

**DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA PARA LAS AUDIENCIAS VIRTUALES  
DENTRO DEL SISTEMA PENAL ACUSATORIO**

**LEONARDO PANCHE ABRIL**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES  
BOGOTÁ  
2012**

**DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA PARA LAS AUDIENCIAS VIRTUALES  
DENTRO DEL SISTEMA PENAL ACUSATORIO**

**LEONARDO PANCHE ABRIL**

**TESIS DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO  
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES**

**DIRECTOR  
INGENIERO RAFAEL LEONARDO OCHOA**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES  
BOGOTÁ  
2012**

---

---

---

---

---

---

---

---

**FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

Bogotá, 21 de Enero de 2012

## **AGRADECIMIENTOS**

Doy gracias a DIOS que me ayudo a iniciar y a culminar esta etapa de mi vida con todo éxito y me ayudo a superar todos los obstáculos que se me presentaron a lo largo de este proceso.

El presente trabajo de grado fue realizado gracias a muchas personas que aportaron sus ideas para que el trabajo tuviera la mejor presentación, sustentación y cumpliera con todos los objetivos planteados inicialmente.

Agradezco al Ingeniero Rafael Leonardo Ochoa Urrego por ser el director de este trabajo y por la paciencia que tuvo a lo largo de este proceso, de igual modo le doy gracias por sus correcciones y consejos que tuvo durante todo este tiempo para que este documento se terminara con toda satisfacción y cumpliera con todos objetivos planteados al presentar el documento como proyecto de grado.

Gracias también a mi esposa Marcela Mora que me ayudo a desarrollar el trabajo de grado y tuvo la paciencia durante la realización del estudio así mismo por la comprensión. De igual manera doy gracias a mi madre que me apoyo en el momento que inicie los estudios porque sin ella no se hubiera terminado este camino que es tan difícil de recorrer.

Este agradecimiento es para todas estas personas y amigos que estuvieron en este proceso y sin el apoyo de cada uno de ellos no hubiera sido posible, este es el comienzo de muchos logros en mi vida personal y profesional que con ayuda de DIOS y todos aquellos que me han apoyado se culminaran con todo éxito.

Muchas Gracias a todos.

## CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	3
1 PRESENTACIÓN, FORMULACIÓN Y DISEÑO METODOLOGICO	4
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 DISEÑO METODOLOGICO	7
2 MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	9
2.1 CONDICIONES LEGALES NECESARIAS PARA REALIZAR VIDEOCONFERENCIAS COMO ELEMENTO PROBATORIO EN EL PROCESO PENAL	10
2.1.1 Ley 906 de 2004	11
2.1.2 Funciones de la Fiscalía General de la Nación	12
2.2 ASPECTOS TÉCNICOS PARA REALIZAR VIDEOCONFERENCIA	16
2.3 VIDEOCONFERENCIAS FUNDAMENTADAS EN LOS ESTÁNDARES UIT-T	17
2.3.1 Estándar UIT-T H.321 videoconferencia sobre ATM	18
2.3.2 Estándar UIT-T H.323 Videoconferencia sobre IP/ETHERNET	25
2.3.3 Estándar UIT-T H.310 videoconferencia MPEG-2 sobre ATM	32
2.3.4 Estándar UIT-T H.264 Videoconferencia MPEG-4	35

3 SOFTWARE Y HARDWARE PARA REALIZAR VIDEOCONFERENCIA	40
3.1 ANALISIS DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN	40
3.2 SOFTWARE PROPIETARIO Y OPEN SOURCE	40
3.2.1 Software propietario o cerrado	41
3.2.2 Software Open Source	42
3.3 Aplicaciones analizadas	42
3.3.1 Openmettings	42
3.3.2 Bigbluebutton	44
3.3.3 Polycom	45
3.3.4 Cisco System	46
3.4 COMPARACIÓN DE SOLUCIONES	50
4 VIDEOCONFERENCIA SUGERIDA PARA EL SISTEMA PENAL ACUSATORIO	52
4.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA UNA DE LAS APLICACIONES	52
4.1.1 Ventajas	53
4.1.2 Desventajas	54
4.1.3 Relación costo-beneficio	54
4.1.4 Recomendación basada en el estudio	56
4.2 INFRAESTRUCTURA PARA LA REALIZACIÓN DE AUDIENCIAS VIRTUALES	56

4.2.1 Sala o recinto	56
4.2.2 Posición del sujeto	57
4.2.3 Pantalla o proyector	57
4.2.4 Audio	57
4.2.5 Iluminación	58
4.2.6 HARDWARE	58
5 MANUAL USO DE LA VIDEOCONFERENCIA	60
5.1 POSICIÓN DEL DISPOSITIVO	60
5.2 INGRESAR AL SISTEMA	60
5.3 CONEXIÓN	60
5.3.1 Conexión a la LAN	60
5.3.2 Conexión a otras redes	61
5.3.3 Preparación de la red	61
5.3.4 Configuración por servidor de seguridad o NAT	62
5.4 REALIZAR LLAMADA	62
5.5 OTRAS OPCIONES	64
5.6 AÑADIR UNA NUEVA ENTRADA	64
6 CONCLUSIONES	65

ACRONIMOS

69

BIBLIOGRAFÍA

73



## LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Estándares de transmisión de audio y video	18
Tabla 2. Velocidades de transmisión de audio y video en cualquier estándar dependiendo de la aplicación	18
Tabla 3. Ancho de banda sobre IP	28
Tabla 4. Ancho de banda sobre ISDN	28
Tabla 5. Capacidades audiovisuales de los términos UIT-T H.310	34
Tabla 6. Características DMIF	39
Tabla 7. Características Open Source	42
Tabla 8. Descripción de las funciones Openmeetings	43
Tabla 9. Características de la aplicación Bigbluebutton	44
Tabla 10. Características de la equipo VSX 7000	46
Tabla 11. Principales características del software y comparación de las soluciones	51
Tabla 12. Resumen de costos de las aplicaciones	55
Tabla 13. Hardware para un terminal	59
Tabla 14. Lista de comprobación de la red	61

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Pila de protocolos H.321	20
Figura 2. Inserción de la unidad de interfuncionamiento ALL1/ALL5	22
Figura 3. Celda ATM	23
Figura 4. Contenido celda ATM	24
Figura 5. Diseño de red H.321	25
Figura 6. Retraso jitter	27
Figura 7. Equipos terminales H.323	30
Figura 8. Interoperabilidad entre terminales H.323	31
Figura 9. Diseño de red H.323	32
Figura 10. Modelo de referencia de protocolos H.310	33
Figura 11. Sistema de comunicación audiovisual de banda ancha y configuración del terminal	33
Figura 12. Diseño de Red H.310	35
Figura 13. Estructura del muestreo ortogonal	37
Figura 14. Estructura de los bloques	37
Figura 15. Exploración de la codificación	37
Figura 16. Mapa lógico de paquetes SL	39

Figura 17. Diseño de Red H.264 sobre IP	39
Figura 18. Índice de piratería por región 2009-2010	41
Figura 19. Red H.323 CISCO	47
Figura 20. Componentes red H.323 CISCO	48
Figura 21. Zona H.323 CISCO	48
Figura 22. Protocolos de transmisión zona H.323 CISCO	49
Figura 23. Estructura MCU	49
Figura 24. Llamada por un dispositivo de frontera dentro de una red WAN	50
Figura 25. Posición del sujeto	58
Figura 26. Pantalla externa	57
Figura 27. Iluminación	58
Figura 28. Posible diseño de la red para el sistema penal acusatorio	59
Figura 29. Posición del dispositivo	60
Figura 30. Conexión con firewall Polycom	62
Figura 31. Control remoto VSX	63
Figura 32. Realizar llamada	63
Figura 33. Nueva entrada	64

## INTRODUCCIÓN

La rama judicial colombiana está encaminada a la modernización de sus salas de audiencias utilizando medios tecnológicos para realizar la labor judicial. Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) brindan elementos que aportan agilidad en las tareas diarias; lo que permite que sean utilizadas casi en cualquier área incluyendo la judicial. Una de las herramientas que tiene a su disposición el Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario INPEC es la videoconferencia. Este sistema permite realizar un encuentro a la distancia, el cual por costos o por tiempo de desplazamiento no se podría llevar a cabo. La videoconferencia ya está siendo utilizada para la realización de audiencias virtuales entre el INPEC y los juzgados. Sin embargo, no tiene un sistema de videoconferencia dirigido hacia las salas de audiencias de la Fiscalía General de la Nación, donde también se realizan audiencias.

El presente trabajo está enfocado a diseñar una plataforma tecnológica que ayude a la conectividad entre las cárceles Modelo y Picota y una sala de audiencias dentro del bunker de la Fiscalía. Esta investigación busca comparar las diferentes recomendaciones hechas por la Unión Internacional de las Telecomunicaciones UIT en temas relacionados con las videoconferencias. Además, aplicar dichas recomendaciones a las audiencias contempladas en el Sistema Penal Acusatorio colombiano, recomendando a su vez, una plataforma tecnológica que cumpla con los requerimientos tanto técnicos como jurídicos para su utilización.

El trabajo se compone por cinco capítulos. El capítulo uno describe los objetivos a los cuales se pretende llegar con el estudio y los argumentos que se plantearon para realizar la investigación. En el segundo capítulo se analizan las diferentes recomendaciones suministradas por la UIT para el servicio de teleconferencia y su aplicabilidad en el contexto nacional. En el tercer capítulo se elabora una descripción de dos software para videoconferencias de carácter libres y dos propietarios, comparándolos entre sí. El cuarto capítulo indica los resultados de la investigación expresados en la recomendación del sistema de videoconferencia más apropiado para el sistema penal acusatorio colombiano y su manual para la manipulación y conexión de la terminal. En este manual se establece la comunicación por medio del software y algunas recomendaciones para la conexión a la red. Por último el capítulo cinco desarrolla el balance de la investigación relacionando las principales conclusiones.

## **1 PRESENTACIÓN, FORMULACIÓN Y DISEÑO METODOLOGICO**

En el presente capítulo se describe la formulación y el diseño para desarrollar el trabajo y la metodología utilizada para cumplir con los objetivos propuestos, planteando así una solución que mejoraría las audiencias dentro del sistema penal acusatorio colombiano. La solución cumple con altos estándares de calidad, basándose en tecnologías que se ajustan a las redes de telecomunicaciones actuales y de acuerdo con las leyes que regulan la implementación de tecnologías en la rama judicial.

### **1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Uno de los problemas que aqueja a todos aquellos que tienen un proceso penal son las demoras para la realización de una audiencia, sea por inconvenientes en el traslado o por problemas médicos. La videoconferencia brinda la oportunidad de evitar los traslados y aporta una herramienta para el sistema judicial.

### **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La rama judicial debe estar encaminada a la modernización de sus procesos con el fin de tener herramientas que permitan la agilización de su labor cumpliendo con las leyes colombianas y estar a la altura de los países más desarrollados. Entre la modernización de la rama judicial se encuentra la videoconferencia donde este sistema no ha sido implementado de tal forma que cubra una gran demanda de audiencias solicitadas por jueces y fiscales. La rama judicial colombiana está atrasada en la adaptación de nuevas sedes físicas para el adelanto de audiencias judiciales, esto se ve reflejado en el informe presentado por el Dr. Hernando Torres Corredor Magistrado de la Sala Administrativa del Consejo Superior de la Judicatura en un foro realizado en el 2009 en la ciudad de Bogotá, donde se ve la falta de sistematización de los servicios en la justicia<sup>1</sup>. El plan de Tic del Ministerio de las Tecnologías y las Comunicaciones que se desarrollará entre el 2008 y el 2019, y el nuevo plan que se desarrolla en el 2011 conocido como “VIVE DIGITAL”, están orientados a dar facilidad de desarrollo e implementar nuevas tecnologías en los procesos penales dando agilidad y buen desempeño a sus funcionarios y así poder dar cumplimiento a las leyes colombianas. Uno de los principios básicos de “VIVE DIGITAL” es la intervención estatal adecuada e integral, que optimice los recursos que brinda la tecnología e incentive a las demás empresas y entidades estatales a que empiecen a sistematizar el flujo de trabajo en este caso las audiencias judiciales. Al iniciar sistemas de videoconferencias en el sistema penal acusatorio se reforzaría las

---

<sup>1</sup> Sociedad de la Información y la Tecnología en la Justicia. Presente y Futuro [en línea], Bogotá D.C.: Dr. Corredor Torres, Hernando, 25 Noviembre 2009- [cita 30 Mayo 2010]. Internet: <[www.cej.org.co/component/docman/doc\\_view/265-Hernando-torres-magistrado-de-la-sala-administrativa-del-consejo-superior-de-la-judicatura](http://www.cej.org.co/component/docman/doc_view/265-Hernando-torres-magistrado-de-la-sala-administrativa-del-consejo-superior-de-la-judicatura)>

herramientas con las que cuentan los jueces y fiscales al momento de iniciar un proceso judicial o penal enfocándose en los procesos que tiene a su cargo la Fiscalía.

Las TIC son un conjunto de herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, video e imágenes<sup>2</sup>. Las TIC se encargan de crear, mantener y desarrollar las infraestructuras para proveer conectividad, dentro de cualquier sector productivo a nivel nacional o internacional con la finalidad de buscar el desarrollo de un ámbito a nivel digital. No se entienda la e-justicia sin jueces, pero tampoco sin un fuerte sector TIC que sepa transformar deseos y diseños en aplicaciones y servicios digitales de calidad<sup>3</sup>.

En la actualidad las redes nos permiten tener en tiempo real una imagen desde cualquier lugar teniendo un punto de acceso a la respectiva red por medio de un equipo. El Doctor Fernando Jordan dice “La justicia apunta a ser la máxima conquista de la civilización, razón por la cual es necesario que sus máximos exponentes, los jueces y magistrados, cuenten con las herramientas y soporte necesario, para que en su leal saber y entender como guardianes de la legalidad pactada en el contrato social, apliquen justicia en los tiempos y con las garantías que la Constitución brinda a todos los ciudadanos de la república y no, a unos pocos”<sup>4</sup>.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Desde que entró en vigencia el nuevo sistema penal acusatorio se mejora un poco los tramites en los procesos, es decir que en promedio bajo seis veces menos que el anterior 4.3 meses frente a 29 meses, estos datos los refleja la Corporación Excelencia en la Justicia, donde realiza un informe que muestra la congestión en el modelo de justicia y las constantes demoras en el fallo. En su página de internet publican “*Hasta el 31 de diciembre del 2009, es decir, cinco años después del arranque del nuevo sistema penal, había 1' 174.000 denuncias que apenas estaban en indagación. La impresionante cifra está contenida en un estudio realizado por la Corporación Excelencia en la Justicia (CEJ), con apoyo de la Embajada Británica*<sup>5</sup>”. En algunos de los casos las demoras se presentan al pedir el traslado del sindicado o condenado a las salas de audiencias, este trámite se hace por solicitud del jueces o fiscal al Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario INPEC para que

---

<sup>2</sup> Plan Nacional de las Tecnologías de la información y las Comunicaciones, Bogotá Mayo 2008. p.3

<sup>3</sup> Estudio realizado por encargo del grupo de trabajo de e-justicia de la XIII cumbre judicial iberoamericana al instituto interdisciplinario de internet (in3)de la universidad oberta de Cataluña (UOC), la justicia en la sociedad del conocimiento, Retos para los Países Iberoamericanos, Junio 2006. p.24.

<sup>4</sup> JORDAN, Fernando, Realidades en la frontera de las disciplinas, La administración de justicia y las nuevastecnologías en el mundo globalizado. Bogotá: Justicia XXI., 2004. p.10.

<sup>5</sup> Corporación Excelencia en la Justicia, [en línea], Bogotá D.C, Marzo 22 de 2011, [cita 07 Abril de 2011], Internet <<http://www.cej.org.co/sala-de-prensa/presencia-en-medios/2572-mas-de-1-millon-de-casos-estan-quietos-en-nuevo-sistema-penal>>

realice dicho desplazamiento al sitio de la audiencia con las medidas de seguridad que se requieren para que trascorra en total normalidad y en los términos establecidos por la ley.

En la actualidad la Fiscalía General de la Nación cuenta con una base de datos robusta llamada SPOA creada como respuesta a la necesidad de contar con un sistema de información que permitiera al ente acusador dar respuesta rápida a los requerimientos del nuevo sistema penal acusatorio (ley 906 de 2004)<sup>6</sup>, no obstante, la complejidad de la lucha contra la delincuencia hace necesario ir complementándola y alternándola con nuevas tecnologías que ayuden a mejorar los tiempos de actuación de los jueces y fiscales.

La administración de justicia debe crear un sistema que ayude a descongestionar las salas de audiencias y facilite a los detenidos tener acceso a las videoconferencias e incluso hay casos que se aplaza la audiencia por la falta de movilidad del detenido por diferentes circunstancias o simplemente el que va a realizar la audiencia no puede asistir por su difícil acceso al sitio en donde se encuentra el sindicado. En muchos países la videoconferencia es utilizada y los avances legislativos conceden validez a la actuación cumplida por este sistema, tanto al momento de imputar cargos a una persona y llevarla ante un juez, como al momento de tomar decisiones de fondo. En el artículo primero del Acuerdo 2189 de 2003, por el cual se regula el trámite judicial de las audiencias de juzgamiento, la sala administrativa del Consejo Superior de la Judicatura dice que un juez podrá servirse por razones de seguridad o conveniencia, previa coordinación para la implementación logística con la Dirección Seccional correspondiente del Consejo Superior de la Judicatura para implementar tecnologías interactivas de información que garanticen la presencia virtual del sindicado, en tiempos simultáneos y reales.

El plan TIC, hoy complementado con el plan vive digital, pretende cubrir el 100% del sistema judicial en 32 departamentos, 202 circuitos judiciales 1104 municipios, 3725 juzgados y 22748 servidores judiciales, desarrollando infraestructura para el uso de interconexión y la interoperabilidad de las entidades responsables de los procesos de justicia. El ministerio de Interior y Justicia trabajará en coordinación de la rama judicial (Consejo Superior de la Judicatura) para implementar el Expediente Digital Judicial<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> FORO E-JUSTICIA, Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para el mejoramiento de la administración de la justicia, Resumen de experiencias nacionales e internacionales Aplicación de TIC en la administración de justicia, Bogotá: e-Justicia, 2009. p. 6

<sup>7</sup> Iniciativa del Ministerio de Interior y de Justicia, Vive Digital, [en línea], Bogotá de D.C.: Noviembre de 2010, [cita 19 marzo de 2011] Internet: <[http://www.mintic.gov.co/vivedigital/pdfs/ministerios/Vive\\_Digital\\_Min\\_Interior\\_y\\_Justicia.pdf](http://www.mintic.gov.co/vivedigital/pdfs/ministerios/Vive_Digital_Min_Interior_y_Justicia.pdf)>

Por otra parte el Dr. Hernando Torres Corredor, Magistrado de la Sala Administrativa del Consejo Superior de la Judicatura, en el foro de e-justicia realizado el 25 de noviembre de 2009 mostró la importancia del avance tecnológico como uno de los retos que se proponen realizar para la rama judicial<sup>8</sup>. Se debe tener en cuenta que juez y fiscal son autoridades totalmente diferentes y que una depende de la otra, esto quiere decir que cada uno cumple una tarea diferente al iniciar un proceso penal.

#### **1.4 DISEÑO METODOLOGICO**

Para cumplir los objetivos planteados se realiza una metodología en base a cuatro partes. Primero el análisis de una audiencia, segundo las condiciones jurídicas y técnicas que permitan realizar audiencias virtuales por videoconferencia, tercero conocer las funciones de la Fiscalía General de la Nación dentro del sistema penal acusatorio y cuarto seleccionar cuatro aplicaciones que permitan realizar videoconferencia empleando dos de tipo propietario y dos de tipo open source.

Se inicia por el análisis de una audiencia física, esto se lleva a cabo por medio de los juzgados de paloquemao en donde se puede presenciar una audiencia pública. El objetivo es analizar el procedimiento que tiene una audiencia en el sistema penal acusatorio actual, ya que no es posible asistir a una audiencia de indagación que se practican en las instalaciones de la Fiscalía por lo que son de total confidencialidad entre el acusado y el fiscal. Además de visitar los juzgados se consulta a un abogado penalista para que oriente sobre las leyes, normas, decretos, acuerdos que permiten realizar videoconferencias en el sistema penal acusatorio.

En tercer lugar se estudia el manual de procedimientos de Fiscalía en el sistema penal acusatorio para establecer las condiciones que se requieren para iniciar una audiencia y verificar qué se debe hacer para llevarla a un sistema de videoconferencia. Este manual brinda las herramientas técnicas y jurídicas para realizar cualquier audiencia en el código penal y así tener un enfoque más preciso de las funciones de los fiscales.

Por último se seleccionan cuatro aplicaciones, que permiten realizar videoconferencia, para ello se seleccionaron 2 aplicaciones que sean open source y 2 aplicaciones que sean propietarias con el fin de compararlas entre sí teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de cada una, seleccionando la aplicación más acorde y que se ajuste al sistema penal acusatorio cumpliendo con las principales características técnicas que se exigen para realizar una audiencia por

---

<sup>8</sup> Sociedad de la Información y la Tecnología en la Justicia Colombiana: Presente y Futuro [en línea], Bogotá D.C.: Dr. Corredor Torres, Hernando, 25 Noviembre 2009- [cita 30 Mayo 2010]. Internet: <[www.cej.org.co/component/docman/doc\\_view/265-hermano-torres-magistrado-de-la-sala-administrativa-del-consejo-superior-de-la-judicatura](http://www.cej.org.co/component/docman/doc_view/265-hermano-torres-magistrado-de-la-sala-administrativa-del-consejo-superior-de-la-judicatura)>.



videoconferencia. Se buscan las aplicaciones existentes en el mercado que cuenten con herramientas de grabar, de compartir archivos, seguridad, formatos de audio y formatos de video. Se seleccionan las aplicaciones BigBlueButton, OpenMeetings como software libre y en el software propietario se escogieron People+Content IP de propiedad Polycom y Microsoft Communications Server 2008 utilizado en los equipos Cisco.

Conociendo las características técnicas de cada una de las aplicaciones se estudian los estándares de Unión Internacional de las Telecomunicaciones UIT-T para realizar videoconferencias. Se establecen cuatro alternativas para realizar videoconferencias el H.321 videoconferencia sobre ATM, H.323 videoconferencia sobre IP, H.310 videoconferencia MPEG-2 sobre ATM y la H.264 videoconferencia de video avanzado sobre IP. Analizando cada una de estos estándares y cada una de las aplicaciones se presenta un diseño para realizar videoconferencias en el sistema penal acusatorio brindando argumentos que soporten la elección de la aplicación cumpliendo con las leyes que regulan este sistema.

## 2 MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

En un Estado social y democrático se deben dar todas las garantías para que los sindicatos tengan un proceso justo y con las mejores condiciones para que su caso tenga una sentencia rápida y correcta. Para ello se debe dotar a los jueces y fiscales con los mejores instrumentos para aplicar la ley y para que su fallo cumpla con los derechos fundamentales y el derecho a un debido proceso consagrados en la Constitución Política de Colombia<sup>9</sup>.

