

Estudio de Construcción de una Red de Alta Fiabilidad en un entorno Red IP para la Transmisión de Televisión en Alta Definición HD

Ana Beatriz Velasco Escalante

Ingeniera en Telecomunicaciones,
Universidad Santo Tomas de Aquino USTA
Bucaramanga, Colombia
ana-velasco@hotmail.com

Álvaro Suárez Sarmiento

Doctor Ingeniero en Informática
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Gran Canarias, España
alvaro.doc.ulpgc@gmail.com

Tito Raúl Vargas Hernández

MSc Redes y Sistemas de Comunicación
Universidad Santo Tomas de Aquino USTA
Bucaramanga, Colombia
tivarher@mail.ustabuca.edu.co

Abstract— This research describes in a subjective way how each individual according to the population to which belongs, perceives audio-visual material in high definition by audio-visual stimulus through a network ad-hoc wireless in a controlled environment. For this, it required men and women in different groups of age; young people between 14 and 28 years old and adults from 29 years old and older; the contractors from the T.R.O in Floridablanca, Santander, Colombia.

The research was descriptive, allowing know the perception of each individuals in order to assess the quality of experience and service quality during the exercise of transmission of television IPTV, based on the recommendations of the ITU-T standard. The instrument used for the measurement was *Mean Opinion Score (MOS)*, applied to 20 people, including young and adults, which consisted in a transmission in real time from one equipment to another, and, parallelly, the capture was made in packages of the transmission of television in order to identify the bytes, time and jitter from packet to packet. In order to analyze the relationship between *quality of user experience (QoE)* and *quality of service (QoS)* and how they affect interactivity with audiovisual content.

There was realized the systematization of the information and evaluation of data, which were expressed by rating tables from 1 to 5, where bad equals (1), regular (2), acceptable (3), good (4) and excellent (5), and frequency distribution where (*fi*) represents absolute frequency (*hi*) relative frequency (*Fi*) cumulative frequency, (*Hi*) cumulative relative frequency, besides graphics of histogram according to the genre audiovisual HD.

The information obtained from the survey respondents, allowed distinguish the preferences according to type of production, I mean; drama, action, sport and informative, with quality HD according to age ranges. Therefore, we can set out a series of conclusions and recommendations about the study conducted by the service provider (IPTV).

Keywords—Alta definición, calidad de servicio, calidad de experiencia.

I. INTRODUCCION

Una de las características técnicas más relevantes en los sistemas de televisión en HD, es la definición de la imagen con diferentes resoluciones 1920x1080 y 1280x720 pixeles, relación de aspecto 16:9 mediante, códec MPEG-4 o H.264, logrando imágenes panorámicas de nitidez con alta gama de colores. La red ad-hoc, es un tipo de red inalámbrica descentralizada la cual no depende de una infraestructura preexistente, tales como redes cableadas o puntos de acceso. De esta manera, el ordenador transmisor interactúa en el encaminamiento mediante el reenvío de datos al ordenador receptor, manejando los contenidos audiovisuales de forma dinámica.

El objetivo general de este trabajo es analizar la calidad del servicio y la experiencia en las transmisiones de televisión (audio y video) en *alta definición (HD)* en redes ad-hoc IP.

Donde la calidad de servicio establece diferentes mecanismos y protocolos en pro de la confiabilidad e integridad de los datos; para este caso, audio y video durante la transmisión en la red ad-hoc inalámbrica. Adicionalmente, la calidad de experiencia permite conocer cómo cada individuo ya sea joven o adulto interactúa con esta clase de contenidos a través de los diferentes estímulos audiovisuales.

¿Con la mejora de la calidad de servicio y de experiencia en un entorno IP, los usuarios jóvenes y adultos contratistas del Canal TRO sede

Floridablanca, podrían aumentar su interactividad con los contenidos de televisión en alta definición?

