

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

**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

Trabajo de grado para optar el título de Magister en Redes y Sistemas de Comunicación

Director

Álvaro Suárez Sarmiento

Doctor Ingeniero en Informática

Codirector:

Tito Raúl Vargas Hernández

Magister en Tecnologías, Sistemas y Redes de Comunicación en la Especialidad de

Ingeniería Telemática

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones

2017

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
<i>Ana Beatriz Velasco Escalante</i>	<i>Álvaro Suárez Sarmiento.</i> <i>Tito Raúl Vargas Hernández</i>	Comité de posgrado FIT

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen	8
Introducción.....	10
1. Definición del Problema.....	11
Planteamiento del problema.	11
1.1 Formulación del problema.....	12
2. Objetivos.....	13
2.1 Objetivo general	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3. Metodología.....	13
3.1 Descripción del informe	15
4. Montaje Experimental Red IPTV AD-HOC	16
4.1 Parámetros	17
4.2 Equipos	18
5. Medidas de la Calidad de Servicio y Experiencia	18
5.1 Resultados de la medida de la calidad de experiencia.....	18
5.1.1 Caso 1: Tipo de población joven y género acción.....	24
5.1.2 Caso 2: Tipo de población joven y genero informativo	27
5.1.3 Caso 3: Tipo de población adulta y género acción.....	30
5.1.4 Caso 4: Tipo de población adulta y género informativo	33
5.2 Resultados de las medidas de la Calidad de Servicio.....	36
5.2.1 Caso 1: Tipo de población joven y género acción.....	36
5.2.2 Caso 2: Tipo de población joven y genero informativo	38
5.2.3 Caso 3: Tipo de población adulta y género acción.....	39
5.2.4 Caso 4: Tipo de población adulta y genero informativo	41
6. Resumen de resultados de las medidas de QoE y QoS.....	43
7. Conclusiones.....	49
7.1 Trabajo Futuro	50

7.2 Dificultades.....	50
8. Referencias	51
9. Apéndices	55
Apéndice A.	55
Apéndice B.	55
Apéndice C.	55
Apéndice D.	55

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Presentación de resultados</i>	19
Tabla 2 <i>Distribución de frecuencias</i>	23
Tabla 3 <i>Presentación de resultados video clip acción 14 -28 años</i>	24
Tabla 4. <i>Distribución de frecuencias video clip acción 14 -28 años</i>	25
Tabla 5 <i>Presentación de resultados video clip informativo 14 -28 años</i>	27
Tabla 6 <i>Distribución de frecuencias video clip informativo 14 -28 años</i>	28
Tabla 7 <i>Presentación de resultados video clip acción 29 -60 años</i>	30
Tabla 8 <i>Distribución de frecuencias video clip acción 29 -60 años</i>	31
Tabla 9 <i>Presentación de resultados video clip informativo 29 -60 años</i>	33
Tabla 10 <i>Distribución de frecuencias video clip informativo 29 -60 años</i>	34
Tabla 11 <i>Resultados prueba calidad de experiencia</i>	44
Tabla 12 <i>Prueba de calidad de servicio-relación de tamaño y tiempo de llegada de los paquetes</i>	48
Tabla 1 <i>Prueba de calidad de servicio- medidas de la calidad de servicio/ jitter</i>	49

Lista de Figuras

<i>Figura 1</i> Escenario de transmisión IPTV a través de una red ad hoc.	16
<i>Figura 2</i> Histograma simple.....	24
<i>Figura 3.</i> Histograma simple video clip acción 14 -28 años.	25
<i>Figura 4</i> Histograma simple video clip informativo 14 -28 años.	28
<i>Figura 5 .</i> Histograma simple video clip acción 29 -60 años.....	31
<i>Figura 6</i> Histograma simple video clip informativo 29 -60 años.	34
<i>Figura 7</i> Medidas de la calidad de servicio/jitter video clip acción 14 -28 años.....	37
<i>Figura 8</i> Relación de tamaño y tiempo de llegada de los paquetes video clip acción 14 -28 años.....	37
<i>Figura 9</i> Medidas de la calidad de servicio/jitter video clip informativo 14 -28 años.....	38
<i>Figura 10</i> Relación de tamaño y tiempo de llegada de los paquetes video clip informativo 14 -28 años.....	39
<i>Figura 11</i> Medidas de la calidad de servicio/jitter video clip acción 29 -60 años.....	40
<i>Figura 12 .</i> Relación de tamaño y tiempo de llegada de los paquetes video clip acción 29 -60 años.....	41
<i>Figura 13</i> Medidas de la calidad de servicio/jitter video clip informativo 29 -60 años.	42
<i>Figura 14</i> Relación de tamaño y tiempo de llegada de los paquetes video clip informativo 29 -60 años.....	43

Resumen

El presente trabajo de investigación describe de manera subjetiva cómo cada individuo, según la población a la que pertenezca, percibe el material audiovisual en alta definición mediante estímulos audiovisuales a través de una red ad-hoc inalámbrica en un ambiente controlado. Para tal fin, se requirió de hombres y mujeres en diferentes grupos de edad: jóvenes entre los 14 y 28 años y adultos de 29 años en adelante; contratistas del Canal de Televisión Regional del Oriente Ltda. - Canal TRO, sede Floridablanca, Santander, Colombia.

La investigación fue descriptiva, permitiendo conocer la percepción de cada uno de los individuos con el fin de evaluar la calidad de experiencia del usuario y calidad de servicio ofrecida por la red durante el ejercicio de transmisión de televisión IPTV, partiendo de las recomendaciones de la norma de la *Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU)*-T. El instrumento empleado para la medición fue *Mean opinión score (MOS)*, para la medida de la calidad de la experiencia, aplicado a 20 personas voluntarias, entre jóvenes y adultos, paralelo a ello, se realizaba la captura de paquete de la transmisión de televisión en alta definición con el fin de identificar los retardos, 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 cómo esta llega afectar la interactividad con los contenidos audiovisuales.

Luego se realizó la sistematización de la información y valoración de los datos, los cuales fueron expresados por medio de tablas de calificación de 1 a 5, donde Malo equivale a (1), Regular (2), Aceptable (3), Bueno (4) y Excelente (5), y distribución de frecuencias donde (fi) representa frecuencia absoluta, (hi) frecuencia relativa, (Fi) frecuencia acumulada, (Hi) frecuencia relativa acumulada, además de graficas de histograma según el género audiovisual en alta definición.

Los datos obtenidos de las personas encuestadas permitieron distinguir no sólo las preferencias según el género audiovisual sino además definir qué parámetros se deben tener en una red IP, así como la identificación de los equipos a emplear y el cálculo de la calidad de experiencia en términos de MOS. A continuación, se mencionan algunos parámetros a tener en cuenta. Por lo tanto, se plantean una serie de conclusiones y recomendaciones para los proveedores de servicios IPTV, con el fin de que los usuarios interactúen en gran medida con esta clase de contenidos audiovisuales, es necesario establecer un modelo de servicios integrados, el cual permite gestionar y garantizar la transmisión de contenido audiovisual de un extremo al otro en una red, es decir, reservar un ancho de banda para el flujo del tráfico multimedia, entre otros.

Para minimizar la pérdida de paquetes durante la transmisión, la cual es causada por diferentes casos: fallas en el enlace de la red entre transmisor y receptor, error en la transmisión o en el ancho de banda de la red; Por lo tanto, es importante establecer bajo qué tipo de protocolo de transporte se va implementar para el servicio IPTV, teniendo en cuenta que la pérdida de paquetes entre transmisor a receptor se verá reflejado en cómo la población joven y adulta perciben esta clase de contenidos.

En el caso de las pruebas de calidad de servicio realizadas en los voluntarios, se empleó el protocolo UDP, en la cual se observó pixelación en la imagen, saltos en la transmisión, ausencia de sincronismo entre el audio y el video (lipsys), entre otros, debido a que tampoco utiliza señales de confirmación de entrega haciendo que la garantía de que un paquete llegue a su destino.

Introducción

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 realizaron 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.

1. Definición del Problema

A continuación, se describe de manera general el problema planteado en el siguiente Estudio de Construcción de una Red de Alta Fiabilidad en un entorno Red IP para la Transmisión de Televisión en Alta Definición HD.

Planteamiento del problema.

Debido a los costos elevados para la adquisición de equipos tecnológicos, se ha evidenciado la baja inversión por parte de las entidades públicas y privadas en el

fortalecimiento de la infraestructura de las redes IP. Hoy en día los proveedores de servicios no adoptan políticas de balanceo de cargas para la óptima estabilidad del servicio y sus anchos de banda son muy bajos, los cuales repercuten de manera negativa aumentando de manera exponencial los niveles de inestabilidad en la prestación del servicio, terminando por afectar de manera subjetiva al usuario que en la mayoría de casos tienen desconocimiento tecnológico.

Una de las principales consecuencias de lo anterior, se fundamenta en la reducción de la QoS por parte de los proveedores, dado que afecta de manera directa los tiempos de jitter en la transmisión de la señal, ocasionando pérdida en los paquetes durante la transmisión de televisión (audio y video) en HD, provocando que la calidad de experiencia del usuario no sea lo suficientemente grata por parte de los usuarios.

En la actualidad, los sistemas IP no son lo suficientemente robustos para soportar la transmisión de televisión (audio y video) en HD de una forma estable, dinámica y atractiva al usuario.

1.1 Formulación del problema.

¿Con la mejora de la calidad de servicio y 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?

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Analizar la calidad de servicio (QoS) y experiencia del usuario (QoE) en las transmisiones de televisión (audio y video) en alta definición (HD) en redes IP.