La Fiscalía General de la Nación es una entidad gubernamental que pertenece a la rama judicial con autonomía propia, cuyo objeto es velar la impartición de justicia bajo las leyes colombianas. Para que la videoconferencia cumpla con los requerimientos de ley y que sirva para la legislación de un proceso se debe conocer el sistema penal acusatorio como lo define la Fiscalía General de la Nación en su manual de procedimiento que “El sistema penal acusatorio permite la dialéctica en el proceso, ofrece la posibilidad a las partes de debatir sus puntos de vista frente a un juez, quien toma una decisión dependiendo de las pruebas y argumentos expuestos en su presencia. En ese espacio democrático de debate, se encuentra la Fiscalía General de la Nación que como parte, debe presentar ante el juez los resultados de su actividad investigativa y las solicitudes de justicia que correspondan”<sup>10</sup>.

En base a las definiciones anteriormente dadas, se presenta la viabilidad de la videoconferencia en la rama judicial. El sistema ya ha sido implementado, lo que se busca es modernizar e innovar con productos de alta calidad enfocados a las audiencias virtuales, y que a su vez se puedan implementar a nivel nacional e interinstitucional. Los costos por traslados están alrededor de los 70 millones mensuales<sup>11</sup>, lo que quiere decir que se pueden disminuir los gastos si se emplea las audiencias virtuales en la rama judicial. Según la rendición de cuentas realizada en el 2010 por el INPEC se realizaron noventa audiencias en centros de reclusión y el Consejo Superior de la Judicatura y buscan ampliar este número de audiencias virtuales<sup>12</sup>.

La videoconferencia es un servicio multimedia de comunicación que permite los encuentros a distancia en tiempo real, entre distintos grupos de personas que se encuentran en diferentes

---

<sup>9</sup> Colombia (Actualizada 10 febrero de 2011), Artículo 29, Constitución Política, Bogotá, Senado de la República.

<sup>10</sup> FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN, manual de procedimientos de Fiscalía en el sistema penal acusatorio, Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2006. p. 21.

<sup>11</sup> Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario, INPEC [en línea], Bogotá D.C, Enero 02 de 2009, [cita 04 septiembre de 2011], Internet<[http://www.inpec.gov.co/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob\\_page.show?\\_docname=2891742.PDF](http://www.inpec.gov.co/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=2891742.PDF)>

<sup>12</sup> INPEC, Rendición de cuentas 2010 [en línea], Bogotá D.C, Mayo 12 de 2011, [cita 04 de septiembre de 2009], Internet<[http://www.inpec.gov.co/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob\\_page.show?\\_docname=3049931.PDF](http://www.inpec.gov.co/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=3049931.PDF)>

lugares. Etimológicamente, combina la noción de transmisión de imágenes y sonido a distancia (video), y la conversión o diálogo entre diferentes personas que se expresan alternativamente<sup>13</sup>.

Para realizar una videoconferencia hay dos maneras para implementarla. La primera, videoconferencia punto a punto que permite la comunicación entre dos puntos únicamente y la segunda que es multipunto, la cual permite comunicación entre dos o más puntos. Esta última requiere una serie de sistemas más avanzados para ser implementada de la mejor forma posible, como una unidad MCU (Multipoint Control Unit) que gestiona los servicios entre los puntos<sup>14</sup>.

En este capítulo se describe, en primera medida, las condiciones legales que debe cumplir un sistema de videoconferencia para que pueda ser utilizado como elemento probatorio en el sistema penal acusatorio colombiano. Posteriormente, se aborda la temática desde el punto de vista de la tecnología de videoconferencia utilizando las telecomunicaciones y basándose en las recomendaciones dadas por la Unión Internacional de las Telecomunicaciones UIT-T, centrándose en las H.321, H.323, H.310 y la H.264. A medida que se explica cada una de las recomendaciones se establecerá cuál es la más apropiada para utilizarse en las audiencias virtuales en el sistema penal acusatorio colombiano.

## **2.1 CONDICIONES LEGALES NECESARIAS PARA REALIZAR VIDEOCONFERENCIAS COMO ELEMENTO PROBATORIO EN EL PROCESO PENAL**

A partir de este momento, se estudia la ley 906 de 2004 por la cual se expide el código de procedimiento penal y en base a ella se realiza el diseño de las salas para audiencias virtuales por videoconferencia en las instalaciones de la Fiscalía General de la Nación y los establecimientos carcelarios de la ciudad de Bogotá (Cárcel modelo, Penitenciaría la Picota). A parte de esta ley también se debe hablar de la adecuación del entorno para los jueces, fiscales y sindicados, para que se lleve con total normalidad la audiencia. Las especificaciones más relevantes son las relacionadas con la presentación de las audiencias dentro del sistema penal acusatorio y el buen manejo de ellas. Para ello el Consejo Superior de la Judicatura plantea en el acuerdo 2785 de 2004 el procedimiento de una audiencia.

---

<sup>13</sup> MONTESINOS, GARCIA, Ana, La videoconferencia como instrumento probatorio en el proceso penal. Madrid: Marcial Pons., 2009. p.26.

<sup>14</sup> MONTESINOS, GARCIA, Ana, La videoconferencia como instrumento probatorio en el proceso penal. Madrid: Marcial Pons., 2009.p.26.

**2.1.1 Ley 906 de 2004<sup>15</sup>.** Por la cual se expide el Código de Procedimiento Penal colombiano con el fin de hacer un proceso penal con celeridad, garantizando los derechos constitucionales y principios procesales para todas las personas basándose en la oralidad del nuevo código penal colombiano<sup>16</sup>. Los artículos que se ajustan al estudio para hacer audiencias virtuales son los que se nombran a continuación.

**2.1.1.1 Artículo 9 *La oralidad.*** La actuación procesal será oral y en su realización se utilizarán los medios técnicos disponibles que permitan imprimirle mayor agilidad y fidelidad, sin perjuicio de conservar registro de lo acontecido. A estos efectos se dejará constancia de la actuación.

**2.1.1.2 Artículo 145. *Oralidad en la actuación.*** Todos los procedimientos de la actuación, tanto preprocesal como procesal, serán orales.

– En las audiencias ante el juez que ejerce la función de control de garantías se utilizará el medio técnico que garantice la fidelidad, genuinidad u originalidad de su registro y su eventual reproducción escrita para efecto de los recursos. Al finalizar la diligencia se elaborará un acta en la que conste únicamente la fecha, lugar, nombre de los intervinientes, la duración de la misma y la decisión adoptada.

– En las audiencias ante el juez de conocimiento, además de lo anterior, deberá realizarse una reproducción de seguridad con el medio técnico más idóneo posible, la cual solo se incorporará a la actuación para el trámite de los recursos consagrados en este código.

– El juicio oral deberá registrarse íntegramente, por cualquier medio de audio video, o en su defecto audio, que asegure fidelidad.

– Cuando este código exija la presencia del imputado ante el juez para efectos de llevar a cabo la audiencia preparatoria o cualquier audiencia anterior al juicio oral, a discreción del juez dicha audiencia podrá realizarse a través de comunicación de audio video, caso en el cual no será necesaria la presencia física del imputado ante el juez. El dispositivo de audio video deberá permitirle al juez observar y establecer comunicación oral y simultánea con el imputado y su defensor, o con cualquier testigo. El dispositivo de comunicación por audio video deberá permitir

---

<sup>15</sup> COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 906. (31, de agosto, 2004). Por la cual se expide el código de procedimiento penal. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2004. no. 45658. p. 1-56.

<sup>16</sup> Fiscalía General de la Nación, Rendición de cuentas 2009-2010, Bogotá. Oficina de divulgación y prensa, 2011. P. 20.

que el imputado pueda sostener conversaciones en privado con su defensor. La señal del dispositivo de comunicación por audio video se transmitirá en vivo y en directo, y deberá ser protegida contra cualquier tipo de interceptación. En las audiencias que deban ser públicas, se situarán monitores en la sala y en el lugar de encarcelamiento, para asegurar que el público, el juez y el imputado puedan observar en forma clara la audiencia (\*).

### **2.1.2 Funciones de la Fiscalía General de la Nación**

La Fiscalía General de la Nación tiene la función de presentar ante un juez los resultados de su actividad investigativa y las solicitudes de justicia que correspondan<sup>17</sup>. La fiscalía posee una responsabilidad muy grande al tener que indagar e investigar todo lo relacionado con un caso penal y este a su vez mantener el profesionalismo sin importar el imputado. Dentro del sistema penal acusatorio se encuentran las audiencias preliminares que se realizan ante un juez de garantías para resolver actuaciones o peticiones en asuntos ajenos a los de competencia del juez de conocimiento.

Audiencias en la Fiscalía General de la Nación. Hay una serie de modalidades de audiencias tales como son las audiencias preliminares, audiencia oral, audiencia de formulación de imputación, audiencia de control de legalidad entre otras. Sin embargo, las que se llevan en la fiscalía son las audiencias de indagación, realizadas por el fiscal a un sindicado con el fin de obtener testimonio y pruebas para que se pueda llevar a juicio. Las audiencias de juicios orales o preliminares son las que se hacen ante un juez y son las que son nombradas en el código de procedimiento penal<sup>18</sup>

Tanto las audiencias de indagación como las audiencias orales hay una serie personas que interviene para que la audiencia cumpla con el objetivo de sentenciar o absolver a un sindicado, entre estos está el fiscal, el juez y el acusado con su respetivo defensor, entre otros. En el siguiente párrafo se hace una descripción de las audiencias que se cuentan en la legislación colombiana y la definición de las personas que intervienen en ella como son los jueces dependiendo de la instancia del caso y la descripción del fiscal.

---

(\*) El texto de los artículos son tomados en su mayoría literalmente por el código de procedimiento penal por ser artículos de ley.

<sup>17</sup> FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN, manual de procedimientos de Fiscalía en el sistema penal acusatorio, Bogotá: 2006, p. 21.

<sup>18</sup> FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN, Rendición de cuentas 2009-2010, Bogotá, Colombia. 2011.

- Audiencias Preliminares: Son aquellas que se realizan ante el Juez de Control de Garantías para resolver sobre actuaciones o peticiones en asuntos ajenos a los de competencia del juez conocimiento<sup>19</sup>.
- Audiencias de Juicio Oral: En la audiencia de juicio oral dentro del sistema penal acusatorio se realizan ante un juez de conocimiento que funge como tercero imparcial y es de manera pública en los principios de oralidad. En la audiencia las partes fiscal y defensa en condiciones de plena igualdad se someten a un debate de medios probatorios ordenados que han considerado pertinentes para lograr sus respectivas pretensiones<sup>20</sup>.
- El fiscal: Es un funcionario que cumple las labores de investigador frente a un hecho delictivo para establecer la responsabilidad de unas personas en los mismos. El fiscal solo se encarga de investigar, mientras que el juez será quien determina la responsabilidad del sujeto<sup>21</sup>.
- Juez de ejecución de penas: Una vez ejecutoriada la sentencia dictada por el juez de conocimiento, si esta es condenatoria, el juez de ejecución de penas y medidas de seguridad será el competente para los asuntos relacionados con la ejecución de la sanción, hasta que esta se cumpla en su totalidad y el condenado sea desvinculado definitivamente del proceso.
- Juez de control de garantías: Ejerce dos funciones básicas: por un lado, el control de legalidad y constitucionalidad de la investigación y, por otro, la adopción de medidas que impliquen la limitación de derechos fundamentales. Es el encargado de adoptar medidas de aseguramiento y de protección a la comunidad y a las víctimas. Tiene la tarea de controlar las decisiones jurisdiccionales que adopte la Fiscalía General de la Nación como registros, allanamientos, interceptación de comunicaciones, incautaciones, capturas y el ejercicio del principio de oportunidad. Por lo tanto, se trata de un control real de constitucionalidad y de legalidad de la medida.
- El juez de conocimiento: Es el competente para adelantar la audiencia de formulación de acusación. Concluida esta, el juez fijará fecha para la celebración de la audiencia preparatoria, que deberá realizarse en un término no inferior a 15 días ni superior a los 30 días siguientes a su

<sup>19</sup> FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN, manual de procedimientos de Fiscalía en el sistema penal acusatorio, Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2006. p. 23.

<sup>20</sup> FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN, manual de procedimientos de Fiscalía en el sistema penal acusatorio, Bogotá D.C, 2006, pg.171

<sup>21</sup> FISCALIA GENERAL DE LA NACIÓN, [en línea], Bogotá D.C, [cita 01 noviembre de 2011], Internet < <http://fgn.fiscalia.gov.co/Fiscalia/contenido/controlador/controlador>>

señalamiento. Culminada la audiencia preparatoria, el juez determinará fecha para el inicio del juicio oral, que deberá realizarse dentro de los 30 días siguientes a la terminación de la audiencia preparatoria. Una vez anunciado el sentido del fallo, salvo las excepciones establecidas en la ley, el juez del conocimiento será el competente para imponer las penas o las medidas de seguridad, dentro de los términos señalados. Es competente para conocer del juzgamiento el juez del lugar donde ocurrió el delito (\*\*).

**2.1.2.1 Estado actual.** La Fiscalía General de la Nación está en busca de la renovación de sistemas técnicos y logísticos que permitan la investigación de los delitos que competen a la Fiscalía como son los Fiscales, la policía judicial, CTI, y el Gaula. En su direccionamiento estratégico 2012-2015 planteado por la Fiscalía está el fortalecimiento financiero con el objeto de desarrollar programas dirigidos a la entidad y a su talento humano así mismo financiar programas para adecuar la estructura física y tecnológica. En la infraestructura tecnológica tiene un atraso ostensible, por lo que hay que reponer el 100% de los equipos de cómputo, ampliar el ancho de banda de todos los canales de la red que componen más de 700 sedes<sup>22</sup>. Es un objetivo estratégico de la Fiscalía el disminuir la congestión para ello incorporaran alrededor de 2810 investigadores dirigidos hacia el CTI y 458 nuevos fiscales pero es requiere al menos 1005 fiscales más<sup>23</sup>. Estas renovaciones y actualizaciones están en el plan maestro de de tecnologías dirigidos por la oficina de informática OINF que se enfoca a unificación de los procesos con el fin de minimizar los riesgos operacionales. Entre las características más sobresalientes de este plan está la conectividad WAN (enlaces de sedes de la entidad, videoconferencias, plataforma de seguridad perimetral), conectividad LAN, garantizar el sistema SPOA, garantizar el sistema de dominio, el Directorio Activo Nacional de la Plataforma de red (sistemas operativos Windows Server Enterprise 2008), como la capa 7 escogida por la fiscalía General de la Nación<sup>24</sup> entre otras.

A demás está en constante apoyo con el Departamento de Justicia de los Estados Unidos OPDAT, que brinda la capacitación de los funcionarios para el manejo argumentación oral, manejo de evidencias, audiencias preliminares, aspectos probatorios y preparación del caso para el juicio oral. En sistemas tecnológicos la Fiscalía está adquiriendo una plataforma tecnológica tipo vehículo inteligente que apoye las labores judiciales y seguimiento del cuerpo técnico de investigación CTI.

---

(\*\*) Las definiciones de jueces, fiscales y audiencias están tomados literalmente de la página de internet de la Fiscalía General de la Nación por ser términos jurídicos.

22 FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN, Direccionamiento estratégico 2012-2015, Bogotá, Colombia. 2012.p. 12

23 FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN, Direccionamiento estratégico 2012-2015, Bogotá, Colombia. 2012.p. 21

24 FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN, Rendición de cuentas 2009-2010, Bogotá, Colombia. 2011.p. 269

También están actualizando y adquiriendo equipos de interceptación de llamadas para el monitoreo y seguimiento para el CTI a nivel nacional. Lo que permite generar llaves Hash a través de md5 para la seguridad de audio, data, sms, aumentar y disminuir la velocidad de los archivos de audios sin alterar el contenido.

Otro de los aspectos técnicos que tiene la Fiscalía es la actualización y mantenimiento de sus servidores con un soporte de 7x24, a demás de ampliar el sistema de SPOAT-Móvil a 1000 dispositivos y para ello tiene un presupuesto de \$12.965.000.000 millones de pesos y se le asigna al CTI \$4.000.000.000 millones de pesos para su actualización. Para los asuntos internacionales se adopta la videoconferencia y otros sistemas que ofrece internet para el intercambio de información y sistemas tecnológicos que agilizan la obtención de material probatorio requerido y evita erogaciones administrativas para el desplazamiento de fiscales al exterior. Dentro del presupuesto mantienen contratos para arrendamiento de equipos de cómputo, lo que permite la actualización en software y hardware con presencia de técnicos en el sitio, lo que hace que se cubran el 77% del territorio nacional<sup>25</sup>.

**2.1.2.2 La videoconferencia en la Fiscalía.** Como se mencionó anteriormente los sistemas de videoconferencia están siendo utilizados en las instalaciones de la fiscalía para capacitación nacional e internacional de sus funcionarios, lo que permite una mayor cobertura a un menor costo con apoyo de la oficina de informática. Una de las más importantes es la que se realiza para obtener material probatorio en un caso judicial solicitado por un fiscal, para ello se establece una comunicación por Messenger a demás de otras aplicaciones que ofrece internet, para personas implicadas que no se encuentren en el país<sup>26</sup>. A demás de este servicio cuentan con un programa con las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD y la oficina de informática que tiene como objeto contratar servicios satelitales para videoconferencia móvil cuando sean solicitadas por la Unidad Nacional de Justicia y Paz en marco de la aplicación de la ley 975 de 2005<sup>27</sup>.

**2.1.2.3 Acuerdo 2785 de 2004** Las videoconferencias deben cumplir con todos los requerimientos que exige la ley colombiana y los lineamientos que establece el Consejo Superior de la Judicatura para la realización de las audiencias. Estos lineamientos buscan que se lleve el mismo procedimiento sin importar si la audiencia es presencial o virtual.

---

25 FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN, Rendición de cuentas 2009-2010, Bogotá, Colombia. 2011.p. 239

26 FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN, Rendición de cuentas 2009-2010, Bogotá, Colombia. 2011.p. 181

27 FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN, Rendición de cuentas 2009-2010, Bogotá, Colombia. 2011.p. 270



La sala administrativa del Consejo Superior de la Judicatura define en el acuerdo trece artículos las condiciones que se debe tener para realizar una audiencia en un recinto los cual artículo 11 es el más relevante que define la iniciación de la audiencia, con esto no se quiere decir que los otros doce artículos no sean importantes si no que para en el caso en particular es el que más importante porque define que se debe hacer para realizar una audiencia. El artículo 11 menciona las actuaciones del juez o secretario para iniciar la audiencia en el caso de las videoconferencia este debe realizar el registro utilizando el hardware y el software dispuesto para tal fin, anotar cuidadosamente cualquier interrupción en el procedimiento debido a una orden del juez o a sucesos extraordinarios que imposibilitan la grabación y realizar los procedimientos técnicos necesarios para generar las actas, la identificación de los registros, las copias de seguridad y las decisiones que conduzcan a trámites posteriores<sup>28</sup>.

## **2.2 ASPECTOS TÉCNICOS PARA REALIZAR VIDEOCONFERENCIA**

La videoconferencia tiene dos grandes componentes desde el punto de vista técnico, la transmisión de imágenes y de sonido. La transmisión de imágenes estáticas o con movimientos son las que consumen más ancho de banda que cualquier otra aplicación, por ello se debe comprimir el video de la mejor manera posible para que su transmisión cumpla con imágenes claras y con buena definición. Por otro lado, el audio debe ser claro y sin ruidos invasivos. Para cumplir estos objetivos será necesario el establecimiento de protocolos de transmisión y codificación, además de contar con espacios y equipos adecuados para la realización de estas actividades<sup>29</sup>.

En esta sección se describirán de forma detallada las funcionalidades de cada una de las técnicas para realizar una videoconferencia. Para realizar una conexión exitosa se toma como primera medida las siguientes técnicas<sup>30</sup>.

- Mediante Códec: Se debe tener un dispositivo electrónico que permite recibir y enviar señales de video CODEC. Consiste en un modem que recibe las señales analógicas, las comprime y digitaliza transmitiendo las señales a través de la red telefónica digital. Este sistema es el que se aplica en el ámbito de la administración pública española.

---

<sup>28</sup> COLOMBIA. CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA. Acuerdo 2785 (23, diciembre, 2004). Por medio del cual se establece el protocolo de salas de audiencias en el sistema penal acusatorio. Bogotá: Sala Administrativa. 2004. 3 p.

<sup>29</sup> MONTESINOS, GARCIA, Ana, La videoconferencia como instrumento probatorio en el proceso penal. Madrid. Marcial Pons., 2009. p. 27.

<sup>30</sup> MONTESINOS, GARCIA, Ana, La videoconferencia como instrumento probatorio en el proceso penal. Madrid. Marcial Pons., 2009. p. 28.

- Mediante PC: Consiste en llevar audiencias mediante computadores que a su vez se conectan a dispositivos de multimedia, para realizar la conexión y dar acceso por línea telefónica digital. Está limitada de dos a cuatro personas.

Para realizar videoconferencia mediante PC se debe tener en cuenta que se emplean otros dispositivos como cámaras robóticas, software que permita la comunicación entre los diferentes dispositivos y la plataforma incluidos en la videoconferencia. Además se debe contar con dispositivos de comunicación tales como modem, fibra, routers, líneas digitales, teléfonos, etc., y los equipos necesarios para establecer una comunicación de alta calidad y con alta seguridad. Por último se debe contar con personal que tenga los conocimientos de transmisión de datos, video y voz.

Los aspectos anteriormente mencionados hacen parte de la estructura técnica más relevante para instalar una videoconferencia. Es posible agregar otros dispositivos externos como proyectores, pantallas; VCR/DVD entre otros. Las salas de audiencias se deben a condicionar de manera que la parte técnica y la parte jurídica interactúen entre sí para que la audiencia trascorra como si fuera presencial.

### **2.3 VIDEOCONFERENCIAS FUNDAMENTADAS EN LOS ESTÁNDARES UIT-T**

La UIT-T es la organización más importante de las Naciones Unidas en lo que concierne a las tecnologías de la información y la comunicación. En su calidad de coordinador mundial de gobiernos y sector privado, la función de la UIT abarca tres sectores fundamentales a saber radiocomunicaciones, normalización y desarrollo.

Esta organización está abierta a todo tipo de participantes, por ello sus miembros pueden ser organizaciones públicas o privadas, como fabricantes, operadores y todo aquel que tenga que ver con el tema de las telecomunicaciones. La UIT-T brinda una serie de recomendaciones que establecen el funcionamiento de la tecnología en el área de las telecomunicaciones para que todas las personas y los equipos interactúen de forma armoniosa<sup>31</sup>.

En las recomendaciones de la serie H de la UIT-T, se estandariza la implementación de los sistemas audiovisuales y multimedios. En este caso en particular se estudian cuatro recomendaciones que son la H.321 (ATM), para los sistemas y terminales para comunicaciones audiovisuales de banda ancha, la H.323, para sistemas basados en IP/Ethernet, la H.310 sistemas para terminales MPEG-2 sobre ATM, y la H.264, para la codificación de video avanzado. Las

---

<sup>31</sup> Unión Internacional de Telecomunicaciones, Acerca de la UIT, [en línea], Internet <<http://www.itu.int/net/about/global-communications-es.aspx>> [cita 30 agosto de 2011]

recomendaciones anteriormente mencionadas necesitan utilizar otros estándares para la transmisión de audio y video los cuales se relacionan en la tabla 1. Todos los estándares de audio, video y de transmisión deberán estar codificados y multiplexados dependiendo de los servicios que van a prestar y cumpliendo con las recomendaciones dadas por la UIT-T.