- Los jóvenes tienen mayor interacción con los contenidos audiovisuales en alta definición, debido a las nuevas tendencias y plataformas, teniendo en cuenta factores como la calidad del audio y video en cuanto a nitidez, relación aspecto, definición entre otros.
- Los problemas más relevantes en calidad de servicio durante una transmisión IPTV son: el tamaño del paquete, tiempos y retardos de llegada del paquete, causando ausencia de sincronismo entre el audio y el video (lipsys), pixelación del material o pérdida del mismo, los cuales pueden llegar a afectar de manera subjetiva cómo los jóvenes y adultos perciben esta clase de contenidos multimedia.

Nota: Es importante aclarar que los canales regionales públicos (TRO, Tele Caribe, Canal 13 entre otros) en Colombia no prestan el servicio IPTV al ciudadano en comparación con los operadores de comunicaciones y/o plataformas de VoD. La población a la cual se les realizó las pruebas fueron personas del común.

En la presente investigación, se pretende ofrecer una visión de cómo los jóvenes y adultos perciben las diferentes clases géneros de producción televisiva en alta definición en un entorno IP, sean estos dramatizados, informativos, deportivos o acción, mediante estímulos audiovisuales, analizando los efectos que una red IP ad-hoc ocasiona en el tráfico de video HD. Teniendo en cuenta de que en Colombia aún no existe legislación alguna para este tipo de tecnología y actualmente los operadores de telecomunicaciones que ofrecen el servicio de IPTV, no enfatizan lo suficiente en la calidad de servicio y la experiencia del usuario.

A continuación, en este artículo solo se abarcará el contenido audiovisual perteneciente al género de acción. Teniendo en cuenta los siguientes aspectos II Metodología, materiales y métodos a) metodología, b) montaje experimental, materiales y métodos, III Análisis de resultados a) calidad de experiencia y b) calidad de servicio, IV Conclusiones

II. METODOLOGIA, MATERIALES Y METODOS

a) Metodología

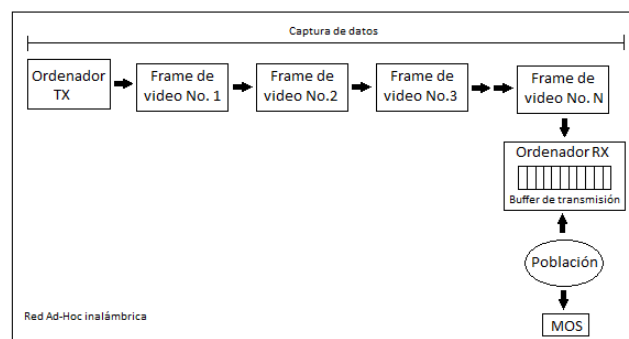
Para el siguiente trabajo de investigación se consultó información sobre los avances de transmisión de contenidos multimedia en HD a través de redes IP, entre ellas la definición de parámetros de una red ad-hoc para la transmisión de HDTV en un ambiente controlado, recopilación de material audiovisual en alta definición del género audiovisual de acción el cual fue previamente editado y configurado en las dos terminales portátiles de tal manera que uno está en modo receptor y otro transmisor.

Además, se contó con la participación de veinte voluntarios entre ellos diez jóvenes y diez adultos contratistas del Canal TRO (Sede Floridablanca) que no hayan realizado pruebas de QoE y QoS en un período menor a seis meses. Iniciada la transmisión de televisión en HD a través de la red ad hoc inalámbrica paralela a ella se realiza la captura de paquetes entre el transmisor y receptor con el fin de identificar los bytes, tiempo de jitter de un paquete a otro, para así analizar la relación que existe entre *calidad de experiencia del usuario (QoE)* y la *calidad de servicio (QoS)* y como esta llega a afectar la interactividad con esta clase de contenido audiovisual

El dato obtenido de las personas encuestadas permitió distinguir las preferencias sobre este género audiovisual, según los rangos de edad. Por lo tanto, se plantean una serie de conclusiones y recomendaciones acerca del estudio efectuado, para los proveedores de servicios IPTV.

b) Montaje experimental, Materiales y métodos

Figura 1. Escenario de transmisión IPTV a través de una red ad hoc.