2.2 Objetivos específicos

1. Definir los parámetros que debe tener una red IP que soporte televisión en alta definición (HD) y mejore la calidad del servicio (QoS) y calidad de experiencia del usuario (QoE).
2. Identificar los equipos a utilizar en una red IP para la transmisión de televisión en alta definición HD).
3. Calcular la calidad de experiencia del usuario QoE en la transmisión de televisión en alta definición en usuarios de una red IP.

3. Metodología

A continuación, se mencionan cada una de las etapas que se tuvieron en cuenta para la realización de las medidas de QoS y QoE en la población joven y adulta. Entre las cuales se describe la parte investigativa referente a los parámetros que conforman una red ad-hoc inalámbrica, avances de IPTV, *mean opinion score MOS*, recopilación y edición no lineal del material audiovisual, configuración de los ordenadores y software de captura de paquetes para la transmisión de contenidos en alta definición.

Etapas **1.** 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.

Etapas 2. Recopilación de material audiovisual en alta definición de los géneros audiovisuales de acción, deportivo, drama e informativo, los cuales fueron previamente editados con las siguientes características:

- Duración del video: 05''47'
- Tamaño del video: 1,22 GB (1.314.981.077) bytes.
- Resolución: 1080i (1920x1080 píxeles), entrelazado.
- Relación de aspecto: 16:9
- Compresión digital de video y audio: H.264
- Formato: NTSC
- Frecuencia de cuadro: 29,9 cuadros de vídeo por segundo.

Etapas 3. Configuración en los dos ordenadores portátiles de tal manera que uno esté en modo receptor y el otro en modo transmisor.

Etapas 4. 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.

Etapas 5. Captura de paquetes entre el transmisor y receptor con el fin de identificar los retardos, 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 cómo esta llega a afectar la interactividad con esta clase de contenido audiovisual.

Etapas 6. Diligenciamiento de encuesta en términos de MOS por parte de la población joven y adulta como medidas de QoE.

Etapas 7. Análisis de resultados y discusión.

3.1 Descripción del informe

En la siguiente sección se describe el paso a paso del montaje experimental de la red ad-hoc inalámbrica desde el punto de vista de las herramientas técnicas y equipos utilizados para realizar las pruebas de transmisión IPTV en HD en la población.

Las herramientas técnicas empleadas para el montaje de las pruebas de rendimiento de la red y de la medida de la calidad de experiencia, se basó en: a) establecer el medio físico y/o transmisión para el envío de contenido audiovisual de un ordenador a otro, para este caso se usó el medio de transmisión no guiado, como lo es el inalámbrico mediante una red ad-hoc entre dos ordenadores configurados, de tal modo, que un ordenador se comporte como transmisor y el otro como receptor de la señal en alta definición; b) para tal fin se aplicó la captura de paquetes del enlace ad-hoc entre el transmisor y receptor correspondiente a la transmisión del material audiovisual, el cual, nos permitió observar y analizar los datos obtenidos acerca del rendimiento de la red implementada y valorar la subjetividad de los usuarios; c) los géneros audiovisuales expuestos para las pruebas fueron los contenidos de acción, deportivo, informativo y drama con las siguientes características técnicas: compresión digital de video y audio H.264, formato NTSC, frecuencia de cuadro 29,9 cuadros de vídeo por segundo, resolución 1080i (1920x1080 píxeles) entrelazado, tamaño del video 1,22 GB (1.314.981.077) bytes con una duración del video de 05”47”; d) con el fin de evaluar la medida de la calidad de experiencia en el segmento poblacional se tuvieron en cuenta las recomendaciones de la norma ITU-T, la cual fue aplicada mediante la medida del *mean*

opinión score MOS; e) el escenario para las pruebas de QoS y QoE se realizó en un entorno controlado con las condiciones físicas y ambientales requeridas con la total disponibilidad en cuanto a tiempo e interacción por parte de los voluntarios, los cuales, tenían como único requisito no haber participado en pruebas de QoE en un periodo no menor a seis meses.

4. Montaje Experimental Red IPTV AD-HOC

En la Figura 1, se observa el escenario de transmisión IPTV, el cual está conformado por dos (2) ordenadores, un transmisor y un receptor, el medio de transmisión empleado fue una red ad-hoc inalámbrica, en la cual se usaron herramientas de software para la captura de paquetes entre los ordenadores, transmisión y recepción del contenido audiovisual en HD, con la participación de los contratistas voluntarios del Canal TRO.

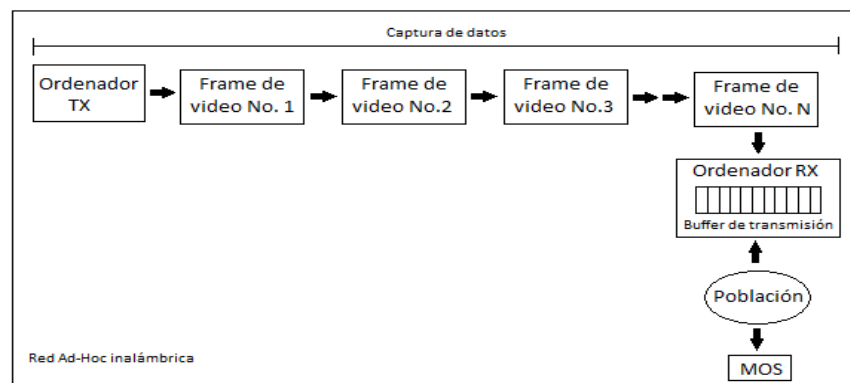


Figura 1 Escenario de transmisión IPTV a través de una red ad hoc.

Fuente: Autor del proyecto

Con el fin de identificar los retardos, tiempo y jitter de un paquete a otro, y así conocer de manera subjetiva en términos de *Mean opinion score (MOS)* cómo 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 más alta.

La característica principal de este estudio es identificar por qué 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.

4.1 Parámetros

A través del modelo de red con servicios integrados permite priorizar los canales de servicios que ofrece la tecnología IPTV, de tal forma, que le pueda garantizar al usuario final la recepción del flujo de tráfico de la señal de televisión (audio y video) en alta definición, a través de un medio físico con un ancho de banda que se ajuste a las necesidades de la transmisión. Por lo tanto, se relacionan los datos del ancho de banda para la transmisión de televisión estándar SD y alta definición HD expresados en el Anexo 1, capítulo Marco Referencial, apartado Internet por Protocolo de Televisión (IPTV), donde el ISP clasifica y establece el ancho de banda que requiere la señal, sea esta SD o HD.

Teniendo en cuenta que el BW para una red ad-hoc inalámbrica es reducido, con un radio limitado, ocasionando errores de transmisión, a tal punto de provocar pérdida de paquetes durante la transmisión del contenido multimedia.

Se determinó, el tipo de protocolo de transporte a implementar para el servicio IPTV, teniendo en cuenta que la pérdida de paquetes entre transmisor a receptor tendrá incidencia en cómo los usuarios perciben esta clase de contenidos. Partiendo como base, que para el caso de las pruebas de calidad de servicio sobre el rendimiento de la red, se empleó el protocolo UDP,

en la cual se observó pixelación en la imagen, saltos en la transmisión, ausencia de sincronismo entre el audio y el video (lipsys), entre otros, debido a que tampoco utiliza señales de confirmación de entrega, haciendo que la garantía de que un paquete llegue a su destino, sea baja.

4.2 Equipos

Ver Anexo 1, capítulo Marco Referencial, apartado Internet por Protocolo de Televisión (IPTV) Figura 4. Esquema de señal IPTV en hogares y/o empresas.

5. Medidas de la Calidad de Servicio y Experiencia

A continuación, se detalla cada una de las siguientes secciones: resultados de la medida de la Calidad de Experiencia y resultados de las medidas de la Calidad de Servicio.

5.1 Resultados de la medida de la calidad de experiencia

En esta sección, se muestran los resultados numéricos de las pruebas en términos de MOS para distintos grupos de usuarios y distribución de frecuencias, así como la representación gráfica de los diferentes Histogramas para los géneros informativo y acción para cada segmento de población. Esto, debido a la gran similitud que existe entre algunos géneros audiovisuales tales como: acción-deportivo y drama-informativo.

A continuación, en la tabla No. 1 se describe el formato de presentación de resultados de la prueba de calidad de experiencia en términos de MOS y el significado de cada campo.

Tabla 2 *Presentación de resultados.*

PREGUNTAS	TIPO DE VIDEO, POBLACIÓN					CANTIDAD DE RESPUESTAS
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
Valoración	1 (Malo)	2 (Regular)	3 (Aceptable)	4 (Bueno)	5 (Excelente)	
Total respuesta						
%total respuesta						
% total encuesta	100,0					

n (número de personas encuestadas)		Media aritmética (promedio)	
valor numérico más alto		Total respuestas encuestadas/Número de datos	
Total respuestas de encuesta		Número de mayor repetición	

Presentación de resultados

Preguntas: las preguntas utilizadas en la pruebas en términos de MOS, busca describir la opinión subjetiva de cada uno de los participantes respecto a un contenido audiovisual específico con el fin de evaluar la calidad de experiencia de los usuarios.

- 1 ¿Cómo considera la cantidad de retardo que experimentaba el video antes de empezar?
- 2 ¿Experimentó imágenes congeladas o interrupciones en el video?
- 3 ¿Ha sufrido interrupciones en el audio?
- 4 ¿Cuánta pixelación (grandes bloques de color) experimentó?
- 5 ¿Se escucharon ruidos o distorsiones en el audio?
- 6 ¿Tuvo problemas con la sincronización del audio y del vídeo?
- 7 ¿Cómo encontró la calidad de los colores?
- 8 ¿Cómo encontró la definición (nitidez) del video?
- 9 ¿Cuál fue su percepción global de la calidad?

