



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

“Análisis y diseño de una red para videollamadas basado en la estructura de red de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación”

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del título de:

LICENCIADO EN REDES Y SISTEMAS OPERATIVOS

PRESENTADO POR:

DIEGO ANTONIO FARIA DOMINGUEZ

JESUS ROBERTO JACOME REYES

GUAYAQUIL-ECUADOR
2013

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Ing. Patricia Chávez por su gran ayuda en este proyecto, al Ing. Ignacio Marín por permitirnos utilizar el Laboratorio de Sistemas Distribuidos y Pedro Carlo en nuestras pruebas e investigación, al Ing. Juan Moreno e Ing. Margarita Fillian por proporcionarnos la información necesaria para el análisis, a Gianella Prado, Sara Zambrano, Maribel Cedeño, José Muñoz, por colaborarnos en la implementación y los organizadores del Congreso Internacional de Computación de México por darnos la oportunidad de exponer nuestro proyecto.

Diego Faria
Jesús Jácome

DEDICATORIA

Dedico este trabajo realizado con esfuerzo a Dios, a mi madre, a mis hermanos y familia, ya que sin ellos no hubiera sido posible avanzar con mis estudios

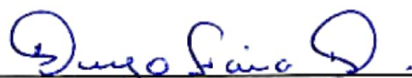
Jesús Jácome

Diego Faria

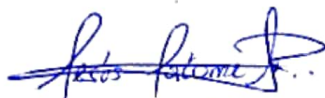
DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la **Escuela Superior Politécnica del Litoral**"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Diego Antonio Faría Domínguez



Jesús Roberto Jácome Reyes


TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



PH. D. Boris Vintimilla.
SUB-DECANO FIEC



MSc. Patricia Chávez
DIRECTORA DE PROYECTO



M.S. Ronald Ponguillo
PRIMER VOCAL

RESUMEN

El presente proyecto analiza y diseña una solución de videollamadas no disponible de forma concurrente para los usuarios administrativos de La Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación con el beneficio adicional de establecer conferencias de audio y video, en la primera sección se analiza el progreso de las comunicaciones, comenzando con el sistema telefónico convencional que aplica a la mayoría de instituciones educativas hasta llegar al servicio de videollamadas. Para realizar el diseño de esta solución se obtuvo información puntual de la red en cuanto a conexiones, equipos y servicios existentes dentro de la facultad, la cual nos ayudó a determinar qué elementos deben ser reutilizados, donde se debe implementar el servidor de videollamadas y cuáles elementos deben ser cambiados considerando el incremento de datos en la red. Dentro de este análisis de campo realizado en la institución, adicionalmente se identificó el número aproximado de usuarios administrativos existentes en la facultad y a cuales servicios tienen acceso comúnmente. En base a esta información se diseñó la solución, utilizando software de libre distribución para cliente y servidor, los cuales no están sujetos a pagos de licencias o membrecías por

establecer más de dos (2) usuarios en una sesión, estos programas poseen actualización en sus versiones de forma periódica. Se propuso además la compra de nuevos equipos y algunos cambios en el cableado LAN de la facultad debido a sus asimétricas capacidades de transferencia. Considerando estos cambios sugeridos dentro de esta propuesta, se investigó los precios actuales del mercado de los mencionados elementos, estableciendo el costo de implementación y el flujo de gastos de un año, el cual describe el proceso que se debe tomar en consideración en: compras de equipos, cambios de cableado, costos operativos, implementaciones de servicio y capacitación de uso del softphone. En conjunto se realizó una implementación piloto de la solución, instalando en el equipo seleccionado "Elastix" como servidor de videollamadas y en tres computadores clientes los cuales tenían diferentes sistemas operativos usando un softphone conocido como "Jitsi", en dicha implementación se verificó la compatibilidad entre estos aplicativos. Una vez finalizada la implementación piloto, se realizaron pruebas hacia el servidor desde un cliente para determinar su rendimiento y limitaciones de llamadas, en ambientes de saturación y eventualmente se analizó los resultados en base a cálculos e indicadores estadísticos para los diferentes tipos de muestra.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
ABREVIATURAS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXVI
CAPITULO 1	1
1 Planteamiento	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación	3
1.3 Metodología	5
1.4 Objetivos	7
1.4.1 Objetivos Específicos	7
1.5 Limitaciones.....	8