Fuente: Autor del proyecto

En la fig 1, Se observa los instrumentos empleados para la transmisión de contenidos audiovisuales en alta definición un entorno IP. Los cuales están compuestos por una terminal transmisora y una receptora, y,

paralelo a ello, se realizó la captura de paquetes de la transmisión de HDTV.

Con el fin de identificar los bytes, tiempo y jitter de un paquete a otro, y así conocer de manera subjetiva en términos de *Mean opinion score (MOS)* como cada individuo según la población percibe esta clase contenidos en alta definición, a través de estímulos audiovisuales mediante una red ad-hoc inalámbrica.

Cabe resaltar que *Mean opinion score (MOS)* es una prueba subjetiva basada en las recomendaciones de la norma ITU-T, que permite medir la percepción de cada individuo en el rango de 1 a 5, donde 1 es la más baja calidad percibida, y 5 es la percepción de más alta.

La característica principal de este estudio es identificar porque los adultos interactúan en menor medida con los contenidos de televisión en alta definición en comparación con los jóvenes. Por otra parte, definir los parámetros y equipos que debe tener una red ad hoc inalámbrica que soporte contenidos multimedia en alta definición en pro de la QoS y QoE.

III. ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados de calidad de experiencia en términos de *Mean opinion score (MOS)* y calidad de servicio de la transmisión IPTV perteneciente al género audiovisual de acción, para la población joven y adulta.

A. Calidad de Experiencia

En esta sección, se muestra los resultados numéricos de las pruebas en términos del MOS para distintos grupos de usuarios y la representación gráfica de los diferentes Histogramas referente al género audiovisual de acción.

a) Video clip

Género audiovisual: acción.

Rango de edad: 14 a 28 años.

Tabla 1. Presentación de resultados video clip acción 14 -28 años

PREGUNTA	VIDEO ACCIÓN 14 - 28 AÑOS					TOTAL X FILA
1	0	2	7	1	0	10
2	1	5	4	0	0	10
3	1	3	2	3	1	10
4	0	1	6	3	0	10
5	1	2	3	3	1	10
6	1	1	3	5	0	10
7	1	2	5	1	1	10
8	1	3	4	2	0	10
9	1	3	3	2	1	10
Valoración	1 (Malo)	2 (Regular)	3 (Aceptable)	4 (Bueno)	5 (Excelente)	
Total respuesta	7	22	37	20	4	
% total respuesta	7,8	24,4	41,1	22,2	4,4	
% total encuesta	100,0					

n (número de personas encuestadas)	10	Media aritmética (promedio)	2
valor numérico <u>mas</u> alto	7	total respuestas encuestadas/Número de datos	1
Total respuestas de encuesta	90	Número de mayor repetición	1

En la tabla 1, se presentan los resultados de la población joven en términos del MOS, para el video clip perteneciente al género audiovisual de acción.

Donde,

R es el Rango, K es el número de intervalos de clase.

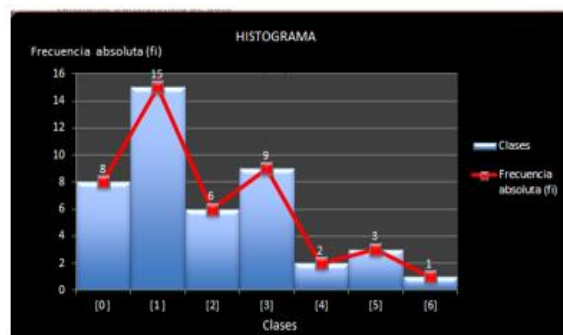
El menor valor es (0) y el mayor valor es (7) por lo tanto la diferencia es igual 7 donde $R=7$.

$K=1+3,32*\log(\text{número de datos})$ donde $K=6$.

$Ic(\text{clases})=R/K=7/6=1,16$ aprox. A 1 donde 1 es el tamaño de los intervalos para las clases.

