



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“DISEÑO DE LA CONECTIVIDAD PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA IPTV EN LA
RUTA No. 27 DE LA RED DE LA CENTRAL NORTE DE
CNT E.P., GUAYAQUIL”**

INFORME DE MATERIA INTEGRADORA

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

DANIELA ALEXANDRA FRANCO SÁNCHEZ

EDGAR MARCELO VELA PINELA

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros padres por habernos apoyado, con su esfuerzo y cariño en el transcurso de nuestra carrera.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en especial a nuestros profesores quienes han compartido con nosotros sus conocimientos y experiencias.

Al Dr. Freddy Villao, por dirigir y acompañarnos en la elaboración de este proyecto.

A los miembros del tribunal.

Daniela y Edgar.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres Guillermo y Anita por ser parte de esencial de mi desarrollo personal, profesional y por haberme tenido tanta paciencia todos estos años. A mis tres hermanos Gabriel, Gustavo y Guillermo por haberme brindado apoyo incondicional y comprensión.

Y finalmente a mi gran amigo Erick, una persona que me brindó su apoyo y motivación constante durante todo el transcurso de mi carrera.

Daniela Franco Sánchez

Dedico este trabajo a mis padres por todo el sacrificio que han hecho para permitirme estudiar una carrera universitaria.

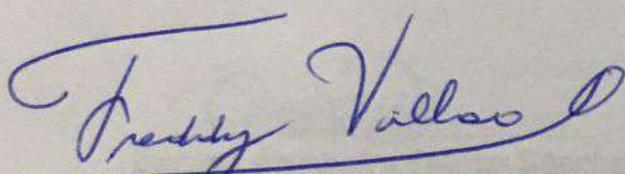
A mi hermana Silvia, siempre tendrás mi ayuda.

A Katherine, por haberme dado apoyo incondicional especialmente durante mi último año de estudios.

A los miembros del Club de Robótica de la ESPOL.

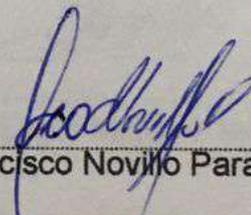
Edgar Vela Pinela

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN



Dr. Freddy Villao Quezada, Ph.D.

PROFESOR EVALUADOR

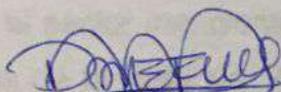


Francisco Novillo Parales, Ph.D.

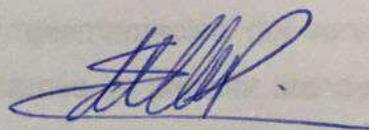
PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

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



Daniela Alexandra Franco Sánchez



Edgar Marcelo Vela Pinela

RESUMEN

El presente informe tiene como finalidad presentar como alternativa al Apagón Analógico, la implementación del servicio de IPTV mediante la red GPON diseñada para la Ruta No. 27 de la Central Norte de la CNT E.P del Informe de Materia Integradora de Ing. Ericka Oyague e Ing. Cinthya González, ya que frente a esta situación los abonados del sector se verían obligados a adquirir un servicio de TV por suscripción o un decodificador, y a más de esto a pesar de adquirir cualquiera de las dos opciones se verían limitados en cuanto contenido e interactividad que son factores importantes para los clientes actualmente.

Es por esto que se plantea como una solución la Implementación del servicio de IPTV en el sector mencionado con un diseño que además de permitir atender a los abonados de la Ruta No. 27 es perfectamente escalable para satisfacer la posible demanda de usuarios en el anillo que parte de la Central Kennedy Norte.

Para poder realizar el presente informe, se procedió a realizar el diseño de la cabecera de la red IPTV basada en una solución propuesta por la Empresa Matrixstream en base a una petición de solicitud de propuesta efectuada en meses anteriores con los requerimientos necesarios para poder abastecer la demanda, no solo actual sino creciente, en el sector obteniendo como resultado una red con capacidad para atender a 10.000 usuarios concurrentes, servicio de TV en vivo y Video Bajo Demanda (VOD), capaz de brindar contenidos con calidad SD, HD, 4K y 8K. A más de esto se realizó una encuesta en el posible sector beneficiado para verificar el grado de aceptación del servicio la cual obtuvo un porcentaje de 92,3% de aceptación.

Finalmente en el aspecto financiero se obtuvo como resultado que con una inversión de aproximadamente \$2'116.000 en este proyecto se puede recuperar la inversión inicial en 2.6 años, brindando un plan de \$15 mensuales tomando como base inicial a 4800 usuarios del sector en el primero año tomando en cuenta un crecimiento anual del 20%, lo cual indica que este servicio sería sumamente competitivo con los

brindados actualmente tanto por CNT E.P. como por el resto de proveedores de servicio de TV por suscripción.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN.....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA.....	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
CAPÍTULO 1.....	1
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Actuales servicios de telecomunicaciones.....	3
1.1.1. Televisión Abierta.....	3
1.1.2. Televisión por suscripción.....	4
1.2. Ventajas y desventajas de la televisión por suscripción.....	8
1.2.1. Televisión satelital.....	8
1.2.2. Televisión por cable, CATV.....	8
1.3. Nuevas tendencias en la transmisión de televisión.....	9
1.3.1. Servicios OTT.....	9
1.3.2. IPTV.....	11
1.4. Arquitectura de una red IPTV.....	13
1.4.1. Dominios IPTV.....	13
1.4.2. Descripción general de la arquitectura funcional de IPTV.....	13
1.4.3. Formatos de transmisión en IPTV.....	16

1.4.4.	Protocolos de transmisión de IPTV	17
1.5.	Proyecto Red GPON para la ruta 27, Central Norte, CNT EP	18
1.6.	Objetivos.....	20
1.6.1.	Objetivo general.....	20
1.6.2.	Objetivos específicos	20
1.7.	Metodología	21
1.8.	Justificación.	22
2.	DISEÑO DE LA CONECTIVIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA IPTV EN LA RUTA No. 27 DE LA RED DE LA CENTRAL NORTE DE CNT E.P.	26
2.1.	Etapas de la red para la implementación de IPTV en el sector.....	26
2.2.	Selección de equipos	29
2.2.1.	Adquisición de contenido:	30
2.2.2.	Procesamiento	38
2.2.2.1.	Equipos de procesamiento - Teleste.....	39
2.2.2.2.	Equipos de procesamiento – Matrixstream	43
2.2.3.	Almacenamiento	47
2.2.3.1.	Equipos de almacenamiento Matrixstream.....	48
2.3.	Implementación de la red IPTV en el sector de la ruta N°.27 Central Norte	49
2.3.1.	Detalles de la Solicitud de requerida	49
2.3.2.	Solución presentada por parte de Matrixstream	50
2.3.3.	Cronograma de implementación	52
2.4.	Plan financiero para la implementación de la cabecera para IPTV en la Ruta No. 27 de la Central Norte de CNT EP.....	54
3.	BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV EN LA RUTA NORTE No. 27.....	58

3.1.	Sectores beneficiados.....	58
3.1.1.	Ciudadela La Atarazana.....	59
3.1.2.	Sector Bloques de la FAE	61
3.1.3.	Urbanización Río Guayas	62
3.1.4.	Ciudadela Santa Leonor.....	63
3.2.	Beneficiarios directos	65
3.3.	Beneficiarios indirectos	67
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
	BIBLIOGRAFÍA.....	70
	ANEXO 1: ABREVIATURAS.....	74
	ANEXO 2: PROPUESTA CANALES PARA IPTV	78
	ANEXO 3: PROPUESTA MATRIXSTREAM	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Tiempo (horas:minutos) promedio a la semana que dedica la población en ver la televisión, por regiones naturales [6]	3
Figura 1.2: Sintonizador digital ISDB-T USB CR TV Power [8]	3
Figura 1.3: Grado estimado de penetración del servicio de TV paga [9]	4
Figura 1.4: Participación de suscriptores por provincia [9]	4
Figura 1.5: Canal 2 en Televisión analógica	5
Figura 1.6: Participación del mercado por empresa permisora [9]	5
Figura 1.7: Ingreso por hogar total mensual (\$) por deciles [17]	7
Figura 1.8: Gasto corriente de consumo mensual (\$) [17].....	7
Figura 1.9: Transmisión de la película “Pescador”, por CNT PLAY [20].....	10
Figura 1.10: Dominios de IPTV [23].....	13
Figura 1.11: Descripción general de la arquitectura de IPTV [23]	14
Figura 1.12: Encuesta realizada a una muestra de los habitantes de la Ruta No. 27 de la Central Norte, CNT EP.....	23
Figura 2.1: Esquema de diseño para la red GPON [25].....	27
Figura 2.2: Esquema propuesto para la red de IPTV en la ruta No. 27.	28
Figura 2.3: Huella del satélite Amazonas 3 y su ubicación respecto a Ecuador, mediante herramienta Satbeams.	32
Figura 2.4: Huella del satélite Amazonas 4A y su ubicación respecto a Ecuador, mediante herramienta Satbeams.	32
Figura 2.5: Ubicación del satélite Amazonas 3 respecto a la ciudad de Guayaquil, mediante herramienta web Satbeams.....	33
Figura 2.6: Ubicación del satélite Amazonas 4A respecto a la ciudad de Guayaquil, mediante herramienta web Satbeams.....	34
Figura 2.7: Regiones Climáticas, Recomendación ITU-R PN.837-1.....	36
Figura 2.8: Flujo de conversión de la señal DVBS	38
Figura 2.9: Teleste Luminato Multireceiver [36]	39
Figura 2.10: Diagrama de Bloques del Multireceptor Luminato [36]	40
Figura 2.11: Teleste Luminato EPG [36].....	41

Figura 2.12: Diagrama de Bloques del módulo EPG Teleste Luminato [36].....	41
Figura 2.13: Teleste Luminato FEC Module [36].....	42
Figura 2.14: Teleste Luminato Chasis, vista posterior [36].....	42
Figura 2.15: Teleste Luminato chasis, vista frontal [36].....	43
Figura 2.16: Procesador de Video IMX e4100, vista frontal	43
Figura 2.17: Procesador de Video IMX e4100, vista posterior.....	43
Figura 2.18: Gearbox II DVBS-S2 (80ch) [37].....	46
Figura 2.19: Servidor de Almacenamiento de Video, IMX X1s	48
Figura 2.20: Diagrama Gantt del proyecto.	53
Figura 3.1: Ubicación de la Red Feeder y sectores beneficiados, para los sectores determinados de la Ruta No. 27 [25].....	59
Figura 3.2: Red de distribución de la Ciudadela La Atarazana [25].....	60
Figura 3.3: Foto panorámica – Bloques de la Atarazana.....	61
Figura 3.4: Red de distribución sector Bloques de la FAE [25].....	61
Figura 3.5: Foto panorámica – Bloques de la FAE	62
Figura 3.6: Foto panorámica – Urbanización Río Guayas.....	62
Figura 3.7: Red de distribución de Urbanización Río Guayas[25]	63
Figura 3.8: Red de distribución de Ciudadela Santa Leonor[25].	64
Figura 3.9: Foto - Ciudadela Santa Leonor	65
Figura 3.10: Guía Electrónica de Programas – STB MatrixStream	66
Figura 3.11: Video Bajo Demanda – STB MatrixStream	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cronograma de terminación de las transmisiones analógicas [1].....	1
Tabla 2: Planes de TV por suscripción de las empresas con mayor penetración en el país.....	6
Tabla 3: Abonados a servicios de CNT en la ruta 27 [25]	19
Tabla 4: Lista de canales de televisión nacional con recepción en el satélite.....	31
Tabla 5: Lista de los satélites utilizados actualmente por CNT E.P. para brindar servicio DTH.	33
Tabla 6: Especificaciones técnicas de la antena marca Skyware.....	38
Tabla 7: Características técnicas del servidor X1i de MatrixStream	44
Tabla 8: Especificaciones técnicas IMX M2200	46
Tabla 9: Equipos necesarios para la cabecera IP de la ruta No. 27 Central Norte..	50
Tabla 10: Equipos necesarios para la cabecera IP de la ruta N°.27 Central Norte..	51
Tabla 11: Listado de actividades a realizar para instalación de cabecera IPTV	52
Tabla 12: Estimación de ingresos por venta de servicio IPTV.....	55
Tabla 13: Estimación de ingresos por costo de instalación	56
Tabla 14: Estimación de ingresos por costo de instalación	56

CAPÍTULO 1

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Se tenía previsto que, a partir del 1 de enero del 2017, arrancara el denominado “apagón analógico” de la televisión abierta por resolución del Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL, ahora denominado Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, ARCOTEL [1]. A partir de esta fecha, estaba planificado adoptar progresivamente la Televisión Digital Terrestre, TDT, según el Plan Maestro que se muestra en la Tabla 1.

FASES	LOCALIDADES	APAGÓN ANALÓGICO
FASE #1	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población mayor a 500.000 habitantes.	31 de diciembre de 2016
FASE #2	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquias con población entre 500.000 y 200.000 habitantes.	31 de diciembre de 2017
FASE #3	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población menor a 200.00 habitantes.	31 de diciembre de 2018

Tabla 1: Cronograma de terminación de las transmisiones analógicas [1]

La cobertura de la TV analógica abierta en el Ecuador es del 93%, el objetivo antes de empezar con el Plan Maestro es que la TDT alcance un porcentaje similar. Esto no se pudo cumplir según información proporcionada por el Ministerio de

Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, MINTEL. Por esta razón la Fase #1 quedó postergada con fecha tentativa el 30 de Junio del 2017[2].

El cambio a TDT se realizará con el fin de mejorar el servicio de televisión abierta en el país implementando servicios audiovisuales interactivos y a la vez optimizar el uso del espectro radioeléctrico.

Ecuador adoptó el estándar Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial, ISDB-T International. Este estándar fue desarrollado por Brasil en base a al estándar japonés ISDB-T y actualmente es acogido en varios países de la región como Argentina, Chile, Honduras, Venezuela, Costa Rica, Paraguay, Bolivia, Nicaragua y Uruguay [3]. El servicio de TDT se lo hará en la banda de Ultra High Frequency, UHF, y cada canal tendrá un ancho de banda de 6 MHz.

Para evitar afectaciones en la compra de televisores que no sean compatibles con ISDB-Tb, el Ministerio de Industrias y Productividad mediante la Resolución RTE INEN 083, dispuso que a partir del 23 de diciembre del 2013 todos los televisores que se importen o fabriquen en el país sean compatibles con este estándar [4].

En nuestro país, la televisión es un bien que está presente en 9 de cada 10 hogares [5]. Consumir contenidos como noticias y entretenimiento, se ha vuelto parte de nuestra cultura. La Figura 1.1 muestra cuánto tiempo dedica a la semana en ver la televisión, por regiones. Con esto, en promedio, el ecuatoriano ve 10 horas, 14 minutos de contenidos televisivos; alrededor de 1 hora, 28 minutos diarios. Esto refleja la importancia que tiene este dispositivo en nuestro medio. Por esta razón es política del Estado la promoción a las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación, TICs, garantizando el derecho a la comunicación con equidad a la población. También se ve la necesidad, hacia las productoras, de generar contenidos de calidad como en educación, salud y cultura.

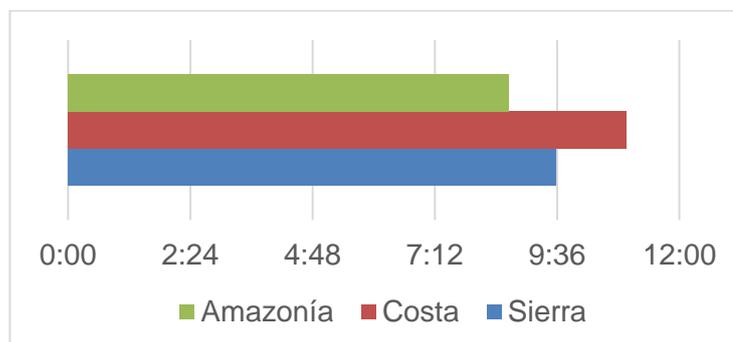


Figura 1.1: Tiempo (horas:minutos) promedio a la semana que dedica la población en ver la televisión, por regiones naturales [6]

1.1. Actuales servicios de telecomunicaciones.

Dependiendo del lugar donde se requiera recibir la señal de TV, existen dos formas: TV abierta o TV por suscripción.

1.1.1. Televisión Abierta.

Para TV abierta, existen concesionarias que transmiten señal analógica y digital (simulcast), manteniendo la analógica hasta la fecha del apagón. Este evento es a corto plazo en ciudades como Guayaquil con más de 2 millones de habitantes al 2010 [7], con lo cual, entra en la Fase 1 del cronograma de terminación de transmisión analógica, previsto para el 31 de diciembre del presente año. A partir de esta fecha, los usuarios deberán contar con TVs compatibles con ISDB-T, o para sistemas antiguos, adquirir un set-top box que permita decodificar la señal digital. Estos equipos se encuentran en el mercado local desde \$28.94 como el que comercializa la empresa Computrón (ver Figura 1.2).



Figura 1.2: Sintonizador digital ISDB-T USB CR TV Power [8]

1.1.2. Televisión por suscripción.

La TV por suscripción ha venido teniendo un crecimiento considerable y sostenible en los últimos años, tal como se muestra en la Figura 1.3.

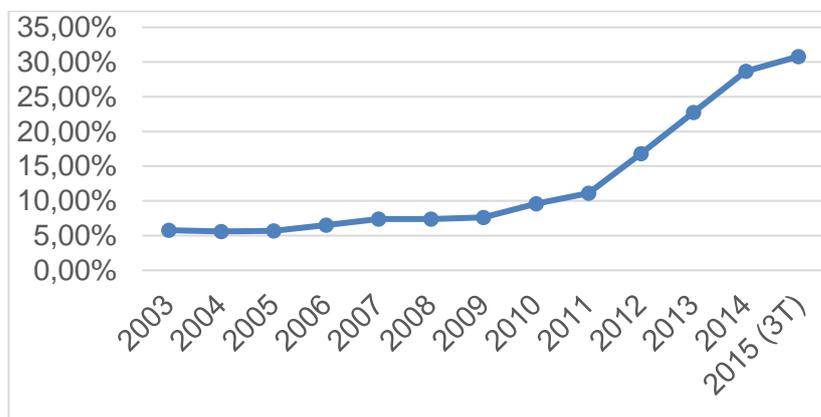


Figura 1.3: Grado estimado de penetración del servicio de TV paga [9]

Aproximadamente el 31% de la población se ve beneficiada por la TV paga. Esta población se ve mayormente concentrada en las provincias de Pichincha y Guayas (Figura 1.4) con 25.15% y 23.33% respectivamente.