CAPITULO 2.....	11
2 Marco teórico: Videollamadas.....	11
2.1 Elementos físicos.....	12
2.1.1 Videoteléfono	12
2.1.2 Servidor de videollamada	12
2.2 Protocolos de video	14
2.2.1 H323.....	15
2.2.2 SIP	16
2.3 Software.....	18
2.3.1 Softphone	19
2.3.2 Videoteléfono vs Softphone.....	20
2.3.4 Elastix.....	25
2.4 Uso de la videollamada sobre telefonía convencional	26
2.4.1 Telefonía convencional.....	26
2.4.2 Telefonía IP	27
2.4.2 Videollamada.....	28
2.4.3 Videoconferencia.....	29

2.4.4 Videollamada y Telefonía IP.....	29
2.5 Aplicaciones.....	30
CAPITULO 3.....	32
3 Infraestructura de red de la Facultad	32
3.1 Ubicación Geográfica	33
3.2 Distribución actual del sistema	33
3.2.1 Distribución Principal e Intermediaria	33
3.2.2 Distribución de Ancho de banda.....	35
3.3 Usuarios: Número, Distribución y Tipos.....	36
3.4 Cableado de Red Local	38
3.7 Direccionamiento	46
3.8 Servicios de Red.....	49
3.9 Red actual de la FIEC.....	53
CAPITULO 4.....	55
4 Diseño del sistema.....	55
4.1 Requerimientos del sistema.....	56
4.2 Comparativa de equipos existentes	58

4.3	Selección de dispositivos.....	62
4.4	Diseño propuesto.....	63
4.4.1	Modificaciones en la infraestructura.....	67
4.4.2	Resumen de la solución propuesta.....	70
CAPITULO 5	73
5	Análisis financiero	73
5.1	Costo de implementación	74
5.2	Costo de mantenimiento.....	78
5.3	Amortización.....	78
CAPITULO 6	81
6	Pruebas y Resultados	81
6.1	Descripción de la implementación piloto.....	82
6.2	Funcionabilidad.....	86
6.2.1	Desempeño.....	86
6.2.2	Saturación: limitaciones	91
6.3	Resultados.....	95
6.3.1	Pruebas de rendimiento	96

6.3.2 Pruebas de saturación.....	101
CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES.....	117
ANEXOS.....	119
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	196
BIBLIOGRAFÍA.....	198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Metodología de la implementación	6
Figura 2. 1 Usuarios en archivo sip.conf	23
Figura 2. 2 Plan de Marcación de usuarios en archivo extensions.conf	24
Figura 3. 1 Distribución de MDF a IDF	34
Figura 3. 2 Distribución de Ancho de Banda en la Universidad	36
Figura 3. 3 Topología LAN 1	39
Figura 3. 4 Topología LAN 2	40
Figura 3. 5 Acceso al Servidor web desde internet	43
Figura 3. 6 Interacción entre cliente y Servidor DNS	44
Figura 3. 7 Servidor de Archivos e Impresión	45
Figura 3. 8 Servidor de Base de datos	46
Figura 3. 9 Direccionamiento IP y Vlan's en la Facultad	48
Figura 3. 10 Servicio de videoconferencia de la FIEC	52
Figura 3. 11 Red actual de la FIEC	54
Figura 4. 1 Acceso desde la red externa	64
Figura 4. 2 Modificaciones sugeridas en la Red de FIEC	69
Figura 4. 3 Gráfica de la solución propuesta de FIEC	72

Figura 6. 1 Escenario de implementación piloto de videollamadas y videoconferencia.....	83
Figura 6. 2 Escenario utilizado en prueba de rendimiento del servidor Elastix desde clientes.....	89
Figura 6. 3 Escenario de prueba de saturación al servidor desde cliente.....	93
Figura A. 1 Mapa de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación	
Figura C. 1 Instalación Elastix: Selección de método	
Figura C. 2 Instalación de Elastix: Selección de idioma	
Figura C. 3 Instalación de Elastix: Selección idioma de teclado	
Figura C. 4 Instalación de Elastix: Formato de disco duro	
Figura C. 5 Instalación de Elastix: Selección de disco duro	
Figura C. 6 Instalación de Elastix: Configuración de tarjeta de red	
Figura C. 7 Instalación de Elastix: Configuración de tarjeta de red 2	
Figura C. 8 Instalación de Elastix: Configuración de tarjeta de red 3	
Figura C. 9 Instalación de Elastix: Contraseña de administrador	
Figura C. 10 Instalación de Elastix: Proceso en instalación	
Figura C. 11 Instalación de Elastix: Inicio de sistema	
Figura C. 12 Instalación de Elastix: Contraseña de base de datos	
Figura C. 13 Instalación de Elastix: Contraseña de base de datos 2	
Figura C. 14 Instalación de Elastix: Interfaz gráfica	