Tabla 1. Estándares de transmisión de audio y video

<b>AUDIO</b>	<b>VIDEO</b>
G.711 Modulación de pulsos codificados	JPEG Grupo unido de expertos en fotografía
G.722 Modulación SB-ADPCM	MPEG (1.2.3.4) Grupo experto en imágenes en movimiento
G.723.1 Modulación ACELP	INDEO Software desarrollado por Intel basado DVI (Digital Visual Interface)
G.726 Modulación ADPCM	DVI (Digital Visual Interface) Diseñado para obtener máxima calidad en la imagen
G.727 Extensión G.726	
G.728 Modulación CDAELP	
G.729 Modulación CDACELP	
Fuente: Rivera Sáez, Tania, Tesis de maestría, videoconferencia como apoyo a la educación a distancia y el trabajo colaborativo, Universidad de Colima, junio 2001	

La videoconferencia debe tener unas velocidades de transmisión que permitan tener imágenes y sonidos claros, con el fin de que no se pierda ningún elemento esencial a la hora de establecer una comunicación entre uno o varios nodos. La tabla 2 ilustra las diferentes velocidades de transmisión con su respectiva descripción en donde se detalla cómo es el audio y video dependiendo de la velocidad que se tenga para la comunicación.

A continuación se describirán los estándares H.321, H.323, H.310, H.264 y sus características principales con el fin de diseñar el sistema más apropiado para las audiencias virtuales por videoconferencia.

Tabla 2. Velocidades de transmisión de audio y video en cualquier estándar dependiendo de la aplicación.

<b>VELOCIDAD DE TRASMISIÓN</b>	<b>DESCRIPCIONES</b>
64 Kbps	Baja resolución y audio aceptable con pérdida de paquetes.
128 Kbps	Resolución media y audio aceptable distancias cortas.
384 Kbps	Resolución clara y audio nítido sincronizados.
512 Kbps	Resolución alta audio y video definido imagen con poca pérdida de datos.
768 o más Kbps	Alta resolución con audios definidos secuencia de imagen sin pausas.
Fuente: Rivera Sáez, Tania, Tesis de maestría, videoconferencia como apoyo a la educación a distancia y el trabajo colaborativo, Universidad de Colima, junio 2001	

**2.3.1 Recomendación UIT-T H.321 videoconferencia sobre ATM.** Para realizar una videoconferencia sobre ATM se deben tener en cuenta una serie de requerimientos para que la comunicación entre las terminales no tenga ningún inconveniente. Entre los principales requerimientos se encuentran la percepción de la señal de video, caracterización de la fuente de video, esquema de codificación, multiplexación, variación de retardo, sincronización de la señal de video, pérdida de la información en la red, calidad de video entre otros<sup>32</sup>.

Al igual que otros tipos de redes, ATM puede presentar pérdidas y retardos en las celdas, debido al almacenamiento que se presenta en los buffers y al desbordamiento de los mismos. Un buffer es un espacio en la memoria que se utiliza como almacenamiento intermedio entre dispositivos para que la información que llega sea almacenada con el fin de ser procesada antes de ser enviada. Durante la transmisión de la videoconferencia la pérdida de celdas debe ser imperceptible al ojo humano. Al realizar una transmisión de audio y video esta debe ser continua. Para lograr esto el tiempo transcurrido entre el momento en que el emisor capta la imagen y esta imagen llega al receptor debe ser como mínimo 20 milisegundos. Si se presentan retardos por debajo de este tiempo será imperceptible a la hora de observar las imágenes.

Cuando se habla de la pérdida de información las señales de audio y video pueden tolerar ciertos niveles de pérdida si la robustez de los sistemas es la adecuada para transmitir este tipo de señales. Cada sistema de transmisión, como puede ser televisión, telemedicina o videoconferencia entre otros, debe cumplir con parámetros para que las pérdidas no afecten la calidad de audio y video. Para el caso en particular de la videoconferencia, que es un sistema en tiempo real, los retardos no deben superar un rango entre los 200 y 500 milisegundos ya que si se sobrepasan la señal de la videoconferencia será de baja calidad. De tal manera que el retardo que se debe presentar para las videoconferencias debe ser alrededor de los 150 milisegundos para que sea de buena calidad y si se presentan retardos no sean percibidos<sup>33</sup>.

El estándar H.321 contiene las especificaciones técnicas para adaptar terminales videofónicos de banda estrecha definidos en el estándar H.320, a entornos RDSI de banda ancha. La recomendación de la UIT-T advierte que:

*Las funcionalidades de los terminales H.321 también se encuentran en los terminales audiovisuales de banda ancha definidos en la Recomendación H.310. El interfuncionamiento entre terminales H.310, H.321 y H.320 es un requisito*

---

<sup>32</sup> CUENCA, Pedro Ángel, Tesis Doctoral , Codificación y codificación robusta de señales de video MPEG-2 de caudal variable sobre redes de transmisión asíncrono ATM, Valencia, Politécnica de valencia, 1999. p. 133.

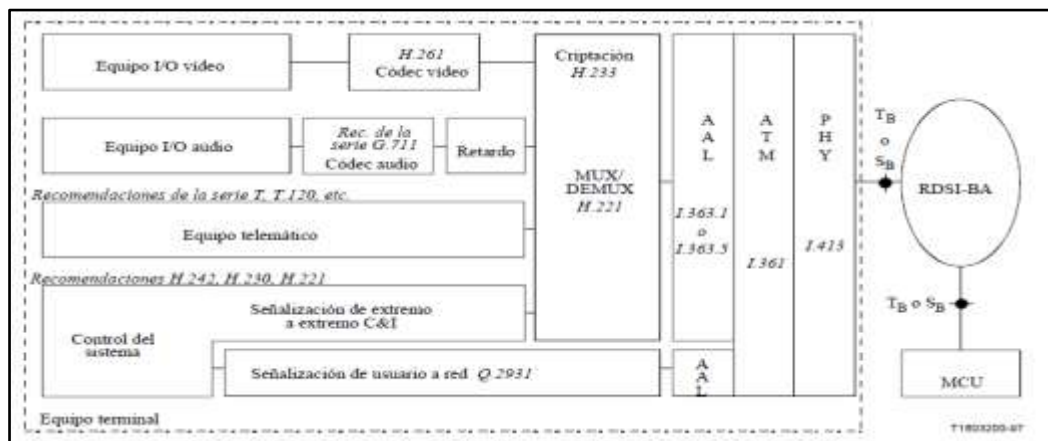
<sup>33</sup> CUENCA, Pedro Ángel, Tesis Doctoral , Codificación y codificación robusta de señales de video MPEG-2 de caudal variable sobre redes de transmisión asíncrono ATM, Valencia, Politécnica de valencia, 1999. p. 135.

obligatorio. El interfuncionamiento entre terminales H.320 y H.321 se logra por el hecho de que los distintos terminales H.321 se definen en términos de los tipos correspondientes de terminal H.320. El interfuncionamiento entre terminales H.320/H.321 y H.310 se logra mediante un grupo común de funciones H.320/H.321 (que se definen en la Recomendación H.310). Por ejemplo, además de soportar la Recomendación H.262 vídeo (MPEG-2 vídeo), los terminales H.310 soportan la Recomendación H.261 que forma parte de las Recomendaciones H.320 y H.321<sup>34</sup>.

El interfuncionamiento de los estándares se hace mediante las funciones de la capa 1 de aceptación ATM (AAL1) o mediante la capa 5 de aceptación ATM (AAL5).

En la Figura 1 se ilustra la arquitectura de la recomendación H.321 y todos los sistemas que intervienen en ella para establecer una comunicación entre diferentes terminales. La pila de protocolos o arquitectura genérica para el estándar H.321 tiene dispositivos funcionales como una unidad de entrada y salida de vídeo y una de audio, un equipo telemático, una unidad de control del sistema códecs de vídeo y audio, una unidad de retardo de audio y una de multiplexación/demultiplexación. Todos estos elementos mencionados, la AAL y ATM son esenciales para que un terminal H.321 tenga un correcto funcionamiento sobre una red de banda ancha.

Figura 1. Pila de protocolos H.321



Fuente. Estándar UIT-T H.321.

34

Unión internacional de Telecomunicaciones, Serie H: Sistemas audiovisuales y multimedia, Adaptación de los terminales videotelefonos H.320 a entornos de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA), 1998. p1.

Para realizar videoconferencia hay dos tipos de comunicación punto a punto y multipunto. La comunicación punto a punto determina el grupo en común y se establece la llamada de los nodos intervinientes en la videoconferencia. Para multipunto se utiliza una unidad MCU (unidad de control multipunto) que permite hacer un enlace con diferentes grupos y tener conectados varios nodos al mismo tiempo. La recomendación H.321 determina la forma de adaptar los terminales H.320 de banda estrecha a terminales conectados a RDSI de banda ancha.

Las videoconferencias requieren como mínimo un flujo de datos de 100Kbps para transportar video a lo que se le debe sumar el audio que debe tener como mínimo entre 13-14 Kbps<sup>35</sup>. Una de las principales características de las redes ATM es la variabilidad del ancho de banda a medida que se requiera. Esta funcionalidad se obtiene gracias al multiplexaje por distribución de tiempo asíncrono”. La nueva generación de redes públicas de banda ancha (RDSI-BA) están basadas en el modo de transferencia asíncrono ATM, razón por la cual no se hicieron esperar las recomendaciones para los servicios audiovisuales destinadas a esta clase de redes de comunicación”<sup>36</sup>.

**2.3.1.1 Intercomunicación:** Como se ha nombrado anteriormente el estándar H.321 está basado en la adaptación de terminales de banda estrecha a terminales de banda ancha, por lo que hay que tener en cuenta otros aspectos como la intercomunicación entre las terminales. Esto se logra por medio de canales virtuales VC simples y múltiples que se encuentren a disposición en los terminales. Además de los canales virtuales se deben comunicar los AAL-1 y ALL-5 con el fin de establecer una comunicación entre los terminales de banda estrecha y banda ancha. Así mismo la H.321 debe intercomunicarse con dispositivos telefónicos de RDSI-BE y la RTPC que utilizan audio G. 711.

**2.3.1.2 Intercomunicación AAL-1 y AAL-5:** Una parte importante en el estándar H.321 es la intercomunicación entre la AAL-1 y AAL-5 para que se pueda establecer un entendimiento entre los terminales se deben hacer 4 pasos para que esto ocurra<sup>37</sup>.

1. El terminal H.321 envía un mensaje que se denomina ESTABLECIMIENTO al otro terminal con el fin de conocer el AAL y si concuerdan entre si se establece una conexión normal.

---

<sup>35</sup> ALONSO, M, ARRAMBERRI, J. LASA, POZA, J. Sistemas de videoconferencia. Experiencias en la UPV/EHU, Citado por CUENCA, Pedro. Tendencia de redes de altas prestaciones. Castilla: La mancha, 1999. p. 74.

<sup>36</sup> ESPAÑA, BOQUERA, Carmen, María, Servicios Avanzados de Telecomunicaciones, España: Díaz de Santos, 2003. P. 360.

<sup>37</sup> Unión internacional de Telecomunicaciones, Serie H: Sistemas audiovisuales y multimedia, Adaptación de los terminales videotelefonos H.320 a entornos de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA), 1998, p. 11.

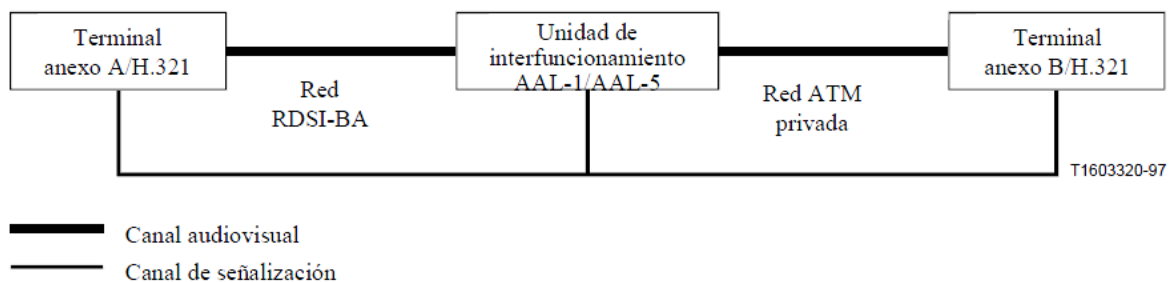
2. Al enviar el mensaje de ESTABLECIMIENTO y no concuerda con el terminal receptor, se establece un elemento de información del transporte de identificador genérico GIT que se incluirá opcionalmente en el mensaje llamado LIBERACION COMPLETA. El elemento permite obtener la dirección de la unidad interfuncional AAL-1/AAL-5 conocida por el terminal que rechazó la llamada.

3. Luego la H.321de origen puede utilizar la dirección contenida en el GIT del mensaje LIBERACION COMPLETA para enviar un nuevo mensaje de ESTABLECIMIENTO a la unidad de interfuncionamiento AAL-1/AAL-5 para poder lograr la intercomunicación en la unidad específica. A este mensaje se le incluye un elemento de GIT a la dirección de destino de la terminal H.321 ya que el mensaje de ESTABLECIMIENTO sola la direccionaría a la unidad AAL-1/AAL-5.

4. Por último la unidad de interfuncionamiento AAL-1/AAL-5 toma la dirección del GIT que llega en el mensaje de ESTABLECIMIENTO que recibe la terminal H.321de origen para enviar un nuevo mensaje a la dirección de destino con un mensaje de ESTABLECIMIENTO. Terminado este proceso que los canales han establecido una comunicación, la unidad de interfuncionamiento procede a la conversión AAL-1/AAL-5.

Si el terminal H.321 conoce que es necesaria una unidad de interfuncionamiento y a demás conoce la dirección de la unidad se podrá omitir los pasos 1 y 2 para establecer una comunicación mucho más rápido. En la figura 2 de la recomendación UIT-T H.321 ilustra la unidad de interfuncionamiento AAL-1/AAL-5 para poder establecer una intercomunicación entre estas terminales.

Figura 2. Inserción de la unidad de interfuncionamiento AAL-1/AAL-5



Fuente: Estándar UIT-T H.321

**2.3.1.3 Funcionamiento básico ATM.** Las redes ATM permiten realizar un medio de comunicación por medio de una arquitectura por niveles y esto ayuda a prestar más servicios que se puedan transmitir por la red. Estos niveles se explican de manera breve a continuación.

- Nivel de aceptación: Asegura un servicio y divide todo tipo de dato en unidades de 48 bytes lo que permite ser una celda ATM.
- Nivel ATM: Toma los datos a ser transmitidos y añade 5 Bytes de encabezamiento creando identificadores de conexión, esto asegura que sea enviada al puerto de conexión correcta.
- Nivel físico: Controla la transmisión y recepción de bits sobre el medio físico, lo que quiere decir que las celdas ATM deben ser enviadas de un nodo a otro nodo.

ATM utiliza multiplexación y conmutación en paquetes basados en celdas de 53 bytes que se describen de la siguiente manera: 5 octetos de encabezamiento y 48 de información de campo como se ilustra en la figura 3. Al tener una celda de tamaño fijo como las que se presentan en ATM estas permiten reducir los retardos en enfilamiento. Las celdas fijas también permiten ser conmutadas más fácilmente cuando se tienen gran cantidad de transmisión de datos<sup>38</sup>.

Figura 3. Celda ATM



Fuente: Propia

“La UIT-T presenta una normalización de las estructuras de las celdas la UNI (*user network interface*) o interfaz de usuario de red que define la conexión entre usuarios ATM (Estación de usuario), un conmutador privado ATM, y una red pública ATM; la NNI (*network to network interface*) o interfaz de red a red, que define el protocolo entre dos conmutadores ATM dentro de una red pública”<sup>39</sup>.

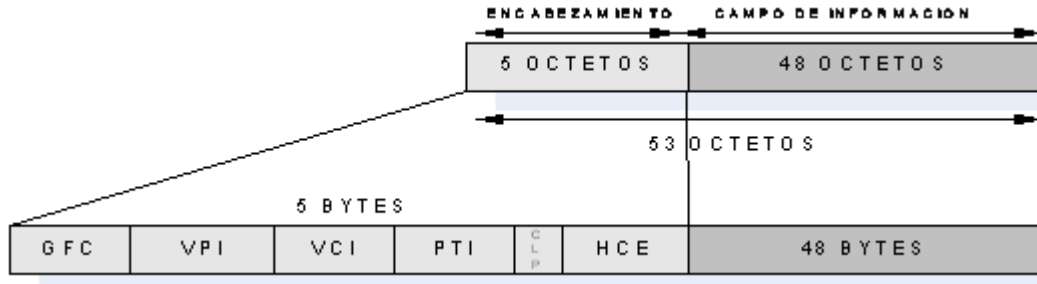
<sup>38</sup> HERRERA, Enrique, Tecnologías y Redes de Trasmisión de Datos, Balderas: Limusa. 2003. p.224.

<sup>39</sup> HERRERA, Enrique, Tecnologías y Redes de Trasmisión de Datos, Balderas: Limusa. 2003. p.224.



En la figura 4 se describe detalladamente la celda. En el campo de 48 bytes se coloca la información o datos a transmitir, y el encabezado presenta una serie de campos que se detallan así.

Figura 4. Contenido de una celda ATM



Fuente: Propia

- GFC: Control de flujo genérico contiene un campo de 4 bits que se emplea para regular el flujo de tráfico en una red ATM, controla la velocidad del equipo de usuario que se va a comunicar a través de la red de acuerdo con las condiciones que cuenta.
- VPI/VCI: Identificador de trayectoria virtual/ identificador de canal virtual son campos que presentan un enrutamiento que indican al conmutador ATM la conexión virtual a donde se debe dirigir la celda e indica su procedencia con una base de datos que contiene toda la información de las conexiones. Luego cambia estos identificadores y envía la celda al punto que se encuentra la terminal de usuario. "Los identificadores VPI y VCI solo tiene significado local, dado que la dirección de la celda apunta hacia el nodo siguiente, pero la ruta completa se establece con base en la configuración de las tablas de conexiones de los conmutadores. La interfaz UNI usa 8 bits para el campo VPI en tanto que la interfaz NNI emplea 12 bits para este campo, pues no se define para ella el campo GFC. El campo VCI es de 16 bits tanto para UNI como para NNI"<sup>40</sup>.
- PTI Identificador de carga útil: Es un campo de 3 bits que se emplea para indicar si el campo de la celda tiene datos de usuario bit 2 se pone 0, los datos de control como aviso de congestión hacia adelante el bit 3 se pone en 0 o indicación de usuario bit 4 es igual a 0, como por ejemplo se utiliza para informar que es la última celda o para indicar que contienen datos de mantenimiento.
- CLP Prioridad de pérdida de celda: Es un campo de 1 bit para indicar si se puede deshacer la celda en caso de congestión. Las celdas que contienen un 1 se desechan primero.

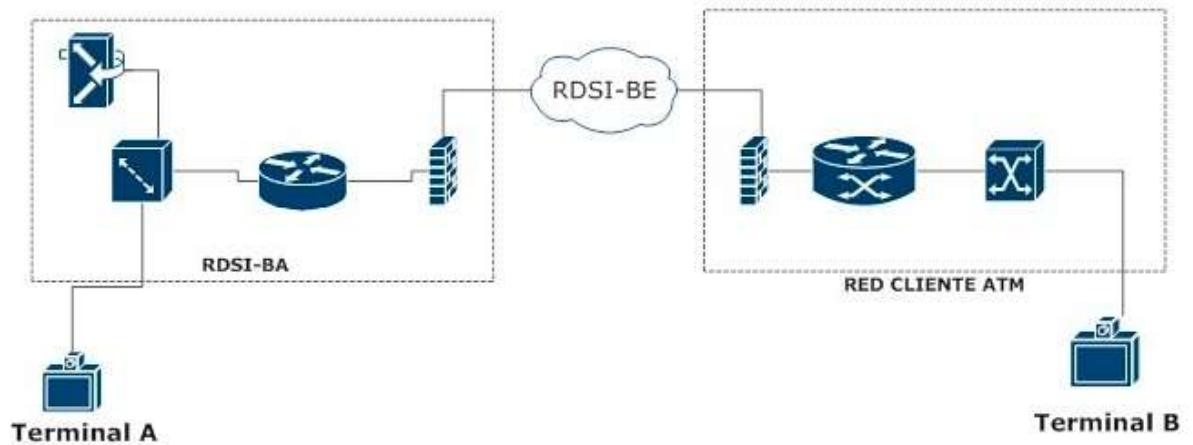
<sup>40</sup> HERRERA, Enrique, Tecnologías y Redes de Trasmisión de Datos, México: Limusa, 2003. p. 226.

- HEC Control de error de encabezado: Tiene 8 bits que se carga con un código CRC y permite a la estación terminal determinar si la información del encabezado es correcta. Sin embargo, este campo no da garantía de la integridad de los 48 bytes restantes.

El estándar H.321 fue diseñado para que las redes ATM emulen los terminales RDSI disminuyendo costos gracias a que, por ejemplo, es posible reemplazar tarjetas V.35 y R.366 por tarjetas ATM a 25 Mbps, switches ATM en vez de los RDSI, sumado a que las redes ATM no necesitan multicableado. Todo esto hace que las redes de tipo ATM puedan utilizar las estructuras de las redes ya existentes de RDSI.

Existe otro estándar que trabaja de la misma forma pero con un sistema de transmisión más óptimo y de mayor calidad como es H.310, que más adelante de este capítulo se explica. De acuerdo a la norma H.321 un sistema de videoconferencia debería ser implementado como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Red punto a punto H.321.



Fuente: Construcción Propia

**2.3.2 Norma H.323 videoconferencia sobre IP/ETHERNET.** El estándar H.323 hace referencia a los requisitos técnicos para el sistema de comunicación de multimedia en redes basadas en paquetes (PBN) las cuales no pueden garantizar una calidad de servicios (QoS). El estándar H.323 describe los componentes y los terminales que se deben tener para crear un sistema de videoconferencia o cualquier servicio de multimedia como los Gateways, Gatekeepers, unidad de control multipunto (MCU), procesador de multipunto, entre otros.

La videoconferencia basada en redes locales e internet, aplica otras series ya conocidas para video, voz y datos como H.261, G.711 y T.120. Igualmente hay series que se deben tener en cuenta por compatibilidad tales como la H.263 para video, G.722, G.732 y G.728 para audio. El licenciado Pedro Ángel Cuenca hace referencia a un artículo dirigido a la experiencia de videoconferencia en la UPV/EHU y dice que “El intercambio de información de manera fiable (por ejemplo, los datos, y la información de control) se realiza usando protocolos como TCP. Sin embargo, la transmisión de paquetes de sonido y video se realiza con protocolos no fiables, como UDP, para evitar sobre carga asociada a la retransmisión en caso de error”<sup>41</sup>. Además que los sistemas que utilizan servicios de red basadas en IP nativo e infraestructuras de Ethernet, Fastethernet, o Gigabitethernet son mecanismos que no brinden calidad de servicios<sup>42</sup>.

Las anteriores limitaciones o problemas que se tiene a la hora de establecer un medio de comunicación por medio de la H.323 se pueden mitigar con equipos que aporten una ayuda a las redes de este tipo<sup>43</sup>. En base a lo anterior se puede hacer un sistema de videoconferencia confiable realizando un diseño óptimo con hardware y software que aporten a la eficiencia de la red. Cuando no se tiene un ancho de banda amplio ocurre que hay un desfase en la voz y en el video, esto impide que la videoconferencia sea utilizada con fines empresariales o para servicios más serios o importantes. Por tal motivo las organizaciones que deseen establecer una comunicación por medio del estándar H.323 deberán contar con los recursos para ampliar los anchos de banda y demás recursos técnicos. Además, las redes IP pueden suplir muchas necesidades y si no se cuenta con un ancho de banda considerable se puede adoptar otros sistemas de codificación para el audio y video que consuman un menor ancho de banda.