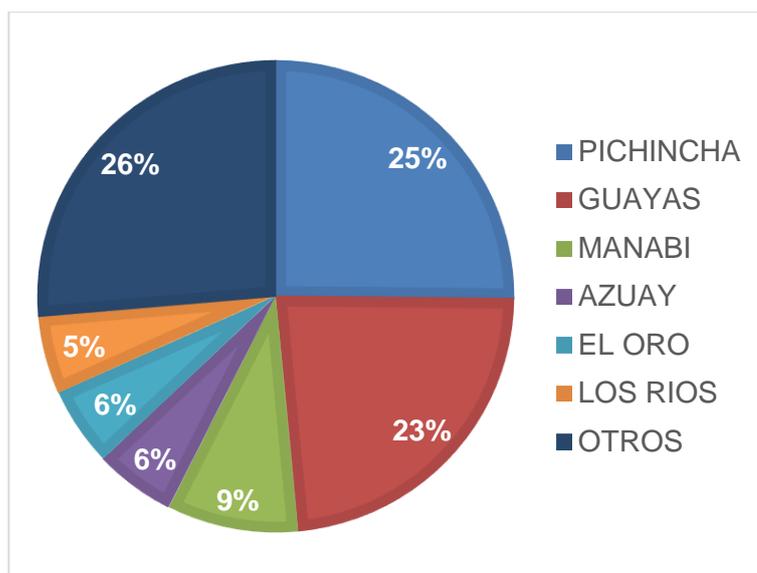


Figura 1.4: Participación de suscriptores por provincia [9]

Este crecimiento del número de abonados a la TV paga se debe en mayor parte a la mala calidad en la recepción de la televisión abierta. En la Figura 1.5 se puede apreciar el ruido existente en la señal recibida.



Figura 1.5: Canal 2 en Televisión analógica

Según ARCOTEL y su Sistema de Información y Estadística de los Servicios de Telecomunicaciones, SIETEL, existen 235 empresas autorizadas para proveer el servicio de TV paga, de los cuales destacan DIRECTV, CNT, Grupo TVCable, CONECEL (Claro) y UNIVISA. Estas cinco empresas concentran el 84% del mercado nacional (Figura 1.5). Esto es una posible alternativa ante el programado apagón analógico.

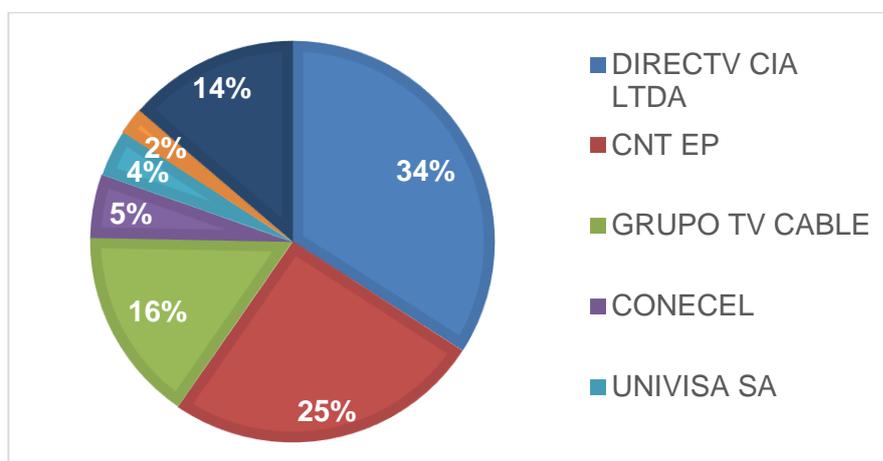


Figura 1.6: Participación del mercado por empresa permisora [9]

Tomando como referencia las empresas más importantes que brindan este servicio, en la Tabla 2 se muestran los costos mensuales de los diferentes planes de TV paga, además su medio de transmisión.

Empresa	Medio de transmisión	Precio mensual Plan Básico SD	Observaciones
DirecTV [10]	Satelital	\$27,99	97 canales
CNT [11]	Satelital	\$15 + IVA	70 canales
TVCable [12]	CATV	\$13,80 + IVA	111 canales
TVCable [13]	Satelital	\$19,30 + IVA	68 canales
Claro [14]	CATV	\$18,50 + IVA	136 canales
Claro [15]	Satelital	\$18 + IVA	51 canales
Univisa [16]	Satelital	\$18,90 + IVA	70 canales

Tabla 2: Planes de TV por suscripción de las empresas con mayor penetración en el país

El costo de adquirir TV por suscripción como alternativa al apagón analógico representaría un incremento en los gastos por hogar. Como se muestra en la Figura 1.7, el 70 % de los hogares urbana tienen ingresos menores a \$1000. El costo de contratar el servicio de TV paga representaría un incremento en gastos que va del 1% al 5%, dependiendo del decil que se analice. Esta brecha es aún más considerable en zonas rurales donde el 90% de los hogares tienen ingresos menores de \$800 y al menos el 20% de ellos con menos del salario básico.

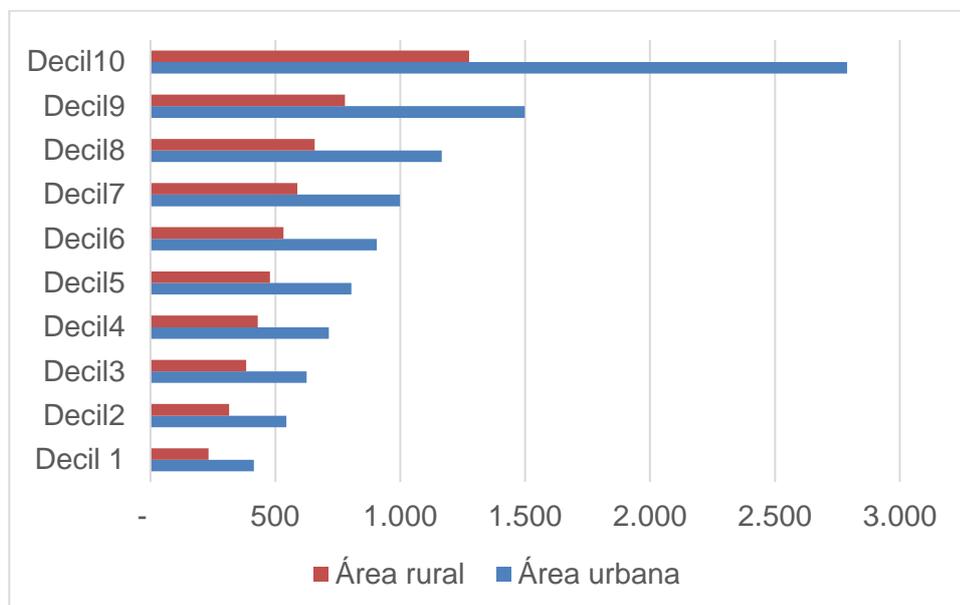


Figura 1.7: Ingreso por hogar total mensual (\$) por deciles [17]

También se tiene que considerar que existe un gasto mensual a servicios de comunicaciones como telefonía (fija o móvil) o internet. Este rubro en el área urbana es en promedio de \$42

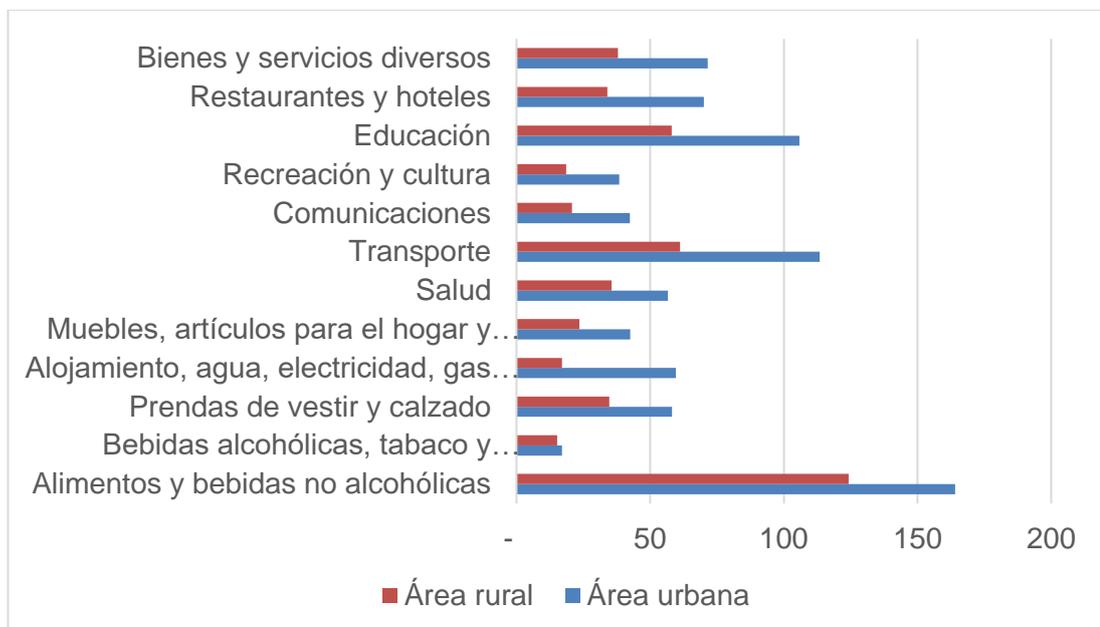


Figura 1.8: Gasto corriente de consumo mensual (\$) [17]

1.2. Ventajas y desventajas de la televisión por suscripción.

1.2.1. Televisión satelital.

Ventajas:

- Amplia cobertura. Se puede instalar casi en cualquier lugar. Especialmente usado en zonas rurales o de difícil acceso.
- Audio y video de alta calidad.
- Acceso a muchos canales a nivel mundial.
- Control parental. En la mayoría de los receptores se pueden bloquear ciertos canales.
- Posibilidad de grabar directo al disco duro a través de DVRs, Digital Video Recorders.

Desventajas:

- Inversión inicial. El receptor y el plato satelital pueden ser caros.
- Solo se puede usar un televisor por codificador, haciendo su implementación más costosa si se requiere utilizar más de un receptor de TV.
- Mal funcionamiento en condiciones climáticas adversas como nieve, fuertes vientos, lluvia y tormenta.
- Instalación requerida con costo adicional.

1.2.2. Televisión por cable, CATV.

Ventajas:

- Estabilidad. Los sistemas de CATV presentan mayor estabilidad que los satelitales que son sensibles a eventos climatológicos como lluvia o nieve.
- Convergencia de otros servicios. Los servicios triple pack (TV, telefonía fija e internet) son distribuidos a través de estas redes, lo cual es cómodo para el suscriptor al tener que pagar una sola factura.

- Precio. Comparado con la TV satelital, CATV es más económico si no se incluyen paquetes de canales exclusivos o señal HD.

Desventajas:

- Escalabilidad de la Red. Las redes de CATV no son fáciles de expandir, además del alto costo que esto implica.
- Atenuación. El cable coaxial RG6 de alto rendimiento a 100 MHz puede tener una pérdida de señal de 6.4 dB cada 100 metros. Otros cables como RG11 y RG59 tienen pérdidas de 4.5 dB y 7.5 db cada 100 metros respectivamente [18].

1.3. Nuevas tendencias en la transmisión de televisión

1.3.1. Servicios OTT

El término OTT significa “over-the-top” y es usado para la entrega de películas y TV a través de internet, sin necesidad de que se suscriban a un proveedor de TV paga.

OTT se puede dividir en tres grandes grupos [19]:

- SVOD, Subscription Video on Demand. Este servicio consiste en la suscripción al servicio por un costo y tiempo determinado, en el cual se tiene acceso al contenido sin límite de horas. Un excelente ejemplo es Netflix. Por una cuota mensual se puede disfrutar de toda su programación, a la hora que el usuario desee.
- TVOD, Transactional Video on Demand. TVOD es la contraparte de SVOD. En este tipo de servicio, se paga solo por el contenido que uno consume. Este es el equivalente al Pay Per View, PPV, de la TV paga. Apple iTunes es un ejemplo de TVOD.
- AVOD, Advertising VOD. Este modelo es basado en la venta de anuncios para que la programación disponible sea gratis para la gente. Este sistema no ha sido muy explotado ya que no es muy rentable en especial con contenidos Premium. Con el uso de Big

Data se puede lograr que los anuncios sean dirigidos a la población interesada. YouTube es el mejor exponente en este servicio.

En Ecuador estos tres tipos de servicio son muy conocidos. Las televisoras nacionales no se han quedado atrás. Muchas de ellas ofrecen su programación en línea a través de sus páginas web. Por ejemplo, Ecuavisa ofrece su noticiero en vivo y retransmisión de anteriores. Además, sus documentales periodísticos como Visión 360 también están disponibles, todo esto sin costo.

La CNT también ofrece servicio OTT en su página CNT PLAY. Aquí se pueden disfrutar películas y series de producción nacional, y eventos como las Eliminatorias a Rusia 2018. Para acceder, solo se debe crear una cuenta en el sitio web de CNT, la cual es gratuita.

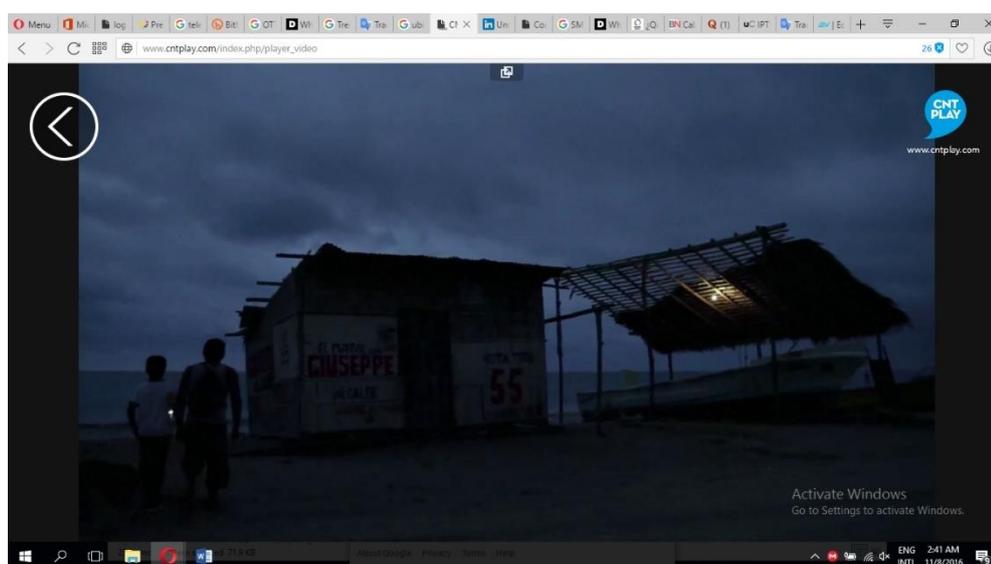


Figura 1.9: Transmisión de la película “Pescador”, por CNT PLAY [20]

1.3.2. IPTV

Como su nombre lo indica, es una tecnología que permite la distribución de audio y video a través de una red de banda ancha utilizando el protocolo de internet (IP). La definición oficial aprobada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) es la siguiente:

“IPTV es definida como servicios multimedia, tales como televisión, video, audio, texto, gráficos y datos ofrecidos sobre redes basadas en IP, gestionadas para proveer el nivel requerido de Calidad de Servicio (QoS) y experiencia, seguridad, interactividad y confiabilidad [21]”.

Desde la perspectiva de un proveedor de servicios, IPTV abarca la adquisición, procesamiento y la entrega segura de contenido de video a través de una infraestructura de red basada en el protocolo IP.

Esta tecnología cuenta con un sinnúmero de características [22]:

- Soporta televisión interactiva, las capacidades bidireccionales de estos sistemas permite a los proveedores del servicio, ofrecer una serie de aplicaciones interactivas, puede incluir televisión en vivo, Televisión de Alta Definición (HDTV), juegos interactivos o consultas a internet de alta velocidad.
- Pausa en directo (Time Shifting), es decir permite grabar un programa para visualizarlo posteriormente.
- Personalización, soporta comunicación bidireccional y permite a los usuarios finales personalizar sus hábitos de visualización de contenido lo que les permite decidir lo que quieren ver y el momento en que quieren visualizarlo.
- Poco requerimiento de ancho de banda para los proveedores del servicio, ya que, en vez de entregar todos los canales a cada usuario final, la tecnología IPTV permite que los proveedores transmitan solamente el canal que el usuario final ha solicitado, lo cual les permite conservar el ancho de banda en sus redes.

- Acceso en múltiples servicios, el contenido de IPTV no se encuentra limitado solamente a la televisión, pueden acceder también a través de sus teléfonos móviles y computadoras.

Servicios y aplicaciones

Los servicios que comúnmente se ofrecen una vez implementada esta tecnología son los siguientes [22]:

- Triple Play: Consiste en brindar por parte de un único operador prestaciones de voz, acceso a Internet y televisión, constituyendo un paquete básico.
- Televisión Móvil: Permite descargar y guardar el contenido audiovisual en un formato portátil que se almacena en un espacio de disco duro. Este trabajo es realizado por el receptor STB, que también se encarga de transferir el archivo.
- Grabador de Video Personal (PVR): Físicamente está compuesto por una memoria no volátil con gran capacidad de almacenamiento y un software para el control y configuración de contenidos, como aplicaciones de búsqueda avanzada.
- Video sobre demanda (VoD): En este caso el flujo está dirigido a usuarios individuales y cada uno accede a un tipo específico de video; dentro de esta modalidad el contenido se difunde en modo unidifusión o Unicast.
- Pago Por Ver (PPV): Es conocido como televisión a la carta, permite acceso a contenidos multimedia realizando un pago específico. A diferencia de VoD, la señal se transmite de forma simultánea a todos los compradores.
- Juegos: El servicio de IPTV puede incluir juegos para la TV. En otros países este servicio ya se ha incorporado, la potencialidad que existe es llamativa y los fabricantes están trabajando para disponer de Set Top Boxes (STBs) que funcionen como consolas de videojuegos.

1.4. Arquitectura de una red IPTV

1.4.1. Dominios IPTV

Para poder comprender de mejor forma la arquitectura de una red IPTV es necesario establecer que la Tecnología IPTV está seccionada en dominios.