Histograma simple

Figura 2. Histograma simple video clip acción 14 -28 años.



Fuente: Autor del proyecto

En la fig 2, se observa una continuidad en los intervalos de las clases sobre el eje X. la cual es directamente proporcional a las frecuencias absolutas que se representan en el eje Y. Permitiendo conocer

la acumulación o tendencia posicional, la dispersión o variabilidad y la forma de distribución.

Forma de distribución: es de tipo asimétrica con respecto a las clases 2, 4, 5 y 6, nos muestra una distribución sesgada a la derecha.

Acumulación o tendencia posicional: la mayor acumulación o tendencia se encuentra en la clase [1] equivalente a 15 datos.

Dispersión o variabilidad: el rango de variabilidad total va de la clase [0] a la [6], con una variación de 27,27% entre las clases [2, 4, 5 y 6].

La calidad de experiencia que experimentaron los usuarios del segmento poblacional entre los 14 -28 años, referente a la valoración del contenido del video clip acción es malo 7.8 %, regular 24.4%, aceptable 41.1%, bueno 22.2% y excelente 4.4%.

Lo cual quiere decir que los jóvenes:

- La experiencia de los usuarios respecto al video clip de acción es aceptable con un 41,1% frente a un 100%.
- En este tipo de género audiovisual existe una correlación entre el sonido no diegetico (ambientación musical) y el video, esta clase de combinación es utilizada como recurso para captar y envolver al espectador.
- Al ser un contenido llamativo en los jóvenes lo hace más exigente a la hora de calificar la experiencia.
- La población joven, tiene alto grado de preferencia en los detalles del contenido audiovisual, tales como la calidad del audio y calidad del video en cuanto a nitidez y definición.

b) Video clip

Género audiovisual: acción.

Rango de edad: 29 a 60 años.

Tabla 2. Presentación de resultados video clip acción 29-60 años.

PREGUNTA	VIDEO ACCIÓN 29 AÑOS EN ADELANTE					TOTAL X FILA
1	4	2	4	0	0	10
2	1	2	3	3	1	10
3	1	2	3	3	1	10
4	1	2	1	3	3	10
5	1	1	1	4	3	10
6	4	4	1	1	0	10
7	0	2	3	1	4	10
8	1	2	3	1	3	10
9	1	2	4	0	3	10
Valoración	1 (Malo)	2 (Regular)	3 (Aceptable)	4 (Bueno)	5 (Excelente)	
Total respuesta	14	19	23	14	20	
% total respuesta	15,6	21,1	25,6	15,6	22,2	
% total encuesta	100,0					

n (número de personas encuestadas)	10	Media aritmética (promedio)	2
valor numérico más alto	4	total respuestas encuestadas/Número de datos	2
Total respuestas de encuesta	90	Número de mayor repetición	1

En la tabla 2, se presentan los resultados de la población adulta en términos del MOS, para el video clip perteneciente al género audiovisual de acción.

Donde,

R es el Rango, K es el número de intervalos de clase.

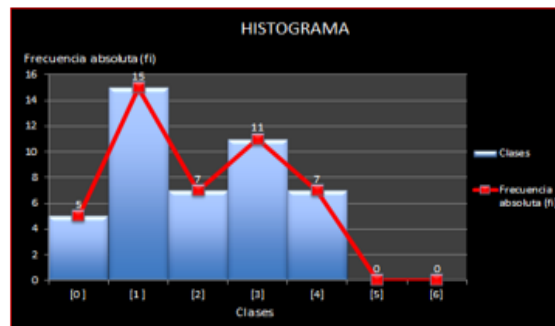
El menor valor es (0) y el mayor valor es (4) por lo tanto la diferencia es igual 4 donde $R=4$.

$K=1+3,32 \cdot \log(\text{número de datos})$ donde $K=6$.

$Ic(\text{clases}) = R/K = 4/6 = 0,67$ aproximadamente a 1 donde 1 es el tamaño de los intervalos para las clases.