Tipo de Video: es el género audiovisual, en el cual se clasifican los videos o programas dependiendo de su contenido, es decir:

Película perteneciente al género de acción.

Novela perteneciente al género de drama.

Noticias pertenecientes al género informativo.

Deportes pertenecientes al género deportivo.

Población: para este estudio se tuvieron en cuenta dos tipos de población (joven y adulta), debido a la diferencia de edad cronológica que existe en estos rangos, permitiendo evaluar la calidad de experiencia de los usuarios a partir de la estimulación visual y auditiva de contenidos audiovisuales.

14-28 años, población joven.

29-60 años, población adulta.

Cantidad de respuestas: en total son (9) nueve respuestas por cada persona según el segmento de población sea joven o adulta.

Identificación de colores: a través de la representación de colores se puede identificar la cantidad numérica de personas que han valorado (Malo (1), Regular (2), Aceptable (3), Bueno (4) y Excelente (5) según el tipo de pregunta, es decir:

- El color naranja aplica para una sola valoración.
- El color gris aplica para dos valoraciones.
- El color verde menta aplica para tres valoraciones.
- El color azul aplica para cuatro valoraciones.
- El color amarillo aplica para cinco valoraciones.
- El color violeta aplica para seis valoraciones.

- El color morado aplica para siete valoraciones.

Valoración: es la calificación MOS de 1 a 5 donde: Malo (1), Regular (2), Aceptable (3), Bueno (4) y Excelente (5).

Total respuestas: es la sumatoria de todas las respuestas correspondientes a cada columna donde Malo (1), Regular (2), Aceptable (3), Bueno (4) y Excelente (5).

Porcentaje (%) total respuesta: es la fracción porcentual de cada respuesta correspondiente a cada columna donde Malo (1), Regular (2), Aceptable (3), Bueno (4) y Excelente (5), sobre el total respuestas de encuesta, permitiendo conocer de 1 a 100 cuál es la fracción con mayor valor.

Porcentaje (%) total encuesta: es la suma global de todos los porcentajes total respuesta, correspondientes a cada columna donde Malo (1), Regular (2), Aceptable (3), Bueno (4) y Excelente (5).

n: número de personas encuestadas según segmento de población.

Rango: da la idea de proximidad de los datos a la media, se calcula de la siguiente manera:

- Rango= valor máximo – el valor mínimo

Total de respuestas de encuesta: es la suma de todas las respuestas de cada una de las preguntas.

Media aritmética (promedio): la media es la suma de todas las observaciones representadas en la percepción de los usuarios encuestados, comprendida entre el valor máximo y el valor mínimo del conjunto de datos.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

Donde;

$\bar{X}$ Es la media aritmética de la variable X.

X_i son los valores de la variable X y Z el tamaño de una muestra que contiene las observaciones $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$.

Media: sirve para describir un conjunto entero de observaciones con un solo valor que representa el centro de los datos. Este valor no es influenciado por valores extremos, debido a que solo influyen los valores centrales.

Moda: es el valor con el mayor número de repeticiones, es decir, aquel que tiene mayor frecuencia absoluta y no se ve afectado por los valores extremos. Ejemplo:

Para una serie de datos 0, 1, 1, 4, 2, 1, 0, 3, 6, 3, la Moda es $(M_o) = 1$.

Distribución de frecuencias

La distribución de frecuencias es una disposición tabular de datos estadísticos, ordenados ascendentes o descendientemente, de acuerdo a la frecuencia de cada dato. Las frecuencias pueden ser:

Frecuencia absoluta (f_i): es el número de veces que aparece un determinado valor en un estudio estadístico. Así, por ejemplo, a nosotros nos interesa observar la frecuencia con la que aparecen las clases.

Frecuencia acumulada (F_i): es la suma de todas las frecuencias absolutas. Fórmula, $F_i: f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_i$.

Frecuencia relativa (h_i): es el producto de la frecuencia absoluta (f_i) entre el total de datos (n). Fórmula, $h_i = (f_i/n)$.

Para analizar la QoS, hemos medido tiempo de llegada del paquete, tamaño del paquete (byte), tiempo de llegada del paquete (time) y jitter.

Teniendo en cuenta que la frecuencia relativa es la fracción de elementos que pertenecen a cada intervalo de clase.

Frecuencia relativa acumulada (Hi): es el cociente entre la frecuencia acumulada de un determinado valor y el número total de datos. Fórmula, $H_i = (F_i/n)$. Con esta métrica, por ejemplo, podemos observar la suma de las frecuencias relativas anteriores.

Componentes de una distribución de frecuencias de clases

Clase o intervalo de clase: son categorías en las cuales se agrupa un conjunto de datos ordenados de iguales características, para lo cual, hay que determinar el número de clases que sea conveniente.

Marca de clase c_i (datos): la marca de clase es el punto medio de cada intervalo y es el valor que representa a todo el intervalo para el cálculo de algunos parámetros.

A continuación, se describe el formato de distribución de frecuencias en la tabla No. 2:

Tabla 3 *Distribución de frecuencias.*

TABLA DE DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS					
Clases	c_i (datos)	f_i (Número de repeticiones del dato)	F_i (Suma $f_i \dots f_{1i}+f_{2i} \dots$)	$h_i = (f_i/n)$	$H_i = (F_i/n)$
f_i (frecuencia absoluta); h_i (frecuencia relativa); F_i (frecuencia acumulada); H_i (frecuencia relativa acumulada);					

Representación gráfica del Histograma simple

Histograma simple: en la representación del histograma, se marcan los intervalos en el eje X, para este caso las clases. Se dibujan rectángulos de base de los intervalos de clase y frecuencia absoluta (f_i). Por ser distribución continua, no hay separación entre los intervalos. Ver Figura 2. Con este tipo de gráfica podemos observar la acumulación o tendencia posicional, la dispersión o variabilidad y la forma de distribución.

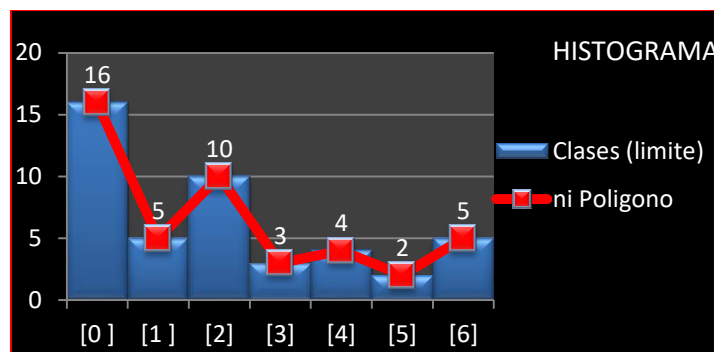


Figura 2 Histograma simple

5.1.1 Caso 1: Tipo de población joven y género acción. A continuación, se presentan los resultados de medida de la Calidad de Experiencia, la cual está basada en términos de MOS en la población joven entre 14 a 28 años, con respecto al género audiovisual de acción.

a) Video clip

Género audiovisual: acción.

Rango de edad: 14 a 28 años.

Tabla 4 *Presentación de resultados video clip acción 14 -28 años.*

PREGUNTAS	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
valor numérico más alto	7
Total respuestas de encuesta	90

Media aritmética (promedio)	2
Total respuestas encuestadas/Número de datos	1
Número de mayor repetición	1

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 a 7, donde $R=7$

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

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

Tabla 5. *Distribución de frecuencias video clip acción 14 -28 años.*

TABLA DE DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS					
Clases	ci(datos)	fi (Número de repeticiones del dato)	Fi (Suma fi ..f1i+f2i..)	hi= (fi/n)	Hi =(Fi/n)
[0]	0	8	8	0,8	0,8
[1]	1	15	23	1,5	1,8
[2]	2	6	29	0,6	2,9
[3]	3	9	38	0,9	3,8
[4]	4	2	40	0,2	4,0
[5]	5	3	43	0,3	4,3
[6]	6	1	44	0,1	4,4
		44			
fi (frecuencia absoluta); hi (frecuencia relativa); Fi(frecuencia acumulada); Hi(frecuencia relativa acumulada);					

Histograma simple

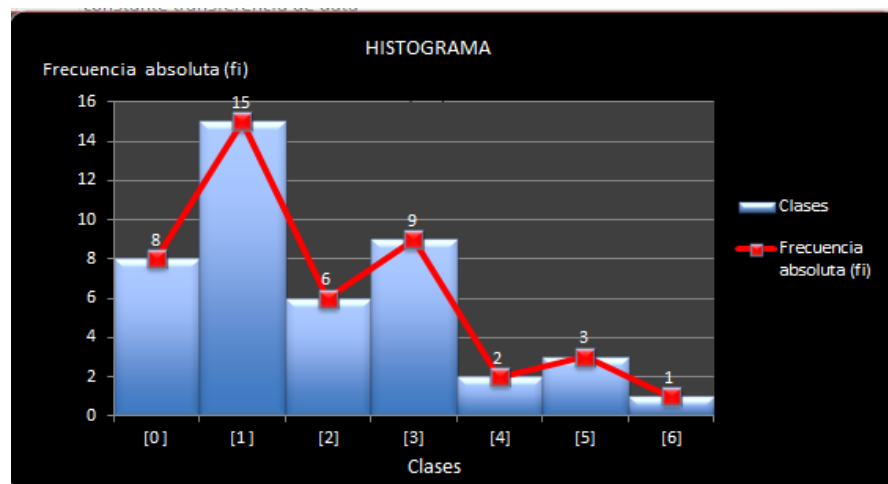


Figura 3. *Histograma simple video clip acción 14 -28 años.*

En la Figura 3, 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, y 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 percepción de experiencia de los usuarios respecto al video clip de acción es aceptable con un 41,1% frente a un 100%.
- En este género audiovisual, existe una correlación entre el sonido no diegético (ambientación musical) y el video. Esta clase de combinación es utilizada por los cineastas como recurso para captar y envolver al espectador.
- El género de acción no tiene una modalidad dominante dado que el audio y video son vitales lo cual la hace mixta.
- La población joven, al tener rangos normales de visión en (20/20) y audición entre 20 Hz y 20 KHz, permite apreciar los detalles del contenido audiovisual, tales como la calidad

del audio y calidad del video en cuanto a nitidez y definición, haciendo de este un contenido de su preferencia.