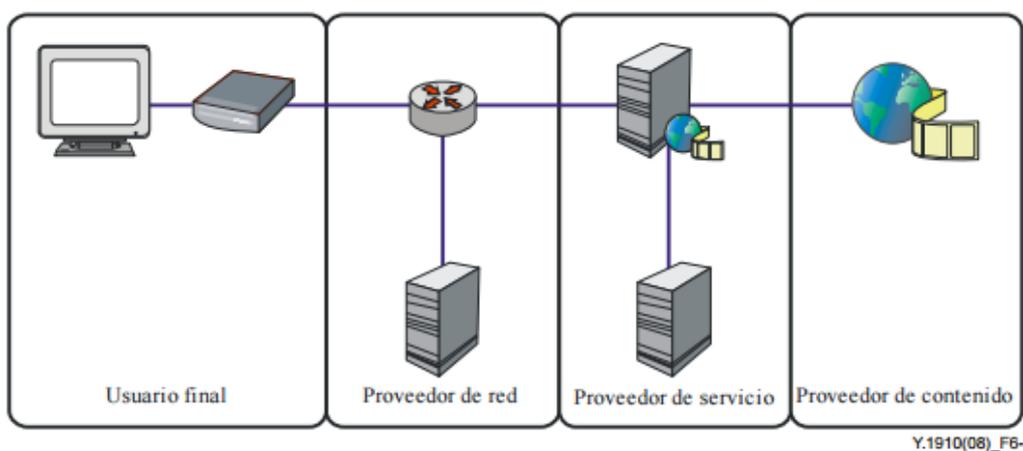


Figura 1.10: Dominios de IPTV [23]

Según la Recomendación de la UIT Y.1910 IPTV se encuentra dividida en cuatro dominios [23]:

- Proveedor de contenido.
- Proveedor de servicio.
- Proveedor de red.
- Usuario final.

1.4.2. Descripción general de la arquitectura funcional de IPTV

Una red IPTV se puede habilitar en arquitecturas de redes de distintos tipos sean redes FTTx, XDSL que son las redes que mayormente se encuentran implantadas en el país, sin embargo, una Red de Nueva Generación (NGN) sería el escenario ideal para implementar y sacar máximo provecho este tipo de tecnología. Por consiguiente, la

arquitectura de una red IPTV variará de acuerdo a la red en el cual se encuentre implementada, en esta sección nos enfocaremos en la arquitectura de una red IPTV en general [23]. En la Figura 1.11 se muestra la descripción general de la arquitectura de IPTV.

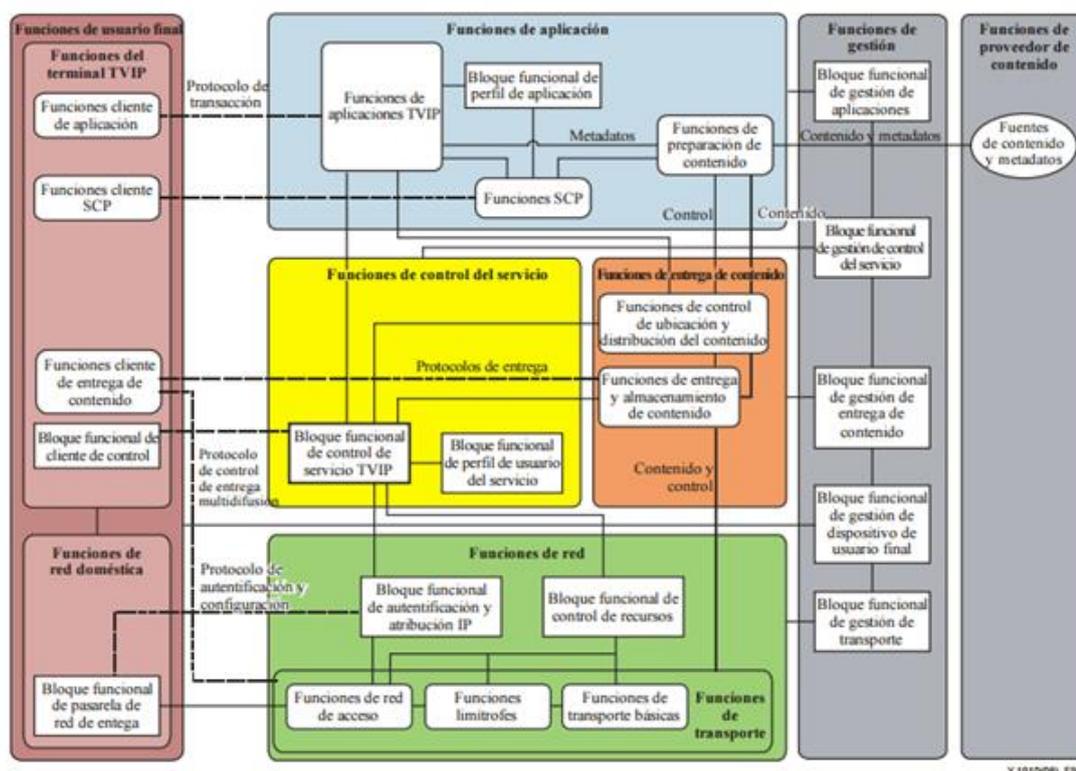


Figura 1.11: Descripción general de la arquitectura de IPTV [23]

- **Funciones de usuario final:** Las funciones de usuario final constan de las funciones del terminal IPTV y las funciones de la red doméstica.
- **Funciones del terminal IPTV:** Las funciones del terminal IPTV se encargan de recibir las instrucciones de control del usuario final y de interactuar con las funciones de aplicación a fin de obtener información sobre el servicio (por ejemplo, guía electrónica de programas), licencias de contenido y claves de descryptación. También interactúan con las funciones de control de servicio y de

entrega de contenido para recibir los servicios IPTV, al tiempo que ofrecen la capacidad de recepción, descryptación y decodificación de contenido.

- **Funciones cliente de aplicación:** Las funciones cliente de aplicación intercambian información con las funciones de aplicación IPTV para dar soporte a los servicios de IPTV y otras aplicaciones interactivas.
- **Funciones cliente de protección del servicio y del contenido:** Las funciones cliente de protección del servicio y del contenido (SCP) interactúan con las funciones SCP para proteger el servicio y el contenido. Las funciones cliente SCP verifican los derechos de utilización y descryptan el contenido.
- **Funciones cliente de entrega de contenido:** Las funciones cliente de entrega de contenido reciben y controlan la entrega de contenido procedente de las funciones de entrega y almacenamiento de contenido. Tras recibir el contenido, las funciones cliente de entrega de contenido tienen la opción de recurrir a las funciones cliente SCP para descryptar y decodificar el contenido; también tienen la opción de dar soporte al control de la reproducción.
- **Bloque funcional cliente de control:** El bloque funcional cliente de control permite a las funciones del terminal de IPTV iniciar solicitudes de servicio destinadas al bloque funcional de control del servicio IPTV con el fin de preparar la conexión con las funciones de entrega de contenido.
- **Funciones de red doméstica:** Las funciones de red doméstica ofrecen la conectividad entre la red externa (es decir, externa a la red doméstica) y los dispositivos terminales IPTV. Estas funciones comprenden la conectividad IP, la atribución de direcciones IP y la configuración de los dispositivos terminales IPTV. Todos los datos, contenido y tráfico de control han de pasar a través de las funciones de red doméstica para poder

entrar en el dispositivo terminal IPTV del usuario final o salir de él. Las funciones de red doméstica sirven de pasarela entre las funciones del terminal IPTV y las funciones de red. Las funciones de red doméstica constan del siguiente bloque de red.

- Bloque funcional de pasarela de red de entrega: El bloque funcional de pasarela de red de entrega ofrece conectividad IP entre la red externa (es decir, externa a la red doméstica) y el dispositivo terminal IPTV [23].

1.4.3. Formatos de transmisión en IPTV

Para brindar el servicio de IPTV es de vital importancia optimizar el tiempo de respuesta de la red, para lo cual es necesario utilizar la compresión de video, ya que entre mayor sea la compresión, menor será el ancho de banda necesario para su envío y por ende su transmisión rápida. El estándar de compresión utilizado en IPTV es MPEG, que especifica cómo debe ser la trama de transporte de datos. Hoy en día los formatos más utilizados son MPEG-2, MPEG-4 y H.263 de la serie ITU [24].

- MPEG-2: Su aplicación inicial fue en la TV estándar (SDTV) y de alta definición (HDTV). Está diseñado para trabajar con velocidades desde 2 hasta 10 Mbps. Es usado en reproductores de DVD permitiendo imagen a pantalla completa más la ventaja de tener varios canales de audio.
- MPEG-4: El objetivo fundamental es conseguir la mayor calidad de imagen posible. Existen distintos codificadores que se destacan muchos de ellos obtienen el mejor desempeño a velocidades bajas de transmisión. Puede ser utilizado en dispositivos móviles que soporten 3G y cámaras digitales.
- H.263: Surgió al mismo tiempo que MPEG-4, con el cual es compatible. La idea fundamental de este algoritmo fue

proporcionar mejor apreciación audiovisual para videotelefonía y videoconferencia.

- H.264: Define un códec de alta compresión. Puede alcanzar la máxima calidad de MPEG-2 pero con la mitad de los recursos y sin aumentar la complejidad del diseño. Tiene una sintaxis sencilla que mejora la integración con diferentes protocolos.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T) estandarizó en el 2008 las tecnologías de compresión de video avanzadas H.264/MPEG4, que presentan una mejora sustancial en cuanto al rendimiento de MPEG2, que soportan condiciones heterogéneas de transporte, especialmente para contenidos de VoD y televisión de alta definición (HDTV) [24].

1.4.4. Protocolos de transmisión de IPTV

Los estándares utilizados para el servicio de IPTV, son los de transporte UDP, RTP y RTCP, los de control de sesión como RTSP y SDP y el protocolo de internet. Un servicio de IPTV típico usa un esquema de empaquetamiento MPEG-2 donde intervienen los protocolos anteriormente mencionados [24].

- UDP (User Datagram Protocol): En IPTV se utiliza para dar servicio no orientado a la conexión y no fiable. Permite el envío de datagramas a través de la red sin haber establecido previamente la conexión. Su uso principal es dar soporte a DHCP, BOOTP, DNS, SNMP; así como para las transmisiones de audio y video en tiempo real, donde no es posible utilizar TCP por las demoras (retardos) en que se incurrirían.
- RTP (Protocolo de Transporte de Tiempo Real): Es el protocolo de transporte para flujos multimedia en Internet. IPTV lo utiliza para proporcionar información temporal y de sincronización de flujos multimedia.
- RTCP (RTP Control Protocol): El Protocolo de Control en Tiempo Real, se basa en la transmisión periódica de paquetes de control

a todos los participantes dentro de una sesión. En IPTV reserva recursos en la red para la transmisión en tiempo real.

- SDP (Protocolo de descripción de Sesión): Es un protocolo de control de la capa de aplicación que ofrece toda la información antes de iniciar una sesión. Solo proporciona un formato para la descripción de la sesión, sin incorporar ningún protocolo de transporte.
- RTSP (Protocolo de Transmisión en Tiempo Real): IPTV lo utiliza para establecer y controlar uno o muchos flujos sincronizados de datos, ya sean de audio o de vídeo. Le permite a un cliente realizar operaciones de control remoto sobre un servidor de streaming. Es importante resaltar que RTSP, no es un estándar para enviar información; para ello, se suele utilizar RTP [24].

1.5. Proyecto Red GPON para la ruta 27, Central Norte, CNT EP

Existe un estudio realizado en el 2015 desarrollado por Ing. Ericka Oyague B. e Ing. Cinthya González Ch. como Informe de Materia Integradora de la carrera Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, ESPOL [25], en el cual, se plantea la migración de la ruta 27 de la Central Norte de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP, en la ciudad de Guayaquil, de cobre a fibra óptica; con el objetivo de brindar servicios de banda ancha fija. La ruta 27 comprende: Bloques 9, 10, 11 y manzanas J1, J2, J3 de la Ciudadela Atarazana; Bloques de la FAE; Urbanización Río Guayas y Ciudadela Santa Leonor. En este sector, CNT ofrece servicios de voz y datos a través de la tecnología Asymmetric Digital Subscriber Line, ADSL, con capacidad desde 512 Kbps hasta 10 Mbps. Sin embargo, la calidad de este servicio tiene inconformes a los abonados que cada vez requieren mayor ancho de banda y optan por otros proveedores que inclusive ofertan servicios triple-play. Esto se ve reflejado en la Tabla 3, donde se puede notar que, de los 800 abonados a telefonía fija, tan solo 72 también solicitaron el servicio de internet, es decir, el 9% de los clientes; esto a pesar de que la Central Norte de CNT tiene el 70% del mercado de telefonía fija en el sector.

Sector	Distrito	Capacidad	Cientes Telefonía Fija	Cientes Internet ADSL
Atarazana	407	300	181	30
Santa Leonor	410	150	54	0
	411	200	92	1
Urbanización Río Guayas	413	250	129	0
	414	150	127	1
Bloques de la FAE	458	400	217	40
Total			800	72

Tabla 3: Abonados a servicios de CNT en la ruta 27 [25]

El diseño de red escogido fue Gigabit-capable Passive Optical Network, GPON, ya que ésta posee ventajas como alta tasa de transmisión en los canales de subida y bajada, alcance de hasta 20 km y menor costo de operación que tecnologías más recientes como NG-PON1 y NG-PON2.

Con esta propuesta de red GPON, se puede abastecer hasta 9216 abonados, esto en contraste con la capacidad máxima de 2160 usuarios que tiene la red de cobre actualmente instalada. Adicionalmente, el ancho de banda por cada usuario es de al menos 80 Mbps, asumiendo que todos estén activos en la red.

Estas características de diseño hacen a este proyecto idóneo para que se le adicionen los equipos necesarios para la transmisión de IPTV, objetivo principal de este informe, posibilitando así a que CNT brinde un servicio adicional y a la vez sea más competitivo que los otros proveedores de TV paga, una vez que IPTV sea incorporado a la modalidad de prestación de servicio de audio y video por suscripción.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

- Habilitar una red que permita la implementación del servicio de IPTV, utilizando el diseño de la red de fibra óptica propuesto para la Ruta 27 de la Central Norte de CNT, con el fin de brindar servicio de IPTV de manera más económica y eficiente.

1.6.2. Objetivos específicos

- Contribuir a la transición de la Televisión Analógica a la Televisión Digital (TDT), permitiendo conocer los estudios necesarios para la implementación de IPTV, pudiendo brindar una opción beneficiosa e interesante a los usuarios de la zona.
- Promover una alternativa viable para el mejoramiento de la recepción de las señales de televisión abierta no solo en la zona establecida sino a nivel nacional.
- Proponer una opción de calidad y económicamente competitiva frente a los servicios actuales de televisión por suscripción.
- Contribuir al desarrollo tecnológico con la evolución de la TDT a una nueva tecnología que ofrece múltiples beneficios y que ya ha sido implementada en otros países, fomentando la competitividad en el sector de las telecomunicaciones.
- Brindar opciones que además de permitir mejorar la calidad de los servicios de telecomunicaciones brindados actualmente, permitan incursionar en nuevos modelos de negocio, desarrollando e implementando nuevas aplicaciones aprovechando la convergencia de los equipos de telecomunicaciones que ofrece la tecnología IPTV.
- Realizar un censo de abonados de televisión por suscripción en los distritos 407, 410, 411, 413, 414 y 458; que forman parte de la Ruta 27 de la Central Norte de la ciudad de Guayaquil, para poder estimar los clientes potenciales del servicio de IPTV.

1.7. Metodología

Para el desarrollo de este proyecto, se tomará como base el diseño de la red GPON para la Ruta No. 27 de la Central Norte de CNT EP en Guayaquil, realizado por Ing. Ericka Oyague B. e Ing. Cinthya González Ch. En este informe se plantea reemplazar la red de cobre existente por una red de fibra óptica. A esta red se la complementará con los equipos necesarios para brindar el servicio de IPTV a este sector lo cual, será un plus tanto para los usuarios como para CNT.

Se realizará un análisis del último Censo de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010 seccionado por parroquia, así como del último informe de Suscripciones de Televisión pagada y de Cuentas y Usuarios del Servicio de Acceso a Internet de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) emitido en Septiembre y Octubre el presente año respectivamente, con el fin de determinar una muestra que permita obtener un resultado con un grado aceptable de credibilidad.

Luego se procederá a realizar una encuesta a la muestra seleccionada cuyas preguntas estarán orientadas a conocer cuántos de los abonados estarían dispuestos a adoptar el servicio de IPTV, es decir que demanda existiría de clientes potenciales en el sector para posteriormente realizar un estudio de factibilidad del servicio.

Revisar el actual Reglamento para la Prestación de Servicios de Telecomunicaciones y Servicios de Radiodifusión por Suscripción, así como los artículos de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones (LOT) relacionados a este tipo de servicios, con el fin de poder normar esta nueva modalidad de transmisión de señales de televisión.

Se estudiará la Recomendación Y.1910 de la ITU para conocer más a fondo acerca de la arquitectura funcional para la tecnología de IPTV, para poder adaptarla al diseño de la red actual que se encuentra desplegada en el sector. Así como también se procederá a realizar una investigación de todos los nuevos equipos que habría que incorporar realizando su respectiva cotización para

poder proyectar un aproximado del presupuesto que se necesitaría para el despliegue de esta red.

Finalmente, en base a todos estos estudios realizar una visita al personal técnico de CNT, para conocer su punto de vista al respecto y que lo puedan considerar como una opción para implementar en un futuro.

1.8. Justificación.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) hoy en día constituyen un motor de suma importancia en las telecomunicaciones de nuestro país, ya que no solo se trata de un pilar fundamental en cuanto a la transformación productiva y desarrollo económico, sino que además promueven el desarrollo social e inclusivo de la ciudadanía. Es por esto que llevar a cabo este proyecto constituiría un aporte significativo a la evolución de la televisión como tecnología en nuestro país.

Se sabe que en muchas áreas no solamente rurales sino urbanas, la recepción de señales de televisión abierta es deficiente, razón por la cual los usuarios se ven casi forzados a adquirir servicios de televisión pagada no solo para poder visualizar los canales nacionales con mayor nitidez, sino sobre todo para tener más opciones de programación televisiva.

Según un artículo de diario El Universo, publicado en 2005 [26], afirma que Ecuador es uno de los países andinos con mayor índice de penetración del servicio de televisión pagada y es notable que en la actualidad eso no ha cambiado incluso se ha incrementado, y más aun con la transición de tv analógica a digital que se tiene prevista empezar el 30 de junio del presente año.

Para conocer la situación real de los habitantes de las zonas que cubre la Ruta N0. 27 de la Central Norte de CNT EP, se realizó una encuesta con cuatro preguntas como se muestra en la Figura 1.12. De esta forma podemos saber que el 37% de las personas no cuentan con servicio de audio y video por suscripción. Ellos se verán principalmente afectados por el apagón de la televisión abierta analógica postergado para el 30 de junio del 2017. Otro

resultado importante de esta encuesta es que el 93% de las personas están interesadas en contratar este servicio. Al grupo de personas interesadas por IPTV, además se les consultó acerca del precio por el que estarían dispuestos a pagar por este nuevo servicio de TV por suscripción. Aceptarían pagar \$10 o más el 96% de las personas interesadas o, \$15 o más el 75% de interesados.