Histograma simple

Figura 3. Histograma simple video clip acción 29 -60 años.



Fuente: Autor del proyecto

En la fig 3, se puede apreciar la relación que existe entre las clases descritas en el eje de coordenada horizontal y las frecuencias absolutas representadas en el eje vertical. Con el fin de comprender los datos

de tendencia posicional, forma de distribución y dispersión.

Forma de distribución: es de tipo asimétrica con respecto a las clases 0, 2, 3, 4, 5 y 6, nos muestra una distribución sesgada a la derecha.

Acumulación o tendencia posicional: la mayor acumulación o tendencia se encuentra en la clase [1] equivalente a 15 datos.

Dispersión o variabilidad: el rango de variabilidad total va de la clase [0] a la [6], con una variación de 66,67% entre las clases [0, 2, 3, 4, 5 y 6,].

La calidad de experiencia que experimentaron los usuarios del segmento poblacional entre los 29 -60 años, referente a la valoración del contenido del video clip de acción es malo 15.6%, regular 21.1%, aceptable 25.6%, bueno 15.6% y excelente 22.2%.

Lo cual quiere decir que los adultos:

- La aceptación de la calidad de experiencia de los usuarios adultos respecto al video clip de acción fue aceptable con un 25.6 % frente a un 100%.
- La gran mayoría de los usuarios adultos no les interesa de a mucho esta clase de contenidos debido a que sus niveles sonidos no diegéticos (ambientación musical) son muy altos afectando sus oídos.
- En cuanto a la información espacial la población adulta, se fija menos en los detalles del contenido audiovisual, tanto en la parte visual como auditiva a diferencia de la población joven.

B Calidad de Servicio

En esta sección, se muestra la representación gráfica de las medidas de la calidad de servicio (QoS) obtenidas en la prueba de transmisión del material en HD, perteneciente al género audiovisual de acción a partir del tamaño del paquete (byte), tiempo de llegada del paquete (time) y retardo de llegada del paquete (milisegundos) realizada en la población joven y adulta contratistas de Televisión Regional del Oriente Ltda. Sede Floridablanca, Santander.

A continuación, se describe la QoS para cada segmento de población.

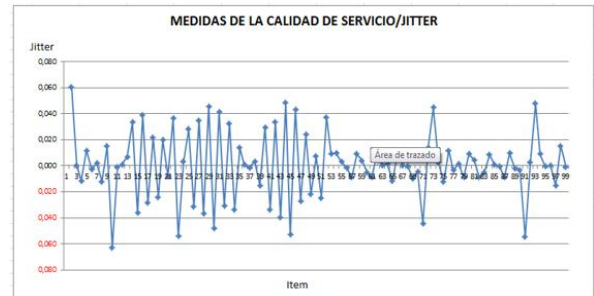
a) Video clip

Género audiovisual: acción.
Rango de edad: 14 a 28 años.

En la fig 4, durante la transmisión del video clip de acción, se observa que la mitad de los paquetes están

en espera de ser transmitidos al receptor, esto se debe al tráfico que hay en el enlace de la red ad-hoc inalámbrica evidenciándose en la calidad de servicio IPTV.

Figura 4. Medidas de la calidad de servicio/jitter video clip acción 14 -28 años.

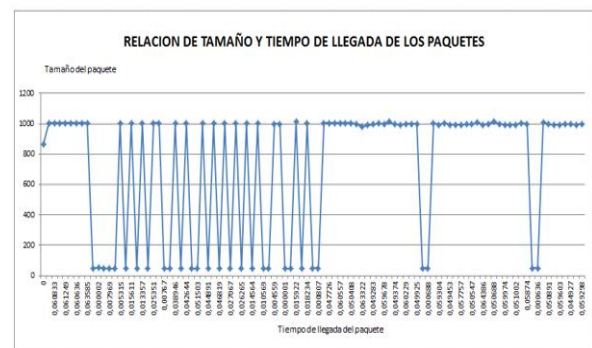


Fuente: Autor del proyecto

En la fig 5, se observa la relación del tamaño de paquetes del video clip de acción y su tiempo de llegada del paquete al receptor. Iniciando la transmisión audiovisual, se presenta un buen rendimiento en el envío de paquetes registrando valores mayores a la mitad del promedio general de paquetes (byte), que en este caso es de 723,03 byte, los cuales son evidenciados en los resultados en términos del MOS por parte de los jóvenes con un 41.1% de aceptabilidad referente a la calidad de experiencia de los usuarios.