A continuación, se presentan los resultados de medida de la Calidad de Experiencia la cual está basada en términos de MOS en la población joven entre 14 a 28 años con respecto al género audiovisual de informativo.

5.1.2 Caso 2: Tipo de población joven y género informativo.

Video clip

Género audiovisual: informativo

Rango de edad: 14 a 28 años.

Tabla 6 *Presentación de resultados video clip informativo 14 -28 años.*

PREGUNTAS	VIDEO INFORMATIVO 14 - 28 AÑOS					TOTAL X FILA
1	6	1	3	0	0	10
2	5	1	3	1	0	10
3	3	3	3	1	0	10
4	2	3	2	3	0	10
5	2	2	4	0	2	10
6	5	1	2	1	1	10
7	0	2	4	3	1	10
8	0	3	4	3	0	10
9	3	3	2	2	0	10
Valoración	1 (Malo)	2 (Regular)	3 (Aceptable)	4 (Bueno)	5 (Excelente)	
Total respuesta	26	19	27	14	4	
%total respuesta	28,9	21,1	30,0	15,6	4,4	
% total encuesta	100,0					

n (número de personas encuestadas)	10
valor numérico más alto	6
Total respuestas de encuesta	90

Media aritmética (promedio)	2
total respuestas encuestadas/Número de datos	2
Número de mayor repetición	3

Donde,

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

El menor valor es (0) y el mayor valor es (6), por lo tanto la diferencia es igual a 6, donde $R=6$.

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

$I_c(\text{clases})= R/K =6/6 =1$ donde 1 es el tamaño de los intervalos para las clases.

Tabla 7 Distribución de frecuencias video clip informativo 14 -28 años.

TABLA DE DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS					
Clases	ci (datos)	fi (Número de repeticiones del dato)	Fi (Suma fi ..fi1+fi2..)	hi= (fi/n)	Hi =(Fi/n)
[0]	0	10	10	1,0	1,0
[1]	1	8	18	0,8	1,8
[2]	2	9	27	0,9	2,7
[3]	3	12	39	1,2	3,9
[4]	4	3	42	0,3	4,2
[5]	5	2	44	0,2	4,4
[6]	6	1	45	0,1	4,5
		45			
fi (frecuencia absoluta); hi (frecuencia relativa); Fi(frecuencia acumulada); Hi(frecuencia relativa acumulada);					

Histograma simple

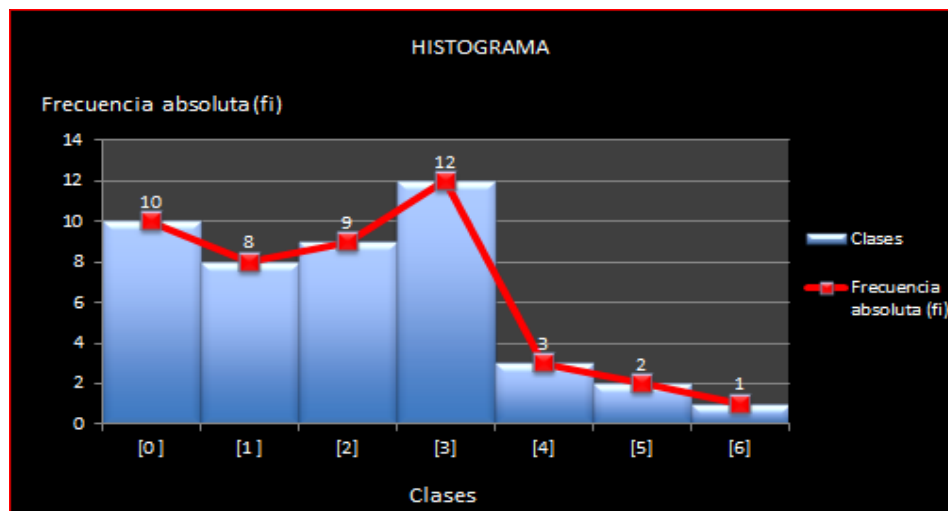


Figura 4 Histograma simple video clip informativo 14 -28 años.

La Figura 4, permite analizar la reciprocidad que hay entre las variable del intervalo de clases en el X y la frecuencia absoluta en el Y. Para obtención de los datos de acumulación, dispersión y forma de distribución.

Forma de distribución: es de tipo asimétrica con respecto a las clases 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 [2] equivalente a 14 datos.

Dispersión o variabilidad: el rango de variabilidad total va de la clase [0] a la [6], con una variación de 13,3% entre las clases [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 informativo es malo 28.9%, regular 21.1%, aceptable 30.0%, bueno 15.6% y excelente 4.4%.

Lo cual quiere decir que los jóvenes:

- La percepción de la calidad de experiencia de los usuarios jóvenes respecto al contenido del video clip informativo fue aceptable con un 30.0 % frente a un 100%.
- La modalidad dominante en este género es el audio, dado a que lo más importante es la narrativa y veracidad de la información.
- La población joven, al tener rangos normales de visión en (20/20) y audición entre 20 Hz y 20 KHz, permiten apreciar los detalles del contenido audiovisual, tales como la calidad del audio y calidad del video en cuanto a nitidez y definición, haciendo de este un contenido de su preferencia.

5.1.3 Caso 3: Tipo de población adulta y género acción. A continuación, se presentan los resultados de medida de la Calidad de Experiencia la cual está basada en términos de MOS en la población adulta entre 29 a 60 años con respecto al género audiovisual de acción.

b) Video clip

Género audiovisual: acción.

Rango de edad: 29 a 60 años.

Tabla 8 *Presentación de resultados video clip acción 29 -60 años.*

PREGUNTAS	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	1	3	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
valor numérico más alto	4
Total respuestas de encuesta	90

Medias aritméticas (promedio)	2
Total respuestas encuestadas/Número de datos	2
Número de mayor repetición	1

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 $K=6$.

I_c (clases)= $R/K = 4/6 = 0,67$ aproximadamente 1, donde 1 es el tamaño de los intervalos para las clases.

Tabla 9 *Distribución de frecuencias video clip acción 29 -60 años.*

TABLA DE DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS					
Clases	ci (datos)	fi (Número de repeticiones del dato)	Fi (Suma fi ..fi1+fi2i..)	hi= (fi/n)	Hi =(Fi/n)
[0]	0	5	5	0,5	0,5
[1]	1	15	20	1,5	1,8
[2]	2	7	27	0,7	2,7
[3]	3	11	38	1,1	3,8
[4]	4	7	45	0,7	4,5
[5]	5	0	45	0,0	4,5
[6]	6	0	45	0,0	4,5
		45			
fi (frecuencia absoluta); hi (frecuencia relativa); Fi(frecuencia acumulada); Hi(frecuencia relativa acumulada);					

Histograma simple

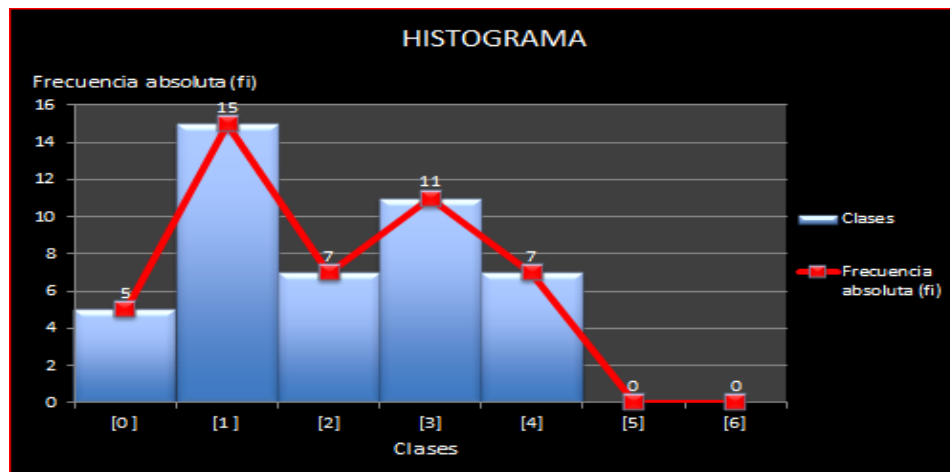


Figura 5 . Histograma simple video clip acción 29 -60 años.

En la Figura 5, 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 percepción de la calidad de experiencia de los usuarios adultos, con respecto al video clip de acción fue aceptable con un 25.6 % frente a un 100%.
- El tipo de modalidad para este tipo de género audiovisual es mixta.
- 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 dado a que su formato establece cambios rápidos, tanto en la parte visual como auditiva a diferencia de la población joven.