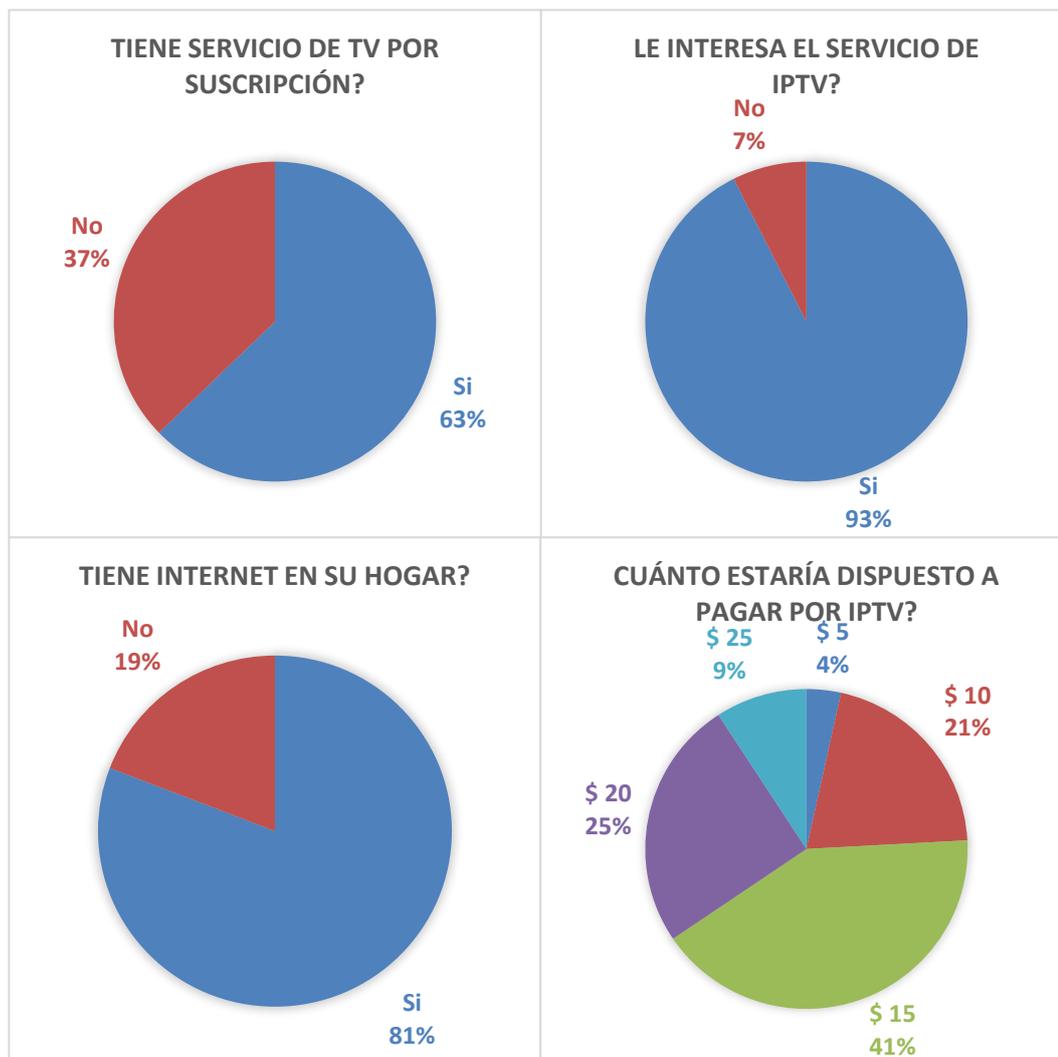


Figura 1.12: Encuesta realizada a una muestra de los habitantes de la Ruta No. 27 de la Central Norte, CNT EP.

Todos estos factores constituyen una oportunidad de introducir al mercado un nuevo servicio de televisión, la IPTV, la cual tiene la capacidad de brindar múltiples ventajas tanto a los usuarios como a los operadores de la red. En el caso particular de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT E.P.) se conoce que cuentan con 18.842 Km de fibra óptica desplegada a nivel nacional [27], y que específicamente en el sector en que se enfoca este proyecto se encuentra proyectado reemplazar la red de cobre existente por una red de fibra óptica GPON. Este tipo de redes aportan un gran número de beneficios como un mayor ancho de banda, así como mejor conectividad en tiempo real, características que actualmente no están siendo explotadas en su totalidad. Por esta razón, se propone incluir en el diseño de la red GPON, el servicio de IPTV, el cual no solamente sería beneficioso para la empresa, la cual tendría la oportunidad de lanzar un servicio que no ha sido explotado por ningún otro proveedor de servicios de telecomunicaciones; sino también para los usuarios que tendrían opción a un servicio diferenciador y a bajo costo. Además de esto como se mencionó en la sección 1.3.1 se sabe que CNT cuenta con una interfaz web llamada CNT Play, la cual sería perfectamente adaptable para proporcionar el menú de programación de los canales que ofrecería el servicio de IPTV.

Para que este servicio sea de real beneficio para la sociedad, se deberá acoger las recomendaciones del Plan de Acción elaborado por Ing. Álex Coro e Ing. Danny Cruz [28] de incluir en el Marco Regulatorio de Telecomunicaciones a IPTV como servicio de audio y video por suscripción. En este informe se sugiere modificar la Ficha Descriptiva de Servicio por Suscripción del Reglamento para la Prestación de Servicios de Telecomunicaciones y Servicios de Radiodifusión por Suscripción, añadiendo una nueva modalidad, Televisión por Protocolo de Internet (IPTV), el cual se definiría textualmente: “Aquel que utiliza como medio de transmisión redes basadas en el protocolo IP. Está formado por: Cabecera (Head End), Red de internet de banda ancha y receptores o equipos terminales del usuario. IPTV es un servicio multimedia, que incluye televisión, video, audio, texto, gráficos y datos, gestionadas para proveer el nivel requerido de Calidad de Servicio (QoS) y Experiencia, Seguridad, Interactividad y Confiabilidad”. De

esta forma se garantiza que la televisión abierta sea incluida en la transmisión de IPTV, convirtiéndose en una nueva alternativa al apagón analógico de la televisión abierta.

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO DE LA CONECTIVIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA IPTV EN LA RUTA No. 27 DE LA RED DE LA CENTRAL NORTE DE CNT E.P.

2.1. Etapas de la red para la implementación de IPTV en el sector

La tecnología IPTV viene siendo desarrollada hace unos pocos años, por lo tanto, no se ha definido aún una topología de red estándar. Sin embargo, los fabricantes concuerdan en un esquema de red con las siguientes etapas:

- **Adquisición:** en general es necesario dos fuentes de contenido. Una fuente es para la TV en vivo (local e internacional) y otra para los servicios de VOD. La TV local se la puede obtener por varios métodos incluyendo TDT, satélite, CATV o fibra óptica, siendo los dos últimos por medio de una conexión física desde la estación de TV hasta la central del proveedor de IPTV.
- **Procesamiento:** Luego de haber capturado la señal sea TV o VOD, ésta se la debe convertir a formato de tramas IP, para esto se necesitan dispositivos de procesamiento. Además de convertir la señal, también es necesario encriptarla, añadir aplicaciones de interfaz con el usuario y control de acceso.
- **Almacenamiento:** se recomienda esta etapa para incrementar la fiabilidad del servicio, evitando intermitencia durante la transmisión. Este respaldo es principalmente para la TV en vivo. Dependiendo del hardware usado, esta etapa puede estar incluida en la de procesamiento. También puede ser denominado *servidor de frontera*.

Estas tres etapas se resumen en un término, cabecera. La cabecera de IPTV es el núcleo de este servicio y es donde se genera y administra el contenido que se va a proveer a los usuarios.

A esto, se deben agregar las 3 etapas de la red GPON proyectada en la ruta No. 27 de la Red de la Central Kennedy de CNT.

- Optical Line Terminal, OLT
- Optical Distribution Network, ODN.
- Optical Network Terminal, ONT.

Como se muestra en la Figura 2.1, en el diseño de la red de distribución planteado en el Informe de Materia Integradora de Ing. Ericka Oyague e Ing. Cinthya Gonzáles, se ha utilizado dos niveles de splitter, 1x4 y 1x8. Con esta configuración se tiene capacidad para 9216 abonados con un ancho de banda de hasta 80 Mbps, considerando todos los usuarios activos [25].

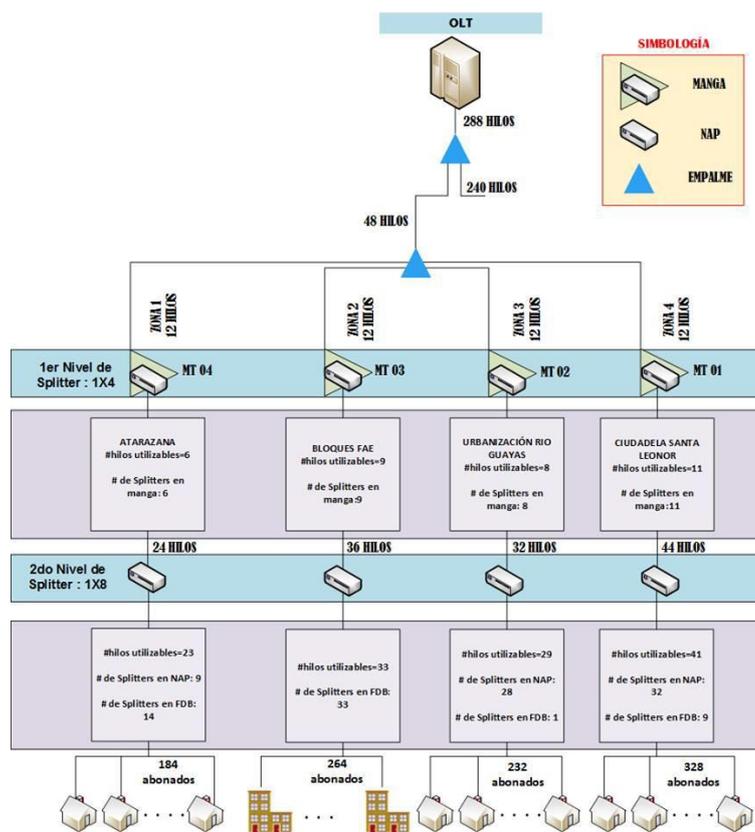


Figura 2.1: Esquema de diseño para la red GPON [25]

Para enlazar la cabecera IPTV con la red GPON de la ruta No. 27, Central Norte CNT, se lo puede realizar de dos formas:

- Etapa de Recepción y etapa de procesamiento ubicadas en la Central Centro (Pedro Carbo, entre Aguirre y Clemente Ballén), y etapa de almacenamiento en la Central Norte (Av. Luis Cordero Crespo, junto al Colegio Aguirre Abad). El enlace entre Central Centro y Central Norte es la red MPLS de CNT. En la Central Norte se realiza la conexión de cabecera IPTV y la red GPON por medio de la OLT planificada para esta central.
- Toda la cabecera IPTV ubicada en la Central Kennedy. Acceso a la red GPON con conexión directa a la OLT ubicada en esta central.

Considerando que en la Central Norte aún no dispone de una OLT y además por recomendación del Ing. César Yépez, docente de FIEC y profesor de la materia de Televisión Digital, se decide utilizar la segunda opción, ya que de esta forma se garantiza disponibilidad de la red y calidad de servicio.

Finalmente se agrega una última etapa, **recepción**. Para disfrutar del servicio en un televisor del hogar, es necesario un set-top box capaz de procesar la señal IP. Además, se puede hacer visible a otros equipos que estén conectados a la red doméstica como smartphones y tablets.

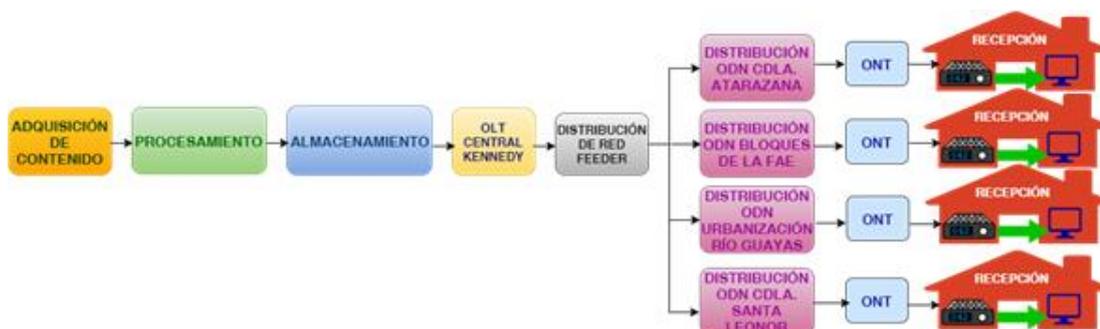


Figura 2.2: Esquema propuesto para la red de IPTV en la ruta No. 27.

2.2. Selección de equipos

Para la selección de equipos se ha procedido a investigar marcas reconocidas internacionalmente por su hardware diseñado específicamente para IPTV, encontrando a Teleste y MatrixStream.

Como se mencionó en la sección 2.1 cada fabricante tiene su topología de red, sin embargo, cumplen con el esquema propuesto en la Figura 2.2. Algunos dispositivos pueden cumplir las funciones de más de una etapa.

Teleste está situada en Finlandia tiene más de 50 años de experiencia brindando soluciones para video vigilancia, internet de banda ancha y, últimamente, televisión digital. Por estas razones se han elegido varios equipos de esta compañía. La línea de Teleste Luminato es una plataforma de cabecera digital diseñada para el procesamiento de contenido en vivo. La solución de Teleste luminato incluye:

- Receptores de señal en múltiples formatos (ASI, DVB-C, DVB-S/S2, IP, DVB-T, ISDB-T).
- Hardware y software para la implementación de la Guía Electrónica de Programas.
- Módulos de corrección de errores FEC.
- Módulos para la implementación de aplicaciones en LINUX.
- Módulos de salida en diferentes formatos (ASI, COFDM, IP, ISDB-T, QAM).

MatrixStream Technologies, Inc. provee una solución completa para empezar a brindar servicio de IPTV en corto tiempo e incluye:

- Set-Top Box HD.
- Personal Video Recorder, PVR.
- Servidores VOD SD, HD, 4K.
- Transmisión de contenidos de TV en SD, HD, 4K.
- Soporte para compresión de video en HEVC/H.265.
- Transmisión sobre redes de banda ancha privadas o hacia internet.
- Soporte a equipos Android, iOS.

2.2.1. Adquisición de contenido:

Para definir en que consiste esta etapa debemos tomar en cuenta que el presente proyecto tiene contemplado brindar al usuario dos tipos de fuentes de contenido: televisión nacional e internacional y video bajo demanda.

- **Televisión nacional e internacional**

En cuanto a este tipo de contenido ofertado, habrá dos tipos de señales que se requieren adquirir, una sería la señal TDT emitida por las distintas cadenas difusoras de televisión de la ciudad de Guayaquil la cual es emitida con el estándar ISDB-T, y la otra señal que se debe capturar es la señal de TV Satelital la cual es emitida en formato DVB-S.

Investigando acerca de la forma en cómo opera actualmente CNT E.P. como proveedor de TV por suscripción, se conoce que ellos actualmente tienen un contrato con la empresa Media Networks [29] con sede en Perú que les suministra el sistema de DTH, donde se transmiten en un solo enlace utilizando la banda 11.45–12.2 GHz (down link) los canales tanto de televisión abierta como de TV pagada.

Mediante consulta efectuada el 13 de Enero del 2017 alrededor de las 11:30 am vía telefónica, el representante de Gerencia Comercial de la empresa Media Networks, Luis Sternberg, se dio a conocer que para poder captar la señal de televisión abierta de los canales nacionales, la empresa Media Networks incorpora una antena y un receptor en su Telepuerto ubicado en el distrito de Lurín en la ciudad de Lima, que apunta a la señal del satélite Amazonas 2, que es donde las estaciones difusoras de televisión local retransmiten su señal para que pueda estar disponible para los distintos proveedores de televisión satelital del país. En la Tabla 4 se muestran los canales de televisión local que se encuentran disponibles por medio del satélite Amazonas 2, con su respectivo transponder, codificación y formato. Una vez que la señal proveniente del Amazonas 2 es captada por los equipos de recepción de Media Networks, los mismos proceden a retransmitirla hacia el

Amazonas 3 y 4A que son los satélites con los que brindan el servicio de DTH a CNT E.P.

CANAL	SATÉLITE	TRANSPONDE DOR	CODIFICACIÓN	FORMA TO
 Teleamazonas	Amazonas 2	SR 17000 12087H FEC 3/4	Nagravisión 3	MPEG2
 RTS	Amazonas 2	SR 17000 12087H FEC 3/4	Nagravisión 3	MPEG2
 TC Televisión	Amazonas 2	SR 17000 12087H FEC 3/4	Nagravisión 3	MPEG2
 Canal Uno	Amazonas 2	SR 17000 12087H FEC 3/4	Nagravisión 3	MPEG2
 Ecuador TV	Amazonas 2	SR 17000 12087H FEC 3/4	Nagravisión 3	MPEG2
 Ecuavisa	Amazonas 2	SR 17000 12087H FEC 3/4	Nagravisión 3	MPEG2

Tabla 4: Lista de canales de televisión nacional con recepción en el satélite Amazonas 2[30]

Ya que la señal de interés a captar (tv nacional e internacional) viene desde un solo enlace en formato DVB-S, proveniente de los satélites Amazonas 3 y 4A debemos contemplar el uso de una antena satelital.

- **Selección del tipo de antena a utilizar**

Para poder seleccionar el tipo de antena a utilizar es necesario definir los satélites de los cuales se requiere captar la señal, como se mencionó en el apartado anterior CNT E.P obtiene la señal del satélite Amazonas 3[31] y complementariamente del Amazonas 4A, ambos satélites son propiedad de la empresa Hispasat y se encuentran en la órbita geoestacionaria. En las Figuras 2.3 y 2.4 se muestran las huellas de cobertura del satélite Amazonas 3 y Amazonas 4A respectivamente.

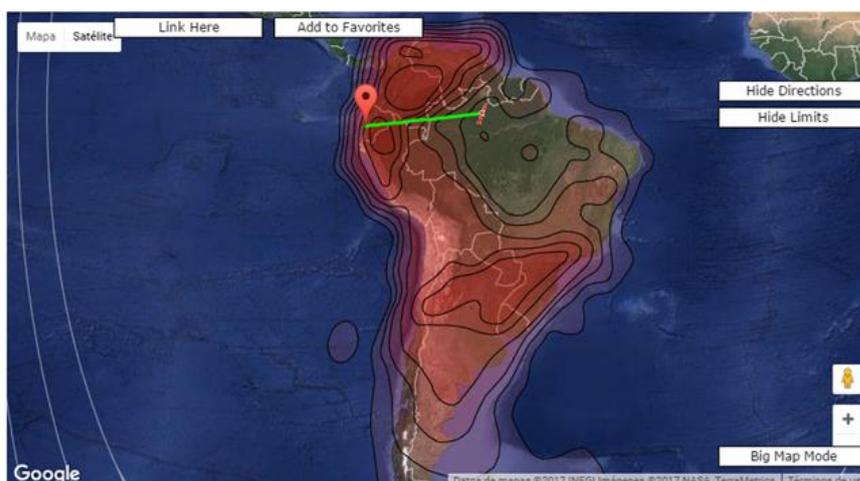


Figura 2.3: Huella del satélite Amazonas 3 y su ubicación respecto a Ecuador, mediante herramienta Satbeams.