Teniendo en cuenta que, en la calidad de servicio, se presentan algunas variaciones en los tiempos de llegada de cada uno de los paquetes, durante la transmisión de contenido audiovisual.

Figura 5. Relación de tamaño y tiempo de llegada de los paquetes video clip acción 14 -28 años.



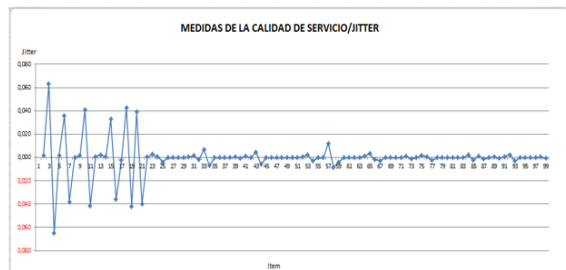
Fuente: Autor del proyecto

b) Video clip

Género audiovisual: acción.
Rango de edad: 29 a 60 años.

En la fig 6, al inicio de la transmisión del material audiovisual se presenta una leve congestión de paquetes en el enlace entre el transmisor y el receptor, posteriormente el retardo de paquetes tiende a cero representando una mejora en la calidad de servicio IPTV

Figura 6. Medidas de la calidad de servicio/jitter video clip acción 29 -60 años.



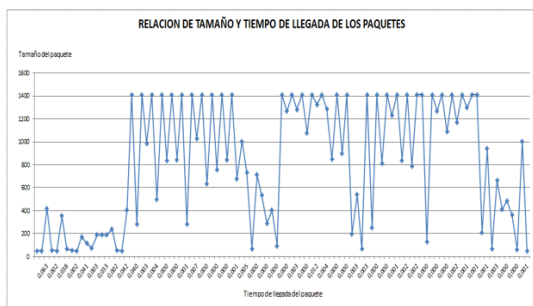
Fuente: Autor del proyecto

En la fig 7, se visualiza la relación entre el tamaño y llegada del paquete al receptor con respecto al contenido audiovisual de acción. Iniciando la transmisión audiovisual, se presenta un comportamiento que tiende a registrar valores menores a la mitad del promedio general de paquetes (byte), que en este caso es de 800,88 byte, degradando en gran medida la calidad de servicio inicialmente, la cual es registrada en los resultados en términos del MOS por parte de este tipo de población donde la aceptación de la calidad de experiencia de los usuarios adultos respecto al video clip acción fue aceptable con un 25.6% frente a un 100%.

Lo cual deja visto que a pesar de que se registró una mínima cantidad de paquetes perdidos a lo largo del camino entre el transmisor y el destino, los adultos no están interesados en interactuar con esta clase de contenidos audiovisuales dado a que no es de su interés personal.

Además, se puede evidenciar que los tiempos propagación de cada uno de los bits que componen los paquetes son mínimos

Figura 7. Relación de tamaño y tiempo de llegada de los paquetes video clip acción 29 -60 años.