A continuación, se presentan los resultados de medida de la Calidad de Experiencia la cual está basada en términos de MOS en la población adulta entre 29 a 60 años con respecto al género audiovisual de informativo.

5.1.4 Caso 4: Tipo de población adulta y género informativo

c) Video clip

Género audiovisual: informativo.

Rango de edad: 29 a 60 años.

Tabla 10 *Presentación de resultados video clip informativo 29 -60 años.*

PREGUNTAS	VIDEO INFORMATIVO 29 AÑOS EN ADELANTE					TOTAL X FILA
1	4	0	1	1	4	10
2	4	0	1	1	4	10
3	1	0	2	2	5	10
4	1	0	2	2	5	10
5	0	0	3	1	6	10
6	2	1	1	1	5	10
7	0	0	2	2	6	10
8	0	0	3	1	6	10
9	0	4	1	1	4	10
Valoración	1 (Malo)	2 (Regular)	3 (Aceptable)	4 (Bueno)	5 (Excelente)	
Total respuesta	12	5	16	12	45	
%total respuesta	13,3	5,6	17,8	13,3	50,0	
%total encuesta	100,0					

n (número de personas encuestadas)	10
valor numérico más alto	6
Total respuestas de encuesta	90

Media aritmética (promedio)	2
Total respuestas encuestadas/Número de datos	1
Número de mayor repetición	1

Donde,

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

El menor valor es (0) y el mayor valor es (6); por lo tanto, la diferencia es igual 6, donde $R=6$.

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

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

Tabla 11 *Distribución de frecuencias video clip informativo 29 -60 años.*

TABLA DE DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS					
Clases	ci (datos)	fi (Número de repeticiones del dato)	Fi (Suma fi ..fi1+fi2i..)	hi= (fi/n)	Hi =(Fi/n)
[0]	0	11	11	1,1	1,1
[1]	1	13	24	1,3	1,8
[2]	2	7	31	0,7	3,1
[3]	3	2	33	0,2	3,3
[4]	4	6	39	0,6	3,9
[5]	5	3	42	0,3	4,2
[6]	6	3	45	0,3	4,5
		45			
fi (frecuencia absoluta); hi (frecuencia relativa); Fi(frecuencia acumulada); Hi(frecuencia relativa acumulada);					

Histograma simple

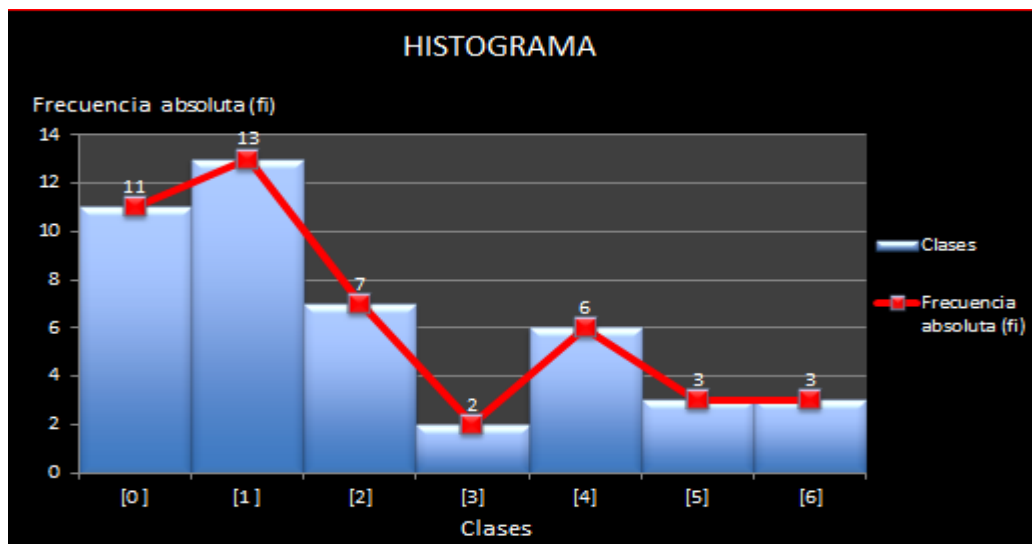


Figura 6 Histograma simple video clip informativo 29 -60 años.

En la Figura 6, se evidencia una variación directa en las frecuencias absolutas cuyos valores están representados en el eje de ordenadas y los intervalos de clase descrito en el eje de la abscisa, para obtención de los datos de acumulación, variabilidad y forma de distribución.

Forma de distribución: es de tipo asimétrica con respecto a las clases 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 13 datos.

Dispersión o variabilidad: el rango de variabilidad total va de la clase [0] a la [6], con una variación de 46.67% entre las clases [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 informativo es malo 13.3%, regular 5.6%, aceptable 17.8%, bueno 13.3% y excelente 50%.

Lo cual quiere decir que los adultos:

- La percepción de la calidad de experiencia de los usuarios adultos respecto al video clip de informativo fue excelente con un 50 % frente a un 100%.
- En este tipo de contenido la modalidad que prima, es el audio (noticia), a pesar de que el video sufra de ruido o distorsiones que afecten el material.
- 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.

En el anexo 3, se describe los resultados de la medida de la calidad de experiencia de los géneros drama y deportivo en la población joven y adulta.

5.2 Resultados de las medidas de la Calidad de Servicio

En esta sección, se muestra la representación gráfica de las medidas de la calidad de servicio (QoS) obtenidas en las distintas pruebas de transmisión de material audiovisual en alta definición a partir del tamaño del paquete (byte), tiempo de llegada del paquete (time), y retardo de llegada del paquete (milisegundos) realizadas en la población joven y adulta pertenecientes a Televisión Regional del Oriente Ltda., Sede Floridablanca, Santander.

A continuación, se describe la QoS referente a los géneros informativo y acción para cada segmento de población. Esto debido a la gran similitud que existe entre algunos géneros audiovisuales tales como: acción-deportivo y drama-informativo.

5.2.1 Caso 1: Tipo de población joven y género acción. A continuación, se presentan los resultados de medida de la Calidad de Servicio la cual está basada en el rendimiento de la red ad-hoc inalámbrica en la población joven entre 14 a 28 años con respecto al género audiovisual de acción.

a) Video clip

Género audiovisual: acción.

Rango de edad: 14 a 28 años.

Representación gráfica

En la Figura 7, 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.

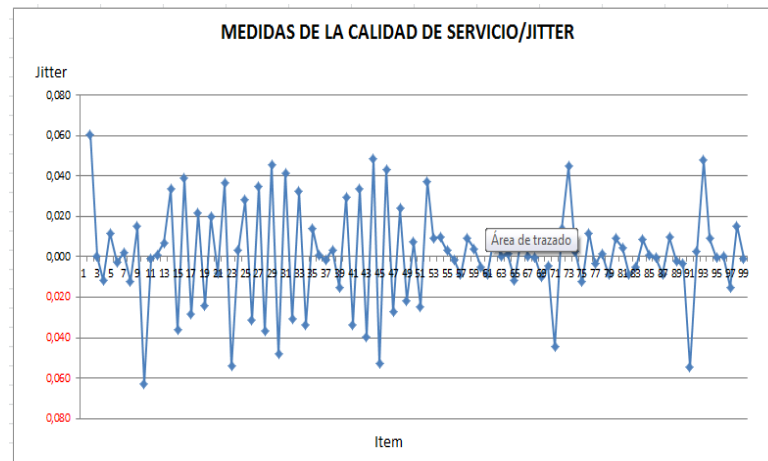


Figura 7 Medidas de la calidad de servicio/jitter video clip acción 14 -28 años

En la Figura 8, 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.

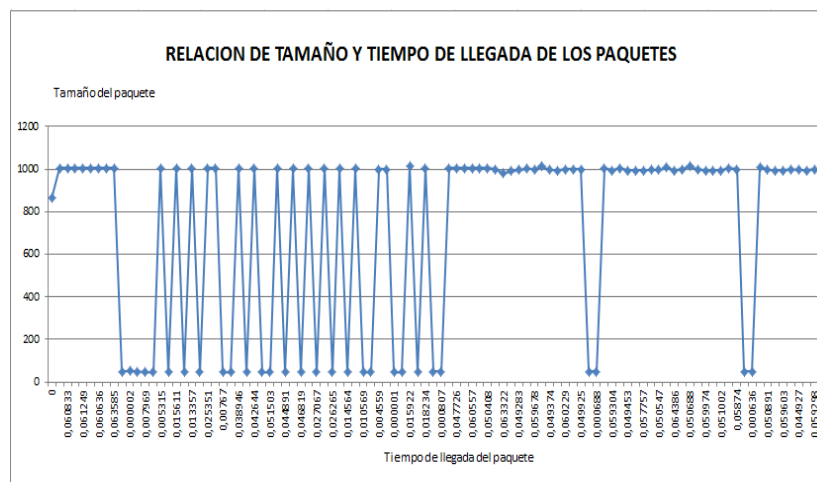


Figura 8 Relación de tamaño y tiempo de llegada de los paquetes video clip acción 14 -28 años.

A continuación, se presentan los resultados de medida de la Calidad de Servicio, la cual está basada en el rendimiento de la red ad-hoc inalámbrica en la población joven entre 14 a 28 años con respecto al género audiovisual de informativo.

5.2.2 Caso 2: Tipo de población joven y género informativo

b) Video clip

Género audiovisual: informativo

Rango de edad: 14 a 28 años.