Para realizar videoconferencias se deben tener en cuenta una serie de factores para transmitir bajo protocolos IP/TCP, por lo que hay otras aplicaciones que utilizan este mismo protocolo de comunicación y que pueden afectar la videoconferencia. Por tal motivo al diseñar una comunicación por videoconferencia se debe tener claro que es una aplicación en tiempo real, que se cuente con un buen ancho de banda dependiendo del sistema de codificación y por último que el tráfico de video pase por un firewall.

---

<sup>41</sup> CASTILLO, Pedro, Tendencia en Redes de Alta Prestación, La Mancha, 1999. p. 76.

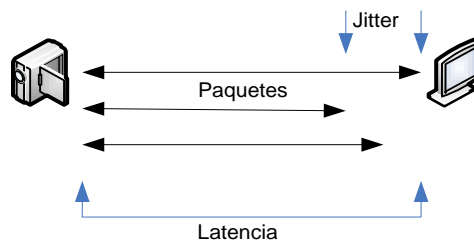
<sup>42</sup> MUÑOZ, Cesar, Gonzales, Mercedes, Plataformas de teleinformación y herramientas telemáticas, UOC. p. 76.

<sup>43</sup> ESPAÑA, Carmen, Servicios avanzados de telecomunicaciones, Díaz de santos, 2003. p. 362

**2.3.2.1 Videoconferencia aplicación tiempo real.** La videoconferencia es una aplicación de tiempo real que, a diferencia de otras aplicaciones como base de datos o correos electrónicos, necesita tener un control en los retrasos que se presentan en la señal cuando hay una conexión del nodo A al nodo B. Al tiempo de retraso se le llama latencia y a la diferencia que hay entre la latencia y los paquetes de datos se le llama Jitter. El Jitter se define como la variación en el tiempo de llegada de los paquetes como se ilustra en la figura 6.

Para tener una buena transmisión en un solo sentido se debe tener un retraso (delay) aproximado entre los 125 y 150 milisegundos, el retardo en la recepción se incluye en las tramas para que se sincronicen y los audios se vean naturales al ver el movimiento de los labios cuando la persona habla. Al haber pérdidas alrededor de 1% puede haber congelamiento de la imagen y/o la pérdida del sonido y si se tiene una pérdida del 2% el video es totalmente inservible lo que no ocurre con el audio.

Figura 6. Retraso Jitter



Fuente: Asesoría y consultoría tecnológica

**2.3.2.2 Ancho de banda para la videoconferencia y consideraciones para la conexión.**

Cuando se quiere tener una imagen aceptable se requiere unos 30 cuadros por segundo, para que la videoconferencia se lleve a cabo. A continuación en las tablas 3 y 4 se ilustran los diferentes anchos de banda para videoconferencia vía IP y entre estos anchos de banda se cuentan los de ISDN.

Tabla 3. Anchos de Banda sobre IP

Calidad	Ancho de banda	Consumo real de ancho de banda
15 cuadros por segundo	128 Kbps	128 Kbps+ 25% (overhead)
30 cuadros por segundo	256 Kbps	256 Kbps+ 25% (overhead)

Fuente Asesoría y consultoría tecnológica disponible en:  
<http://www.grupoact.com.mx/archivos/Consideraciones%20para%20Videoconferencia%20IP.pdf>

Tabla 4. Anchos de banda sobre ISDN

Calidad	Ancho de banda	Consumo real de ancho de banda
15 cuadros por segundo	128 Kbps	128 Kbps
30 cuadros por segundo	256 Kbps	256 Kbps
Fuente Asesoría y consultoría tecnológica disponible en: <a href="http://www.grupoact.com.mx/archivos/Consideraciones%20para%20Videokonferencia%20IP.pdf">http://www.grupoact.com.mx/archivos/Consideraciones%20para%20Videokonferencia%20IP.pdf</a>		

Cuando se habla de IP, se está hablando de una variedad de servicios por lo que es esencial nombrar los anchos de banda de los ISDN, como una referencia para observar las ventajas frente a las demás. En el caso de la videoconferencia para el sistema penal acusatorio no se conocen las aplicaciones que pueden usar los jueces y fiscales, a demás del ancho de banda que puedan utilizar, por tal motivo no se consideran estas variables y se define que el canal de comunicación se utilizará solamente para la videoconferencia.

**2.3.2.3 Videoconferencia por internet.** Una de las preocupaciones que se presentan al utilizar las redes de internet es la pérdida de paquetes y la seguridad de los mismos, debido a que la internet es una red pública y los proveedores de servicios de comunicación no garantizan que no van a sufrir pérdidas de paquetes y ataques externos. La H.323 establece la comunicación para videoconferencias utilizando la red de internet lo que permite tener acceso a la red por medio de una dirección IP y los costos en los enlaces son mucho menores en comparación a otros tipo de redes de comunicación. La videoconferencia que utiliza IP tiene una serie de inconvenientes como son el atravesar los firewall, los Network Address Translation (NAT) y además se debe contar con un ancho de banda amplio dependiendo de la calidad del video que se quiera como se ha detallado anteriormente, aunque se han desarrollado nuevos estándares de codificación que permiten tener un buen video con bajos anchos de banda.

**2.3.2.4 Firewalls.** Los firewalls o *cortafuegos* protegen las redes con el fin de no ser objetos de suplantación o robo de información por parte de personas dedicadas a destruir o manipular las redes para su propio beneficio. La videoconferencia requiere niveles de alta seguridad ya que el procedimiento lo exige. Por tal motivo, la red debe estar protegida contra ataques informáticos que puedan copiar o adulterar el canal de comunicación. Uno de los problemas que tiene el firewall es la asignación dinámica de los puertos IP lo que implica un problema en la preconfiguración para que permitan la señalización sin tener que abrir una gran cantidad de puertos.

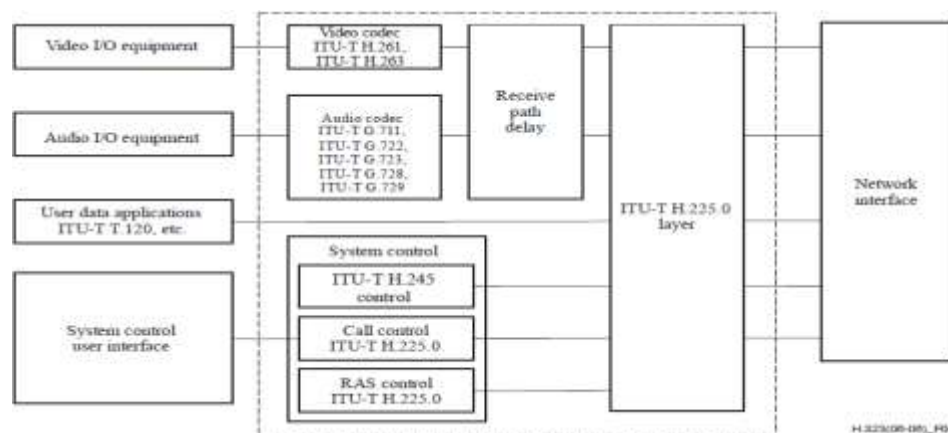
Como la comunicación es de punto a punto no se necesitan abrir una gran cantidad de puertos por lo tanto la preconfiguración será más simple. De igual manera hay dos opciones para que la

videoconferencia funcione de la mejor manera posible. Uno es poner los equipos en DMZ (Demilitarized zone) fuera del firewalls y el otro es abrir puertos TCP y UDP a la IP del equipo de videoconferencia (los puertos varían dependiendo del fabricante).

**2.3.2.5 Network Address Translation (NAT):** El NAT es un método de traducción que se le da a las direcciones IPs con el fin de enviar paquetes de una red privada a través de una red pública hacia otra red privada. Lo que ocurre con el NAT es que hace un proceso de intercambiar una dirección IP por otra en la cabecera del paquete IP. Cuando se quiere realizar una videoconferencia a través de un NAT se debe tener en cuenta que las direcciones IP deben ser reales y estas a su vez se puedan comunicar. Para lograr esto, se deben abrir los puertos del firewall hacia la dirección privada o nodo que se quiera hacer la videoconferencia. El protocolo TCP/IP tiene la oportunidad de generar varias direcciones para un dispositivo remoto por lo que es necesario dar a la IP un origen y un destino, esto funciona almacenando las direcciones en una tabla con el fin de ubicar el puerto de origen con el puerto de salida y activar la opción que se está detrás de una NAT.

Esta recomendación también hace uso de los servicios contenidos en la H.245 que es la señalización de los canales lógicos. Definiendo la H.323 hay otras recomendaciones que se deben trabajar conjuntamente como se ilustra en la figura 7.

Figura 7. Equipos terminales H.323



Fuente UIT-T Recomendación H.323.

Las compañías que ofrecen servicios de videoconferencias dirigen sus diseños en base a los diferentes estándares de la UIT-T lo que permite que un equipo pueda soportar cualquier estándar como son H.323, H.310, H.264 entre otros, por lo que si la empresa quisiera migrar a otro tipo de

red lo pueda hacer sin ningún problema. De acuerdo con el funcionamiento del estándar H.323 el terminal debe proporcionar la comunicación bidireccional en tiempo real con el otro equipo con el que se va a enlazar.

La MCU es una unidad de control del sistema que proporciona la señalización necesaria para que los equipos se conecten y formen una red LAN. La unidad MCU tiene tres elementos principales en sus características para la comunicación entre los nodos. El primer elemento es el control del canal de comunicación para que el rendimiento del video y audio llegue en su totalidad bajo el estándar H.245. El segundo es un canal lógico que se encarga de llevar los mensajes de extremo a extremo para que no se pierda la comunicación y el tercero es el control del ancho de banda ampliándolo o disminuyéndolo para que la congestión en el canal de comunicación sea el óptimo y que se ajuste a las necesidades del momento y a su vez controlar el flujo de datos. En cada llamada se pueden hacer canales de audio, voz y datos pero solo existirá un canal lógico de control, el canal lógico 0.

Otra parte funcional de la MCU es permitir un canal lógico para llevar el mensaje de inicio y finalización de la sesión, el cual es independiente al canal de control. Por último tenemos el control de RAS (Registro, Admisión, Situación), que permite abrir un canal lógico para llevar el registro de los sucesos y la administración de la MCU, como el ancho de banda entre los punto de enlace.

El estándar H.323 hace una descripción de los equipos necesarios o terminales para sistema de comunicación multimedia. Los terminales que comprende la H.323 están los Gateway, Gatekeepers, controladores de multipunto y unidad de control, entre otros. Estos terminales interactúan con los mensajes de control y de error. A demás de interactuar la H.323 brinda interacción entre otros estándares de la serie H, GSTN, terminales RDSI o redes de calidad de servicios.

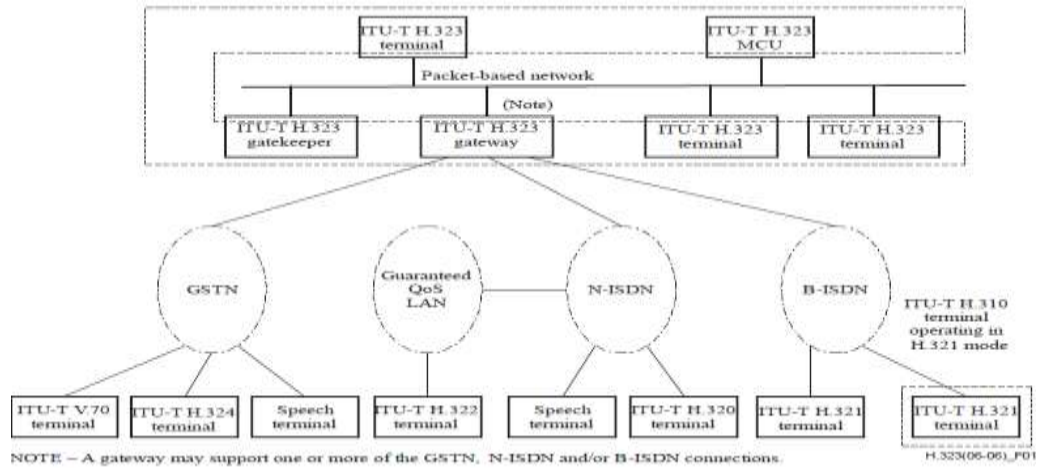
En la figura 8 se ilustra la interoperabilidad entre los terminales de la serie H y como el Gatekeepers que es un dispositivo que proporciona funcionalidades de autenticación, registro y conversión de direcciones IP a direcciones telefónicas. Según el estándar H.323 no incluye la interfaz de red, la red física o el protocolo de transporte utilizado en la red por lo que no se limitan a ATM, FasEthernet, Ethernet, FDDI y Token Ring<sup>44</sup>.

---

44

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Serie H: Sistemas audiovisuales y multimedios, Infraestructura de servicios audiovisuales y sistemas de equipos terminales, H.323, 2009. p. 1.

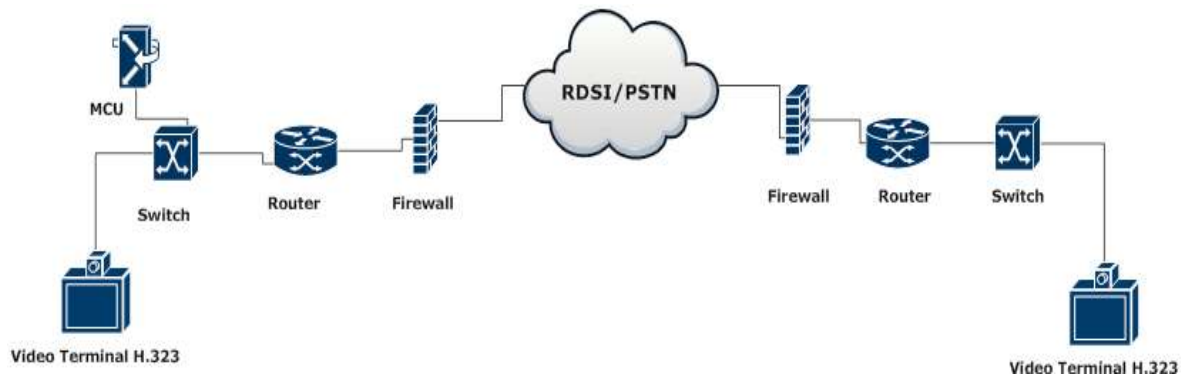
Figura 8. Interoperabilidad entre terminales H.323



Fuente UIT-T Recomendación H.323.

Los sistemas H.323 comprenden una serie de características para que la videoconferencia tenga un buen funcionamiento, entre estas los códec de audio, video y los equipos telemáticos. La recomendación H.323 debe estar en la capacidad de codificar y descodificar otros estándares como la H.245, H.261, H.263 y H.264 entre otros, para que su comunicación no se vea afectada al tratar de transmitir. En la figura 9 se ilustra la red bajo el estándar H.323 para un sistema de videoconferencia.

Figura 9. Red para las audiencias bajo la recomendación H.323



Fuente: Construcción Propia



### **2.3.3 Recomendación UIT-T H.310 videoconferencia MPEG-2 sobre ATM**

Los sistemas de transmisión de video han mejorado de tal forma que en estos tiempos se puede hablar de televisión digital. Esta codificación de las imágenes permiten manipularlas de modo que se puedan transmitir casi por cualquier medio de comunicación gracias a la codificación y decodificación de las imágenes y a la posibilidad de enviar y recibir imágenes de alta calidad con velocidades aceptables, con retardos mínimos.

La recomendación H.310 proporciona la información para realizar videoconferencia utilizando el estándar de codificación de audio y video MPEG (Moving Pictures Expert Group), sobre redes ATM alcanzando velocidades entre 8 Mbps y 16 Mbps<sup>45</sup>. MPEG posee una serie de evoluciones y se nombra a continuación. MPEG-1 permite la transmisión de audio y video en estéreo a velocidades máximas de 1.5 Mb/s para audio y 350 Kbps para video. MPEG-2 es el mejoramiento al anterior estándar, amplía el rango de aplicaciones del MPEG-1, mejorando la calidad de imagen, la flexibilidad del formato de entrada, y la capacidad de acceso aleatorio, entre otros. MPEG-3 fue diseñado para HDTV pero consume más ancho de banda por tal motivo se siguió con el anterior estándar.

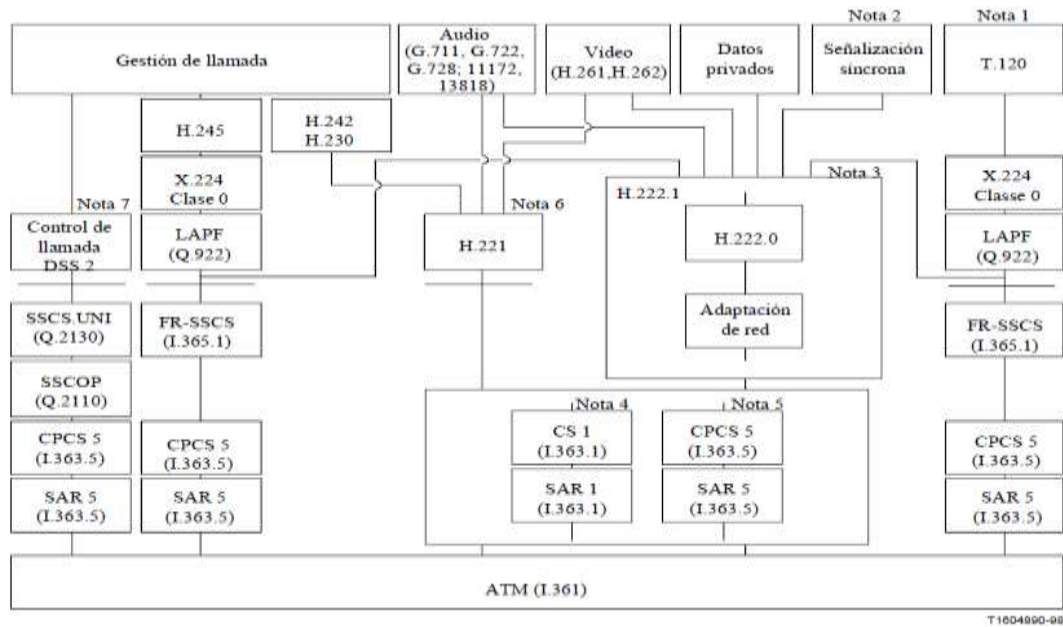
Por último MPEG-4 el cual permite servicios de video y audio con transmisión bidireccional, tomando muchas características de las demás versiones y lo que es mejor en este estándar es que consume mucho menos ancho de banda que las demás. La recomendación H.310 describe las condiciones técnicas que han de cumplir los sistemas y terminales de los servicios de comunicaciones audiovisuales de banda ancha definidos en las recomendaciones de las series H.200/AV.100. Se definen los terminales audiovisuales de banda ancha H.310 unidireccionales y bidireccionales.

La clasificación de los terminales H.310 en sus diferentes tipos se realiza en base a un conjunto de funciones audiovisuales, de adaptación a la red y de señalización. Gracias a las funciones, los terminales H.310 ofrecen una amplia gama de aplicaciones y servicios interactivos y de distribución. Para que el sistema funcione se deben cumplir con una configuración que se representa por medio de la pila de protocolos para las señales audiovisuales, datos de llamada y otras señales de control como se ilustra en la imagen 10.

---

<sup>45</sup> CUENCA, Pedro Ángel, Tesis Doctoral , Codificación y codificación robusta de señales de video MPEG-2 de caudal variable sobre redes de transmisión asíncrono ATM, Valencia, Politécnica de Valencia, 1999. p. 89

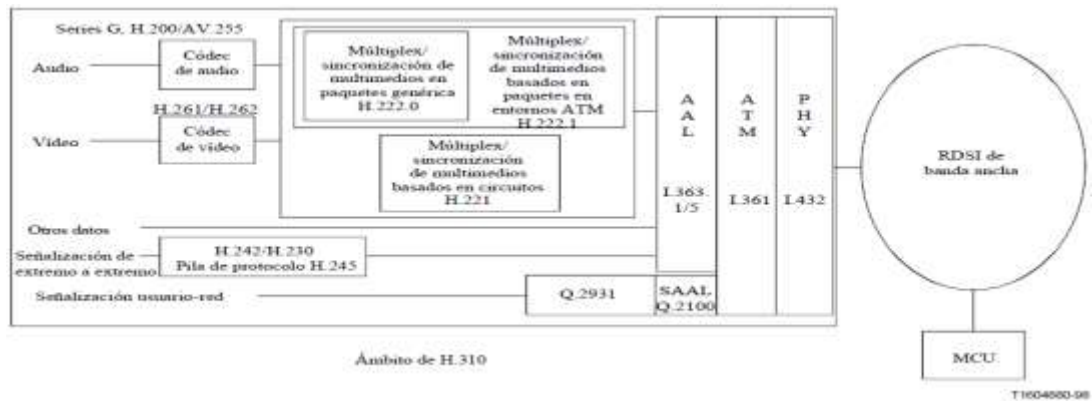
Figura 10. Modelo de referencia de protocolos H.310



Fuente UIT-T Recomendación H.310

La pila de protocolos resuelven de manera simple las comunicaciones para que los datos a transmitir lleguen de manera rápida y sin que se presenten errores al establecer una conexión sin importar el tipo de archivo como voz, datos o video. La figura 11 ilustra la comunicación audiovisual de banda ancha genérico que consta de un equipo terminal, una red, una unidad de control multipunto y los elementos que componen el equipo terminal como también las recomendaciones que interactúan en ella.

Figura 11. Sistema de comunicación audiovisual de banda ancha y configuración del terminal



Fuente: UIT Recomendación H.310

Para comprender fácilmente los tipos de conexiones se nombran otras series de recomendaciones que brindan la oportunidad de complementar la recomendación H.320, como la H.245 protocolo de control de comunicación de manera que puedan suplir las demás funciones e interfundarse entre las demás recomendaciones entre sí. H.310 y H.321 cubren de la misma manera los sistemas audiovisuales en banda ancha como ATM (B-ISDN y ATM LANs) con la capacidad de soportar canales por encima de los 600 Mbps y ser compatible con MPEG-4. Los terminales H.320 se relacionan en la tabla 5 donde se detallan las capacidades audiovisuales y de sonido que contempla la UIT-T para que los servicios cumplan con unos requerimientos mínimos de capacidad audiovisual.