Fuente: Autor del proyecto

C. Generalidades de la señal en alta definición

En esta sección, se describe las características técnicas empleadas en el video clip utilizado en las pruebas de transmisión IPTV a través de una red ad-hoc inalámbrica realizadas en la población joven y adulta perteneciente a Televisión Regional del Oriente Ltda. Sede Floridablanca, Santander a continuación,

- Ancho de banda de la red inalámbrica: 5Mbps
- Tipo de red: Ad-hoc
- Duración del video: 05"47'
- Resolución: 1080i (1920x1080 píxeles), entrelazado
- Relación de aspecto: 16:9
- Compresión de video: .mov
- Compresión de audio: H.264
- Sistema de color: NTSC
- Frecuencia de cuadro: 29,9 cuadros de vídeo por segundo

IV CONCLUSIONES

La siguiente investigación permitió analizar múltiples realidades subjetivas en un entorno controlado, a partir de las pruebas en términos de MOS arrojando datos susceptibles al análisis estadístico, teniendo en cuenta las recomendaciones de la norma ITU-T.

La población joven, tiene preferencia en los detalles del contenido audiovisual, tales como la calidad del audio y calidad del video en cuanto a nitidez y definición.

La gran parte de la población adulta tienen diferentes percepciones, dado que sufren anomalías tanto en la parte visual como auditiva.

Para el caso del videoclip de acción (película). Existe una correlación entre el sonido no diegético (ambientación musical) y el video. Esta mezcla es utilizada como recurso para captar y envolver al espectador.

Al emplear el protocolo de transporte UDP, es aún más probable que el enlace de la red ad-hoc experimente cambios bruscos entre frames, pixelación y pérdida de paquetes durante la transmisión del videoclip de acción, dado a que es un formato rápido.

El videoclip informativo, al ser un formato que requiere necesariamente que el presentador este de manera estática en el set, hace que los frames sean repetitivos de tal forma que la información no varía tanto.

Entre menor sea el tráfico de paquetes en el enlace durante la transmisión del contenido audiovisual, menor es el retardo de paquetes permitiendo en gran medida la calidad de la señal sea la adecuada.

Con el fin de minimizar los retardos en la llegada en cada uno de los paquetes, pixelación, pérdida de los paquetes y lipsys entre otros en la recepción de la señal HD los proveedores de servicios de telecomunicaciones que ofrecen el servicio de IPTV, deben empezar a aplicar técnicas de servicios integrados en sus plataformas de contenidos audiovisual garantizando el óptimo rendimiento de la red no sólo el ancho de banda sino el despliegue de infraestructura para la transmisión y recepción de contenido HD, mediante un monitoreo constante de los canales de servicios para así establecer si es o no reincidente la falla o error en la transmisión.

V REFERENCIAS

[1] P. Orosz, T. Skopkó, Z. Nagy, P. Varga and L. Gyimóthi, "A case study on correlating video QoS and QoE," in Network Operations and Management Symposium(NOMS), 2014 IEEE, 2014, pp. 1-5.

[2] O. Issa, F. Speranza, Wei Li and Hong Liu, "Estimation of time varying QoE for high definition IPTV distribution," in Consumer Communications and Networking Conference(CCNC), 2012 IEEE, 2012, pp. 326-330.

[3] V. Miguel, J. Cabrera, F. Jaureguizar and N. Garcia, "Distribution of high-definition video in 802.11 wireless home networks," Consumer Electronics, IEEE Transactions On, vol. 57, pp. 53-61, 2011.

[4] Mingquan Wu, S. Makharia, Hang Liu, Dekai Li and S. Mathur, "IPTV Multicast Over Wireless LAN Using Merged Hybrid ARQ With Staggered Adaptive FEC," Broadcasting, IEEE Transactions On, vol. 55, pp. 363-374, 2009.

[5] From QoS to QoE: A Tutorial on Video Quality Assessment, Yanjiao Chen, Student Member, IEEE, Kaishun Wu, Member, IEEE, and Qian ZhangFellow, IEEE, DOI 10.1109/COMST.2014.2363139, IEEE Communications Surveys & Tutorials.

[6]- Measurement of Quality of Experience of Video-on-Demand Services: A Survey, Parikshit Juluri, Venkatesh Tamarapalli, Deep Medhi, DOI 10.1109/COMST.2015.2401424, IEEE Communications Surveys & Tutorials.

[7] T-REC-P.800.1201602-----P.800.1 terminología de las notas medias de opinión ITU)