Representación gráfica

En la Figura 9, durante la mitad transmisión del video clip informativo, la calidad de servicio IPTV evidencia retardo de paquetes al equipos receptor, ocasionado por el número paquetes que llegaron antes al buffer del receptor represando la transmisión por el enlace de la red ad-hoc inalámbrica.

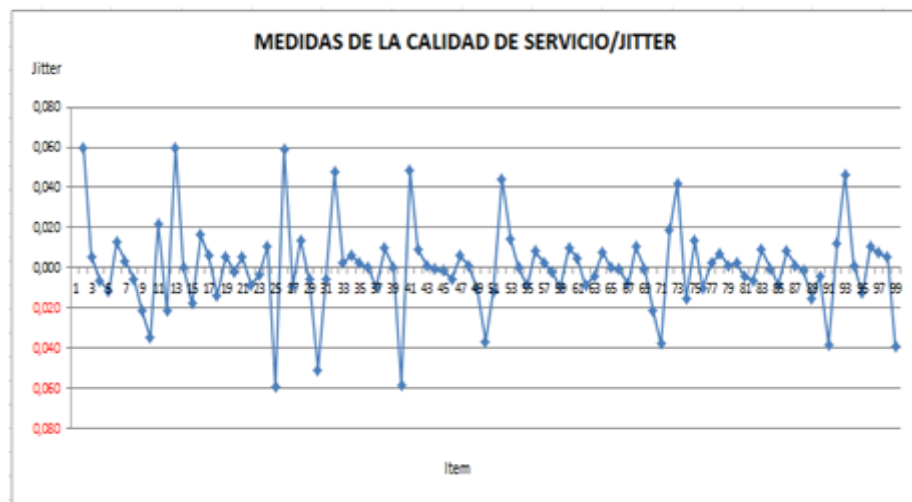


Figura 9 Medidas de la calidad de servicio/jitter video clip informativo 14 -28 años.

En la Figura 10, se observa la relación entre el tamaño y tiempo de llegada de los paquetes con respecto al contenido audiovisual informativo. Al iniciar la transmisión, se presenta un

nivel constante en el comportamiento de envío de paquetes (byte) con pequeños desvanecimientos de 49 byte; este tipo de contenido audiovisual, al ser un formato que requiere necesariamente que el presentador esté de manera estática en el set, hace que los frames sean repetitivos de tal forma que la información no varía tanto aumentando la calidad de experiencia de los usuarios e interactividad con este tipo de material reflejada en la presentación de resultados en términos del MOS con un 30,0% de aceptabilidad referente a la QoE.

Durante el envío de paquetes, no se presentó retardo de propagación representativo que pudiera afectar la propagación de los paquetes entre el transmisor y el receptor.

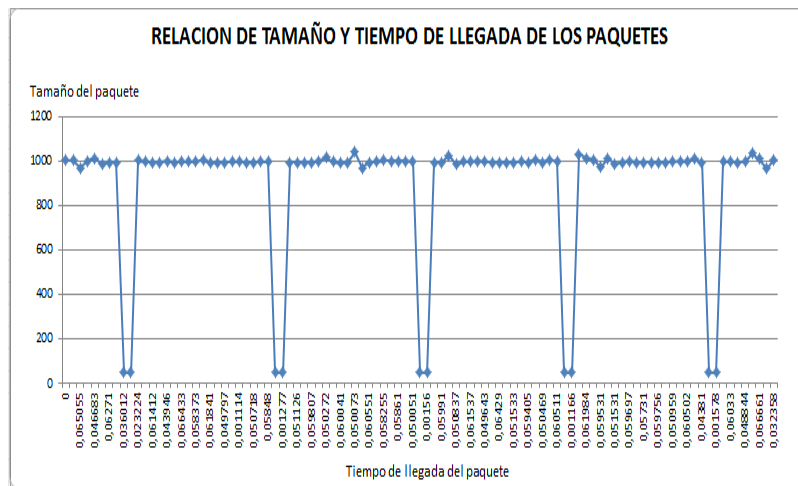


Figura 10 Relación de tamaño y tiempo de llegada de los paquetes video clip informativo 14 - 28 años

5.2.3 Caso 3: Tipo de población adulta y género acción. A continuación, se presentan los resultados de medida de la Calidad de Servicio la cual está basada en el rendimiento de la red ad-hoc inalámbrica en la población adulta entre 29 a 60 años con respecto al género audiovisual de acción.

c) Video clip

Género audiovisual: acción.

Rango de edad: 29 a 60 años.

Representación gráfica

En la Figura 11, 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 mejoría en la calidad de servicio IPTV.

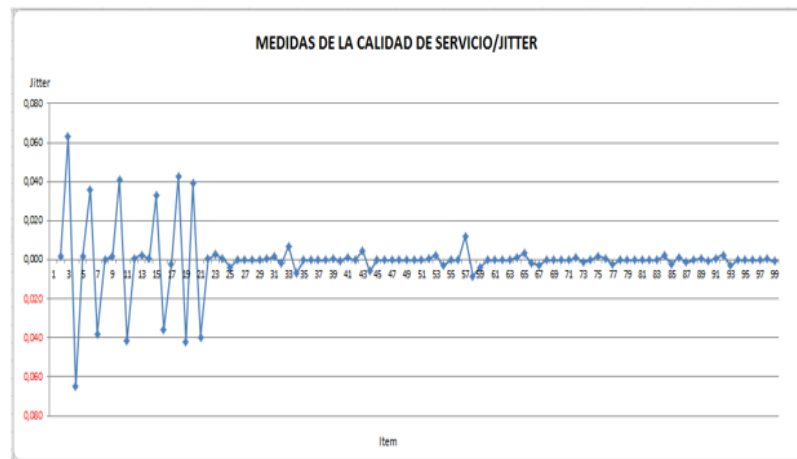


Figura 11 Medidas de la calidad de servicio/jitter video clip acción 29 -60 años.

En la Figura 12, 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.

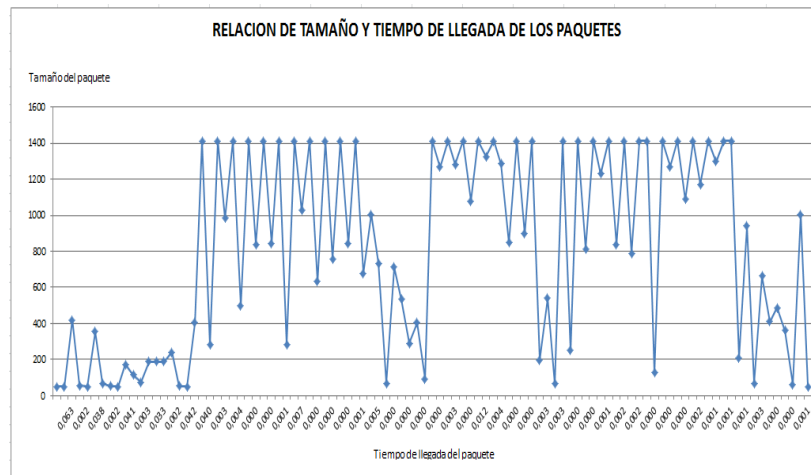


Figura 12 . Relación de tamaño y tiempo de llegada de los paquetes video clip acción 29 -60 años.

A continuación, se presentan los resultados de medida de la Calidad de Servicio la cual está basada en el rendimiento de la red ad-hoc inalámbrica en la población adulta entre 29 a 60 años con respecto al género audiovisual de informativo.

5.2.4 Caso 4: Tipo de población adulta y género informativo

d) Video clip

Género audiovisual: informativo.

Rango de edad: 29 a 60 años.

Representación gráfica

En la Figura 13, durante la primera mitad de la transmisión se observa un represamiento de paquetes en el enlace entre el transmisor y receptor, posteriormente el tráfico tiende a cero, haciendo que la calidad de servicio IPTV en la red ad-hoc inalámbrica sea óptima.

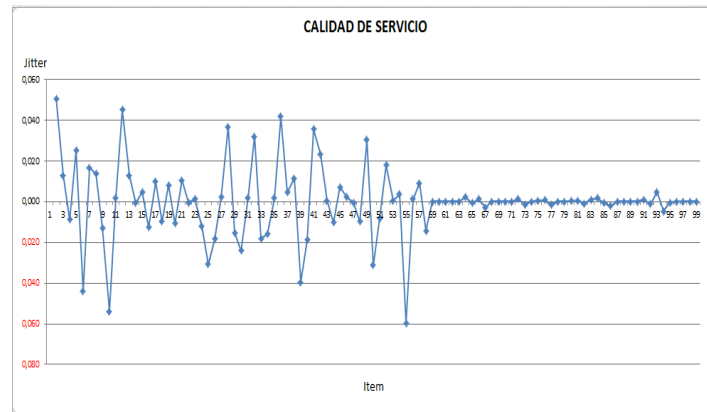


Figura 13 Medidas de la calidad de servicio/jitter video clip informativo 29 -60 años.

En la Figura 14, se observa la relación entre el tamaño y tiempo de llegada de los paquetes al receptor referente al contenido audiovisual informativo. 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 655,11 byte, degradando en gran medida la calidad de servicio inicialmente. Al ser un formato que requiere necesariamente que el presentador esté de manera estática en el set, hace que los frames sean repetitivos de tal forma que la información no varía tanto, aumentando así la calidad de experiencia de los usuarios e interactividad con este tipo de material reflejada en la representación de resultados en términos del MOS en los adultos con un 50 % de excelencia frente a un 100% referente a la QoE.

Dejando claro, que para este tipo de población el factor que predomina es en la veracidad del contenido del audio antes que el video.