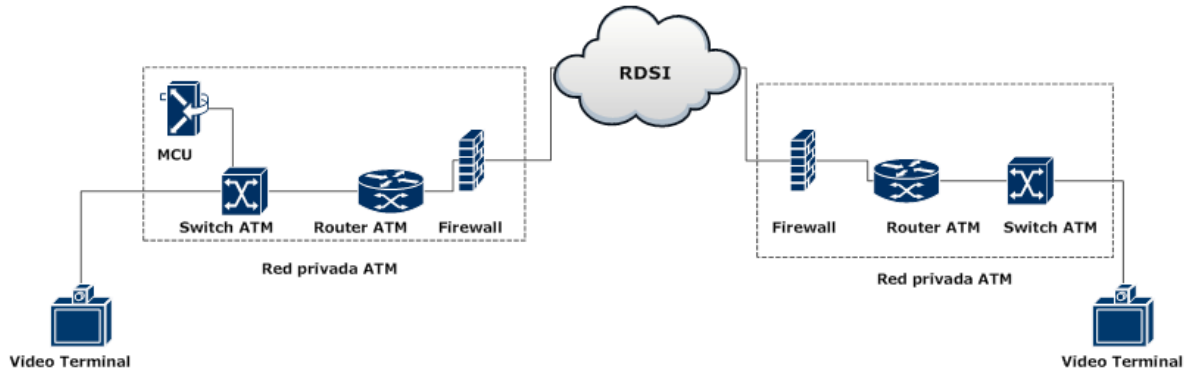
Tabla 5. Capacidades audiovisuales de los términos UIT-T H.310

TIPO DE TERMINAL		Capacidades audiovisuales			
		Video		Audio	
		Obligaciones	Opcional	Obligaciones	Opcional
ROT-1 SOT-2 ROT-5 SOT-5 ROT-1&5 SOT-1%5		H.262 MP@ML	H.262 MP@H14L H.262 MP@HL H.262 SNR@LL H.262 SNR@ML H.262 ESPACIAL@H14L H.262 HP@ML H.262 HP@H14L H.262 HP@HL	11172-3 Capa 2	11172-3 Capa 3 13818-3 Capa 1 13818-3 Capa 2 13818-3 Capa 3 G.711 G.722 G.728 G.723-1 G.729 Anexo A/G 729
RAST-1 RAST-2 RAST-1&5	Modo Nativo	H,262MP@ML	H.261 QCIF H.261 CIF H.262 MP@H14L H.262 MP@HL H.262 SNR@LL H.262 SNR@ML H.262 ESPACIAL@H14L H.262 HP@ML H.262 HP@H14L H.262 HP@HL H.263 SQCIF H.263 QCIF H.263 CIF H.263 4CIF H.263 16CIF	G,711	11172-3 Capa 1 11172-3 Capa 2 11172-3 Capa 3 13818-3 Capa 1 13818-3 Capa 2 13818-3 Capa 3 G,722 G.728 G.723-1 G.729 Anexo A/G 729

Fuente: UIT Recomendación H.310

Teniendo en cuenta todos los factores que brinda la recomendación H.310 se entiende que produce una elevada calidad de voz y video, en consecuencia permite ser utilizada en las audiencias que contempla el código penal. En la figura 12 se muestra un ejemplo de una aplicación de videoconferencia bajo el estándar H.310.

Figura 12. Red H.310 para videoconferencia



Fuente: Propia

#### 2.3.4 Recomendación UIT-T H.264 Videoconferencia sobre MPEG-4

La norma H.264 fue creada por el grupo de expertos en video codificación (VCEG) de la Unión internacional de las Telecomunicaciones UIT de la mano con el grupo experto en imágenes en movimiento MPEG de la norma ISO/IEC, con el fin de crear un estándar capaz de realizar imágenes con tasa binarias inferiores a las que se utilizan con los otros estándares (MPEG-2 o H.263 o MPEG-4 parte 2). La UIT afirma que *“fue desarrollada en respuesta a la creciente necesidad de una mayor compresión de imágenes en movimiento para diversas aplicaciones como la videoconferencia, almacenamiento digital de los medios de comunicación, televisión, streaming de internet y otros sistemas de comunicación. También está diseñada para permitir el uso del video codificado en una forma flexible para una amplia variedad de entornos de red. El uso de esta recomendación Norma Internacional permite que el video en movimiento pueda ser manipulado como una forma de datos informáticos y que se almacenan”*<sup>46</sup>.

Los sistemas de comprensión de video existentes son totalmente compatibles con este sistema sin comprometer la imagen. Este sistema puede comprimir las imágenes de video hasta un 80% en comparación a las hechas por el estándar JPEG y hasta un 50 % de las hechas por la versión MPEG-4 parte dos, esto contribuye a un menor ancho de banda y una mayor capacidad de almacenamiento en los diferentes archivos digitales. La H.264 también tiene la flexibilidad necesaria para soportar una amplia variedad de aplicaciones con velocidad de bits muy diferentes.

Cuando se habla del estándar H.264 se debe nombrar la compresión de video tal y como las recomendaciones H.264/MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding) códec de video avanzado y

<sup>46</sup> Unión internacional de Telecomunicaciones, Serie H. Codificación de video avanzado para los servicios audiovisuales genéricos, 2010, p3.

H.264 SVC (Scalable Video Coding) códec de video escalable este es un anexo G del estándar que permite crear unas secuencias de bits que se ajusta a la H.264 AVC.

El estándar H.264 define el códec de video de alta compresión creado por la UIT-T que se refería a ella como H.264 y MPEG como AVC y de estos dos nombres surge el nombre H.264/MPEG-4 AVC. La H.264 es un estándar que funciona con los mismos principios de codificación por bloques funcionales lo que permite tener una eficiencia en los sistemas de video. El estándar H.264 contiene una predicción intra-cuadro que transforma bloques de 4x4 de muestras y tamaño variable para los macrobloques a comprimir.

**2.3.4.1 Codificación.** La codificación de este estándar es similar a los demás normas para la digitalización de imágenes de video digital (H.261, MPEG-1, MPEG-2, H.262, H.263 o MPEG-4 parte 2). Para entrar a detallar la codificación de este sistema se debe tener claro la manera que funciona los formatos de digitalización. Este formato fue creado por la CCIR (Comité Consultatif International Radio Communications), para normalizar los factores que se deben tener en cuenta para digitalizar una imagen que se basa en una señal (Y, C<sub>a</sub>, C<sub>r</sub>) del formato 4:2:2.

Al digitalizar la imagen permite múltiples copias sin tener baja calidad en la imagen permitiendo realizar de manera simultánea efectos visuales, garantizando la interoperabilidad entre diferentes países sin importar el estándar de video que utilicen (NTSC, PAL, SECAM, D2MAC, MPEG, etc). Un ejemplo es el formato 4:2:2 que define la codificación bajo la señal de video Y, C<sub>a</sub>, C<sub>r</sub> en el formato 4:2:2 (4 muestreos, por 2 muestreos C<sub>a</sub> y 2 muestreos C<sub>r</sub>) con una digitalización sobre 8 bits, con posibilidades de ampliarla a 10 bits para ampliaciones más exigentes<sup>47</sup>.

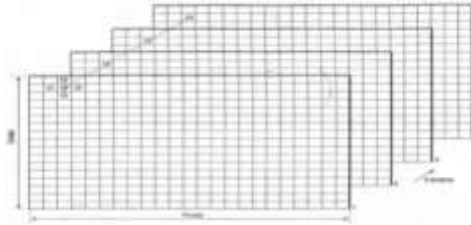
Al digitalizar la imagen crea una estructura fija de las muestras que se va obteniendo a medida que va recorriendo línea a línea y de imagen a imagen. Estas muestras van creando un pixel (acrónimo en inglés picture element), puntos que forman la imagen digital. Entre más puntos tenga la imagen mucho mayor será su definición, en la figura 13, se ilustra el modo de creación del pixel en una imagen. Siguiendo los factores que anteviene en una codificación esta la FRExt, es la extensión rango distribuido de fidelidad. FRExt creó perfiles de alta como 4:2: que cumple 8 bits de video con el objetivo de formar la imagen de buena calidad. El estándar H.264 se basa en la partición de bloques, esto se hace para que se tenga una exactitud en la imagen en movimiento y al tomar una

---

<sup>47</sup> BENOIT, Hervé, Televisión digital MPEG-1- MPEG-2 sistemas europeos DVB., Madrid, Parainfo, 1998. p 18.

imagen se separa por bloques dependiendo de los frame que compongan la imagen en movimiento.

Figura 13. Estructura del muestreo ortogonal



Fuente: Televisión digital MPEG-1 MPEG-2

Las zonas que no tiene muchos cambios en su imagen se les asigna un macrobloque, 16x16 pixeles, mientras que a las zonas con mayor movimiento se puede cambiar el tamaño del bloque, en sub-bloques de 16x8, 8x16 o 8x8 pixeles. También es posible cambiar los tamaños de los sub-bloques 8x8 en sub-bloques de particiones de 8x4, 4x8, ó 4x4 pixeles como se ilustra en la figura 14.

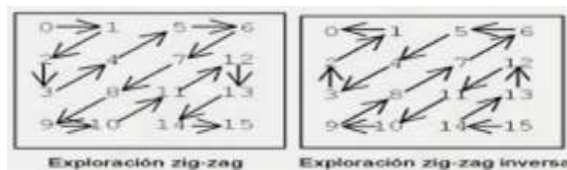
Figura 14. Estructura de los bloques



Fuente: Disponible en internet <http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/mpeg-4-parte10.htm>

Dentro de esta codificación se tienen dos exploraciones de coeficientes de recorrido, zig-zag que hace referencia a la codificación huffman que utiliza MPEG-2 y zig-zag invertido que permite el recorrido de la imagen en sentido contrario con el fin de adoptar la codificación adaptiva o aritmética como se ilustra en la figura 15.

Figura 15. Exploración de codificación



Fuente: Disponible en internet <http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/mpeg-4-parte10.htm>

**2.3.4.2 Decodificación.** Para la decodificación se recibe los bloques del canal de transmisión y empieza a leer la cadena de bits y comienza a componer la imagen desde el inicio, iniciando con la (y) y matemáticamente hace una cuantificación inversa de las señales que componen la imagen. Después que las señales pasan por las matrices de transformaciones inversas y hacen todo el proceso de la lectura de los bloques se reconstruye la imagen y se visualiza.

**2.3.4.3 DMIF.** Por su acrónimo en inglés (Delivery Multimedia Integration Framework), define la capa de multiplexación que lo integra el MPEG para la transmisión y cuenta con una herramienta conocida como FlexMux que es una herramienta de agrupación primaria de los Streams y tiene las siguientes características.

Tabla 6. Características DMIF

Control de canales FlexMux	Herramienta opcional intercambio de datos
MPEG-4 MDIF	Interfaz independiente en una conexión remota
Uso de redes homogéneas	IP, ATM, PSTN, RDSI
Gestión MPEG-4	Sincronización en la información
Apoyo a las redes móviles dadas por la UIT	
Fuente: Texto Scribd Estándar MPEG-4 disponible en: <a href="http://es.scribd.com/doc/24731054/Estandar-Mpeg4">http://es.scribd.com/doc/24731054/Estandar-Mpeg4</a>	

**2.3.4.4 Estructura.** La estructura de la H.264 se componen de 2 capas, la capa NAL (Network Abstraction Layer) que se encarga de abstraer los datos para hacer compatible el flujo de bits de la salida del codificador, lo que permite a esta unidad de red especificar los datos en un formato de bytes (bytes-stream) o de paquete para que puedan ser enviados.

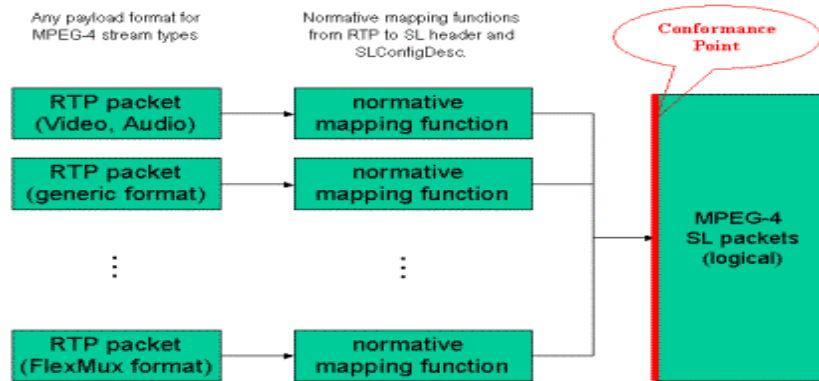
La segunda capa de codificación del video VCL (Video Coding Layer), permite la secuencia del video a codificar los cuadros o campos dentro de la imagen que se quiere captar para asignarle tres aspectos a la imagen que son luminancia, crominancia o RGB para que tenga una buena resolución.

**2.3.4.5 Funcionamiento de MPEG-4 sobre IP.** La comunicación MPEG-4 fue desarrollada por la el grupo de trabajo IETF AVT y está contenido en la norma ISO/IEC 14496-8 informativo RFC IETF, y trabaja sobre el protocolo IP incluyendo RTP, RSTP, y HTTP entre otros protocolos.

Para que los paquetes de MPEG-4 lleguen de forma segura estos deben cumplir con los protocolos de IP para asegurar la compatibilidad de los diferentes formatos de RTP. Todos los formatos de la

carga deberán proporcionar las funciones normativas de la cartografía para reconstruir la lógica de MPEG-4 de paquetes SL<sup>48</sup> en la figura 16 se ilustra.

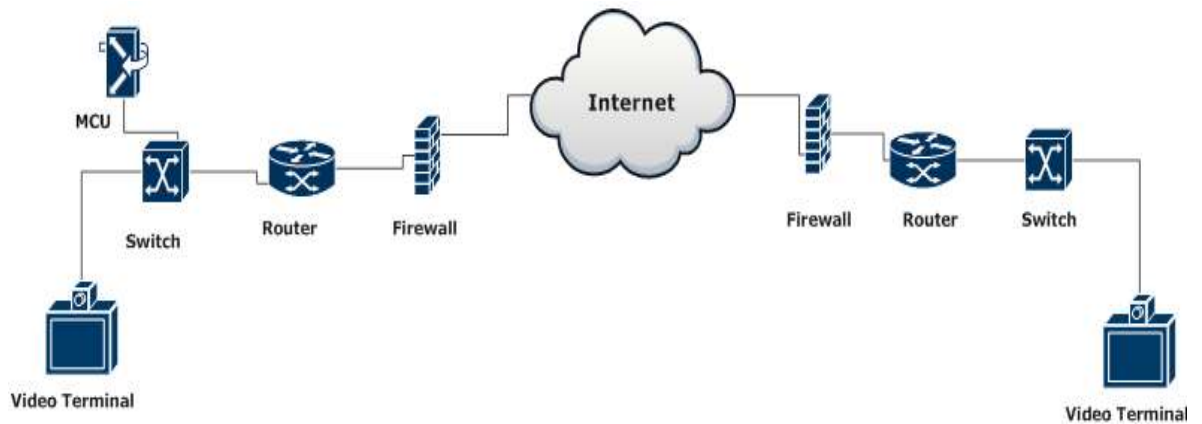
Figura 16. Mapa lógico de paquetes SL.



Fuente: Disponible en internet <http://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-4/mpeg-4.htm>

En la figura 17 se ilustra la red que se diseña para el estándar H.264 bajo la red de internet.

Figura 17. Red H.264 sobre IP



Fuente: Propia

<sup>48</sup> Disponible en internet <<http://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-4/mpeg-4.htm>>



### **3 SOFTWARE Y HARDWARE PARA REALIZAR VIDEOCONFERENCIA**

Para poder establecer una videoconferencia se debe tener una comunicación tanto por hardware y software entre los diferentes dispositivos, por lo que uno de los objetivos del trabajo es estudiar las diferentes aplicaciones tanto software de código abierto Open Source y software propietario. Cada uno de estos programas tiene ventajas y desventajas que se explicarán a continuación y las características que ofrecen para las audiencias virtuales.

#### **3.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA COMUNICACIÓN**

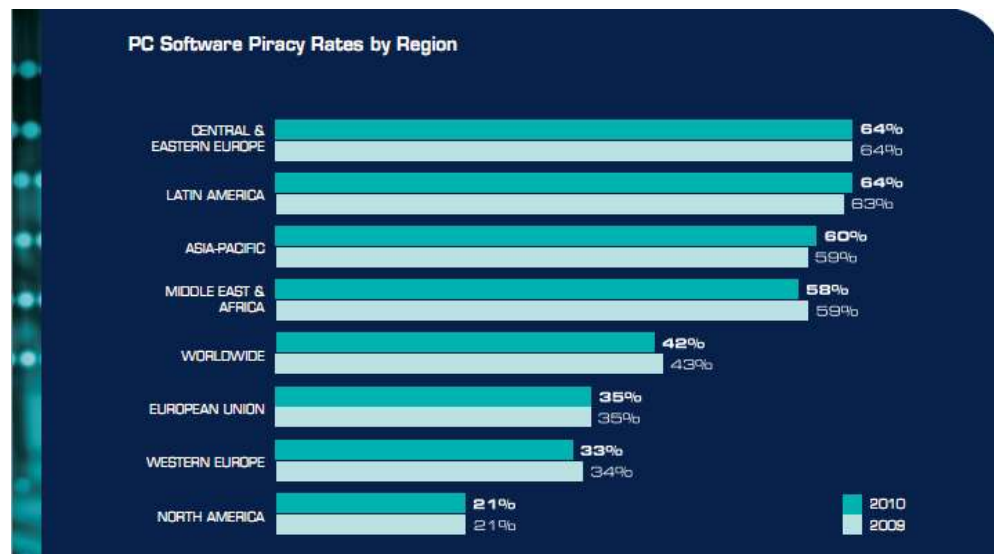
Cuando se habla del sistema de comunicación se hace referencia a los componentes tanto de hardware y software que permiten realizar un medio de comunicación, en el caso específico se habla de la videoconferencia. A lo largo del documento se describieron unos estándares realizados por la UIT-T tanto la codificación del audio y video como el tipo de red que se puede emplear. Para tal fin se escogieron cuatro soluciones con el objetivo de compararlas y seleccionar la mejor tecnología que cubra las necesidades del sistema penal acusatorio tanto de software como de hardware. En hardware tenemos equipos como routers, switch, MCU, firewall, que permiten realizar la comunicación estable y segura, cada uno cumple con funciones específica en una red. Para que funcionen deben poseer un software que controla y administra los equipos y permite que ellos intercambien información como pueden ser datos, audio, video y voz. El software es un programa diseñado con el fin de cumplir una tarea específica, en el mercado hay muchos tipos de software entre estos esta el open source y propietario.

#### **3.2 SOFTWARE PROPIETARIO Y OPEN SOURCE**

En el presente capítulo se presenta las alternativas en software que son ofrecidas en el mercado y que soportan los estándares nombrados anteriormente para la realización de videoconferencia. En el mercado de la tecnología hay aplicaciones propietarias que contienen su propio hardware y software, estas empresas cobran por la compra y soporte a la red. Por otra parte está la elaboración de una red de videoconferencia con la adquisición de equipos que presten el servicio de comunicación con los estándares de video y audio. De igual manera se analizará una plataforma basada en software libre (Open Source) código abierto, lo que quiere decir que las personas que tengan conocimiento en programación pueden conocer su código fuente y mejorar el programa. Estas condiciones ayudarían a reducir los costos administrativos que tendría el otro sistema. Igualmente se estudian las ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas, teniendo las condiciones establecidas para un sistema de videoconferencias en el código penal.

**3.2.1 SOFTWARE PROPIETARIO O CERRADO.** El software propietario es un código de programación que cuenta una protección por su distribución y instalación en un determinado equipo de comunicación, esto quiere decir que posee derechos de autor y está protegido por la Constitución Política de Colombia consagrado en su artículo 61 que expresa “El estado protegerá la propiedad intelectual por el tiempo y mediante las formalidades que establezca la ley<sup>49</sup>”. La ley colombiana protege y castiga la reproducción y distribución de software protegido por derechos de autor, por tal motivo éste debe ser adquirido directamente de sus distribuidores. En este caso en particular las empresas prestadoras del servicio de videoconferencia venden, alquilan o distribuyen sus equipos con los respectivos programas para que tengan una funcionalidad óptima y que se entiendan entre sí. Cuando se adquieren programas por aparte o de distribución libre en ocasiones el hardware no tiene comunicación con el software y esto produce un problema de compatibilidad. El código cerrado cuenta con la ventaja de tener soporte y garantía, sin embargo, sufre por la reproducción no autorizada, lo que trae pérdidas anuales en piratería de software, que, para 2010 alcanzó los \$58.8 millones de dólares, según cifras suministradas por la BSA (Business Software Alliance)<sup>50</sup>. Como se ilustra en la figura 18.

Figura 18. Índice de piratería por región 2009-2010



Fuente. Estudio realizado por la BSA

49 Colombia (Actualizada 10 febrero de 2011), Artículo 61, Constitución Política, Bogotá, Senado de la República  
 50 Disponible en internet <[http://portal.bsa.org/globalpiracy2010/downloads/study\\_pdf/2010\\_BSA\\_Piracy\\_Study-Standard.pdf](http://portal.bsa.org/globalpiracy2010/downloads/study_pdf/2010_BSA_Piracy_Study-Standard.pdf)>

**3.2.2 SOFTWARE OPEN SOURCE.** El software libre es un código de programación hecho para que su instalación y su distribución puedan ser adquiridas por cualquier persona o compañía. Como lo define la Doctora Meritxell Roca *“es el conocimiento de un programa que permite a cualquier usuario modificarlo en función de sus necesidades así como mejorar la calidad del programa por la intervención de cientos o miles de personas que colaboran en el desarrollo de dicho programa”*<sup>51</sup>. La adquisición de programas open source está tomando fuerza entre las empresas, ya que los costos generados por la adquisición de licencias bajan en su renovación anual. Algunas de las características de este tipo de programas se ilustran en la tabla 7.

Tabla 7. Características Open Source

Redistribución libre	El programa podrá venderse o distribuirse de manera gratuita.
Código fuente	Este debe ser abierto, sin ninguna restricción, modificable y estar en un medio de distribución masiva.
Trabajos derivados	La redistribución de modificaciones debe estar permitida.
Integridad	La licencia debe garantizar la integridad de las fuentes originales.
Neutralidad	La licencia debe ser neutral en lo que a tecnología se refiere.
Flexibilidad	Con este tipo de código se pueden modificar programas para realizar tareas específicas que mejoran la calidad de dichos programas.
Fuente: Software libre empresa y administración en España y Cataluña	

La adquisición de software libre es sencilla, aunque no existen suficientes aplicaciones que cubran las necesidades habituales y brinden una estabilidad y seguridad. La utilización de software open source es una buena alternativa que ha tenido una gran acogida tanto a nivel empresarial como en los hogares. Una de las plataformas a nivel de telefonía que se maneja bajo open source es ASTERISK, sistema de llamadas por VoIP que por su versatilidad y múltiples herramientas, se ha convertido en una opción muy favorable para las compañías además se ha acoplado de manera positiva a las nuevas tecnologías sin tener que pagar por su licencia.

**3.3 Aplicaciones analizadas.** En el siguiente apartado se describirán las características de cada una de las aplicaciones seleccionadas para el estudio.

**3.3.1 Openmeetings.** Este es un software libre que se basa en una aplicación web y se explora por un navegador, dispone de audio y video, con el cual es posible intercambiar archivos, realizar

<sup>51</sup> ROCA, Meritxell, Empresa y administración en España y Cataluña. Barcelona España.2007. P.11.

reuniones y compartir la pantalla con otros usuarios que pertenezcan al grupo. Es un código totalmente abierto que tiene una aplicación educativa como lo es la plataforma moodle, además es de libre descarga e instalación y es soportado en sistemas operativos Windows y Linux.

Basado en Openlaszlo y el servidor de video Red5, que son conferencias tipo pizarra. Esta aplicación se encuentra en el internet y su página cuenta con un demo que permite realizar una videoconferencia sin necesidad de instalar esta aplicación. Esta aplicación cuenta con opciones para seleccionar el tipo de videoconferencia que se quiera como lo muestra la tabla8.