Figura 2.4: Huella del satélite Amazonas 4A y su ubicación respecto a Ecuador, mediante herramienta Satbeams.

En la Tabla 5 se muestran algunas de las características de ambos satélites donde podemos apreciar que, para recibir la señal de ambos, necesitamos un plato parabólico de mínimo 60cm de diámetro.

Posición	Nombre	Operador	Diámetro de antena requerido [cm]	Detalle
61 W[32]	Amazonas 3 (AMZ3)	Hispasat	60	Cuenta con 33 transpondedores de banda Ku y 19 de banda C, que cubren Brasil, Lationamérica y Estados Unidos.
61 W[33]	Amazonas 4 (AMZ4, Amazonas 4A)	Hispasat	60	Cuenta con 24 transpondedores de banda Ku dando cobertura a América en general, se utiliza como respaldo para cubrir la creciente demanda de difusión DTH.

Tabla 5: Lista de los satélites utilizados actualmente por CNT E.P. para brindar servicio DTH.

Sin embargo, lo sugerido utilizando la herramienta web Satbeams es un plato de 70cm de diámetro como se muestra en la Figura 2.5 para el satélite Amazonas 3 y de 65cm de diámetro como se muestra en la Figura 2.6 para el satélite Amazonas 4A.

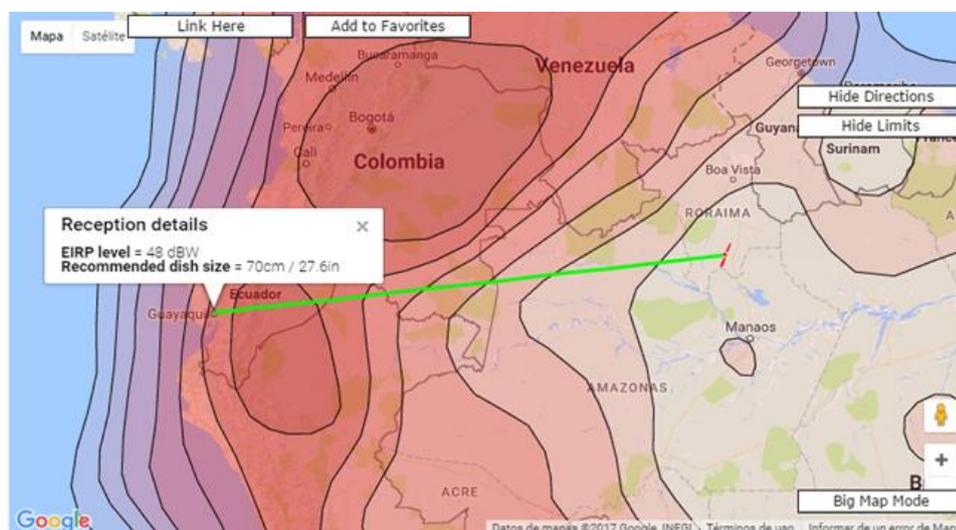


Figura 2.5: Ubicación del satélite Amazonas 3 respecto a la ciudad de Guayaquil, mediante herramienta web Satbeams.

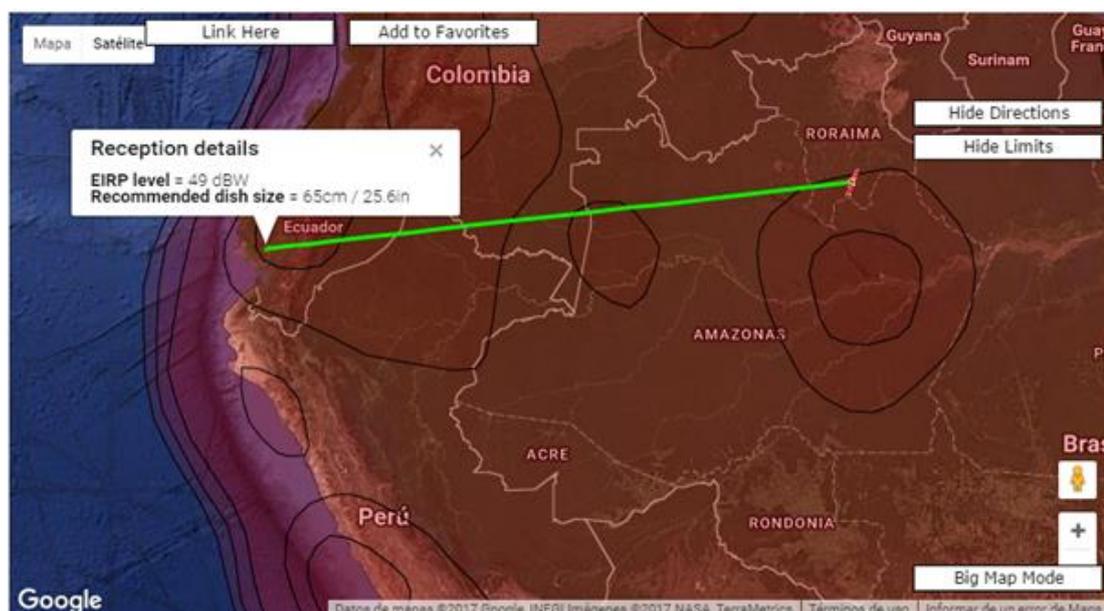


Figura 2.6: Ubicación del satélite Amazonas 4A respecto a la ciudad de Guayaquil, mediante herramienta web Satbeams.

Ya que se trata de la adquisición de una señal que se utilizará para la implementación del servicio de IPTV, y no de una adquisición para un sistema DTH, se deben considerar otros factores y criterios para poder garantizar un buen nivel de recepción de la señal.

- **Cálculo del diámetro de la antena parabólica**

La ecuación 2.1 describe la relación señal-ruido, C/N en el enlace descendente para las comunicaciones inalámbricas, donde T_s es la temperatura de ruido del sistema, $EIRP_{sat}$ es la potencia isotrópica radiada efectiva de la fuente de la señal, G_r es la ganancia del receptor, k es la constante de Boltzman, B es el ancho de banda y $Losses$ agrupa todas las pérdidas que pueden intervenir en la comunicación.

$$\left[\frac{C}{N} \right] = [EIRP_{sat}] + [G_r] - [T_s] - [Losses] - [k] - [B] \quad (2.1)$$

Como se mencionó en la Figura 2.5 y Figura 2.6, se recomienda un receptor de 70 cm y 65 cm, para los satélites Amazonas 3 y Amazonas

4A respectivamente. Para saber la ganancia de una antena, G_r , con estas dimensiones usamos la ecuación 2.2, donde n es la eficiencia de apertura (0,55 es un valor típico), f es la frecuencia de operación en GHz, y D es el diámetro del receptor parabólico en metros.

$$G_r = n(10.472fD)^2 \quad (2.2)$$

Usando los datos para el receptor al satélite Amazonas 4A:

$$G_r = 0,55(10,472 * 12 * 0,65) = 3,669 \text{ kW}$$

$$[G_r] = 35,65 \text{ dBw}$$

La aplicación web Satbeams, en la variable $[Losses]$ del presupuesto de enlace, considera solamente las pérdidas de espacio libre o FSL . Estas pérdidas están en función de la distancia en transmisor y receptor, y la frecuencia del enlace, como se muestra en la ecuación 2.3.

$$[FSL] = 10 \log \left(\frac{4\pi R}{c} f \right)^2 \quad (2.3)$$

Sabiendo que Amazonas 3 y Amazonas 4A son satélites geoestacionarios, la distancia R es de 36.000 km.

$$[FSL] = [Losses] = 205.15 \text{ dB}$$

Para calcular el valor de la potencia equivalente de ruido correspondiente a la antena, podemos aproximarlos como se muestra en la ecuación 2.4[34]:

$$T_s = T_{antena} + T_{antena_{promedio}} \quad (2.4)$$

Para T_{antena} , nos valemos del datasheet de una antena parabólica de 65 cm, el cual nos dice que la temperatura de ruido es de 46°K. A esto, adicionamos la temperatura promedio de una antena parabólica, 70°K, con lo cual tendríamos una temperatura equivalente de 116°K [34].

$$[T_s] = 10 \log_{10}(116 \text{ °K}) = 20,64 \text{ dB °K}$$

Finalmente, el ancho de banda, B , en banda Ku es de 27MHz. [35]

$$[B] = 10 * \log_{10}(27 * 10^6) = 74,14 \text{ dB Hz}$$

Con esta información podemos calcular la relación portadora-ruido, con $[EIRP_{sat}] = 49 \text{ dBw}$.

$$\left[\frac{C}{N}\right] = 49 + 35,65 - 20,64 - 205,15 - 10 \log_{10}(1,38 * 10^{-23}) - 74,14$$

$$\left[\frac{C}{N}\right] = 12,32 \text{ dB}$$

Esta relación la usaremos para el cálculo de la antena parabólica, pero agregando las pérdidas por lluvia.

La Recomendación ITU-R PN.837-1 "CHARACTERISTICS OF PRECIPITATION FOR PROPAGATION MODELLING" define quince zonas climáticas para la predicción de los efectos de la lluvia, dependiendo de su ubicación geográfica. Como se muestra en la Figura 2.7, el litoral ecuatoriano se encuentra en la zona "P".

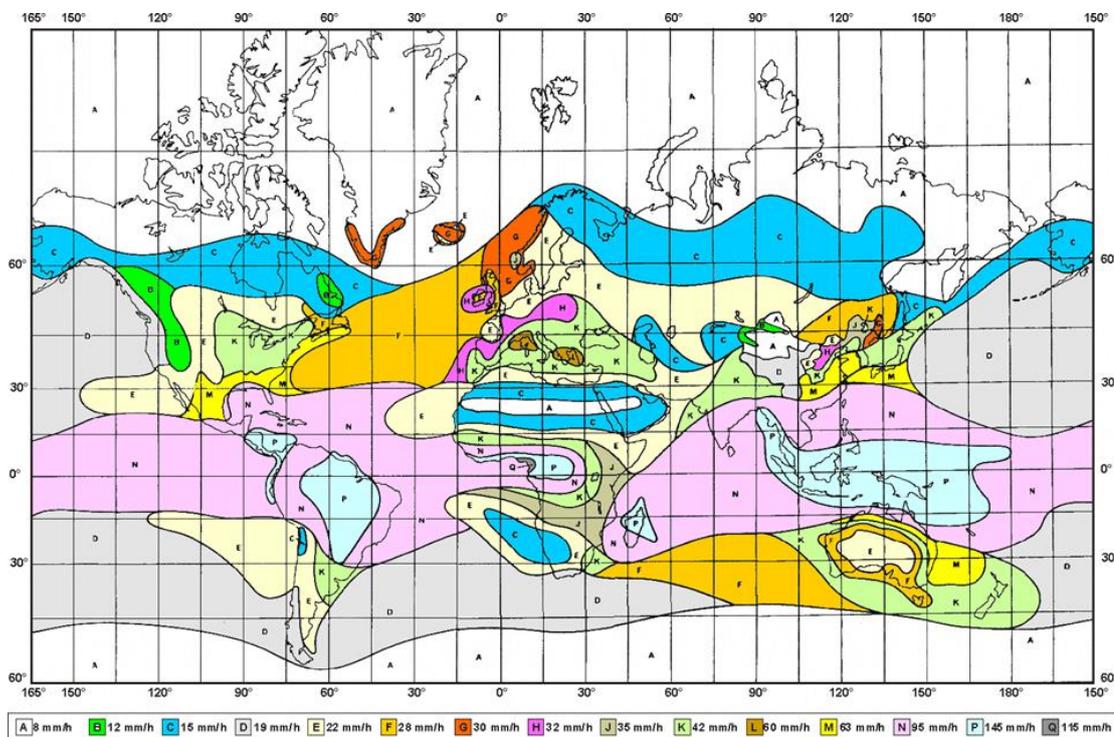


Figura 2.7: Regiones Climáticas, Recomendación ITU-R PN.837-1

La Organización Internacional de Telecomunicaciones Satelitales, ITSO, estima que para un enlace a 12GHz, en la región P, y con disponibilidad de servicio de 99.9%, la atenuación por lluvia $[A]$ es de 7,02 dB.

ITSO también recomienda incluir, en el presupuesto de enlace, pérdidas por desalineación $[AML] = 0.5 \text{ dB}$, pérdidas por cables y conectores $[L_c] = 2 \text{ dB}$.

Por lo tanto, las pérdidas $[Losses]$ se pueden aproximar de mejor manera como:

$$[Losses] = [FSL] + [A] + [AML] + [L_c] = 214,67 \text{ dB}$$

Con la ecuación 2.1, volvemos a calcular la ganancia de la antena receptora, pero esta vez incluyendo las pérdidas por lluvia y desalineación.

$$[G_r] = \left[\frac{C}{N} \right] - [EIRP_{sat}] + [T_s] + [Losses] + [k] + [B]$$

$$[G_r] = 12,32 - 49 + 20,64 + 214,67 + 10 \log_{10}(1,38 * 10^{-23}) + 74,14$$

$$[G_r] = 44,16 \text{ dB}$$

$$G_r = 16,48 \text{ kW}$$

Finalmente, de la ecuación 2.2 podemos calcular el nuevo diámetro del receptor.

$$D = \frac{1}{10,472f} \sqrt{\frac{G_r}{n}} = 1,73 \text{ m}$$

Según lo anteriormente mencionado en resumen la antena escogida tiene las siguientes características:

- Plato parabólico sólido.
- Diámetro de 180cm.
- Ubicación de antena tipo offset.

En la Tabla 6 a continuación de muestran las especificaciones técnicas de la antena marca Skyware.

Especificaciones técnicas	
Diámetro mayor	180cm
Rango de frecuencias	10.95 - 12.75 GHz
Ganancia a 11.95 GHz	45.5 dBi
Ancho de haz	° 0.99
Material del disco	Fibra de Vidrio Reforzada con Poliéster
Óptica de la antena	Reflector Offset de una pieza
Diámetro máximo de mástil	114 mm
Elevación	10° - 70°
Azimut	0° fino, 360° continuo
Resistencia al viento	200 km/h
Peso	52Kg

Tabla 6: Especificaciones técnicas de la antena marca Skyware

2.2.2. Procesamiento

La etapa de procesamiento vendría a ser lo que se conoce como cabecera digital de la red, la función principal de esta etapa es convertir la señal captada por la antena satelital (señal DVBS) en una señal IP que pueda ser enrutada mediante la red de CNT E.P, este proceso de conversión se puede realizar mediante equipos de distintas marcas, normalmente el flujo de conversión de la señal es como se muestra en la Figura 2.8.



Figura 2.8: Flujo de conversión de la señal DVBS

Se tiene la opción de elegir un convertidor de señal DVB-S in - ASI out, así como un convertidor ASI in - IP out, pero para brindarle mayor estabilidad y eficiencia a la red, se ha decidido utilizar un solo convertidor DBV-S in - IP out.

Además del receptor existen elementos adicionales que se puede implementar a la cabecera digital como lo es el módulo EPG que se encarga de almacenar información relacionada a la programación de canales, también se puede incluir un módulo de corrección de errores si se requiere mejorar y asegurar la integridad de la señal a transmitir.

2.2.2.1. Equipos de procesamiento - Teleste

- **Receptor**

El equipo que brinda la solución para esta etapa como receptor-convertidor es el módulo Luminato Multireceiver [36], presentado en la Figura 2.9, ya que contiene receptores tanto para señal TDT como para señal satelital, aunque en nuestro caso solo utilizaremos el receptor satelital, pero si fuera necesario en algún momento captar la señal de tv abierta directamente lo permitiría ya que es un equipo compatible con el estandar ISDB-T. Las señales satelitales permite captarlas tanto como señal DVB-S como DVB-S2.

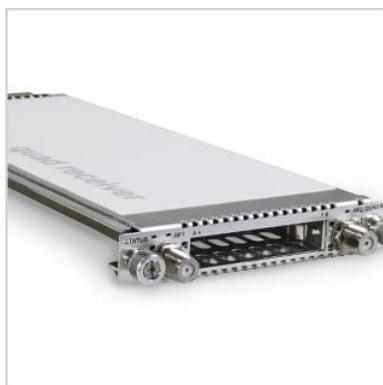


Figura 2.9: Teleste Luminato Multireceiver [36]

Este módulo, además soporta resolución de video desde SD hasta UHD en los formatos MPEG-2, MPEG-4 AVC y HEVC o H.265, además de múltiples formatos de audio como AAC y MPEG.

Otro aspecto importante es que la salida es un stream IP completamente compatible con DVB. Esta salida puede ser

llevada directamente a la red IPTV o conectada a otro módulo para un próximo procesamiento. Es decir, no es necesario hardware adicional para convertir la señal a formato IP.

Opcionalmente, se puede proteger la señal con DVB Common Scrambling Algorithm, DVB-CSA, y protección de contenido AES. Esta funcionalidad es muy importante para los proveedores de servicios de audio y video, ya que imposibilita el acceso al contenido a usuarios no autorizados. En la Figura 2.10 se puede observar este proceso a resumen.

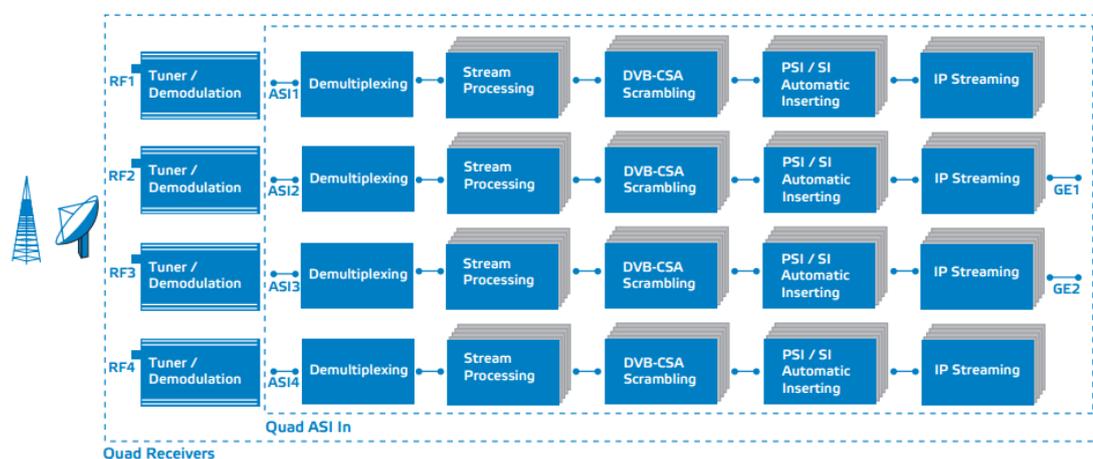


Figura 2.10: Diagrama de Bloques del Multireceptor Luminato [36]

- **Guía electrónica de programas**

El módulo de EPG, Guía Electrónica de Programas, de Teleste Luminato [36] es una plataforma de procesamiento de información de las Tablas de Información de Eventos, EIT, desde diversas fuentes. En la Figura 2.11 se muestra este componente.