Se registra un aumento en la cantidad de los tamaños de los paquetes, con un máximo de 1412 byte con una tendencia a estar por encima del promedio. Por otra parte, los tiempos de propagación de cada uno de los paquetes son adecuados.

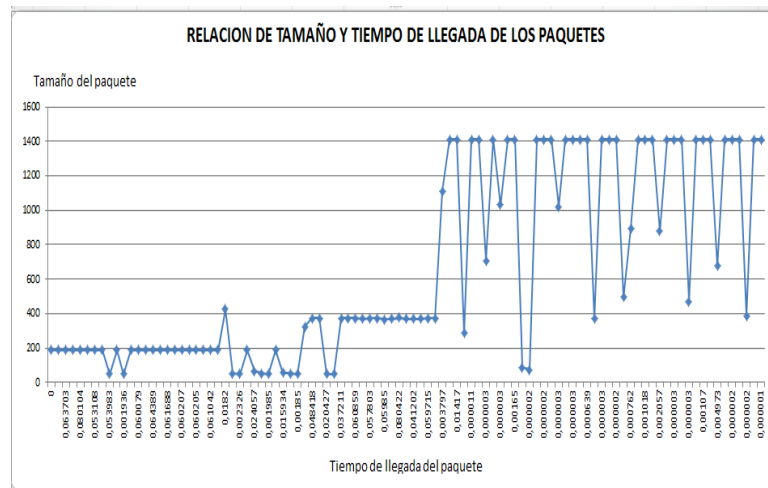


Figura 14 Relación de tamaño y tiempo de llegada de los paquetes video clip informativo 29 - 60 años.

En el anexo 4, se describe los resultados de las medidas de la Calidad de Servicio de los géneros drama y deportivo en la población joven y adulta.

6. Resumen de resultados de las medidas de QoE y QoS

A continuación, se describe de manera general los resultados de la prueba de calidad de experiencia en términos de MOS realizada al segmento poblacional joven y adulto y la prueba de calidad de servicio respecto al rendimiento de la red ad-hoc inalámbrica, teniendo en cuenta la relación de tamaño y tiempo de llegada de los paquetes y medidas de la calidad de servicio/jitter. Correspondiente a los géneros audiovisuales acción, deportivo, informativo y drama.

En la tabla 11, se describe los resultados generales de la prueba de calidad de experiencia para la población joven y adulta en términos de MOS referente a los géneros de acción, deportivo, informativo y drama.

Tabla 12 *Resultados prueba calidad de experiencia*

PRUEBA DE CALIDAD DE EXPERIENCIA								
ITEM	GÉNERO	CANT.	JOVENES			ADULTOS		
			MOS	CALIFICACION 100%	OBSERVACIONES	MOS	CALIFICACION 100%	OBSERVACIONES
1	Acción	10	3	Aceptable 41.1%	- En este género audiovisual, existe una correlación entre el sonido no diegético (ambientación musical) y el video, esta clase de combinación es utilizada por los cineastas como recurso para captar y envolver al espectador. - El género de acción no tiene una modalidad dominante dado que el audio y video son vitales lo cual la hace mixta, - La población joven, al tener rangos normales de visión en (20/20) y audición entre 20 Hz y 20 KHz permite apreciar los detalles del contenido audiovisual, tales como la calidad del audio y calidad del video en cuanto a nitidez y definición, haciendo de este un contenido de su preferencia.	5	Excelente 22.2%	- El tipo de modalidad para este tipo de género audiovisual es mixta. - La gran mayoría de los usuarios adultos no les interesa de a mucho esta clase de contenidos, debido a que sus niveles sonido no diegético (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 dado a que su formato establece cambios rápidos, tanto en la parte visual como auditiva a diferencia de la población joven.
2	Deportivo	10	2	Regular 41.1%	- La Modalidad dominante para este tipo de género audiovisual es el video, dado a que los jóvenes pueden ver cómodamente debido a que su rango de visión normal es (20/20) a diferencia de los adultos. - 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.	4	Buena 32.2%	- Los adultos, tienen mayor interés el contenido visual en comparación con el auditivo. - En cuanto a la información espacial de 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.
3	Informativo	10	3	Aceptable 30%	- La modalidad dominante en este género es el audio, dado a que lo más importante es la narrativa y veracidad de la información. - La población joven, al tener rangos normales de visión en (20/20) y audición entre 20 Hz y 20 KHz, permiten apreciar los detalles del contenido audiovisual, tales como la calidad del audio y calidad del video en cuanto a nitidez y definición, haciendo de este un contenido de su preferencia.	5	Excelente 50%	- En este tipo de contenido la modalidad que prima, es el audio (noticia) a pesar de que el video sufra de ruido o distorsiones que afecten el material. - 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.
4	Drama	10	3	Aceptable 30%	- Esta clase de contenido no es de interés en la población joven, por tal motivo lo descartan. - Para este tipo de género es fundamental la parte visual como el sonido no diegético (ambientación musical) dado a que su formato así lo establece, al ser un poco más lento a comparación de los demás géneros audiovisuales. - 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.	3	Aceptable 34.4%	- La gran mayoría de la población adulta tiene una percepción diferente dado a que sufren anomalías en la parte visual y auditiva. - 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.

En la tabla 12, se describe los resultados generales de la prueba de calidad de servicio respecto al rendimiento de la red ad-hoc inalámbrica teniendo en cuenta la relación de tamaño

y tiempo de llegada de los paquetes, correspondiente a los géneros audiovisuales acción, deportivo, informativo y drama.

Tabla 13 *Prueba de calidad de servicio-relación de tamaño y tiempo de llegada de los paquetes*

PRUEBA DE CALIDAD DE SERVICIO									
RELACION DE TAMAÑO Y TIEMPO DE LLEGADA DE LOS PAQUETES									
ITEM	GÉNERO	CANT.	JÓVENES			ADULTOS			
			MOS	CALIFICACION 100%	OBSERVACIONES	MOS	CALIFICACION 100%	OBSERVACIONES	
1	Acción	10	3	Aceptable 41.1%	Inicio 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. 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	5	Excelente 72.2%	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 de propagación de cada uno de los bits que componen los paquetes son mínimos.	
2	Deportivo	10	2	Regular 41.1%	Al iniciar transmisión audiovisual, se presenta un comportamiento que tiende a registrar valores menores a la mitad del promedio general de los paquetes (byte), que en este caso es de 839,25 byte, degradando en gran medida la calidad de servicio inicialmente	4	Buena 32.2%	Inicio la transmisión audiovisual, se presenta un buen rendimiento en el envío de paquetes (byte) registrando valores mayores a la mitad del promedio general de paquetes (byte), que en este caso es de 893,16 byte, reflejando una buena calidad de servicio de la red ad-hoc inalámbrica. Los tiempos de propagación de los paquetes entre el transmisor y el receptor fueron óptimos, de tal manera que no se vio afectado los tiempos de llegada de cada uno de los bits de los paquetes	
3	Informativo	10	3	Aceptable 30%	Al iniciar la transmisión, se presenta un nivel constante en el comportamiento de envío de paquetes (byte) con pequeños desvanecimientos de 49 byte; este tipo de contenido audiovisual, 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. Durante el envío de paquetes, no se presentó retardo de propagación representativo que pudiera afectar la propagación de los paquetes entre el transmisor y el receptor	5	Excelente 50%	Inicio 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 655,11 byte, degradando en gran medida la calidad de servicio inicialmente. 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.	
4	Drama	10	3	Aceptable 30%	Al inicio de la transmisión audiovisual, se presenta un sobresaliente rendimiento en el envío de paquetes registrando valores mayores a la mitad del promedio general de paquetes (byte), que en este caso es de 1156,05 byte, con mínimas intermitencias en la calidad de servicio. No evidencio una tasa representativa en el retardo de propagación, durante los tiempos de envío de paquetes entre el emisor y el receptor.	3	Aceptable 34.4%	Inicio la transmisión audiovisual, se presenta un rendimiento aceptable en el envío de paquetes registrando valores mayores a la mitad del promedio general de paquetes (byte), que en este caso es de 280,82 byte, fluctuando entre 49 a 379 bytes	No se presenta una tasa significativa en la propagación de paquetes en el enlace entre el emisor y el receptor.

En la tabla 13, se describe los resultados generales de la prueba de QoS respecto al rendimiento de la red ad-hoc inalámbrica teniendo en cuenta las medidas de la calidad de servicio/ jitter, correspondiente a los géneros audiovisuales acción, deportivo, informativo y drama.

Tabla 14 *Prueba de calidad de servicio- medidas de la calidad de servicio/ jitter*

PRUEBA DE CALIDAD DE SERVICIO									
ITEM	GÉNERO	CANT.	JOVENES			ADULTOS			OBSERVACIONES
			MOS	CALIFICACION 100%	OBSERVACIONES	MOS	CALIFICACION 100%	OBSERVACIONES	
1	Acción	10	3	Aceptable 41.1%	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.	5	Excelente 22.2%	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.	
2	Deportivo	10	2	Regular 41.1%	Durante la transmisión del contenido deportivo a través la red ad-hoc inalámbrica, se experimenta un leve retardo de paquetes en la transmisión a nivel de calidad de servicio IPTV. Esto se debe al número de paquetes que han llegado con anterioridad al buffer del receptor y que están pendientes para ser transmitidos a través del enlace repercutiendo en la calidad de la señal en alta definición.	4	Bueno 32.2%	A la hora de evaluar la calidad del servicio IPTV durante la transmisión del video clip al equipo receptor, se observa una pequeña congestión de paquetes en el enlace de la red ad-hoc el cual no afecta en gran medida la calidad del flujo de audio y video.	
3	Informativo	10	3	Aceptable 30%	En la mitad de la transmisión del video clip, la calidad de servicio IPTV evidencia retardo de paquetes al equipos receptor, ocasionado por el número de paquetes que llegaron antes al buffer del receptor reprobando la transmisión por el enlace de la red ad-hoc inalámbrica.	5	Excelente 50%	En la primera mitad de la transmisión se observa un represamiento de paquetes en el enlace entre el transmisor y receptor, posteriormente el tráfico tiende a cero, haciendo que la calidad de servicio IPTV en la red ad-hoc inalámbrica sea óptima.	
4	Drama	10	3	Aceptable 30%	Se observa poco tráfico de paquetes en el enlace durante la transmisión del contenido del video clip, provocando que el retardo de paquetes sea mínimo el cual a la hora de evaluar la calidad de servicio IPTV, no afecta en gran medida la calidad de la señal.	3	Aceptable 34.4%	La calidad de servicio en el transcurso la transmisión de la señal de audio y video en HD del video clip drama entre el transmisor y receptor, el tráfico paquetes que se observa en el enlace es muy mínimo dado a que está en el orden de los microsegundos.	