Tabla 8. Descripción de las funciones Openmeetings

CARACTERISTICAS	DESCRIPCION
Audio y video	Cuenta con 4 opciones de audio y video: Audio + video, solo audio, solo video o solo la foto
Grabar y compartir pantalla	Graba formatos AVI y FLV, permite compartir la pantalla con los conferencistas y el escritorio con la aplicación Screensharing al momento de una presentación.
Archivos	Cuenta con dos unidades de archivo en el explorador público y privado, el archivo privado solo el usuario principal, el público lo pueden ver todos los usuarios.
Moderación	Cuenta con las funciones: permitir o denegar la moderación, la pizarra el screenshare y denegar control de la pantalla a distancia e iniciar la configuración de audio y video.
Chat y pizarra	La pizarra permite realizar figuras e utilizar una serie de herramientas en su interior y puede guardar lo que contiene
Usuario y de sala	Permite administrar usuarios u organizaciones creando acceso con privilegios. Contiene MyRooms, que es una especie de cuarto al cual solo tienen acceso quienes poseen el correspondiente permiso.
Centro de mensaje privado	Permite enviar y recibir mensajes y guardarlos en folders, además es posible reservar las salas simplemente con programarlas en el calendario de actividades.
Calendario	Permite planificar, invitar, recibir e-mail y todos los eventos que se requieran al momento de establecer una videoconferencia.
Encuestas y votos	Se crea un grupo para realizar encuestas o preguntas para que contesten los usuarios.
Backup	Cuando se termina una sesión permite realizar una copia en formato .Zip de los archivos descargados y compartidos.

**3.3.1.1 Requisitos mínimos para acceder a OpenMeetings.** Se debe instalar en un servidor, si no se tiene un servidor dedicado se puede acudir a la compra de un espacio en servidores de alquiler como por ejemplo RackSpace Cluod. Se instala las aplicaciones Apache, Mysql, Zip y las librerías que compilan SWftool aplicaciones en flash, se compilan las fuentes, instalar OpenOffice. Para habilitar la importación de archivos PDF se instala ImageMagick en el servidor, para activar la grabación se instala FFmpeg e instalar Sox y se configuran los puertos para los NAT, todas estas aplicaciones se encuentran en la página Web de OpenMeetings. Para iniciar se debe contar con

sistema operativo Windows XP, Linux, Mac OS que soporten FlashPlayer con un navegador. Para conectarse al servidor se debe tener como mínimo un ancho de banda 256Hkbps no se recomienda una conexión inalámbrica ya que se puede perder la comunicación fácilmente.

**3.3.1.2 Cómo usar OpenMeetings.** Como primera se debe activar el icono de edición del panel de administración, luego en la lista de agregar se selecciona OpenMeetings, aparecerá la configuración de la sala y se ajustan el Room Name (el nombre de la sala) es obligatorio indicar este campo. Se continua con la opción Room type (tipo de sala) donde existen tres tipos de salas que son. Conference Room (sala para conferencia), permite a todos los usuarios que participen con audio y video. Audiencia Room (sala de auditorios) esta opción solo permite al moderar el uso del audio y video y Restricted Room (sala privada) solo pueden acceder usuarios que pertenecen a un grupo u organización y la capacidad máxima está entre 2 y 1000 usuarios a demás se puede escoger el idioma.

**3.3.2 Bigbluebutton.** Es un sistema de videoconferencia web que se emplea en e-learning, se basa en licencias GNU (Licencia Pública General), lo que quiere decir, que se puede manipular, modificar y distribuir de forma gratuita. El objetivo principal la videoconferencia web es ser una herramienta útil en la educación a distancia pero también se puede utilizar a nivel corporativo. Dentro de las características de BigBlueButton se encuentran en la tabla 9.

Tabla 9. Características de la aplicación BigblueButton

Uso	Cuenta con tres opciones: Presentador: Que puede subir y compartir el escritorio con los asistentes. Espectador: Solo puede ver y chatear. Moderador: puede compartir escritorio, aceptar y expulsar a los asistentes, además soporta voz IP.
Instalación	Se puede instalar en Windows y en Linux, soporta Vmware e instalación por código.
Aplicación	Por ser una aplicación e-learning la adaptaron para funcionara con otra herramienta educativa como es moodle que también es código abierto y es de gran utilidad en las escuelas.
Fuente: Bigbluebutton	

**3.3.2.1 Cómo usar BigBlueButton.** Se debe instalar en un servidor si no se posee uno se puede utilizar el de prueba que se encuentra en la página Web de BigBlueButton o puede comprar un espacio en alguno de los servidores que prestan este servicio. También se puede utilizar el servidor Debian 6.0 Squeeze. Hay tres casos para iniciar con el programa como presentador que puede subir presentaciones y compartir el escritorio, espectador solo puede ver y chatear. Como moderador puede subir, compartir su escritorio, aceptar y expulsar usuarios. Se ingresa en alguna

de los anteriores casos, luego de ingresar aparece la sala y en la parte izquierda están los que están interviniendo. En la parte derecha está el chat de los usuarios y además puede enviar mensajes privados seleccionado al participante con el que quiere hablar. En la parte superior se encuentra los iconos de la cámara Web y los audífonos estos son funciones que permiten que lo observen y lo escuchen.

**3.3.2.2 Requerimientos.** Para establecer un sistema de videoconferencia por BigBlueButton se requiere una instalación adicional para su funcionamiento Apache TomCat 6, Nginx (servidor Web), Mysql base de datos, Swftool unidad para manipular archivos flash, Active MQ servicio de mensajería, Red5 servicios RTMP, Asterisk y konference servicio para videoconferencia. Esta instalación se lleva a cabo por medio de una VM maquina virtual puesta en Xen4, con debían 6.0. Para hacer la instalación de los sistemas se debe tener conocimiento en programación y Linux.

### **3.3.3 POLYCOM.**

Polycom es una compañía multinacional que brinda soluciones en comunicaciones y líder industrial en telepresencia. Fundada en 1990 en Estados Unidos en Pleasanton, California por Brian L. Hinman y Jeffrey Rodman. La compañía tiene un amplio portafolio en equipo de comunicación, para telepresencia y videoconferencia. Como este trabajo se centra en videoconferencia, Polycom ofrece este servicio con su equipo VSX7000 un equipo funcional que cuenta con herramientas muy útiles para el manejo de las cámaras e imágenes.

**3.3.3.1 Aplicación software propietario Polycom.** El software utilizado en los dispositivos Polycom son desarrollados por la misma empresa y distribuidos con los equipos de comunicación de alta gama. Este software tiene como nombre People+content IP que permite mostrar aplicaciones hacia otros lugares solo con una dirección IP<sup>52</sup>. Para que el presentador de una videoconferencia pueda compartir documentos debe activar el software con un código y habilitar el dispositivo VSX. El equipo que quiere compartir información deberá contar con un sistema operativo Linux o Windows XP, un procesador como mínimo Pentium III a 500Mhz y una memoria RAM de 512 Mb.

---

<sup>52</sup>

Polycom, Guía de administrador para la serie VSX. 1 ed. Pleaston: Polycom, 2006. 266 p.

**3.3.3.2 Equipo para el software Polycom VSX 7000.** Es un dispositivo ideal para lugares pequeños, económicos y versátiles para su manipulación e instalación. Los VSX7000 ofrecen una calidad en imagen y video, permite que se puedan conectar otros dispositivos al equipo (DVD, proyectores, pantallas). Cuenta con la opción de conexión por IP (H.323 y SIP) e ISDN lo que permite adaptarse a múltiples ambientes de videoconferencias. Entre las características de este software se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Características del equipo VSX 7000

CARACTERISTICAS	DESCRIPCION
Video	Ideal para llamadas de bajo y alto ancho de banda.
Puerto LAN	Llamadas por IP o SIP, people+content IP y VSX web
Audio	* Polycom stereo surround: es un estándar de sistema VSX, que mejora la inteligibilidad otorgando un conocimiento espacial en las salas remotas. *solución integrada de voz y video mezclador de audio Polycom vortex con sistemas VSX de adaptación multimedia *Que garantizan la calidad en el sonido de las llamadas.
Seguridad	*El modo de seguridad se basa en el protocolo TLS (Transport Layer Security) 1.0 y utiliza Triple DES de 168 bits. *Estos protocolos codifican la comunicación de administración por IP y evitan el acceso a usuarios no autorizados.
Fuente: Guía de administrador para la serie VSX v.8.5	

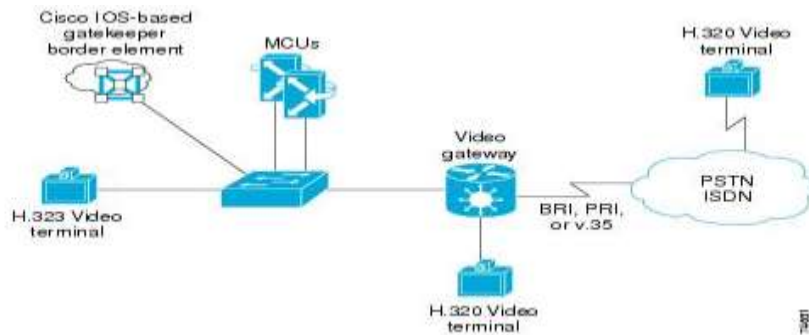
**3.3.4 Cisco system.** Cisco System es una compañía multinacional con sede en California, Estados Unidos, que se dedica a la fabricación, venta y consultoría de equipos de telecomunicaciones. Además de lo anterior presta servicios de e-learning. Cuenta con equipos de alta tecnología para videoconferencia y posee un diseño para implementarla en estándar H.323, lo que significa que las señales se envían por un direccionamiento por la ISDN. Observamos que la recomendación H.323 brinda una versatilidad en su red para implementar y adaptarlas con nuevas tecnologías.

Los dispositivos que ofrece la compañía CISCO cumplen con las necesidades para realizar videoconferencia sobre IP lo que permite tener más funcionalidad reduciendo costos por la adaptación de otras redes diferentes a IP. *“La capacidad de intercambio de datos, control remoto de cámaras y una resolución mejorada de alta fidelidad y altos codecs lo que ofrece una*

experiencia mucho mejor en videoconferencia con los criterios de valoración disponibles en la actualidad. La adopción de la videoconferencia para ahorrar tiempo de viaje y los costos se ha atribuido a un aumento en el despliegue de terminales de video y dispositivos de videoconferencia<sup>53</sup>.

**3.3.4.1 Solución CISCO para H.323.** Los componentes para llevar a cabo la recomendación H.323 se ilustran en la figura 19, donde se observan los equipos que interviene para poder realizar una conexión entre uno o más video conferencistas, por lo tanto se separa para explicar cada uno de sus componentes.

Figura 19. Red H.323 Cisco



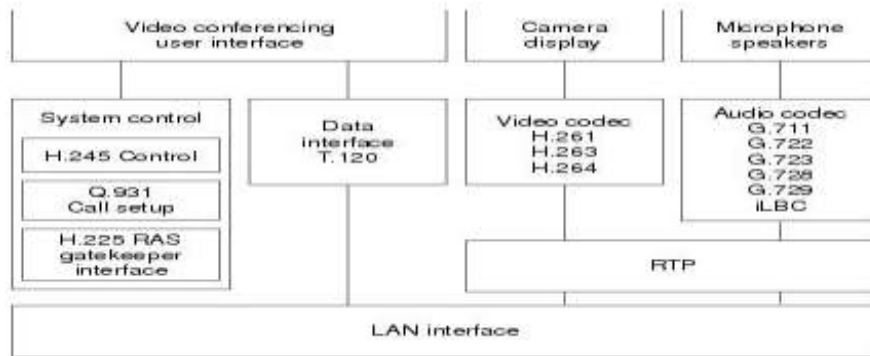
Fuente. Disponible en internet: <http://www.cisco.com/>

– Videoterminales: Estos equipos pueden ser pantallas que recrean la imagen conectados directamente a la red RDSI de video PSTN, mientras que a otros se les instala aplicaciones que operan la videoconferencia y estos a su vez pertenecen a un grupo compartido por las redes Ethernet para la conectividad de la red. La figura 20 ilustra los componentes de la recomendación H.323.

<sup>53</sup> Cisco System, Videoconferencia H.323, [en línea], Internet < <http://www.cisco.com/en/US/docs/video/cuvc/design/guides/srnd/vidintro.html#wp1033161> > [cita 07 Septiembre de 2011]



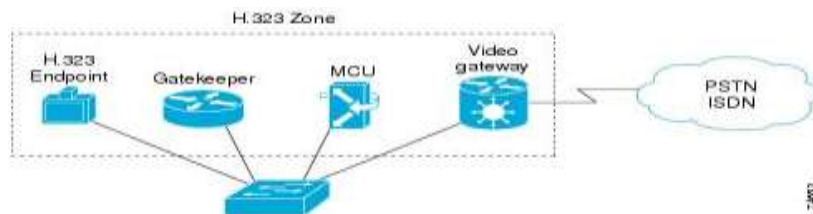
Figura 20. Componentes red H.323 Cisco



Fuente. Disponible en internet: <http://www.cisco.com/>

– Gatekeeper: Es un componente importante al establecer una videoconferencia aunque el estándar H.323 lo determina como un elemento opcional aunque es esencial para hacer sistemas de videoconferencias escalables. Este dispositivo tiene como funciones controlar, gestionar el ancho de banda, el control de admisión, la gestión de zona y el enrutamiento de llamadas. Además de estas funciones el gatekeeper proporciona las direcciones para que los terminales como los Gateways y las MCU se comuniquen. Como se sabe este dispositivo gestiona las zonas para establecer la comunicación, un ejemplo de zonas se ilustra en la figura 21.

Figura 21. Zona H.323



Fuente. Disponible en internet: <http://www.cisco.com/>

– Gateway: El gateway es un dispositivo que proporciona interoperabilidad entre los elementos del estándar H.323 lo cual permite que haya una comunicación bajo los estándares H.32x para sistemas terminales como por ejemplo el H.320 y H.321. Lo que hace un Gateway es la traducción entre los diferentes protocolos, formatos de codificación de audio y video para que puedan ser entendidos por los estándares H.32x como por ejemplo el H.320 RDSI utiliza H.221 para la señalización mientras que H.323 utiliza H.225. En definidas cuentas lo que debe hacer una puerta de enlace es traducir estos protocolos y estándares para que haya una comunicación entre los diferentes dispositivo como se ilustra en la figura 22.

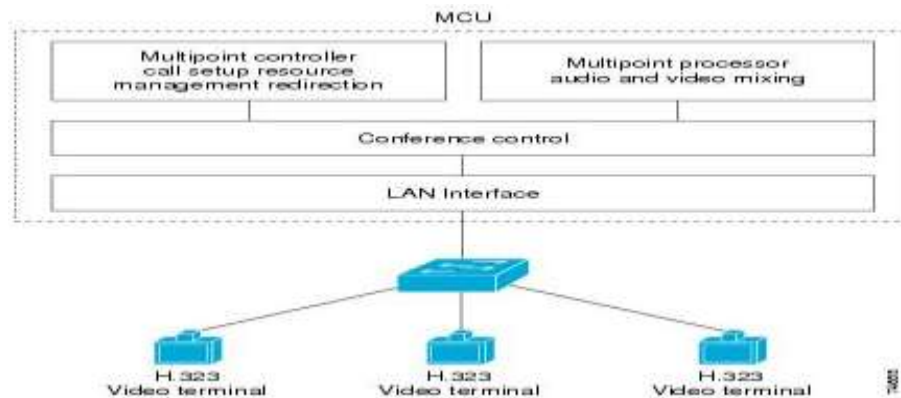
Figura 22. Protocolo de transmisión zona H.323



Fuente. Disponible en internet: <http://www.cisco.com/>

- Unidad de control Multipunto: Proporciona la conectividad entre uno o más puntos en la red para realizar la videoconferencia, esta unidad permite hasta 48 terminales dependiendo de la MCU que se cuente. La MCU posee unas características como un controlador de multipunto (MC) y un procesador multipunto (MP). La MC gestiona las llamadas y los recursos de la videoconferencia y la MP controla el flujo de datos audio y video. Las MCU permiten contactarse en cascada para tener más participantes en una misma sala. Figura 23 ilustra la función de un MCU.

Figura 23. Estructura MCU

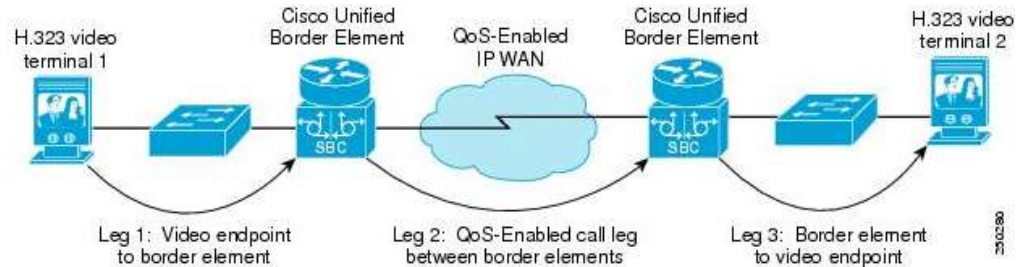


Fuente. Disponible en internet: <http://www.cisco.com/>

- Elemento de borde: Se le conoce como elemento de borde o de frontera y se utiliza en la periferia de la red con el fin de separar dos redes diferentes a demás sirve como dispositivo de demarcación. Cuando se quiere establecer o terminar una llamada el elemento de borde se encarga de unir zonas que se quieren comunicar y así tener un enlace entre las terminales de videoconferencia. Este elemento proporciona un método para identificar las redes que poseen el

estándar H.323 y lograr hacer un túnel entre los firewall y los NAT, además cumple la calidad del servicio en las zonas de inter-segmentos como se ilustra en la figura 24.

Figura 24. Llamada por un dispositivo de frontera dentro de una red WAN



Fuente. Disponible en internet: <http://www.cisco.com/>

– Equipo y software: Cisco System tiene una variedad de equipos en comunicación a demás de contar con la compra de la compañía Tandberg que es líder en comunicación de video incluyendo software en su portafolio. Cisco emplea un aplicación llamada Microsoft Communications Server 2007 para sus sistemas de videoconferencia la aplicación permite realizar una interoperabilidad con los equipos de ambas compañías. Otra aplicación que cuenta Cisco es una videoconferencia por Web llamada Webex esta es una aplicación que se hace por medio de un software directamente de los equipos de Cisco.

### 3.4 COMPARACIÓN DE SOLUCIONES

Cuando se piensa realizar una videoconferencia se deben conocer las múltiples opciones y características para tener un medio de comunicación de este tipo. Por lo general los que quieren implementar una tecnología por videoconferencia se guía por el valor económico y no se fijan en las necesidades que va a suplir.

En el presente trabajo se realizo una comparación de las diferentes formas para establecer una videoconferencia y que se ajuste a las necesidades de las entidades intervenidas Fiscalía e INPEC. La tabla 11 compara las principales características en los sistemas de videoconferencia entre software libre y propietario propuestos en el trabajo, además de la estructura que pueden tener cada una.

Tabla 11. Principales características del software y comparación de soluciones

<b>CISCO</b>	<b>OPENMEETINGS</b>	<b>BIGBLUEBUTTON</b>	<b>POLYCOM</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aplicación WEB Webex</li> <li>•Software Microsoft Communications Server 2007</li> <li>•Apoyo de Tandberg para equipos y conexiones</li> <li>•Adaptación a cualquier estándar de comunicación Video Audio</li> <li>•Llamadas por IP</li> <li>•Estándar H.323</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se basa en una aplicación web y se explora por un navegador.</li> <li>• Cuenta con 4 opciones de audio y video: audio y video, solo audio, solo video o solo foto.</li> <li>• Graba formatos AVI y FLV.</li> <li>•Permite administrar usuarios creando accesos con privilegios.</li> <li>•Realiza copias de las sesiones en formato .zip.</li> <li>•Seguridad baja por ser abierto su código.</li> <li>•Estándar H.323.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Se basa en licencias GNU (licencia pública general).</li> <li>•Su distribución es de forma gratuita.</li> <li>•Se puede instalar en Windows o Linux.</li> <li>•Existen tres funciones de usuarios: Espectador: solo puede ver y chatear. Presentador: puede subir y compartir escritorio. Moderador: puede compartir escritorio y agregar o rechazar participantes.</li> <li>•Seguridad baja por ser abierto su código.</li> <li>•Estándar H.323.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ideal para llamadas de alto y bajo ancho de banda.</li> <li>•Llamadas por IP o SIP y VSX web.</li> <li>•Audio Polycom stereo surround.</li> <li>•Permite compartir presentaciones, archivos de video e imágenes.</li> <li>•El modo de seguridad se basa en protocolo TLS 1.0.</li> <li>•Multiplataforma</li> <li>•Adaptación a cualquier estándar de comunicación Video Audio</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Seguridad por servidores de la aplicación o por medio de los router si utiliza videoterminales como PC.</li> <li>•Capacidad de grabación si es por la aplicación directamente a sus servidores y por videoterminales con elementos externos que cumplan esa función enfocada hacia la telepresencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Comunicación teniendo acceso a internet por medio de PC.</li> <li>•Cualquier sistema operativo, solo necesita un explorador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Grabación por medio de BigBluebutton 0.8 diapositivas, audio y charlas.</li> <li>•Utilizado para videoconferencias para estudiantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Seguridad por medio de equipos externos a los videoterminales.</li> <li>•Estándar H.264.</li> <li>•Seguridad por equipos externos (firewall, NAT, Servidores de seguridad), codificación AES, control acceso remoto, puerto de acceso a la web y activación en su videoterminal en modo de seguridad.</li> <li>•Videoterminal propia adaptable a PC otros equipos de video como pantallas, videobeam.</li> </ul>
Fuente: Propia.			

#### **4 VIDEOCONFERENCIA SUGERIDA PARA EL SISTEMA PENAL ACUSATORIO**

Las videoconferencias en la rama judicial ya están siendo implementadas tanto por la Fiscalía como por el INPEC pero no tiene una entre las dos entidades. Lo que se busca con el trabajo es innovar y diseñar un entorno entre las dos instituciones públicas y que puedan suplir los traslados por un sistema de videoconferencia. De acuerdo con el estudio se realizó como primera medida los requerimientos mínimos que exige el consejo superior de la judicatura y las leyes colombianas, luego se hace una comparación entre los productos elegidos anteriormente mencionados buscando seguridad, compatibilidad, versatilidad entre otras características principales. Bajo estos criterios se sugiere un sistema para realizar videoconferencias tanto para codificación como para comunicación.

Basados en el estudio se hace la selección de dos estándares; H.323 y H.264. Aunque el estándar H.323 se considera de calidad media baja, se pueden mejorar con dispositivos que permita aumentar la seguridad con una buena tasa de transmisión. En el mercado del software no es muy común encontrar aplicaciones que trabajen sobre redes ATM, lo que hace más difícil encontrar un software para videoconferencia. Por tal motivo se escoge software para redes IP seleccionando dos aplicaciones para videoconferencia que soportan cualquier recomendación independiente del formato de video y audio que se quiera codificar. Las compañías POLYCOM y CISCO SYSTEM proveen una gran versatilidad en sus servicios en los estándares H.264 para codificación y H.323 para la comunicación. Cada compañía ofrece versatilidad y calidad en el servicio, para elegir entre uno o el otro está en el presupuesto que se le asignen.

