV, a través de gráficas del CPU, mediante análisis específicos para la última hora, día y mes de octubre del año en curso (Anexos), obteniendo un porcentaje del 50% de fiabilidad en cuanto a rendimiento para la transmisión/recepción con el ISDB-T y el servidor, generando tráfico simultáneamente tanto para televisión digital, video bajo demanda y digital signage.

- Se estableció la conexión del personal de acuerdo a jerarquías, mediante la creación de cuentas de usuarios, mismas que dependiendo del grado de permisos concedidos, serán los responsables de la administración del contenido con el fin de no saturar los recursos de disco del servidor, que actualmente se encuentra en el 27.0% de su máxima capacidad (Anexos), lo que permite que el equipo de gestión de archivos y contenidos, pueda generar material audiovisual adicional al existente con mayor variedad en programación para los usuarios.
- Por pedido explícito de la casa de salud, se adquirió las licencias de TripleTV, TripleSign y TripleVoD a la empresa TriplePlay, referentes a televisión abierta, digital signage y video bajo demanda, en ese orden, mismas que sirvieron para desarrollar la red de IPTV en el Hospital Eugenio Espejo, y serán las encargadas de brindar de forma interactiva para los beneficiarios del servicio de televisión digital.
- Con las pruebas que fueron realizadas en el Control Master Room del Hospital, evidenciado en anexos, se puede concluir que la implementación de la red IPTV a plena carga asegura un funcionamiento acorde a los requerimientos del hospital.

RECOMENDACIONES

- Para incrementar el almacenamiento de la red de IPTV se recomienda asociar al sistema con la red NAS, puesto que dicha asociación permitiría guardar mayor cantidad de videos para de esa forma tener una biblioteca con un contenido más variado para los usuarios de VoD.
- Se recomienda adquirir el licenciamiento TripleStream, mismo que servirá para poder acceder a los portales de la red de IPTV a través de cualquier dispositivo móvil y cualquier red, sin necesidad de contar con un set top box disponible para la recepción y emisión de contenidos.
- En caso de crecimiento de usuarios del sistema, se recomienda rediseñar la red de IPTV en base a servidores distribuidos en lugar del centralizado existente, para de esta forma no saturar el CPU del servidor, debido a la alta demanda de televisión por el protocolo IP.
- Pese a que el servidor implementado cuenta con un servicio de conversión de video, se recomienda almacenar en la medida de lo posible contenido en formato MPEG-2, ya que la transformación de un códec de video a otro consumen recursos en cuanto al uso del CPU y memoria RAM utilizada para dicho proceso, con lo cual se podría afectar al rendimiento del servidor.
- Se recomienda tener siempre actualizado el material audiovisual proyectado, sobretodo el referente a los servicios médicos prestados por el hospital, con el objetivo de evitar que contenidos antiguos u obsoletos, lleguen a provocar malos entendidos entre usuarios y servidores de la casa de salud.

LISTA DE REFERENCIAS

Albentia Systems, S. (2009). *Albentia Systems S.A.* Recuperado el 15 de octubre de 2015, de Albentia Systems S.A.: http://www.albentia.com/Docs/AN/AN_LIC-IPTV.pdf

Albornoz, L. (2000). *Al fin solos, la nueva televisión del MERCOSUR.* Buenos Aires: CICCUS-La Crujía.

Alonso, J. (2011). *Tecnologías de Streaming.* Recuperado el noviembre de 2015, de uniovi: <http://www.atc.uniovi.es/teleco/5tm/archives/8streaming.pdf>

Bustamante, E. (1999). *La televisión económica. Financiación, estrategias y mercados.* Barcelona: Gedisa.

Galperin, H. (2003). *Comunicación e integración en la era digital. La transición hacia la televisión digital en Brasil y Argentina.* Madrid: Telos.

Ministerio de Salud Pública, E. (2013). *Hospital Eugenio Espejo.* Recuperado el 12 de noviembre de 2015, de Hospital Eugenio Espejo: <http://hee.gob.ec/historia/>

Paladino, V. (2002). *Introducción a la compresión de video bajo el estándar MPEG-2.*

Rabe, C. (2014). *IPTV Network.* Londres: TriplePlay.