Figura D. 1 Ejecución de Jitsi en Leopard

Figura D. 2 Copia de Jitsi a Aplicaciones

Figura D. 3 Ejecución de Jitsi desde Aplicaciones

Figura D. 4 Ventana de Jitsi en Leopard

Figura E. 1 Instalación de JRE en Ubuntu por comando

Figura E. 2 Obtención de Jitsi para Ubuntu

Figura E. 3 Instalación de librerías de Jitsi

Figura E. 4 Instalación de Jitsi en Ubuntu por comando

Figura E. 5 Búsqueda de Jitsi en Ubuntu

Figura E. 6 Ejecución de Jitsi en Ubuntu

Figura F. 1 Instalación de JRE en Windows

Figura F. 2 Instalador de Jitsi para Windows

Figura F. 3 Instalación Jitsi en Windows: Aceptar condiciones de uso

Figura F. 4 Instalación Jitsi en Windows: Selección de SIP

Figura F. 5 Instalación Jitsi en Windows: Proceso de Instalación

Figura F. 6 Instalación Jitsi en Windows: Finalización

Figura F. 7 Instalación Jitsi en Windows: Ejecución

Figura G. 1 Agregar cuenta desde Jitsi en Windows

Figura G. 2 Agregar cuenta desde Jitsi en Windows: Menu "Tools"

Figura G. 3 Ventana para agregar cuenta desde Jitsi en Windows

Figura G. 4 Datos para Agregar cuenta desde Jitsi en Windows

Figura G. 5 Cuenta registrada desde Jitsi en Windows

Figura G. 6 Opción para agregar contacto desde Jitsi en Windows

Figura G. 7 Datos para agregar contacto desde Jitsi en Windows

Figura H. 1 Interfaz gráfica de Elastix: Ingreso usuario y contraseña de administrador

Figura H. 2 Interfaz gráfica de Elastix: Ingreso

Figura H. 3 Interfaz gráfica de Elastix: Pestaña PBX

Figura H. 4 Interfaz gráfica de Elastix: Datos de registro de cuenta

Figura H. 5 Interfaz gráfica de Elastix: Datos de registro de cuenta 2

Figura H. 6 Interfaz gráfica de Elastix: Aplicar cambios

Figura I. 1 Configuración Servidor: Archivo sip_general_custom.conf

Figura I. 2 Configuración Servidor: Archivo sip.conf

Figura I. 3 Configuración Servidor: Archivo sip_additional.conf

Figura O. 1 Videollamada entre usuarios windows

Figura O. 2 Videollamada entre usuario Ubuntu y Windows

Figura O. 3 Videollamada entre usuario Mac y Windows

Figura O. 4 Videoconferencia entre Windows, Mac y Linux

Figura Q. 1 Configuración SIPP en Elastix: Archivo sip.conf

Figura Q. 2 Configuración SIPP en Elastix: Archivo extensions.conf

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I Componentes de H323	16
Tabla II Componentes de SIP	18
Tabla III Consideraciones al implementar un softphone	20
Tabla IV Elementos: Telefonía Convencional	27
Tabla V Componentes Telefonía IP	28
Tabla VI Ventajas videollamadas.....	30
Tabla VII Número y Distribución de usuarios	37
Tabla VIII Características técnicas: Estaciones de trabajo	37
Tabla IX Tipo de Cableado en la FIEC	38
Tabla X Servidores: Sistema Operativo y Servicios	41
Tabla XI Servidores: Hardware	42
Tabla XII Direccionamiento FIEC.....	47
Tabla XIII Direccionamiento Servidores.....	48
Tabla XIV Servicios de Red	49
Tabla XV Otros servicios de red en la FIEC	50
Tabla XVI Componentes comunes en una red de videollamadas	57
Tabla XVII Comparativa entre conmutadores propuestas y existentes.....	59
Tabla XVIII Comparativa entre teléfonos existentes y el videoteléfono	61