##### **4.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA UNA DE LAS APLICACIONES**

En el estudio se encuentran ventajas y desventajas de cada una de las soluciones teniendo en cuenta equipos, redes y demás factores que intervienen al diseñar e implementar un sistema de videoconferencia. Más específicamente se observarán los beneficios que se pueden obtener implementar cada una de las soluciones al realizar una diligencia judicial.

Lo que más preocupa a una entidad, empresa o persona que adquiera un sistema de videoconferencia es el costo que pueda tener y cumple con las expectativas de las empresas. Las aplicaciones Open Source tiene como ventaja su licencia que es gratuita y de acceso por cualquier persona o entidad. Las aplicaciones OpenMeetings y BigBluetton poseen una característica en común que graban la videoconferencia para que más adelante las puedan volver a observar ya que estas aplicaciones son utilizadas en algunas entidades educativas.

En el caso de las compañías que prestan el servicio de videoconferencia brindan un soporte en sus equipos además que ofrecen una garantía en la prestación de sus servicios. Cada compañía brinda soluciones integrales para el servicio de videoconferencia como grabación, seguridad, confidencialidad y soporte en línea entre otros servicios. La gran diferencia entre las aplicaciones tanto open source como propietarios es que las compañías que venden este servicios cuentan con un respaldo que aseguran que los equipos y redes estén funcionando y que si algo ocurre tienen personal capacitado que pueden solucionar los inconvenientes que pueden tener en el momento.

Para el caso de Polycom sus dispositivos pueden adaptarse a diferentes protocolos de comunicación lo que hace versátil la implementación de sus elementos. Son muchos los equipos que se pueden adaptar a los sistemas de videoconferencia para mejorar la comunicación como son los firewall, routers, módems, equipos de audio y video que son fabricados por la misma compañía y poseen su propio software.

**4.1.1 Ventajas.** Cada aplicación cuenta con ventajas que se irán describiendo en este párrafo para que se tenga una idea clara de cada uno de los sistemas ya mencionados. En el caso de OpenMeting y BigBluetton son aplicaciones que son totalmente gratuitas que poseen servicios de grabación durante la videoconferencia, además de compartir archivos en línea lo que hace una herramienta útil sin pagar alguna licencia o comprar equipos de gran costo para realizar una audiencia en tiempo real. Otra ventaja de estas aplicaciones que solo con tener un PC con cámara web y una conexión a internet pueden acceder a la plataforma y así ingresar a la videoconferencia en línea.

En el caso de las compañías Polycom y Cisco poseen una trayectoria en soluciones de redes de comunicación además que poseen equipos avanzados que permiten realizar videoconferencias de alta calidad bajo diferentes redes como IP o ATM entre otras con diferentes estándares de codificación de audio y video. Otra ventaja es que sus equipos poseen sistemas de seguridad que no permiten que usuarios externos tengan acceso a la red.

Las ventajas son notables en cada uno de los sistema la diferencia es el uso que se le quiera dar y las necesidades que se tengan además del presupuesto. En el caso de las audiencias virtuales para el sistema penal acusatorio es que se puedan grabar y ser de alta calidad, pero lo más importante es la seguridad en la red que debe ser confidencial y de solo acceso a la rama judicial.

**4.1.2 Desventajas.** La desventaja que posee el sistema de videoconferencias Open Source es que son redes no confiables ya que se comunican por medio de cualquier equipo que tenga acceso a internet. Para el caso de OpenMeetings y BigBluetton son aplicaciones que solo funcionan por medio de protocolos IP y no se pueden adaptar a otro tipo de red.

En el caso de Polycom es que son equipos costosos para empresas grandes que eviten el traslado de sus empleados y no para pequeñas empresas que no justifican un gasto de este tipo. Para Cisco System poseen la misma desventaja que Polycom además que sus equipos de videoconferencia funcionan con licencias de Microsoft que aumentan la adquisición de sus videoterminales. Los que adquieren estos sistemas de comunicación deben contar con un presupuesto bastante alto que demande este gasto y que suplan la necesidad de los traslados.

**4.1.3 Relación Costo-Beneficio** Para poder hacer la relación costo-beneficio se deben evaluar todos los factores que interviene a la hora de ejecutar un proyecto, en este caso se tiene encuentra que son dineros públicos por lo que no se quiere incurrir en inversiones innecesarios. Cuando se toman decisiones de este tipo hay que tener en cuenta otros factores que en el análisis no los toma y que pueden afectar la decisión como son la seguridad, la satisfacción del cliente entre otras. Los costos por traslados en el 2009 le costaron al erario público alrededor de los 7 mil millones de pesos, entre estas cifras esta el traslado de un extraditible que tiene unos gastos administrativos que puede llegar a los 100 millones de pesos<sup>54</sup>. El INPEC está utilizando este medio para bajar los estas cifras por traslados. Estas cifras están relacionadas por costos de logística, policía (aérea y terrestre), personal del INPEC, lo que indica que estos gastos se pueden mitigar acudiendo a la tecnología.

En base a estos datos se hace una relación de los gastos que tiene cada una de las aplicaciones y se comparara con el beneficio que puede obtener al adquirir un videoterminal. Para el caso de las aplicaciones Open Source tanto para Openmeetings como para Bigbluebutton los costos son bajos ya que solo se necesita un PC con cámara web y acceso a internet.

Los costos de un equipo que contenga las siguientes características un procesador core i5, RAM de 4Gb, sistema operativo Windows 7, tarjeta de video Geforce GTS 450 de un 1Gb y camara web Microsoft HD 720p no sobre pasa los tres millones de pesos. En comparación de los costos que se

---

<sup>54</sup> Al año el estado gasta 7.000 mil millones de pesos en traslados de reclusos. Bogotá: Noticias RCN[Online]. febrero de 2011 [citado 9 septiembre, 2011]. Disponible desde internet:<[http://www.canalrcnmsn.com/content/al\\_año\\_el\\_estado\\_gasta\\_7000\\_millones\\_de\\_pesos\\_en\\_traslado\\_de\\_reclusos](http://www.canalrcnmsn.com/content/al_año_el_estado_gasta_7000_millones_de_pesos_en_traslado_de_reclusos)>

tiene como traslados el gasto serian inferiores así se haga renovación de licencia por el sistema operativo, pero se puede suplir si se coloca un sistema operativo gratuito como Linux Ubuntu que también es de distribución gratuita.

En el caso de las compañías Polycom y Cisco son videoterminales fabricadas para el servicio de videoconferencias, lo que hace que la adquisición de alguna de ellas sea de mucho más valor que las open source. En el caso de Polycom con su equipo VSX 7000 tiene un costo aproximado de los cuatro mil dólares sin contar con los demás dispositivos como firewalls, routers que hacen que la red de comunicación sea mucho más costosa. Para los videoterminales Cisco VC3530 IP adaptador terminal, MCU 3515, routers, switch y software esta alrededor de los siete mil dólares sin contar con los demás dispositivos que se nombraron anteriormente en la sección de cisco.

Conociendo los datos de los costos de las implican realizar una videoconferencia se puede decir que la mejor opción es Polycom, estos valores pueden varias dependiendo del proveedor y del movimiento del dólar en el mercado. Haciendo una relación entre el costo de utilizar la videoconferencia open source o el propietario tiene como beneficio que el gasto por traslados serán muchos más bajos.

Tabla 12. Resumen de costos de las aplicaciones

<b>Aplicaciones</b>	<b>Características</b>	<b>Equipos</b>	<b>Costo</b>
OpenMeeting	Open Source, conexión a internet, por niveles, intercambio de escritorio. S.O Windows. H.323, grabación.	Dell Vostro 460, procesador Intel® Core™ de segunda generación i5, Windows® 7 original, tarjeta grafica Intel® HD, disco 3Tb, hasta 16 Gb de memoria RAM DDR3	Cotización la página de internet de Dell para Colombia. Incluye impuestos de importación. \$1.799.009 pesos sin IVA Fecha de cotización 23/01/2012
Bigbluebutton	Open source, conexión a internet, S.O Ubuntu, Windows, H.323, grabación.		
Polycom	Software people+content, seguridad, soporte, IP, RDSI, controles, videoterminal, modulo de cuatro conductores BRI. H.264, H.323	VSX 7000	TestEquipment connection \$3.682.00 dólares sin impuestos y gastos de envió. Fecha de cotización 23/01/2012 Valor varía del distribuidor



Tabla 12. (Continuación)

Cisco	Software Microsoft Communications Server 2007, IP, H.323,	videoterminal VC2530 MCU 3515,	Sercomtel \$ 6.450 dolares sin gastos de envío e impuestos. Fecha de cotización 23/01/12 El valor varía dependiendo del distribuidor
-------	---	--------------------------------	--

**4.1.4 Recomendación basada en el estudio.** A lo largo del trabajo se ha descrito cada uno de los posibles diseños para las audiencias virtuales basadas en software y los equipos necesarios para que se pueda establecer un medio de comunicación. En base a las ventajas, desventajas la inversión por costos se sugiere el software y hardware POLYCOM, por la versatilidad y comodidad en sus equipos, a demás que los dispositivos como los VSX se pueden adaptar fácilmente a las redes que tienen la Fiscalía e INPEC. En comparación con las aplicaciones gratuitas no son del todo seguras y no se tiene un respaldo en cuanto a soporte y garantía al utilizarlo, a demás no cumplen con una versatilidad en estándares de audio y video. Esta recomendación esta al rededor de los diez mil dólares pero en comparación a los gastos por traslados es muy económica y de alta duración.

En relación con CISCO SYSTEM es una gran compañía y de mucha trayectoria en las comunicaciones y brinda las mismas ventajas que la compañía POLYCOM lo único es que el software de videoconferencia es suministrado con licencia por Microsoft y esto genera unos gastos adicionales.

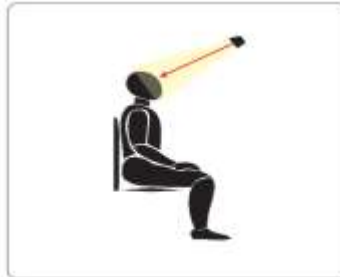
## 4.2 INFRAESTRUCTURA PARA LA REALIZACIÓN DE AUDIENCIAS VIRTUALES

En relación con CISCO SYSTEM es una gran compañía y de mucha trayectoria en las comunicaciones y brinda las mismas ventajas que la compañía POLYCOM lo único es que el software de videoconferencia es suministrado con licencia por Microsoft y esto genera unos gastos adicionales.

**4.2.1 Sala o recinto.** La sala para realizar videoconferencia se debe acondicionar acorde con las instalaciones de la Fiscalía General de la Nación y el centro de reclusión.

**4.2.2 Posición del Sujeto.** Independientemente de los personajes que interviene debe adoptar una posición erguida y fijación a la cámara, con sillas cómodas.

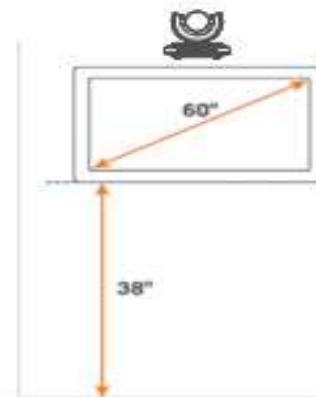
Figura 25. Posición



Fuente. Lifezise

**4.2.3 Pantalla o Proyector.** Cuando se realiza una videoconferencia hay otra serie de dispositivos que se pueden adaptar al dispositivo central de salida de la imagen, como un proyector o Televisor.

Figura 26. Pantalla externa

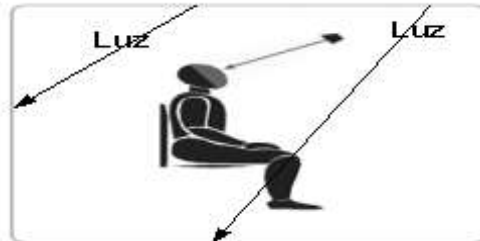


Fuente. Lifezise

**4.2.4 Audio.** Para tener un sonido nítido la sala debe ser simple en lo posible no tener superficies dura o planas que afecten la acústica y los niveles deben estar entre los 45 y 60 dB. En relación a este debe contar con un equipo de sonido de acuerdo con el estándar de audio.

**4.2.5 Iluminación.** La habitación debe contar con una iluminación de luz blanca fría, colocada de tal forma que no presente sombras que afecten la imagen.

Figura 27. Iluminación



Fuente: Propia

**4.2.6 Hardware.** Para que la videoconferencia funcione se deben instalar una serie de dispositivos de red para que haya comunicación entre los nodos como se han descrito anteriormente. Dependiendo del estándar sugerido por la UIT-T para videoconferencias se deben utilizar los equipos para ese mismo estándar por qué no todos los equipos pueden ser compatibles con el medio de comunicación y el que soporten el estándar de video y audio que se quiere realizar.

En el caso de las audiencias por videoconferencias se utiliza el estándar H.264 para codificación sobre redes IP estándar H.323, para ello se utilizaran equipos como routers, videograbador entre otros. Como se va a utilizar equipos Polycom en las estaciones o nodos, se utilizaran equipos de redes de la misma marca.

La tabla 13 describe la red para videoconferencia y los equipos necesarios para que el sistema cumpla con todos los requerimiento establecidos por la UIT-T. Los equipos mencionados hacen parte del diseño de la estructura para las audiencias virtuales, pero se deja claro que los equipos sugeridos en el diseño no son esenciales, son elementos sugeridos por el fabricante si la red es nueva y no posee ninguna clase de equipos.

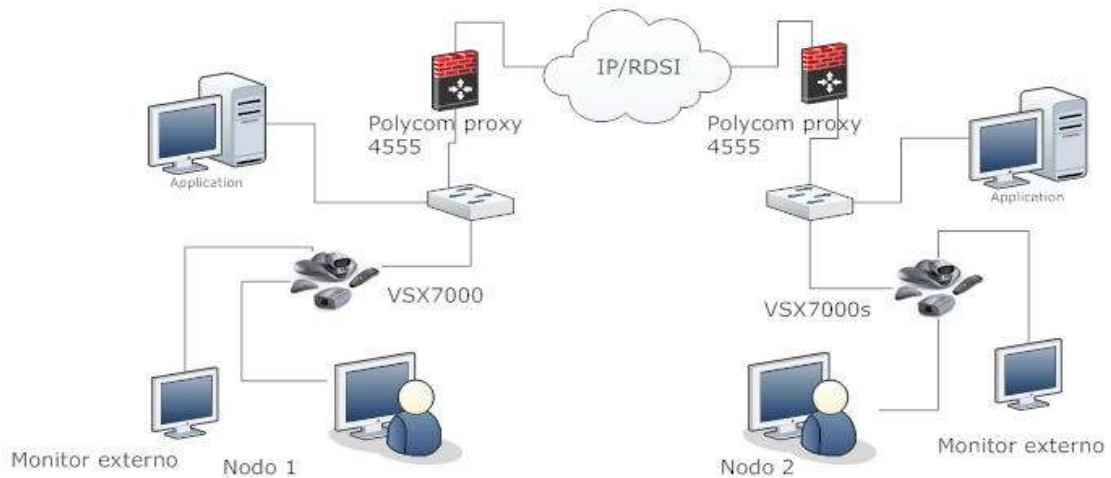
El equipo VSX 7000 es compatible con cualquier tipo de hardware lo que permite tener una instalación más rápida si ya se cuenta con enrutadores y servidores.

Tabla 13. Hardware para un terminal

Nombre	Referencia	Observaciones	costo
Router	Polycom Video proxy 4555 (se puede utilizar como router)	Compatible con la versiones HDX y VSX Polycom	\$2.300
Video	VSX 7000	Versatilidad en la configuración y redes	\$3.682
Videograbador	TLC-MDR 751ZB	4 canales de video, compresión de video H.264	\$350
Sistema de audio	Parlantes Yamaha NX-S120 6.1	Conectores RCA con salida 100W	\$265
Total			\$6.597
Fuente: Propia			

Nota. Todos los valores están dados en dólares y pueden variar con el mercado y el proveedor.

Figura 28. Posible diseño de la red para el sistema penal acusatorio



Fuente: Propia

En la figura 33 se ilustra la posible red para el sistema penal acusatorio con equipos de red del mismo fabricante, pero el VSX 7000 es compatible con cualquier otro dispositivo de red.

## 5 MANUAL USO DE LA VIDEOCONFERENCIA

Para que la videoconferencia cumpla con el objetivo se debe operar de la mejor manera posible por lo tanto se hace un manual con los cuidados y métodos para realizar una videoconferencia sin ningún problema y para que la persona pueda operar la aplicación. Este software es de interfaz muy simple en donde realiza una llamada de enlace dando la ubicación de la otra terminal y los equipos se encargan de establecer la llamada a través de la red.

### 5.1 POSICIÓN DEL DISPOSITIVO

El dispositivo posee unos terminales autoadhesivos inferiores que permiten ubicarla en la parte superior de la pantalla o en un soporte que le brinde una buena ubicación hacia el usuario.

Figura 29. Posición del Dispositivo



Fuente. Polycom

### 5.2 INGRESAR AL SISTEMA

El sistema tiene una serie de pasos que se deben hacer para poder iniciar la conexión del dispositivo. Lo primero es tener acceso a la conexión de la red local, luego se realiza llamada por IP o SIP dependiendo de la configuración del equipo o la red, lo siguiente es utilizar el servidor de directorio global para buscar una conexión guardada en el directorio.

### 5.3 CONEXIÓN

Los equipos al ser encendidos por primera vez detectan las redes IP y RDSI, lo que permite al dispositivo guiar al usuario para que configure el dispositivo dependiendo de la red detectada. Antes de configurar las opciones de red se debe asegurar que la red esté preparada para realizar sistemas de videoconferencia.

**5.3.1 Conexión a la LAN.** Los sistemas VSX pueden conectarse a una LAN para hacer llamadas IP o SIP y este sistema se conecta con el fin de utilizar el servidor de directorio global. Se utiliza el VSX Web o people+Content Polycom para establecer una conexión, estos son sistemas que posee el proveedor para los dispositivos VSX y ser utilizados por el usuario a su gusto.

**5.3.2 Conexión a otras redes.** Los dispositivos VSX tiene la opción de conectarse a otro tipo de redes por que en su diseño contienen las diferentes interfaces para su conectividad.

- BRI Conexión a redes RDSI mediante máximo cuatro líneas BRI.
- Interfaz de acceso primario (PRI) permite establecer una conexión con una red RDSI mediante una línea PRI.
- V.35/RS-449/RS-530 permite la conexión a una red de otro fabricante, incluso a equipos de codificación y marcadores RS-366.

Los equipos VSX7000 y VSX7000s poseen estas interfaces lo que permiten ser adaptadas a otras redes sin ningún problema.

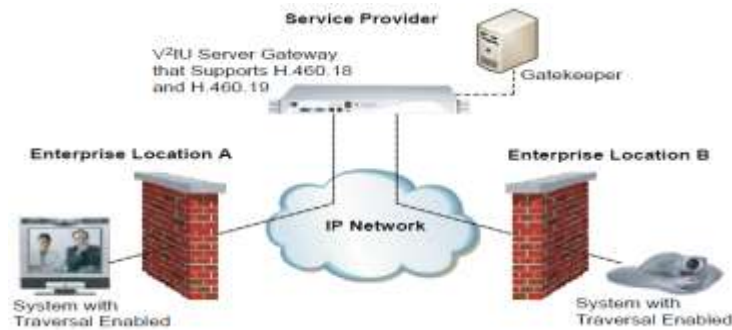
**5.3.3 Preparación de la red.** Para que el dispositivo funcione de una manera eficiente y sin problemas se debe prepara la red para que tenga una comunicación entre los nodos y estos a su vez cumplan con la seguridad que deben tener para realizar videoconferencias y para el caso en particular de las audiencias del sistema penal acusatorio. La red no debe presentar ningún problema porque puede atrasar las demás audiencia agendadas, igualmente el fiscal deberá programarla nuevamente la audiencia. Por lo tanto en la tabla 14 se ilustra la comprobación de la red dependiendo de la que se disponga.

Tabla 14. Lista de comprobación de la red

Si	Esta información	Debe proporcionarla
El sistema utiliza una dirección IP estática	Dirección IP	El administrador de red, el proveedor de servicios IP
	Nombre del sistema	
La red utiliza un gatekeeper	Dirección del gatekeeper	El administrador de red, el proveedor de servicios IP
El sistema está protegido por un servidor de seguridad	Información del servidor de seguridad	El administrador de red, el proveedor de servicios IP
Utiliza BRI,PRI, V.35/RS-449/RS-530	Dirección RDSI para PRI, BRI o V.35/RS-449/RS-530	Proveedor de servicios RDSI
Utiliza RDSI	Protocolo de comunicación RDSI	Proveedor de servicios RDSI
Fuente: Polycom Guía del administrador para la serie VSX Versión 8.5 <a href="http://support.polycom.com/global/pw_item_show_doc/1,1276,2064,00.pdf">http://support.polycom.com/global/pw_item_show_doc/1,1276,2064,00.pdf</a>		

**5.3.4 Configuración por servidor de seguridad o NAT.** Lo que se busca es la seguridad de la red ya que la información debe ser totalmente confidencial para ello se puede utilizar un servidor de seguridad, por ser entidades estatales además de ser judiciales no brindan información de los equipos que poseen en la red lo hace suponer que la Fiscalía y el INPEC poseen este servicio por la complejidad de la información que poseen. Lo que hace un servidor de seguridad es el tráfico de información que circula por la red y protegiéndola de información no admitida que puede provenir de otras redes. Si la videoconferencia funciona con equipos para H.323 este servidor debe ser configurado para que la red externa sea admitida por el servidor y que la función sea viceversa como se ilustra en la figura 26.

Figura 30. Conexión con firewalls Polycom



Fuente. Polycom

#### 5.4 REALIZAR LLAMADA

El equipo cuenta con un control con el que se puede manejar todo el sistema, lo primero es presionar el botón hacer llamada, seleccionamos de llamada en agregar, seleccionar el punto de comunicación asignándole una IP, se le asigna una velocidad, para finalizar se oprime colgar.

Para realizar una llamada se debe conocer la configuración de la red, con el fin de configurar las opciones de red del VSX porque si se configura con sistema diferente a la red este dispositivo nunca podrá establecer la llamada y no tendrá comunicación alguna con el nodo de destino.

En la figura 27 se ilustra el control con cada uno de las funciones que se pueden manipular de manera fácil y rápida para que cualquier persona pueda hacer una llamada. En la figura 28 se ilustra la imagen de la interfaz para establecer una llamada por el dispositivo VSX.

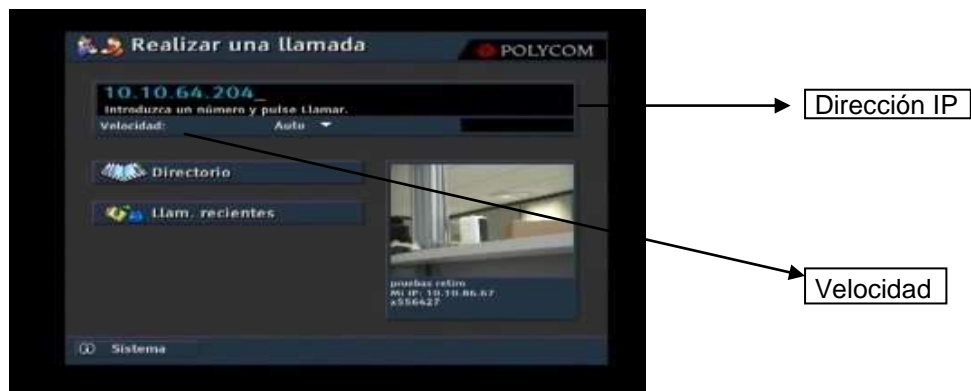
Figura 31. Control remoto VSX

**Control remoto de la serie VSX**



Fuente. Polycom

Figura 32. Realizar llamada



Fuente. Polycom



## 5.5 OTRAS OPCIONES

Se puede realizar una llamada rápida, buscando el menú llamadas recientes o una llamada automática solo presionando el botón del control del directorio de mando, buscamos el punto a conectarnos y se oprime llamar.