Seguí, F. (2008). *IPTV, la televisión por Internet.* Madrid: Vértice.

Tanenbaum, A. (2008). *Redes de Computadoras.* México: Prentice Hall.

Xiao, Y. (2007). *Internet protocol television (IPTV): The killer application for the next-generation internet.* RIT Scholar Works.

ANEXOS

Anexo 1. Glosario de términos

IPTV: Televisión mediante protocolo IP.

ISO: Organización Internacional para Normalización

MPEG: Moving Picture Experts Group

ANSI: Instituto Nacional Americano de Normalización

VHF: Very High Frequency

UHF: Ultra High Frequency

DVB: Digital Video Broadcasting

CONATEL: Consejo Nacional de Telecomunicaciones

TCP: Transmission Control Protocol

UDP: User Datagram Protocol

VoD: Video on Demand

RTP: Real Time Protocol

HDTV: High Definition Television

SDTV: Standard Definition Television

STB: Set Top Box

QoE: Quality of Experience

QoS: Quality of Service

IGMP: Internet Group Management Protocol

HEADEND: Cerebro de la Red

CORE: Transporte de la Red

MIDDLEWARE: Interfaz gráfica para los usuarios

JITTER-BUFFER: Hardware/Software destinado para evitar pérdida de paquetes.

MMS: Tamaño Máximo de Segmento

Anexo 2. Equipos adicionados para la Red IPTV Hospital Eugenio Espejo

MODELO	IMAGEN	FUNCIÓN
SOGOOD STB-1638		<p>Codificador DVB-T (Digital Video Broadcasting – Terrestrial), obtiene la señal de la televisión digital abierta, la codifica en formato MPEG-2 ISO/IEC13818 y la envía hacia el servidor IPTV.</p>
HP PROLIANT ML350		<p>Servidor centralizado para la red de IPTV, aloja los servicios referentes a televisión abierta, digital signage y video bajo demanda.</p>
AMINO STB A140		<p>Set Top Box, es el dispositivo final de la red, encargado de decodificar los datos enviados por el servidor para mostrarlo en pantalla de forma interactiva.</p>

Anexo 3. Interfaz Web Red Iptv Hospital Eugenio Espejo

TPSUSA-GRUPOMAXI-CC x

← → ↻ <https://10.64.88.1> English (United Kingdom)

TriplePLAY You are here: Home

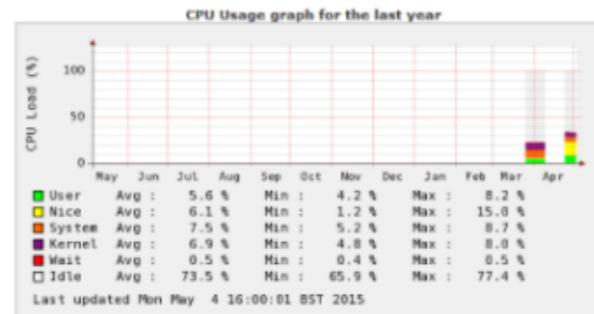
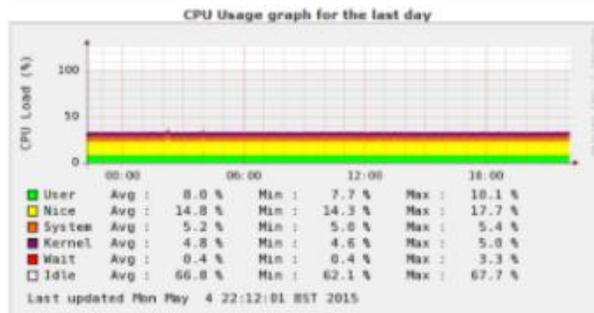
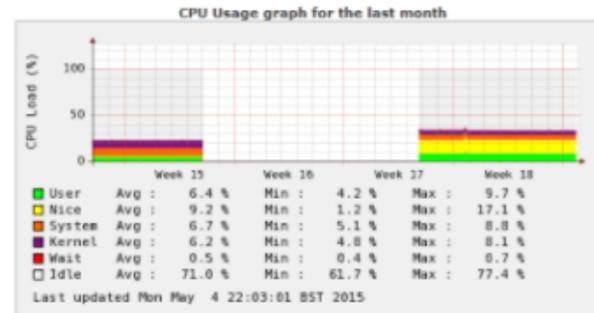
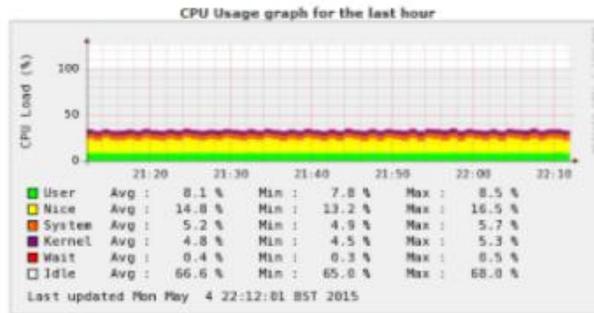
You are logged in as admin since 11:01 21st May 2015 [Logout](#)