Tabla XIX	Cableado existente y recomendado en FIEC.....	68
Tabla XX	Conmutadores propuestos y existentes en FIEC	68
Tabla XXI	Cantidad de usuarios por bloque dentro de FIEC	75
Tabla XXII	Presupuesto aproximado de implementación de videollamadas en FIEC.....	77
Tabla XXIII	Escenarios de pruebas de videollamadas.....	84
Tabla XXIV	Escenario utilizado para prueba de videoconferencia.....	85
Tabla XXV	Línea base de recursos en el servidor de videollamadas	91
Tabla XXVI	Comparación estadística entre pruebas de saturación de 5 y 10 por día.....	100
Tabla XXVII	Cálculos estadísticos generales de pruebas de saturación	102
Tabla XXVIII	Resultados: Promedio general de pruebas de saturación	103
Tabla XXIX	Retardo: Comparativa entre pruebas de saturación de 5 y 10 en un día.....	108
Tabla XXX	Videollamadas contestadas en menos de cien milisegundos para cada grupo de muestras	110
Tabla XXXI	Longitud de videollamadas: Comparativa entre pruebas de saturación de 5 y 10 en un día.....	113
Tabla A. 1	Conmutadores Existentes en la Facultad	
Tabla B. 1	Características de servidor de videollamadas propuesto	

Tabla B. 2 Características de conmutador propuesto

Tabla B. 3 Características de videoteléfono

Tabla J. 1 Presupuesto considerando videoteléfonos

Tabla K. 1 Impuestos de exportación de servidor propuesto

Tabla L. 1 Presupuesto de solución propuesta con software de libre distribución

Tabla M. 1 Flujo de gastos de solución propuesta

Tabla N. 1 Elementos usados en la implementación piloto

Tabla U. 1 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 1

Tabla U. 2 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 2

Tabla U. 3 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 3

Tabla U. 4 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 4

Tabla U. 5 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 5

Tabla U. 6 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 6

Tabla U. 7 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 7

Tabla U. 8 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 8

Tabla U. 9 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 9

Tabla U. 10 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 10

Tabla U. 11 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 11

Tabla U. 12 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 12

Tabla U. 13 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 13

Tabla U. 14 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 14

Tabla U. 15 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 15

Tabla U. 16 Resultados generales de pruebas de rendimiento

Tabla V. 1 Resultados Generales de pruebas de saturación 1

Tabla V. 2 Resultados Generales de pruebas de saturación 2

Tabla W. 1 Grupo de 5 pruebas de saturación en un día

Tabla W. 2 Grupos de 10 pruebas en un día

ABREVIATURAS

C1	Conmutador de Capa 3 ubicado en FIEC
C2	Conmutador de Capa 3 ubicado en otras unidades
CSI	Centro de Servicios Informáticos
CPS	Llamadas por segundo del inglés “Call per second”
CPU	Unidad central de procesamiento del inglés “Central Processing Unit”
DST-FIEC	Departamento de Soporte Técnico de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
DESV.EST	Desviación estándar
ESPOLTEL	Empresa proveedora de internet y servicios de red de la Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIEC	Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
H1	Primera Hipótesis
H2	Segunda Hipótesis

IAX	Protocolo de comunicación de Asterisk del inglés “Inter Asterisk Exchange”
IDF	Instalación de distribución intermedia
IP	Protocolo de Internet del inglés “Internet Protocol”
IPV4	Protocolo de internet versión 4 del inglés “Internet Protocol Version 4”
IPV6	Protocolo de internet versión 6 del inglés “Internet Protocol Version 6”
ISP1	Proveedor de servicios internet del inglés “Internet Service Provider”
IETF	Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet del inglés “Internet Engineering Task Force”
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones del inglés “ International Telecommunication Union”
IP-PBX	Central telefónica con Protocolo de internet del inglés “Internet Protocol - Private Branch Exchange”
LAN	Red de área local del inglés “Local Area Network”

LAN-FIEC	Red local de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
Mbps	Megabits por segundo
MCU	Unidad de Control Multipunto del inglés “Multipoint Control Unit”
MDF	Instalación de distribución principal del inglés “Main Distribution Frame”
PBX	Central telefónica Privada del inglés “ Private Branch Exchange”
POE	Energía sobre cableado Ethernet del inglés “Power over Ethernet”
Q1	Primer Cuartil
Q3	Tercer Cuartil
R1	Enrutador del núcleo del Centro de Servicios Informáticos
RAM	Memoria de acceso aleatorio del inglés “Random Access Memory”
RED.RC	Paquetes recibidos en tarjeta de red
RED.EN	Paquetes enviados en tarjeta de red
RLM	Monitoreo remoto de Linux del inglés “Remote Linux Monitor”