## 5.6 AÑADIR UNA NUEVA ENTRADA

Se selecciona nueva entrada y se le asigna un nombre, una dirección RDSI o IP, y se selecciona velocidad como se ilustra en la figura 29.

Figura 33.Nueva entrada.

The image shows a screenshot of a Polycom device's user interface for adding a new speed dial entry. The screen is titled "Nueva anotación" and contains the following fields and controls:

- Nombre:** A text input field for the name of the entry.
- Número:** A numeric input field with a "34" prefix and a "-" separator.
- Tipo de llamada:** A dropdown menu.
- Velocidad:** A dropdown menu set to "Auto".
- Número IP:** A text input field with a yellow highlight.
- Extensión:** A text input field.
- Velocidad:** A dropdown menu set to "Auto".
- Guardar:** A button at the bottom left.
- Navigation:** Left and right arrow buttons at the bottom right.

Three arrows on the right side of the screen point to three boxes labeled "Nombre", "Dirección IP/ISDN", and "Velocidad", indicating the fields being highlighted in the text.

Fuente. Polycom

## 6 CONCLUSIONES

El propósito de este trabajo fue desarrollar un diseño que se ajustara a la legislación colombiana y que cumpliera todas las especificaciones que exige el código de procedimiento para realizar videoconferencias y disminuir los traslados de las personas que se encuentran en un centro carcelario. Para ello se diseñó un sistema de videoconferencia entre la Fiscalía General de la Nación, la Cárcel Modelo y penitenciaria la Picota.

Para lograr que este trabajo tuviera validez se hicieron una serie de pasos con diferentes redes y sistemas de codificación de audio y video comparándolas entre sí buscando la mejor opción que se adapte a normas colombianas y a las entidades estudiadas. Se tuvo en cuenta los valores económicos y características según el acuerdo sacando cuatro opciones, dos que fueran Open Source y dos aplicaciones propietarias. Se hizo de esta manera para que tuviera un equilibrio entre las aplicaciones que se encuentran en el mercado y que se pueden adaptar con otros dispositivos y confrontarlos con los dispositivos que brindan las empresas dedicadas a la comunicación específicamente la videoconferencia.

Por último se hace una recomendación en base a las comparaciones y al costo de cada sistema de videoconferencia con su respectivo manual de uso básico y la adecuación de un recinto que brinde todas las garantías para que una audiencia virtual se lleve a cabo bajo la ley colombiana.

### **6.1 SOBRE LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA LA REALIZACIÓN DE UNA AUDIENCIA PÚBLICA O CERRADA DENTRO DEL SISTEMA PENAL ACUSATORIO**

Luego de realizar la revisión de la literatura se determinaron dos tipos de condiciones para poder realizar videoconferencias en el sistema penal acusatorio. La primera condición es la parte legal, complementada por la parte tecnológica. Analizando las condiciones legales, se encuentra que el acuerdo 2785 de 2004 determina las condiciones de procedimiento para la realización de audiencias por la rama judicial. Dicho acuerdo permite realizar una audiencia virtual, mediante el uso de videoconferencia, además los pasos a seguir como el registro del caso, realizar el registro del software y hardware necesario, anotar los hechos relevantes y realizar las copias de seguridad que conduzcan a trámites posteriores.

Por otro lado, las condiciones tecnológicas están relacionadas con parámetros de la transmisión tales como la resolución de la imagen, la fluidez del video el sonido y los mecanismos de codificación. La resolución que debe tener como mínimo de 640x480 píxeles para tener una

imagen de calidad óptima. La fluidez del video debe ser mínimo unos 15 cuadros por segundo con un ancho de banda de 128 Kbps y el audio debe ser nítido cumpliendo con la norma G.711.

Adicionalmente, es importante contar con los equipos adecuados, tales como micrófonos y altavoces que permitan el buen entendimiento de los intervinientes que debe estar entre los 45 y 60 dB y no se produzca eco. Otro aspecto importante a tener en cuenta, es el recinto o sala que se debe adecuar con una iluminación de luz blanca fría que no presente sobras que afecten la imagen, sillas cómodas para los intervinientes en la audiencia además de los otros periféricos externos que se requieran como pantallas, videobeam, grabadoras, DVD.

## **6.2 SOBRE LAS IMPLEMENTACIONES ANALIZADAS**

Para dar una solución en el diseño de la videoconferencia se analizaron dos aplicaciones que se encuentran en el mercado, dos de tipo Open Source y dos propietarias. Cada uno tiene unas características específicas que diferencian las aplicaciones para establecer una videoconferencia.

Lo que se busca con el estudio es diseñar un sistema de videoconferencia que se ajuste a la rama judicial con todos los aspectos técnicos y legales comparando varias aplicaciones que se encuentran en el mercado teniendo en cuenta seguridad, costos, grabación, codificación de audio y video y una red de comunicación confiable.

En la categoría de Open Source se estudiaron dos aplicaciones. Una de ellas es el OPENMEETINGS. Esta aplicación tiene como interfaz un navegador WEB. Dentro de las características más importantes están la de realizar grabaciones, guardadas en formatos AVI y FLV, opciones de audio, crear accesos privilegiados, realizar copias formato .Zip y estándar H.323. La segunda aplicación analizada es BIGBLUEBUTTON. Este software utiliza un navegador WEB, con licencia GNU y se adapta a la aplicación moodle e igual que la anterior es utilizado en aulas educativas entre sus características esta varias funciones de usuario, compartir escritorio y estándar H.323

En la modalidad de propietario se estudiaron dos aplicaciones people+content que viene el equipo VSX 7000 de Polycom que es una herramienta completa que solo se debe conectar a la red y configurar el equipo para que pueda ser identificado por el otro videoterminal. Cisco system con software Microsoft Communications Server 2007 que se le debe instalar al equipo terminal y a este hay que pagarle una licencia. Esta compañía se especializa en redes y la videoconferencia se centra en redes por IP. También poseen una aplicación propia que tiene como nombre Webex que es un una aplicación que corre sobre un navegador. Algunas de sus características es tener

reuniones en línea y acceso móvil compartiendo el escritorio para presentaciones. La otra compañía es POLYCOM que experta en tecnologías de la comunicación y una de sus especialidades es la videoconferencia con una variedad de equipos que se pueden ajustar a las necesidades del cliente. Tienen su propio software y sus equipos se pueden adaptar a diferentes entornos de red, esto quiere decir que puede trabajar estándares como son la H.323, H.310, H.264 entre otros, para Cisco utiliza el estándar H.323, H.310.

### **6.3 SOBRE LA EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS SOLUCIONES**

A lo largo de la investigación se realiza una comparación de las diferentes aplicaciones basándose en el costo de las implementaciones y las principales características que posee cada una con respecto a la otra. Cuando se realiza la comparación se establece que el Open Source es de fácil acceso y no hay que pagar por una licencia de utilización. La mayoría de las aplicaciones que son Open Source son diseñadas para que trabajen sobre protocolos IP, por lo que los programadores buscan llegar a cualquier persona y el mejor medio es la internet y el video puede llegar a ser de mala calidad, ya que esto depende del ancho de banda que se tenga y sistema de codificación.

En comparación con las aplicaciones propietarias de Polycom y Cisco cuentan con versatilidad en protocolos de comunicación y el sistema de codificación tanto para audio y video. La videoconferencia que prestan con sus aplicaciones y dispositivos mejora la calidad de la imagen y respaldan sus equipos con un equipo técnico que está dispuesto a solucionar problemas que se puedan presentar a la hora de instalar una comunicación de este tipo.

Teniendo en cuenta todos los factores en contra y a favor de cada aplicación se analiza que el sistema propietario cumple el diseño para realizar audiencias virtuales entre la Fiscalía General de la Nación y el INPEC y entre las dos aplicaciones se hace la elección por Polycom por sus videoterminales, costos de instalación y múltiples aplicaciones, además por los protocolos de comunicación y sistemas de codificación de audio y video.

### **6.4 DEL SISTEMA RECOMENDADO**

Las videoconferencias pueden ser adaptadas a diferentes redes tales como IP, ATM o RDSI. El sistema recomendado se diseñó bajo el estándar H.323 lo que permite realizar videoconferencias sobre las redes de la Fiscalía General de la Nación e INPEC. Se toma esta decisión debido a que IP se puede configurar con las redes existentes de la Fiscalía e INPEC. Por otro lado se tiene que el estándar H.264 genera un video es de alta calidad y de bajo consumo de ancho de banda, esto permite que la videoconferencia cumpla con los requisitos para la realización de audiencias según el acuerdo 2785 de 2004. Los equipos POLYCOM con su software permiten la implementación de

videoconferencia con la más alta calidad, ya que los equipos VSX 7000 trabajan sobre el estándar H.264 que es codificación de alta calidad y de bajo consumo de ancho de banda además con el estándar G.711 de audio. El sistema recomendado se basó en la comparación de las diferentes aplicaciones teniendo en cuenta seguridad, formato de video y audio, protocolo de comunicación, herramientas y costo por adquisición. En cuanto a los demás dispositivos como firewall que posee Polycom VBP 4555 tiene la facultad de prestar servicios de firewalls trasversal compatibles con las versiones VSX que cumplen la función de proteger y permitir las llamadas. Además cuenta con cuatro puertos Ethernet switch gestionando soporte VLAN. Al adquirir equipos de la misma marca se tiene una mayor compatibilidad entre ellos, esto no quiere decir que las demás marcas no son compatibles si no que es posible que tengan problemas de comunicación pero esto se puede solucionar configurando los dispositivos.

## ACRÓNIMOS

ACELP:	algebraic code excited linear código algebraico lineal de salida
ADPCM:	adaptative pulse code modulation verificación de error de encabezado
ALL:	ATM, adaptador, layer capa de adaptación ATM)
API:	application programing interface interfaz de programa de aplicación
AVC:	advanced video códec códec de video avanzado
AVI:	audio video interleave contenedor de audio y video
ATM:	asynchronous transfer mode modo de transferencia asíncrona
B-ISDN:	integradet services digital network band red digital de servicios integrados de banda ancha
BIT:	binary digit digito binario
BRI:	basic rate interface interfaz de velocidad básica
BSA:	bussiness software Alliance alianza software negocio
CBR:	constant bit rate tasa constante de bit
CIR:	comitted information rate Tasaconsignada de información
CLP:	cell loss priority tasa consignada de información
CODEC:	codificador/decodificador
CPU:	central processing unit unidad central de proceso
CRC:	cycle redundancy check verificación cíclica de redundancia

D2MAC:	multiplex analig components Multiplexaje analógico de los componentes
DB:	decibeles
DLC:	data link control control de enlace de datos
DMZ:	demilitarized zone zona desmilitarizada seguridad informática
DNA:	digital network architecture arquitectura de red digital
DVI:	digital visual interface interfaz visual digital
ENPOIN:	software de protección
FCS:	frame check sequence frecuencia de verificación de trama
FLV:	flash video video flash
GFC:	generic flow control control genérico de flujo
HD:	high definition alta definición
HEC:	header error check verificación de error de encabezado
HTTP:	hypertext transfer protocol protocolo de transferencia de hipertexto
IEEE:	Institute of Electrical and Electronics Engineers Instituto de Ingenieros de Electricidad y Electrónica
INPEC:	Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario
IP:	internet protocol protocolo internet
ISDN/RDSI:	integradet services digital network red digital de servicios integrados
ITU-T:	International Telecommunication Unión Telephony Unión internacional de Telecomunicaciones-Telefonía
JPEG:	joint photo graphic experts group grupo conjunto de expertos en fotografía

LAN:	local area network red de área local
LCI:	logic cannel identifier identificador de canal lógico
MC:	control de multipunto
MCU:	multipoint control unit unidad de control multipunto
MP:	control flujo de datos
MPEG:	moving picture experts group grupo de de imágenes en movimiento
OSI:	open system inter conection Interconexión de sistemas abiertos
NAT:	network address translation traductor de dirección de red
NIC:	network interface card tarjeta de interfaz de red
NNI:	network to network interface Interfaz de red a red
NTSC:	National Television System Committee Comisión Nacional de Sistema de Televisión
PAL:	phase alternating line línea de fase alternada
PRI:	primary rate Interface Interfaz de velocidad primaria
PSTN:	publics wiched telephone network conmutación de la red pública telefonía
PVC:	permanent virtual circuits circuitos virtuales permanentes
QoS:	quality of service calidad de servicio
RAS:	registro, admisión, situación conjunto de estándares gráficos
RSTP:	rapids panning tree protocol protocolo de flujo de datos en tiempo real



RTP:	real-time transport protocol protocolo transporte en tiempo real
SECAM:	séquentiel couleur à mémoire color secuencial con memoria
SIP	sesión initiation protocol protocolo de iniciación y señalización
SPOA:	sistema penal oral acusatorio
SSL:	secure sockets layer protocolo de capa de conexión segura
SVGA:	super video graphics array matriz grafica de super video
TCP:	transmisión control protocol protocolo de control de transmisión
TIC:	tecnologías de la información y la comunicación
TDM:	time división multiplexing multiplexaje por distribución de tiempo
UDP:	user data gran protocol protocolo de datagramas de usuario
UNI:	user to network interface Interfaz usuario a red
UTP:	unshielded twisted pair par torcido no blindado
UPS:	fuelle de energía suministrada por baterías
VCI:	virtual cannel identifier identificador de canal virtual
VOIP:	voice over Internet Protocol voz sobre protocolos de internet
VPI:	virtual path identifier identificador de trayectoria virtual
VTN:	virtual terminal network red terminal virtual
WAN:	wide area network red de área ancha

## BIBLIOGRAFÍA

ARIGANELLO, Ernesto, Redes Cisco, Guía de estudio para la certificación CCNA 640-802. España, Ra-Ma, 2009, 352p, ISBN 978-970-15-1456-6

ASERORIA Y CONSULTORIA TECNOLOGICA, Consideraciones para la implementación de videoconferencias vía IP [en línea]. <<http://www.cse.wustl.edu/~jain/cis788-99/ftp/h323/>> [citado 8 de septiembre de 2011]

ASIM KARIM. H.323 y protocolos asociados [en línea]. <<http://www.cse.wustl.edu/~jain/cis788-99/ftp/h323/>> [citado 8 de septiembre de 2011]

BIGBLUEBUTTON, Construido para la educación superior [en línea], <<http://www.bigbluebutton.org/>> [citado 8 de septiembre de 2011]

CISCO SYSTEM, Videoconferencia solución de red de referencia de diseño SRND [en línea]. <<http://www.cisco.com/en/US/docs/video/cuvc/design/guides/srnd/vidintro.html>> [citado 8 de septiembre de 2011]

CISCO SYSTEM, Video unificado avanzado 2.2 [en línea]. <<http://www.cisco.com/en/US/docs/video/cuvc/design/guides/srnd/vidintro.html>> [citado 8 de septiembre de 2011]

CUENCA CASTILLO, Pedro Ángel, Tendencias redes de altas prestaciones, 1 ed. España Universidad Castilla – la mancha, 2000, 337p, ISBN 84-89958-82-3

CUENCA CASTILLO, Pedro Ángel, Tesis Doctorales. Codificación y transmisión robusta de señales de video MPEG-2 de caudal variable sobre redes de transmisión asíncrona ATM. España. Universidad Castilla – la mancha, 2000, 420p, ISBN 84-8427-013-0

3CX LTDA, Que es H.323 [en línea]. <<http://www.3cx.es/voip-sip/h323.php>> [citado 2 de septiembre de 2011]

EL TIEMPO, INPEC pide que a jueces hagan audiencias virtuales para evitar traslado de 100 internos al día [en línea]. <<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-5912371>> [citado 8 de septiembre de 2011]

ESPAÑA BOQUERA, Carmen María, Servicios avanzados de telecomunicaciones, España, Díaz de santos S.A, 2003, 816p. ISBN 84-7978-607-8

ESTUDIO REALIZADO POR ENCARGO DEL GRUPO DE TRABAJO DE E-JUSTICIA DE LA XIII CUMBRE JUDICIAL IBEROAMERICANA, al instituto interdisciplinario de Internet (IN3)de la Universidad Oberta de Cataluña (UOC), la justicia en la sociedad del conocimiento, Retos para los Países Iberoamericanos, Junio 2006,252p

FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN, manual de procedimientos de Fiscalía en el sistema penal acusatorio, Bogotá D.C, 2008, 205p, ISBN 958-97542-5-2

FLÓREZ JORDAN, Fernando, Realidades en la frontera de las disciplinas, La administración de justicia y las nuevas tecnologías en el mundo globalizado. 1 ed. Colombia, 2004. Servigraphic Ltda, 295p, ISBN 958-33-6917-9

FORO: E-JUSTICIA, Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para el mejoramiento de la administración de la justicia, Resumen de experiencias nacionales e internacionales Aplicación de TIC en la administración de justicia, Noviembre 25 de 2009, Bogotá, Colombia, 20p.

GARCIA MONTESINOS, Ana, La videoconferencia como instrumento probatorio en el proceso penal, Madrid, Marcial Pons, 2009, 191p, ISBN 9788497686150

HERVÉ, Benoit, Televisión digital: MPEG1-MPEG-2 sistema europeo DVB, España, 1998, Paraninfo, 179p, ISBN 84-283-2483-2

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS, Norma Técnica Colombiana, Documentación presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación, Sexta actualización, Bogotá D.C.: ICONTEC, 2008, 41p, NTC 1486

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION, Coding of moving pictures and audio [en línea]. <<http://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-4/mpeg-4.htm>> [citado 8 de septiembre de 2011]

JKC, Video conferencing [en línea]. <<http://www.jkcit.co.uk/videoconferencing-intro.htm>> [citado 8 de septiembre de 2011]

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 1341. (Julio 30 de 2009). Por la cual se defienden principios y conceptos sobre las sociedades la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las comunicaciones -TIC- se crea la Agencia Nacional del Espectro y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2009. no. 47.42. p. 1-53.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 906. (31 de Agosto 2004). Por la cual se expide el código de de procedimiento penal. Diario oficial. Bogotá, D.C., 2004, no 45.658. p. 1-56.

LIFESIZE, Video conferencias de alta definición [en línea]. <<http://www.lifesize.com/>> [citado 2 de septiembre de 2011]

MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES. Plan Nacional de las Tecnologías de la información y las Comunicaciones, Bogotá D.C. 2008. 165p.

MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES. Vive Digital, Bogotá D.C. 2011

NOTICIAS RCN, Al año el estado gasta 7.000 mil millones de pesos en traslados de reclusos [en línea] <[http://www.canalrcnmsn.com/content/al\\_año\\_el\\_estado\\_gasta\\_7000\\_millones\\_de\\_pesos\\_en\\_traslado\\_de\\_reclusos](http://www.canalrcnmsn.com/content/al_año_el_estado_gasta_7000_millones_de_pesos_en_traslado_de_reclusos)>[citado 9 de septiembre de 2011]

OPENMEETINGS, Open Source Web-Conferencing [en línea]. <<http://www.openmeetings.de/>> [citado 8 de septiembre de 2011]

PIXELTOOLS.H.264 Advanced Video Coding: A Whirlwind Tour [en línea]. <[http://www.pixeltools.com/h264\\_paper.html](http://www.pixeltools.com/h264_paper.html)>[citado 8 de septiembre de 2011]

POLYCOM, Guía del administrador para el serie VSX versión 8.5. [en línea]. <[http://support.polycom.com/global/pw\\_item\\_show\\_doc/1,1276,2064,00.pdf](http://support.polycom.com/global/pw_item_show_doc/1,1276,2064,00.pdf)> [citado 8 de septiembre de 2011]

POLYCOM, Video Conferencing. [en línea]. <[http://www.polycom.com/solutions/small-medium\\_business/video\\_conferencing\\_telepresence/index.html](http://www.polycom.com/solutions/small-medium_business/video_conferencing_telepresence/index.html)>[citado 8 de septiembre de 2011]

COLOMBIA. RAMA JUDICIAL DEL PODER PUBLICO CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA. Informe al congreso de la república 2008-2009. Bogotá D.C.: Marzo 2009. 18 p.

ROCA, Meritxell, Software libre. Empresa y administración en España y Cataluña, 1 ed, España, OUC, 2007, 216p. ISBN 978-84-9788-676-5

RIVERA, SAEZ, Tania, videoconferencia como apoyo a la educación a distancia y el trabajo colaborativo, Tesis de maestro en ciencias área temática, Colima. Universidad de Colima. Facultad de Telemática, 200. 179p.

TANENBAUM, Andrew S., Redes de Computadoras, México: Pearson, 2003, 912p. ISBN 970-26-0162-2.

TANDBERG. Video Conferencing Standards [en línea]. <[http://www.tandberg.com/collateral/White\\_papers/whitepaper\\_Videoconferencing\\_standards.pdf](http://www.tandberg.com/collateral/White_papers/whitepaper_Videoconferencing_standards.pdf)> [citado 7 de septiembre de 2011]

TARRÉS RUIZ, Francesc, sistemas audiovisuales. Televisión analógica y digital, 1 ed, España, 2000, UPC, 548p. ISBN 84-8301-393-2

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES UIT-T, Serie H, Sistemas audiovisuales y multimedios, Infraestructura de los servicios audiovisuales- sistemas y equipos terminales para los servicios audiovisuales, Recomendación H320, sistemas y equipos terminales videotelefónicos de banda estrecha, Marzo 2004,34p.

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES UIT-T, Serie H, Sistemas audiovisuales y multimedios, Infraestructura de los servicios audiovisuales - sistemas y equipos terminales para los servicios audiovisuales, Recomendación H321, Adaptación de los terminales videotelefónicos H.320 a entornos de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA), Febrero 1998,33p.

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES UIT-T, Serie H, Sistemas audiovisuales y multimedios, Infraestructura de los servicios audiovisuales- sistemas y equipos terminales para los servicios audiovisuales, Recomendación H323, Packet-based multimedia Communications Systems, Diciembre 2009,320p.

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES UIT-T, Serie H, Sistemas audiovisuales y multimedios, Infraestructura de los servicios audiovisuales- sistemas y equipos terminales para los servicios audiovisuales, Recomendación H324, Terminal for low bit-rate multimedia communication, Abril 2009, 122p.

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES UIT-T, SERIES H: AUDIOVISUAL AND MULTIMEDIA SYSTEMS Infrastructure of audiovisual services – Coding of moving video Recomendación H.264, Advanced video coding for generic audiovisual services, Marzo, 2010, 676p.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO, Acerca de la videoconferencia [en línea]. <<http://virtual.uaeh.edu.mx/riv/videoconferencia.php>> [citado 2 de septiembre de 2011]

UNIVERSIA. Biblioteca.NET DMIF QoS basado en gestión de MPEG-4 streaming multimedia: ATM y RSVP / IP estudios de casos [en línea].[http://biblioteca.universia.net/html\\_bura/ficha/params/title/dmif-based-qos-management-for-mpeg-4-multimedia-streaming-atm/id/41894168.html](http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/dmif-based-qos-management-for-mpeg-4-multimedia-streaming-atm/id/41894168.html)