En las tablas 11, 12 y 13, se logra abarcar de manera global como influyen las medidas de QoE y QoS en cuanto a las métricas y como estas afectan el rendimiento de la red respecto a los contenidos de los géneros de acción, deportivo, drama e informativo en un entorno red ad-hoc para la transmisión de contenido IPTV.

Es importante mencionar que si los Proveedor es de Servicios de Internet, establecen parámetros que garanticen la estabilidad y confiabilidad del tráfico multimedia a través del servicio IPTV mediante la aplicación de servicios integrados tanto en su plataforma e infraestructura tecnológica como en la recepción de la señal HD en el usuario final, partiendo de que la calidad de experiencia es una percepción subjetiva por parte de los usuarios frente al rendimiento de la red, el proveedor de servicios no sólo abarcaría mayor número población, sino que también incrementaría su interactividad logrando posicionar esta tecnología en el mercado.

La demanda de contenidos audiovisuales en HD debe ser determinada según al tipo de población a la que quieren llegar sea esta joven, adulta o la combinación de estas, cabe resaltar que las cadenas televisivas utilizan el sonido no diegético como recurso para envolver y enganchar al televidente al ser los géneros de acción y deportivo muy rápidos. Con respecto a los géneros de drama e informativo son formatos que necesariamente no requieren recursos de ambientación musical dado a que su formato es más lento lo cual hace que la gran mayoría de sus frames sean repetitivos.

Para lograr hacer las medidas de QoS basadas en el rendimiento del enlace se tuvo en cuenta el tipo de red a emplear, la medición de la misma y las características técnicas del video, tales como, compresión digital de video y audio, formato, frecuencia de cuadros de vídeo por segundo, resolución, tamaño del video.

El BW, para una red ad-hoc inalámbrica es reducido con un radio limitado provocando errores de transmisión a tal punto de ocasionar pérdida de los paquetes durante la transmisión del contenido multimedia HD, para evitar que los ordenadores compitieran por acceder al medio compartido inalámbrico y que este a su vez causara posibles colisiones en la red se optó por trabajar con dos ordenadores, uno como transmisor y el otro como receptor.

7. Conclusiones

1. 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.
2. 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.
3. La gran parte de la población adulta tienen diferentes percepciones, dado que sufren anomalías tanto en la parte visual como auditiva.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.

7.1 Trabajo Futuro

Hacer pruebas de transmisión IPTV en alta definición en la universidad Santo Tomas Campus de Floridablanca, aprovechando la infraestructura tecnológica que hay actualmente, la cual es empleada para las carteleras digitales abarcando un mayor número de personas.

7.2 Dificultades

A continuación, se mencionan las dificultades que se presentaron para óptimo desarrollo de la investigación.

1. Permiso de ingreso al rack de servidores del edificio Foscal Internacional, con el fin de conocer la infraestructura de la red, para el servicio de IPTV que ofrecen a los pacientes.
2. Pruebas de IPTV con el proveedor de servicio de comunicaciones UNE, la cual no fue exitosa dado a que el equipo no llegó a la ciudad de Bucaramanga, Santander.

8. 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 Zhang, Fellow, 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] -REC-P.800.1201602-----P.800.1 terminología de las notas medias de opinión ITU).
- [8] Neutro Color Telecomunicaciones, "Televisión vía Satélite" [En Línea], Televisión Digital Satelital Disponible en

http://www.neutrocolor.com/index.php?option=com_content&view=article&id=106&Itemid=230.

[9] Autoridad Nacional de Televisión “Televisión Digital Terrestre”, [En Línea], Televisión Digital Terrestre Disponible en Lineal <http://www.antv.gov.co/content/television-digital-terrestre>.

[10] Autoridad Nacional de Televisión “Televisión Digital Terrestre”, [En Línea], Televisión Digital Terrestre Disponible en Lineal <http://www.antv.gov.co/content/television-digital-terrestre>.

[11] Espectador “Colombia adopta el estándar europeo para la TV digital Terrestre”, [En línea], Colombia adopta el estándar europeo para la TV digital Terrestre Disponible en <http://www.elespectador.com/entretenimiento/arteygente/medios/articulo-Colombia-adoptael-estándar-europeo-tv-digital-terrestre>.

[12] Espectador “Colombia adopta el estándar europeo para la TV digital Terrestre”, [En línea], Colombia adopta el estándar europeo para la TV digital Terrestre Disponible en <http://www.elespectador.com/entretenimiento/arteygente/medios/articulo-Colombia-adoptael-estándar-europeo-tv-digital-terrestre>.

[13] J.Padilla MPLS “Protocolo MPLS”, [En Línea], Protocolo MPLS Disponible en http://jpadilla.docentes.upbbga.edu.co/Network_routing/4-Enrutamiento%20en%20MPLS.pdf.

[14] Comunidad ola i tigo “UNE EPM, Primer operador con IPTV”, [En línea], UNE EPM, Primer operador con IPTV Disponible en <http://www.comunidad-ola.com/portal/index.php/noticias-/historial-de-noticias/127/2358-une-epm-primer-operador-con-iptv>.

[15] El País “Emcali lanza servicio de televisión IPTV para Cali, Jamundí y Jumbo”, [En línea], Emcali lanza servicio de televisión IPTV para Cali, Jamundí y Jumbo Disponible en

<http://www.elpais.com.co/elpais/cali/noticias/emcali-lanza-servicio-television-ip-tv-para-cali-jamundi-y-yumbo>.

[16] Cable servicios S.A “ETB, ya es operador de TV”, [En Línea], ETB, ya es operador de TV Disponible en <http://cableservicios.com/blog/blog/etb-ya-es-operador-de-tv/>.

[17] Revista dinero “ETB, oficialmente nuevo operador de TV” [En línea], ETB, oficialmente nuevo operador de TV, Disponible en <http://www.dinero.com/empresas/articulo/television-etb/194149>.

[18] Ministerio de industria, energía y turismo “ETB, Alta Definición Televisión Digital” [En línea], Alta Definición Televisión Digital, Disponible en <http://www.televisiondigital.gob.es/tecnologias/AD/Paginas/alta-definicion.aspx>

[19] Autoridad Nacional de Televisión “Que es la Televisión Análoga Terrestre” [En línea], Que es la Televisión Análoga Terrestre, Disponible en <http://www.antv.gov.co/atencion-a-usuarios/preguntas-frecuentes/television-abierta/que-es-la-television-analog-terrestre>.

[20] Autoridad Nacional de Televisión “Que es la Televisión Digital Terrestre” [En línea], Que es la Televisión Digital Terrestre, Disponible en <http://www.antv.gov.co/content/television-digital-terrestre>.

[21] Televisión Regional del Oriente LTDA “Historia” [En línea], Historia, Disponible en <http://www.canaltro.com/index.php/conocenos/quienes-somos/historia>.

[22] Biblioteca Luis Arango “Historia de la Televisión en Colombia” [En línea], Historia de la Televisión en Colombia, Disponible en http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/exhibiciones/historia_tv/1958.htm.

[23] Biblioteca Luis Arango “Historia de la Televisión en Colombia” [En línea], Historia de la Televisión en Colombia, Disponible en http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/exhibiciones/historia_tv/1958.htm.

[24] Biblioteca Luis Arango “Historia de la Televisión en Colombia” [En línea], Historia de la Televisión en Colombia, Disponible en

http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/exhibiciones/historia_tv/1958.htm.

[25] ICBF “Historia de la Televisión en Colombia” [En línea], Derecho del Bienestar

Familiar, Disponible en http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/ley_1622_2013.htm

[26] Corte Constitucional “PERSONA DE LA TERCERA EDAD” [En línea], Corte

Constitucional, Disponible en <http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2010/t-138-10.htm>.

[27] Alcaldía de Bogotá “DECRETO 4392 DE 2010” [En línea], Consulta de la Norma,

Disponible en <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40814>

9. Apéndices

Apéndice A. Ante proyecto Estudio de Construcción de una Red de Alta Fiabilidad en un entorno Red IP para la Transmisión de Televisión en Alta Definición HD.

(Ver archivo en medio digital)

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

(Ver archivo en medio digital)

Apéndice C. Resultados de la medida de la calidad de experiencia de los géneros drama y deportivo en la población joven y adulta.

(Ver archivo en medio digital)

Apéndice D. Resultados de las medidas de la Calidad de Servicio de los géneros drama y deportivo en la población joven y adulta.

(Ver archivo en medio digital)