Figura 2.11: Teleste Luminato EPG [36]

Crea información completa, incluyendo la programación actual y siguiente. Posibilita controlar la tasa de reproducción y programar y definir idiomas en orden de prioridad. Este esquema se lo muestra en la Figura 2.12.

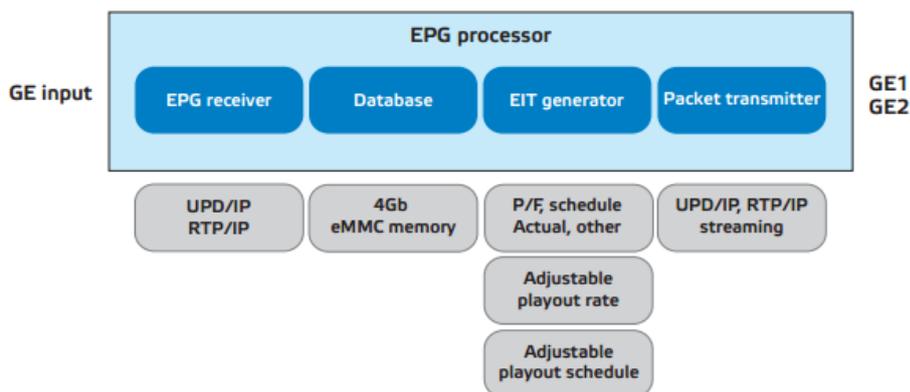


Figura 2.12: Diagrama de Bloques del módulo EPG Teleste Luminato [36]

- **Corrección de errores**

El módulo IP Forward Error Correction, FEC, para la plataforma Teleste Luminato [36] permite protección de errores en los flujos de IP. Proporciona una plataforma avanzada de corrección de errores y protección para flujos IP SPTS y MPTS. Con esto, el operador logra proporcionar servicios de alta calidad y libre de error. El módulo se lo presenta en la Figura 2.13.



Figura 2.13: Teleste Luminato FEC Module [36]

- **Chasis**

El chasis de Teleste Luminato [36] es la plataforma base para una cabecera totalmente modular. Tiene capacidad para 6 módulos que pueden ser receptores (ASI, IP, DVB, etc), salidas (QAM, COFDM, ASI, IP), correctores o aplicaciones EPG. Su bajo consumo de energía alarga la vida útil de los equipos. La eficiencia energética también reduce los costos de climatización del lugar de la cabecera. Además, contiene interruptores internos para conectar entre sí los diferentes módulos.

El chasis completamente equipado se muestra en las Figuras 2.14 y 2.15.



Figura 2.14: Teleste Luminato Chasis, vista posterior [36]



Figura 2.15: Telest Luminato chasis, vista frontal [36]

2.2.2.2. Equipos de procesamiento – Matrixstream

- **Procesador de Video**

La función del procesador de video es tomar la señal de diferentes fuentes de video digital o analógico para luego convertirlos en un flujo de video en formato IP. El equipo IMX e4090 de MatrixStream cumple esta función, se lo muestra en las Figuras 2.16 y 2.17.



Figura 2.16: Procesador de Video IMX e4100, vista frontal



Figura 2.17: Procesador de Video IMX e4100, vista posterior

El IMX e4090 están diseñados para entregar señal en SD (480i/576i) y HD (720p, 1080i, 1080p) en IP, inclusive con restricciones de ancho de banda.

Características:

- Entrada de video: HD-SDI, SD-SDI, HDMI, Componentes YPbPr.
- Entrada de audio: SDI embebido, HDMI, SPDIF y RCA.
- Interfaz de salida: 2x Gigabit Ethernet (uno de streaming y otro para gestión), 1x DVB-ASI (conector BNC 75 Ohm)
- Autenticación y encriptación AES.
- **Servidor de streaming de TV.**

El servidor X1i de MatrixStream está diseñado para la transmisión de TV en vivo. Algunas características se las puede ver en la Tabla 7.

Garantía	1 año, hardware y software
Puerto Ethernet	2 x 10 Gbps fibra óptica monomodo/multimodo 2 x 1 Gbps puertos backup
Dimensiones	Montable en rack estándar de 19” 17.2” x 28.5” x 3.5”
Peso	60 lbs
Administración	Panel LCD Interfaz Web
Potencia	Fuente redundante de 520 W 110 – 230 VAC
Condiciones Ambientales	Temperatura: 0 – 40 grados Celcius Humedad: 0% - 90%

Tabla 7: Características técnicas del servidor X1i de MatrixStream

- **Servidor de streaming VOD.**

MatrixStream proporciona el servidor de streaming para VOD IMX X1v. Algunas características principales son:

- Sistema operativo embebido para máxima confiabilidad.
- Capacidad para 10000 usuarios concurrentes con transmisión de video en SD.
- Capacidad para transmitir videos en calidad 4K.
- Soporte para formato de audio surround en 5.1 y 7.1 canales.

- **Administrador de servicio**

El administrador de servicio IMX M2200 es el cerebro de la solución de MatrixStream. Cada uno de estos equipos administra hasta 50000 usuarios y es completamente escalable para soportar cualquier cantidad de abonados. Soporta transmisión de TV y VOD en vivo, facturación, actualización de firmware de forma remota y soporte para set-top boxes en HD. Además, es completamente compatible con la futura compresión de video HEVC. Otras especificaciones se muestran en la Tabla 7.

Garantía	1 año, hardware y software
Puerto Ethernet	2 x 1 Gbps puertos de red 2 x 1 Gbps puertos backup
Dimensiones	Montable en rack estándar de 19'' 17.2'' x 28.5'' x 3.5''
Peso	60 lbs
Administración	Panel LCD Interfaz Web
Potencia	Fuente redundante de 720 W 110 – 230 VAC
Condiciones Ambientales	Temperatura: 0 – 40 grados Celcius Humedad: 0% - 90%

Tabla 8: Especificaciones técnicas IMX M2200

- **Receptor**

Debido a que los equipos de procesamiento de Matrixstream no incluyen el receptor DVBS-S2 como si lo hace Teleste con el módulo Luminato Multireceiver, en caso de optar por la opción de Matrixstream es necesario incluir un equipo receptor DVBS-S2 que sea capaz de procesar 70 canales. El equipo que cumpliría esta función es el Gearbox II DVBS-S2 (80ch) que se muestra en la Figura 2.17.



Figura 2.18: Gearbox II DVBS-S2 (80ch) [37]

Este equipo es un receptor multicanal RF que permite recibir hasta 16 señales satelitales de manera simultánea para luego transformarlas a formato IP. Está diseñado para ser escalable y adaptable para ser utilizado por empresas que brindan servicios de streaming y de última tecnología.

Este equipo cuenta con las siguientes características:

- Entrada: DVBS y DVBS2, capaz de recibir de manera simultánea streams de 16 transponders.
- Protocolos de salida IP (UDP, RTP, RTMP) HTTP con soporte DNLA.
- Permite cifrado AES-128.
- Soporta 1080i, 1080p, 720p, 576i, 480i, y 480p y cualquier otro tipo de difusión o formato de video.
- Demodula, transcodifica y encapsula de manera simultánea.

2.2.3. Almacenamiento

La etapa de almacenamiento es una de las partes neurálgicas en un sistema de IPTV, consultando con los proveedores de hardware para IPTV, consideran que para la implementación de este servicio se debe almacenar absolutamente todo el contenido ofertado al cliente, no solamente el contenido de video bajo demanda, sino incluso la señal de tv abierta e internacional, debido a que de este modo la administración y gestión de la red se facilitarían ya que brinda al usuario un solo método de acceso a la información sin distinción de su contenido; es decir al momento de que un usuario elija visualizar un contenido específico lo que estará haciendo es simplemente apuntando a la dirección IP del servidor de almacenamiento.

A pesar de que el diseño de este proyecto está orientado a brindar servicio solamente a los abonados de las ciudadelas que conforman la ruta No. 27, el volumen de los datos ofertados requiere equipos de almacenamiento de gran capacidad y que a su vez soporten a la larga

una creciente demanda del servicio que pueda abastecer a toda la ciudad.

2.2.3.1. Equipos de almacenamiento Matrixstream

- **Almacenamiento de contenidos VOD**

MatrixStream proporciona un servidor de almacenamiento que además de servir para alojar los contenidos de VOD, los usuarios permitidos podrán grabar sus programas favoritos, denominado DVR en la nube. Esto implica que no es necesario capacidad de almacenamiento en los set-top boxes. Se muestra el equipo en la Figura 2.19.



Figura 2.19: Servidor de Almacenamiento de Video, IMX X1s

Características:

- Puertos Ethernet: 2x puertos 10Gbps puertos fibra multimodo (opcional fibra monomodo). 2x puertos 1Gbps.
- Almacenamiento: Desde 8TB hasta 24TB de almacenamiento.
- Formato de video: D1 720x480, 720p 1280x720p, 1080i 1920x525i, 1080p 1920x1080p.
- Fácil escalabilidad. Basta con añadir más equipos IMX X1s.
- Una vez el video es subido en la nube, estará disponible en la EPG del STB, PC y dispositivos móviles.

2.3. Implementación de la red IPTV en el sector de la ruta N°.27 Central Norte

Para poder desarrollar la presente sección de nuestro proyecto, nos valdremos de una solución desarrollada por la empresa Matrixstream, en base a la solicitud de propuesta que fue enviada vía correo electrónico el 20 de diciembre del 2016 al representante comercial de la empresa, Jason Anderson, con el fin de realizar un dimensionamiento de los equipos necesarios, además de su respectiva cotización. De la empresa Teleste no obtuvimos respuesta por ende nos enfocaremos solamente en la solución de Matrixstream.

2.3.1. Detalles de la Solicitud de requerida

Los requerimientos considerados para la solución planteada fueron los siguientes:

- Capacidad mínima de 1000 usuarios. Esta es la capacidad de la red GPON propuesta para la ruta 27 de Central Norte en el Informe de Materia Integradora de Ing. Oyague e Ing. González [25].
- Infraestructura escalable, considerando que en aproximadamente cinco años el número de usuarios ascienda a 10,000.
- Capacidad para brindar tanto TV en vivo, como VOD.
- Infraestructura compatible con fibra óptica.
- Dispositivos finales a utilizar: TV, teléfonos móviles, tablets, computadoras.
- Uso de STBs en casa de cada abonado.
- Cuentas activas para 5000 usuarios en los primeros 6 meses.
- Soporte para 5000 usuarios simultáneos en los primeros 6 meses.
- Capacidad para transmitir canales SD, HD, UHD y 4K.
- Catálogo de 100 títulos para ofertar como VOD con definición SD, HD y 4K.

Aparte de las características anteriormente mencionadas, se facilitó la lista de canales disponibles por parte de CNT EP., que se muestra en el Anexo 1.

2.3.2. Solución presentada por parte de Matrixstream

Para cumplir con los requerimientos necesarios en la sección 2.2.1, es necesario instalar el hardware mostrado en la Tabla 9 como parte de la cabecera IP, que estará ubicada en la Central Kennedy.

EQUIPO	CANTIDAD	CAPACIDAD	COSTO TOTAL
Administrador de servicio IMX M2200	1	Hasta 50000 licencias de usuario	\$50.000
Monitor de Red IMX c2300	1	Hasta 20000 usuarios	\$39.000
Servidores Streaming VOD IMX X1v	2	hasta 10000 usuarios concurrentes en SD.	\$100.000
Arreglo de Almacenamiento Inteligente IMX X1s	2	16 TB de almacenamiento	\$80.000
Servidores Streaming TV IMX X1i	1	hasta 10000 usuarios simultáneos	\$50.000
Procesadores de Video IMX 4100	25	40 canales SD, 30 canales HD	\$500.000
Datacenter	1	Rack de 42 unidades	\$8.000
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN			\$827.000

Tabla 9: Equipos necesarios para la cabecera IP de la ruta No. 27 Central Norte

Además, se sugiere dar respaldo a los equipos para garantizar la disponibilidad del servicio tanto de VOD e IPTV. El costo total con redundancia completa se muestra en la Tabla 10.

EQUIPO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Administrador de servicio IMX M2200	2	\$100.000
Monitor de Red IMX c2300	2	\$78.000
Servidores Streaming VOD IMX X1v	4	\$180000
Arreglo de Almacenamiento Inteligente IMX X1s	4	\$144.000
Servidores Streaming TV IMX X1i	2	\$100.000
Procesadores de Video IMX e4100 y e4090	50	\$500.000
Datacenter	3	\$24.000
MX3 HD STB	10000	\$990.000
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN		\$2'116.000

Tabla 10: Equipos necesarios para la cabecera IP de la ruta N°.27 Central Norte

MatrixStream también incluye en su presupuesto:

- 20 horas de asistencia para la integración de equipos y desarrollo de software.
- Aplicaciones para iOS, Android, clientes PC y Mac, Amazon Fire y Chromecast.
- Actualización automática y remota de firmware de hardware de la cabecera.

- Seguridad: Geoblocking, acceso condicionado, protección de transmisión y portal Web de monitoreo.
- Salida de datos de facturación. Además, métodos de pago y funcionalidades relacionadas.

2.3.3. Cronograma de implementación

La solución MatrixStream se caracteriza por su fácil y rápida instalación. El asesor comercial, Jason Anderson, vía correo electrónico explica que en menos de dos meses se puede poner en funcionamiento la cabecera para IPTV. En la Tabla 11 se detalla las actividades que se realizarán para instalar la cabecera IPTV.

ACTIVIDAD	DURACIÓN (DÍAS)
Fabricación y Despacho	40
Transporte y Desaduanización	15
Instalación de Antena Parabólica	5
Instalación IMX 4100	60
Instalación IMX X1s	60
Instalación IMX X1i	60
Instalación IMX X1v	60
Instalación IMX 4104	60
Instalación IMX c2300	60
Instalación IMX M2200	60
Instalación de Equipos a Usuarios	60
Pruebas	7

Tabla 11: Listado de actividades a realizar para instalación de cabecera IPTV

Entre las actividades a realizar, no ha sido incluido el tiempo administrativo en realizar la compra. En la Figura 2.19 se muestra el Diagrama de Gantt del proyecto.

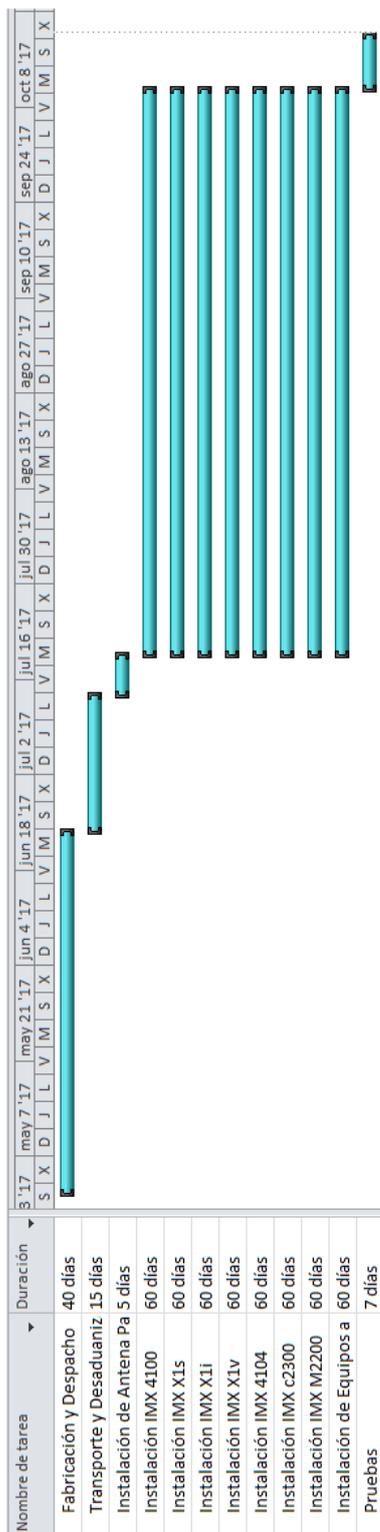


Figura 2.20: Diagrama Gantt del proyecto.

2.4. Plan financiero para la implementación de la cabecera para IPTV en la Ruta No. 27 de la Central Norte de CNT EP.

Como se mencionó en la sección anterior, el costo inicial del proyecto es de \$2'116.000. Los equipos seleccionados para la cabecera tienen capacidad para 10.000 usuarios concurrentes, además que tienen redundancia para garantizar la conectividad.

Sin tomar en cuenta el cambio del dinero en el tiempo, se puede estimar el precio por usuario de la siguiente manera:

$$\text{Precio por usuario} = \frac{\text{Inversión total}}{\text{Total de usuarios}} * \frac{1}{\text{Tiempo para recuperar inversión}} \quad (2.5)$$

Si queremos recuperar la inversión en 3 años, hipotéticamente el valor mensual a cobrar por usuario es de \$6. Este método no es realista ya que no se considera factores como inflación y además de que es muy poco probable tener 10.000 usuarios desde el primer día.

Un mejor escenario es el siguiente: se plantea que el crecimiento anual de usuarios sea del 20%, comenzando con 4800 usuarios. Además, se sugiere brindar tres tipos de servicio, diferenciado por su costo y contenido:

- IPTV SD a \$10.
- IPTV HD a \$12.
- IPTV HD + VOD a \$15.

En la Tabla #12 se muestra la proyección de ingresos por brindar el servicio.

INGRESO POR VENTA					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
IPTV SD	3.000,00	3.600,00	4.320,00	5.184,00	6.220,80
IPTV HD	1.500,00	1.800,00	2.160,00	2.592,00	3.110,40
IPTV HD + VOD	300,00	360,00	432,00	518,40	622,08
Precio mensual IPTV SD	\$ 10,00	\$ 10,00	\$ 10,00	\$ 10,00	\$ 10,00
Precio mensual IPTV HD	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ 12,00
Precio mensual IPTV HD + VOD	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00
Ingresos Mensuales	\$ 52.500,00	\$ 43.920,00	\$ 52.704,00	\$ 63.244,80	\$ 75.893,76
INGRESOS ANUALES	\$630.000,00	\$527.040,00	\$632.448,00	\$758.937,60	\$910.725,12

Tabla 12: Estimación de ingresos por venta de servicio IPTV

Además, el STB para cada hogar tiene un único costo que puede quedar a criterio de la compañía la forma de cobrarlo. Se muestra en la Tabla #13 el cobro en un único pago por este dispositivo.