Host	TPSUSA-GRUPOMAXI-COMBI	Uptime	19 H 15 M
Load	1.54 1.58 1.54	CPU%	
Date	21/05/15-15:08:41	Disk (/boot)	27.0%

Server 'TPSUSA-GRUPOMAXI-COMBI' index page

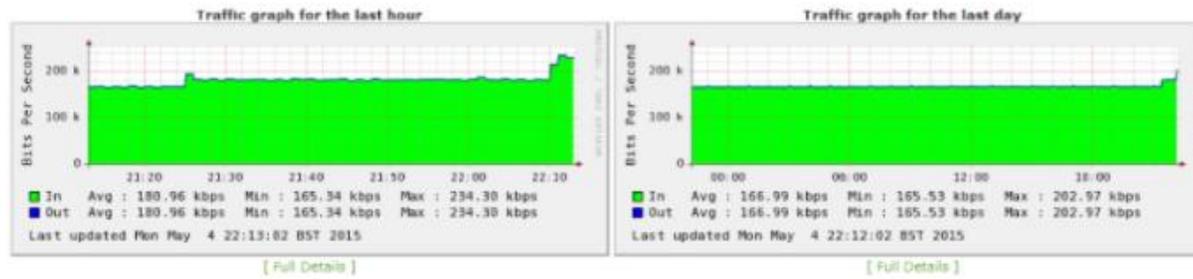
- SystemConfig
- Licensing
- Versions
- ChangeLog
- HP System Management
- TripleTV
- TripleSign
- TripleCare
- TripleCMS
- TripleVoD
- TripleTV+
- TripleChoice
- Support
- TripleRecord

Anexo 4. Rendimiento Cpu Load Red Iptv Hospital Eugenio Espejo

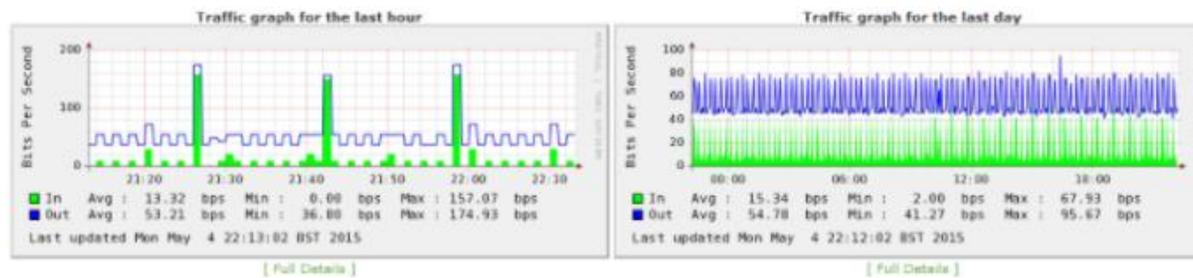


Anexo 5. Tráfico existente interfaces de Red Iptv Hospital Eugenio Espejo

Interface lo Network Traffic



Interface eth0 Network Traffic



Anexo 6. Interfaz gráfica clientes STB Red Iptv Hospital Eugenio Espejo