INGRESO POR INSTALACIÓN					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
STB	4.800,00	960,00	1.152,00	1.382,40	1.658,88
Precio STB	\$ 99,00	\$ 99,00	\$ 99,00	\$ 99,00	\$ 99,00
Ingresos Mensuales	\$ 475.200,00	\$ 95.040,00	\$ 114.048,00	\$ 136.857,60	\$ 164.229,12
INGRESOS ANUALES	\$475.200,00	\$95.040,00	\$114.048,00	\$136.857,60	\$164.229,12

Tabla 13: Estimación de ingresos por costo de instalación

Para validar un proyecto se deben calcular dos valores, el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Teniendo el flujo neto del período, el proyecto es rentable si el VAN es mayor a cero. Esto significa que se ha recuperado la inversión inicial. Para calcular el VAN se usa la ecuación (2.5).

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n} \quad (2.6)$$

Para facilitar los cálculos, se realizó la Tabla #14 en Microsoft Excel. Las utilidades, UAIT, es igual al ingreso por instalación más el ingreso por venta de suscripción. Por considerar el caso de CNT como empresa pública, no se descuentan valores por Impuesto a la Renta ni participación de los trabajadores en las utilidades. Tampoco se considera la depreciación de los equipos.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INVERSIÓN TOTAL	\$(2.116.000,00)					
UAIT EFECTIVO NETO		\$ 1.105.200,00	\$ 622.080,00	\$ 746.496,00	\$ 895.795,20	\$ 1.074.954,24
ACTIVOS FIJOS						\$ 2.016.000,00
FLUJO NETO	\$(2.116.000,00)	\$ 1.105.200,00	\$ 622.080,00	\$ 746.496,00	\$ 895.795,20	\$ 3.090.954,24
Saldo	\$(2.116.000,00)	\$(1.010.800,00)	\$(388.720,00)	\$ 357.776,00	\$ 1.253.571,20	

Tabla 14: Estimación de ingresos por costo de instalación

Si comparamos esta inversión con otra a renta fija $r = 25\%$, se tiene que el VAN es de **\$ 928.258,75** y la inversión retornaría en 2,6 años.

Otra forma de validación es calcular la Tasa Interna de Retorno, TIR. El TIR es la tasa de interés que hace que mi VAN se haga cero. Si el TIR es alto, entonces el proyecto es rentable. Para calcular el TIR se usa la ecuación 2.5, en este caso $r = TIR$ y, como ya se mencionó, $VAN = 0$. Finalmente, el TIR da como resultado **41,69%**. Esta tasa no se encuentra en el mercado, entonces el proyecto es válido.

CAPÍTULO 3

3. BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV EN LA RUTA NORTE No. 27

Son múltiples los beneficios que ofrece la implementación de esta tecnología en el sector tanto tecnológicos como económicos, ya que los moradores de los sectores directamente beneficiados contarán con una nueva modalidad de ver televisión que además de proveerles interactividad tendrá un costo competitivo comparado con los servicios de TV por suscripción con los que muchos de los moradores ya cuentan actualmente y en cuanto al operador de la red en este caso CNT E.P. constituye también un beneficio económico ya que le permitirá recuperar la inversión realizada para llevar a cabo el proyecto en poco tiempo.

3.1. Sectores beneficiados

Los sectores beneficiados con la implementación de este proyecto son específicamente los siguientes, basados en el informe de Materia Integradora de Ing. Oyague e Ing. González [25]:

- Ciudadela La Atarazana.
- Bloques de la FAE.
- Urbanización Río Guayas.
- Ciudadela Santa Leonor.

Las redes de distribución de los sectores anteriormente mencionados van enlazadas a la red feeder con topología de anillo que parte desde la Central Kennedy Norte. En la Figura 3.1 se muestra el trayecto que abarca el feeder principal (color verde) en forma de anillo el cual sale desde la OLT ubicada en la Central Kennedy Norte, el feeder secundario (color azul) el cual es una derivación del feeder principal, mientras que las fibras de color amarillo representa a las tres derivaciones del feeder secundario[25]. También podemos apreciar las ubicaciones de los cuatro sectores beneficiados, empezando por la

parte inferior tenemos los puntos 3,4,5 y 6, representando a la Cdla. Atarazana, Bloques de la FAE, Urbanización Río Guayas y Cdla. Santa Leonor respectivamente.



Figura 3.1: Ubicación de la Red Feeder y sectores beneficiados, para los sectores determinados de la Ruta No. 27 [25].

3.1.1. Ciudadela La Atarazana

Es uno de los sectores directamente beneficiados, la red en la cual está basada este proyecto tiene capacidad actual para abastecer a 184 abonados en esta área. En la Figura 3.2 se muestra la red de distribución para este sector mostrando los tres cables principales

(FD_01, FD_02 y FD_03) y sus respectivas derivaciones (FD_01_01, FD_01_01_01 y FD_02_01) [25].



Figura 3.2: Red de distribución de la Ciudadela La Atarazana [25]

En la Figura 3.3 se muestra una foto panorámica de los Bloques de la Atarazana, uno de los sectores beneficiados con el proyecto a su vez potenciales clientes ya que como se aprecia cuentan con el servicio de Tv Satelital mediante CNT E.P y otros operadores.

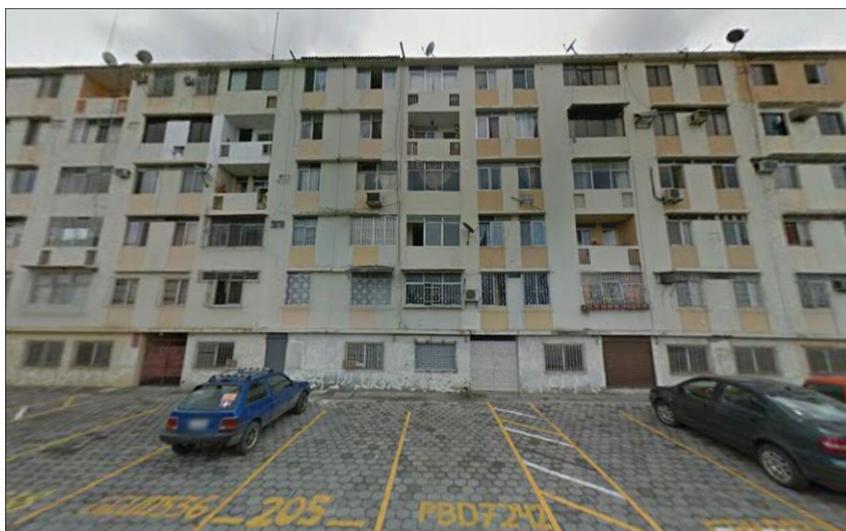


Figura 3.3: Foto panorámica – Bloques de la Atarazana

3.1.2. Sector Bloques de la FAE

El sector de Bloques de la FAE, será atendido con el servicio de IPTV, mediante la red de distribución que se muestra en la Figura 3.4, la cual está diseñada para atender a 264 abonados. En la Figura 3.5 se muestra la foto de uno de los Bloques que forman parte del sector beneficiado.



Figura 3.4: Red de distribución sector Bloques de la FAE [25]



Figura 3.5: Foto panorámica – Bloques de la FAE

3.1.3. Urbanización Río Guayas

El sector que comprende la Urbanización Río Guayas (Figura 3.6), será beneficiado con el servicio de IPTV, mediante la red de distribución que se muestra en la Figura 3.7, la cual está diseñada para atender a 232 abonados.



Figura 3.6: Foto panorámica – Urbanización Río Guayas



Figura 3.7: Red de distribución de Urbanización Río Guayas[25]

3.1.4. Ciudadela Santa Leonor

La Ciudadela Santa Leonor es uno de los sectores que también será beneficiado con el servicio de IPTV mediante la red de distribución que se muestra en la Figura 3.8, la cual está diseñada para atender a 328 abonados. En la Figura 3.9 se muestra la respectiva fotografía de uno de los sectores que conforman la Ciudadela.



Figura 3.8: Red de distribución de Ciudadela Santa Leonor[25].



Figura 3.9: Foto - Ciudadela Santa Leonor

3.2. Beneficiarios directos

Uno de los beneficiados directamente por la implementación del servicio de IPTV es la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, CNT EP. Ellos podrán brindar un servicio adicional al que ya ofertan en otros sectores, internet de banda ancha por fibra óptica. Cabe destacar que por las características del hardware de MatrixStream, se podrá ofrecer el servicio no solo a los abonados de la Ruta No. 27 de la Central Norte, aproximadamente 1.008 usuarios según la Figura 2.1. La cabecera IPTV planteada en este informe tiene capacidad de atender a 10.000 usuarios simultáneamente. Esto es suficiente para atender toda la capacidad del anillo de distribución que actualmente cuenta la Central Kennedy, aproximadamente 9.200 usuarios [25]. Esta es la principal ventaja de la propuesta de MatrixStream, además que es perfectamente escalable en caso de aumentar los usuarios o los canales disponibles para el usuario.

Obviamente los principales beneficiarios son los pobladores de los sectores mencionados en la sección 3.1. Ellos podrán disfrutar de contenidos de TV nacional e internacional en calidad SD o HD, con soporte para televisión en 8K cuando esté disponible. En la Figura 3.9 se muestra el diseño del menú

principal o EPG de los canales de televisión disponibles. Esto se muestra gracias al STB de MatrixStream.



Figura 3.10: Guía Electrónica de Programas – STB MatrixStream

Además, como se mencionó en el capítulo anterior, gracias a los servidores de almacenamiento se podrá brindar servicio de video bajo demanda, películas y series, en calidad de hasta 8K. En la Figura 3.10 se muestra un ejemplo de películas disponibles en el servidor y mostradas en el menú de VOD del STB de MatrixStream.

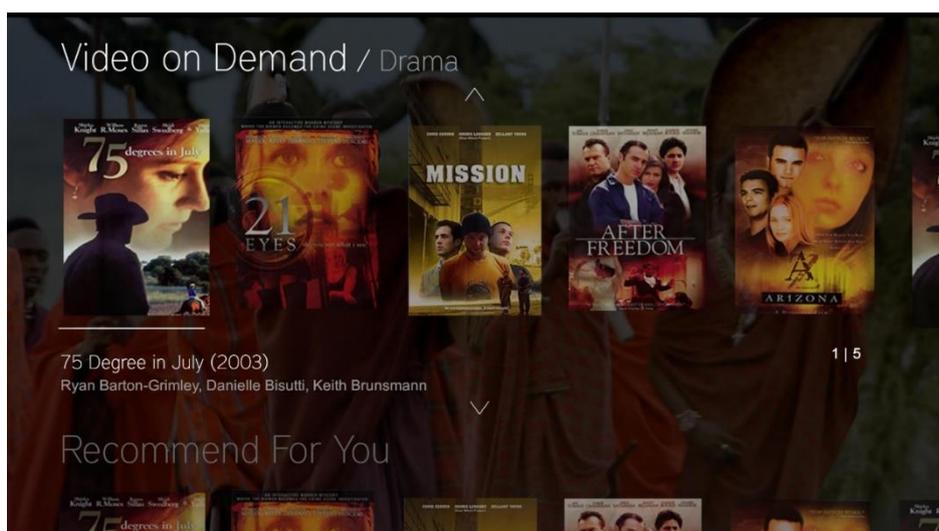


Figura 3.11: Video Bajo Demanda – STB MatrixStream

3.3. Beneficiarios indirectos

La implementación de TV Digital por IPTV posibilita la creación de perfiles de usuario. De esta forma el operador podrá categorizar a sus clientes por características como sexo, edad o ubicación geográfica. Este método resulta útil para la distribución de anuncios o propagandas a un grupo específico de abonados que pueden mostrar mayor interés al producto o servicio que se promociona. Por lo tanto, un grupo indirectamente beneficiado son las empresas que estén interesadas en promocionarse con esta forma más eficiente. Los proveedores de contenidos locales podrán mejorar su servicio gracias a la digitalización de la señal. Podrán crear aplicaciones que les permita interactuar con los clientes en tiempo real. Esto aumentaría el rating en su programación lo cual generaría mayor ingreso económico a la televisora.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Dado que la red GPON, en la cual está basada este proyecto es capaz de entregar de manera equitativa a los abonados que estén accediendo a la red de manera simultánea 80 Mbps [25] y que las velocidades para visualizar canales SD y HD son 1.5 Mbps y 8 Mbps respectivamente, podemos afirmar que cuenta con velocidad suficiente para brindar el servicio de IPTV asegurando la visualización de canales SD y HD.
2. En el presente proyecto se determinó que no será necesario cambiar la OLT actualmente instalada en Central Kennedy, ya que este proyecto en su etapa inicial arrancarían con un número de abonados de 1008 para lo cual ya se encuentra diseñada considerando incluso el crecimiento futuro de abonados.
3. El dimensionamiento propuesto para brindar el servicio de IPTV a la ruta No. 27 de la Central Norte de CNT EP tiene capacidad para 10.000 usuarios, es decir, supera a los 1.008 usuarios para los que está diseñada la red GPON del Informe de Materia Integradora de Ing. Oyague e Ing. González. Por lo tanto, el servicio es perfectamente escalable a otros sectores beneficiados con la fibra óptica del anillo de Central Kennedy.
4. Para la recepción de la TV en vivo, se aprovecha el servicio provisto por Media Networks en el cual se recibe en un solo enlace toda la programación nacional e internacional.
5. Para la implementación de esta tecnología será necesario agregar un inciso en el cual se contemple a IPTV como una nueva modalidad de Audio y Video por Suscripción, en el actual Reglamento para la Prestación de Servicios de Telecomunicaciones y Servicios de Radiodifusión por Suscripción.
6. A pesar de que no existe un estándar de topología para IPTV, se ha logrado proponer una que converge con la mayoría de los proveedores de hardware y software de este servicio, sin afectar el diseño original de la red GPON propuesta para la Ruta No. 27 de la Central Norte de CNT EP.

Recomendaciones

1. Se sugiere, tanto a CNT E.P como a empresas privadas, adoptar este proyecto e impulsar en el país este tipo de tecnología ya que, a más de representar un beneficio económico, se estaría minimizando la brecha digital del país en comparación al resto del mundo.
2. En cuanto a la parte legal, formalizar a IPTV como una nueva modalidad de transmisión de señal televisiva tanto en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones como en el Reglamento para la Prestación de Servicios de Telecomunicaciones, debido a que esa será la tendencia para la Televisión en los próximos años.
3. Es necesario que los equipos de la cabecera de IPTV se encuentren geográficamente lo más cercano posible del área a atender, ya que de esta forma se mitiga la latencia de la red.
4. Se debe incentivar a los productores de contenidos audiovisuales a desarrollar su programación en formatos superiores al HD. Además de mejorar la calidad del audio y video, se pueden implementar aplicaciones interactivas que darán valor agregado a la televisión digital.
5. Como alternativa al enlace satelital para canales locales, implementar comunicación directa entre las televisoras nacionales y el proveedor de IPTV. Esta conexión, de preferencia, un enlace dedicado de fibra óptica capaz de transportar alta tasa de bits de los formatos 4K y 8K que se pueden producir a futuro.
6. Además, es aconsejable instalar en el país servidores con el contenido de la TV internacional, realizando convenios con las televisoras más importantes del mundo. De esta forma, e implementando la recomendación anterior, se dejará de depender de Media Networks como intermediario entre la fuente del contenido y el proveedor de IPTV.
7. Finalmente, fomentar el mejoramiento de la conectividad móvil en el País. El servicio de IPTV requiere de una red estable y de alta velocidad, por lo tanto, es posible su implementación en redes 4G y a futuro en 5G.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CONATEL, “Plan Maestro de transición a la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador”, Ecuador, Resolución No. RTV-681-24-CONATEL-2011, julio 29 2011.
- [2] Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (2016, Diciembre). COMUNICADO: Continuamos trabajando para la implementación de la TDT [Online]. Disponible en: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/continuamos-trabajando-para-la-implementacion-de-la-tdt/>.
- [3] Wikitel (2009, Diciembre). ISDB [Online]. Disponible en: <http://wikitel.info/wiki/ISDB>.
- [4] Ministerio de Industrias y Productividad, “Televisores con sintonizador del Estándar de televisión digital ISDB-T Internacional”, Ecuador, Resolución RTE INEN 083, diciembre 23 2013.
- [5] Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (2015, Febrero). Proceso de Implementación de la Televisión Digital en el Ecuador [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/2eSZyJj>.
- [6] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2012, Noviembre). Encuesta Específica del Uso del Tiempo [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/2edBwlo>.
- [7] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). Así es Guayaquil cifra a cifra [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/2f5d2cP>.
- [8] Compu-tron. (2016). Sintonizador Digital ISDBT Ecuavisa USB CR TV Power [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/2f9xjgf>.
- [9] SIETEL – ARCOTEL. (2015, Septiembre). Suscripciones de TV Paga [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/2fwYKoh>.
- [10] DIRECTV. (2016). Previo Pago [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/2dVJaSN>.
- [11] CNT EP. (2016). Tenemos el Plan ideal para ti [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/YGx8zK>.

- [12] TVCABLE. (2016). Planes residenciales Quito [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/2dVlxsv>.
- [13] TVCABLE. (2016). Planes de televisión satelital con contrato [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/2fnJuek>.
- [14] CLARO. (2016). Televisión por cable [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/1Qs2vSV>.
- [15] Claro. (2016). Televisión satelital [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/2aEb0zh>.
- [16] UNIVISA. (2016). Planes TV pagada [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/1I8X6zr>.
- [17] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2013, Mayo). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/2espiCN>.
- [18] Bradshaw. (2009, Diciembre). Coaxial Cable for Critical Communications [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/2fyI9PA>.
- [19] M. Kaysen. (2015, Agosto). Understand the “SVOD”, “TVOD” and “AVOD” terms and business models of streaming like Netflix [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/1T0gKoe>.
- [20] CNT EP. (2016). CNT PLAY [Online]. Disponible en: <http://www.cntplay.com>.
- [21] ITU-T NEWSLOG. (2006, Octubre). IPTV STANDARDIZATION ON TRACK SAY INDUSTRY EXPERTS [Online]. Disponible en: <http://www.itu.int/ITU-T/newslog/IPTV+Standardization+On+Track+Say+Industry+Experts.aspx>
- [22] G. O'Driscoll, "IPTV: THE ULTIMATE VIEWING EXPERIENCE,". en *Next Generation IPTV Services and Technologies*, G. O'Driscoll. Wiley: Manhattan, 2008, pp. 1-5.
- [23] ITU-T, (2008, Septiembre). SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET Y REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN [Online]. Disponible en: <http://www.itu.int/ITU-T/newslog/IPTV+Standardization+On+Track+Say+Industry+Experts.aspx>

- [24] Gamarra, Julián. “ESTUDIO DE TECNOLOGÍAS Y APLICACIONES PARA IMPLEMENTAR IPTV EN LAS ORGANIZACIONES DE LA CIUDAD DE CARTAGENA”, Universidad de Cartagena, Cartagena de indias, Colombia, 2014.
- [25] González C., Oyague E. Diseño de una red GPON para la migración de la Ruta No. 27 de la red de cobre de la Central Norte de la CNT EP que comprende los sectores: Bloques #9, #10, #11 y Manzanas J1, J2, J3 de la Ciudadela Atarazana, Bloques de la FAE, Urbanización Río Guayas y Ciudadela Santa Leonor de la ciudad de Guayaquil. Informe de Materia Integradora, FIEC, ESPOL, Guayaquil, Ecuador, 2015.
- [26] El Universo. (2005). La TV pagada pasa de hermana menor a gran protagonista [Online]. Disponible en: <http://bit.ly/2maxPyT>.
- [27] CNT EP. (2016). CNT EP: OCHO AÑOS FORTALECIENDO LAS TELECOMUNICACIONES [Online]. Disponible en: <http://corporativo.cnt.gob.ec/cnt-ep-ocho-anos-fortaleciendo-las-telecomunicaciones/>
- [28] Coro A., Cruz D. Diseño de un Plan de Acción para implementar la televisión digital basada en la tecnología IPTV en el Ecuador. Informe de Materia Integradora, FIEC, ESPOL, Guayaquil, Ecuador, 2015.
- [29] Prensario Internacional. (2010). CNT de Ecuador elige a Media Networks como proveedor de su servicio DTH [Online]. Disponible en: http://www.prensario.tv/Noticias/CNT_de_Ecuador_elige_a_Media_Networks_como_proveedor_de_su_servicio_DTH.htm
- [30] Lyngsat. (2017). Movistar on Amazonas 2 at 61.0°W [Online]. Disponible en: <https://www.lyngsat.com/packages/Movistar.html>
- [31] Mideco. (2013). Media Networks: Migración de servidores al Amazonas 3 [Online]. Disponible en: <http://mideco.com.bo/media-networks-migracion-de-servidores/>
- [32] Hispasat. (2016). Flota de Satélites [Online]. Disponible en: <http://www.hispasat.com/es/flota-de-satelites/amazonas-3>

[33] Hispasat. (2016). Flota de Satélites [Online]. Disponible en: <http://www.hispasat.com/es/flota-de-satelites/amazonas-4>

[34] J. Millán Esteller, "Recepción y Distribución de la Televisión Satélite," en *ConFiguración de infraestructuras de sistemas de telecomunicaciones*, J. Millán Esteller. Paraninfo: España, 2014.

[35] Tech Faq (2016). Ku Band (Online). Disponible en: www.tech-faq.com/ku-band.html

[36] Teleste. (2016). Teleste Luminato (Online). Disponible en: <https://www.teleste.com/video-headend/products/teleste-luminato>

[37] Cache Media (2015). DEVO MPEG Gearbox MF (Online). Disponible en: <http://www.cache-media.com/?p=1469>

ANEXO 1: ABREVIATURAS

CONATEL	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
ARCOTEL	Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones
TDT	Televisión Digital Terrestre
TV	Televisión
MINTEL	Ministerio de Telecomunicaciones
ISDB-T	Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial
UHF	Ultra High Frequency
TICs	Tecnologías de la Información y Comunicación
SIETEL	Sistema de Información y Estadística de los Servicios de Telecomunicaciones
CNT	Corporación Nacional de Telecomunicaciones
DVR	Digital Video Recorder
CATV	Community Antenna Television
HD	High Definition
SD	Standard Definition
OTT	Over the Top
SVOD	Subscription Video on Demand
TVOD	Transactional Video on Demand
AVOD	Advertising Video on Demand
IPTV	Internet Protocol Television
IP	Internet Protocol

ITU	International Telecommunication Union
QoS	Quality of Service
STB	Set Top Box
PVR	Personal Video Recorder
VOD	Video on Demand
PPV	Pay Per View
FTTX	Fiber to the X
XDSL	X Digital Subscriber Line
NGN	Next Generation Network
SCP	Service and Content Protection
MPEG	Moving Picture Experts Group
DVD	Digital Video Disc
UDP	User Datagram Protocol
RTP	Real Time Transport Protocol
RTCP	Real Time Control Protocol
RTSP	Real Time Streaming Protocol
SDP	Session Description Protocol
DHCP	Dynamic Host ConFiguration Protocol
BOOTP	Bootstrap Protocol
DNS	Domain Name System
SNMP	Simple Network Management Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
EP	Empresa Pública

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
FAE	Fuerza Aérea Ecuatoriana
GPON	Gigabit Passive Optical Network
NG-PON	Next Generation Passive Optical Network
INEC	Instituto Nacional Ecuatoriano de Estadísticas y Censos
LOT	Ley Orgánica de Telecomunicaciones
OLT	Optical Line Termination
ODN	Optical Distribution Network
ONT	Optical Network Terminal
MPLS	Multiprotocol Label Switching
FIEC	Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
ASI	Asynchronous Serial Interface
DVB	Digital Video Broadcasting
DVB-C	Digital Video Broadcasting Cable
DVB-S	Digital Video Broadcasting by Satellite
DVB-T	Digital Video Broadcasting Terrestrial
FEC	Forward Error Correction
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
IOS	iPhone Operative System
DTH	Direct to Home
ITSO	International Telecommunications Satellite Organization
EPG	Electronic Program Guide
UHD	Ultra High Definition

AAC	Advance Audio Coding
DBV-CSA	Digital Video Broadcasting Common Scrambling Algorithm
AES	Advanced Encryption Standard
EIT	Events Information Table
IP-SPTS	Internet Protocol Single Program Transport Stream
IP-MPTS	Internet Protocol Multiple Program Transport Stream
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
YPbPr	Component Video
SPDIF	Sony/Philips Digital Interface Format
RCA	Radio Corporation of America
BNC	Bayonet Neill Concelman
HEVC	High Efficiency Video Coding
LCD	Liquid Crystal Display
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
DNLA	Digital Living Network Alliance
PC	Personal Computer
MAC	Macintosh
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno

ANEXO 2: PROPUESTA CANALES PARA IPTV

CANAL	TRANSPONDER			CODIFICACION
SONY LATINO HD	10728V	SR 30000	FEC 2/3	NAGRAVISION 3
GOLDEN HD				
THE HISTORY CHANNEL LATINO HD				
A&E LATINO HD				
CANAL SPACE LATINO HD				
BBC ENTERTAINMENT HD				
WARNER CHANNEL HD				
AXN LATINO HD				
FOX FAMILY HD				
NICKELODEON LATINO HD				
ESPN LATINO HD				
TNT LATINO HD				
DISNEY CHANNEL LATINO HD				
FOX SPORTS 3 LATINO HD				
ESPN 3 LATINO HD				
COMEDY CENTRAL LATINO HD				
CINEMAX HD				
EL GOURMET HD				
TRU TV LATINO HD				
INVESTIGACION DISCOVERY HD				
DISCOVERY KIDS LATINO HD				
DISCOVERY H&H LATINO HD				
FX LATINO HD				
UNIVERSAL CHANNEL LATINO HD				
FOX SPORTS 2 LATINO HD				
DISCOVERY THEATER HD				
FOX LATINO HD				
MTV LIVE HD				
FOX SPORTS LATINO HD				
TNT SERIES LATINO HD				
ESPN 2 LATINO HD				
FOX 1 LATINO HD				

NATGEO WILD HD				
NATGEO CHANNEL HD	10848H	SR 30000	FEC 2/3	NAGRAVISION 3
THE FILM ZONE HD				
STUDIO UNIVERSAL HD				
PARAMOUNT CHANNEL HD				
ESPN+ LATINO HD				
CINECANAL HD				
CARTOON NETWORK HD				
HBO HD				
AMC TV LATINO HD				
DISCOVERY WORLD LATINO HD				
DISCOVERY CHANNEL LATINO HD				
FOX COMEDY HD				
FOX MOVIES HD				
HBO 2 HD				
HBO FAMILY HD				
MAX PRIME HD				
H2 LATINO HD				
HBO PLUS HD	11262V	SR 31000	FEC 8/9	NAGRAVISION 3
HBO SIGNATURE				
WOBI TV HD	11422H	SR 30000	FEC 2/3	NAGRAVISION 3
F1 TV AMERICA LATINA HD				
TBS LATINO HD				
ANIMAL PLANET LATINO HD				
FOX LIFE LATINO HD				
MTV LATINO AMERICA HD				
FOOD NETWORK HD				
TELEAMAZONAS ECUADOR	12087H	SR 17000	FEC 3/4	NAGRAVISION 3
RTS ECUADOR				
TC TELEVISION				
CANAL UNO ECUADOR				
ECUADOR TV				
ECUAVISA ECUADOR				

ANEXO 3: PROPUESTA MATRIXSTREAM

MATRIXSTREAM

Matrixstream IPTV Solution Pricing Quote
CONFIDENTIAL

Date: 2/13/17
Proposal Submitted To: Edgar Pinela
Company: ESPOL
Country: Ecuador
Quote Expiration Date: 3/13/2017

System Description: ESPOL End-to-End Matrixstream IPTV/VOD Platform

Overall users supported: 50,000-100,000 users (minimum MX management unit supports 50,000 users)
Simultaneous users supported: Up to 10,000 simultaneous live TV and 10,000 simultaneous VOD users.
Live TV: Live streaming capacity for 70 channels (40 SD and 30 HD) delivered to up to 10,000 simultaneous live users.
VOD: Yes, VOD streaming capacity for up to 10,000 simultaneous VOD users and up to 100,000 total registered VOD users
Media delivery: Live TV and VOD processing for two bitrates streamed to any number of devices.

Notes:

The total number of live channels and split between SD and HD channels is estimated based on the channel list received from ESPOL. However, the actual channel count and ratio of SD and HD networks is completely at ESPOL's discretion inasmuch as our system can handle an unlimited number of channels and qualities and ESPOL will have the best understanding of potential individual user connectivity. Live TV and VOD streaming servers will actually support up to 100,000 registered users, thereby allowing you to later expand your user management capacity (currently proposed at 50,000 registered users) without requiring additional live and VOD streaming servers.

Specific delivery qualities and number of bitrate profiles is at ESPOL's discretion. Also understand that Matrixstream's industry-leading compression produces 1080p content at 3mbps, 720p feeds at 1mbps and 480p streams at 500kbps, which should allow many more users than would otherwise be possible to enjoy the best content. These bitrates do not include network overhead and other external variables which impact total bandwidth requirements. However, we usually recommend that 2.5x the source stream strength be allocated to each user attempting to watch at certain viewing qualities.

Please see the end of this document for information concerning per-user licensing pricing and included software development, apps, UI and firmware upgrades and available support.

50% of total order price is due at signing with remainder due when equipment is ready for delivery to client location.

ESPOL Core Platform Estimate (\$1,126,000)

Enterprise IPTV Service Management – Two M2200s (\$100,000)

The IMX M2200 middleware management server is the brain of the MatrixCast IPTV solution. Each M2200 manages up to 50,000 user licenses and video subscriptions and is fully N+1 scalable to support any number of users. The M2200 is also fully-integrated with proprietary MatrixCrypt security and conditional access required for acquiring content from leading TV networks and studios. Customers can also utilize NAS with NFS share or SAN with iSCSI for external storage of video files. Supported features include live TV/VOD, billing raw data output, remote firmware/software upgrades and support for HD set top boxes, Windows PC, Mac, iOS, Android and Matrixstream-provided web video portals. The M2200 likewise allows multiple management servers to communicate and provide automatic failover and the M2200 is fully forward-compatible with the pending HEVC/H.265 codec.

Enterprise MX Platform and Carrier Video Network Monitoring – Two C2300s (\$78,000)

The IMX c2300 network management server features a 1U form factor and enables system administrators to monitor their end-to-end IPTV/OTT system including viewing individual channel feeds, automatically detecting failures, configuring transcoders remotely, creating customized subscriber reports, accessing per-video revenue history and more. Each C2300 supports up to 20,000 users and is fully-integrated with proprietary MatrixCast security and conditional access required for acquiring content from leading TV networks and studios. The X1i is fully forward-compatible with the pending HEVC/H.265 codec.

Enterprise VOD Streaming (\$180,000) – four X1v servers (includes 10% discount for ordering four or more X1v servers)

The IMX X1v VOD streaming server is fully-integrated into the Matrixstream IPTV solution and supports up to 10,000 concurrent SD streams and 100,000 users. The X1v also features an embedded operating system for maximum reliability, includes MatrixCrypt major movie studio-quality digital rights management (DRM) and conditional access and is capable of delivering content in up to 4K quality. The X1v's many other capabilities include 5.1 and 7.1 digital surround sound audio, up to 64X fast forward and rewind, forward-compatibility with the HEVC/H265 codec, near-instant video changing even over the open internet, on-the-fly scalability with no system downtime, dual power supplies for maximum redundancy, a solid-state processor for carrier class five-nines availability and much more.

Enterprise Smart Storage Array – 12TB X1s array x 4 (\$144,000) (includes 10% discount for ordering four or more arrays)

The IMX X1s video storage server is fully-integrated with the Matrixstream IPTV solution and optimized for VOD and cloud DVR. Our base cluster features 16TB of fully-mirrored smart storage capable of hosting thousands of HD and SD titles. IMX smart storage functionality prevents multiple recordings of the same program to maximize storage capacity on each cluster. The X1s is also able to replicate video data across all network storage clusters to ensure that user video requests are fulfilled by the closest points of presence rather than the main network headend, resulting in a more reliable and better user-experience and bandwidth savings from the relatively shorter distances content must travel from operator hardware to viewers. Other highlights include dual hot-swappable power supplies, twin 10Gbps network ports and unlimited on-the-fly scalability.

Enterprise Live Streaming – Two X1i live streaming servers (\$100,000)

Proposed cluster will support up to 10,000 simultaneous live streaming users and 100,000 total live streaming users. The X1i is a solid state streaming server with no moving parts for maximum reliability and is designed for IPTV streaming applications utilizing MatrixStream's MatrixCast streaming protocol. The

X1i is also configured to handle live TV streams directly from H.264 Internet encoders and specifically engineered to be managed by the IMX M2200 middleware server. The X1i is also fully-integrated with proprietary MatrixCrypt security and conditional access required for acquiring content from leading TV networks and studios. The X1i is fully forward-compatible with the pending HEVC/H.265 codec.

Enterprise IPTV Media Processing – Mix of e4100 and e4090 processors spanning 40 SD Channels and 30 HD channels at two profiles per channel (\$500,000)

Proposed cluster will support up to 40 SD channels and 30 HD channels at two bitrate profiles per channel, for example 720p and 1080p. The IMX e4100 video gateway transcoder converts HD and SD channels for delivery to a variety of devices including iOS, Android, Windows and Mac. The e4100 is also fully-integrated with proprietary MatrixCast security and conditional access required for acquiring content from leading TV networks and studios. Assumed channel count and split between SD and HD channels is based on channel list received from Edgar Pinela. The e4100 is fully forward-compatible with the pending HEVC/H.265 codec. e4100 gateways are capable of processing live feeds, VOD and DVR content for hosting on Matrixstream storage servers and eventual delivery to end-users. Note that e4100 gateways encode on demand or DVR content on a 1:1 time basis. For instance, to encode a two-hour movie into several bitrate profiles will require two hours of encoding time.

Local Headend Installation – two 42U preconfigured, pre-wired datacenter racks x 3 locations (\$24,000)

One 42U datacenter racks with preconfigured and interconnected hardware for fast plug-and-play installation at your facility.

10,000 MX3 HD STBs – \$990,000 (\$99/STB)

STBs available in four colors (jet black, metallic gold, matte silver and fire red) with custom exterior silkscreen logo included (at your discretion) with 10,000 unit order. Note that the STB interface branding is fully customizable including the boot screen.

Order Total including Set-Top Boxes: \$2,092,000

Proposed Solution Includes:

- 20 hours of integration and software development assistance.
- Branded iOS and Android apps, Mac and PC clients with available development to Roku, Chromecast, Amazon Fire and other connected platforms.
- Remote, automatic updates to:
 - o iOS and Android apps,
 - o Mac and PC Desktop clients
 - o Set-top boxes (if any)
 - o All user-interfaces
 - o All headend hardware
- Security framework:
 - o Geoblocking
 - o Digital rights management (DRM)
 - o Conditional access
 - o Stream protection
 - o Web-based client platform monitoring portal

- Standard billing data output with available custom 3rd-party billing development including multiple currencies, payment methods and related functionalities
- Available custom operational system integration with client's existing and future infrastructure
- Available content strategy consulting and acquisitions across many languages and territories

Matrixstream SaaS Licensing and Support Options

Item	Description	Per-User, Per-Month with Standard Support	Per-User, Per-Month with Premium Support
IMX EVERYWHERE UNIVERSAL LICENSE	Per-user license includes IMX Everywhere access, DRM, geoblocking, client and product support, upgrades to iOS and Android apps as well as Mac and PC players, software for backend billing integration and remote firmware upgrades and underlying Matrixstream core IP streaming patent licensing. DRM spans all devices and apps including iOS, Android, Mac and PC featuring MatrixCrypt major TV network-quality content protection and conditional access including server-side revocation and renewal, provisioning independent of end-users, secure key exchange over AES-session, locked down RAM and inaccessible firmware on STB and much more.	\$1.13	\$1.40

Matrixstream Customer and Product Support

Standard support: Email/Phone/Skype support 9 AM to 5 PM PST. MatrixStream will respond to calls within 48 hours. Standard support includes with free software fixes and upgrades. Standard support does not include advanced server replacement. MatrixStream cannot guarantee arrival times which vary according to geography and other factors. Customer is responsible for all to/from shipping and duty charges.

Premium support: Email/Phone/Skype support 9 AM to 5 PM US PST. MatrixStream assigns a dedicated engineer to the customer account and responds to phone or email support requests within 4 hours. If necessary, Matrixstream will use standard shipping methods to deliver replacement servers within 24 hours of client contacting support. MatrixStream cannot guarantee arrival times which vary according to geography and other factors. Customer is responsible for all to/from shipping and duty charges.

Spare Requirement: Customer is advised to purchase redundant servers equivalent to 10% of total hardware order to avoid service interruptions. USA customers with premium support coverage can request that MatrixStream stock spare hardware on the customer's behalf, the approval of such request being at Matrixstream's sole discretion.

Please sign below to accept this proposal. Pricing is subject to change until initial payment is remitted.

ESPOL

Name: _____
Title: _____
Signature: _____
Date: _____

Matrixstream Technologies

Name: _____
Title: _____
Signature: _____
Date: _____

Proposal Submitted By:

Jason Anderson
+1-727-967-5069 cell (GMT -5)
jason.anderson@matrixstream.com
Skype: jamatrixstream

CONFIDENTIAL