RSTP	Protocolo de transferencia en tiempo real del inglés “Real Streaming Time Protocol”
RTP	Protocolo de transporte en tiempo real del inglés “Real Time Protocol”
SCU	Captura de Pantalla del inglés “Screen capture Utility”
SDP	Protocolo de descripción de sesión del inglés “Session Description Protocol”
S.O	Sistema Operativo
SRTP.	Protocolo de transporte seguro en tiempo real del inglés “Secure real-time Transport Protocol”
SSH	Intérprete de órdenes seguras del inglés “Secure Shell”
TCP	Protocolo de control de transmisión del inglés “Transmission Control Protocol”
UA	Agente de usuario del inglés “User Agent”
UAC	Control de cuenta de usuario del inglés “User Account Control”
UAS	Agente de usuario para servidor del inglés “User Agent Servers”

UDP	Protocolo de tramas de usuarios del inglés “User Datagram Protocol”
UTP	Cable par trenzado de cobre del inglés “Unshielded Twisted Pair”
VALOR F	Prueba de Fisher
VALOR P	Prueba de Student
VPN	Red privada virtual del inglés “Virtual Private Network”
VoIP	Protocolo de internet de voz del inglés “Voice over Internet Protocol”
WAN	Red de área amplia o externa del inglés “Wide Area Network”
ZRTP	Protocolo de transporte en tiempo real con cifrado del inglés “ Z and Real-time Transport Protocol”

INTRODUCCIÓN

Existen algunas organizaciones educativas que han implementado las videollamadas y/o videoconferencia para diversos ámbitos. Estas instituciones generalmente utilizan la videoconferencia para eventos y reuniones exclusivas, la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) es un claro ejemplo de esto. Esta institución actualmente brinda el servicio de videoconferencia a través de un equipo o software, los cuales pueden ser usados por los miembros de la facultad en seminarios, conferencias y comunicaciones con otras instituciones pero este servicio actualmente solo puede ser accedido desde las inmediaciones del Bloque Principal 15-A de la facultad, es decir no puede ser utilizado por los usuarios desde otros edificios por ende se encuentra limitado por ubicación y un horario determinado. Existen otras organizaciones educativas que han propuesto la integración del servicio de videollamadas a los actuales servicios de red, el cual pueda estar presente de forma concurrente y no esté sujeto a lugares exclusivos. La Universidad de Madrid, ha realizado un similar análisis, donde se propone la implementación de un servicio de videoconferencia para todos los usuarios de dicha institución. Por consiguiente, en base a las limitaciones existentes (disponibilidad y lugar), este proyecto propone la adición de un servicio de videollamadas con la opción

de videoconferencia para la FIEC, utilizando aplicativos de libre distribución y la cual tenga como enfoque a los usuarios administrativos de la facultad, es decir se establezca en un futuro como un servicio integral como lo es el correo electrónico, a fin de traer consigo algunos beneficios de aplicación los cuales han sido determinados en el transcurso de esta investigación.

CAPITULO 1

1 Planteamiento

El presente capítulo plantea la necesidad de adicionar en la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) un servicio de video, analizando los beneficios que provee esta solución para agregar una forma de comunicación en la institución. En esta sección se aborda la descripción del problema, justificación, metodología, objetivos y limitaciones existentes en el proyecto que ha sido desarrollado.

1.1 Descripción del problema

En la actualidad la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, posee varios sistemas de comunicación interna y externa, a través de sistemas telefónicos, radios analógicos, un servicio de correo electrónico brindado por Google y un servicio de mensajería instantánea(chat) llamado PANDION, los cuales permiten que el personal administrativo, auxiliares y docentes puedan enviar y recibir sus mensajes. Dentro de la universidad, la central telefónica es la encargada de administrar las llamadas, basadas en telefonía IP y telefonía digital, dicha central es administrada por ESPOLTEL.

La telefonía IP se define como un servicio de voz que permite la comunicación entre dos (2) personas de manera bidireccional usando como protocolo de transporte IPV4, a través del cable de cobre en lugar de la señalización de radio frecuencia usado en la telefonía convencional. Existe actualmente en la facultad un número limitado de usuarios que tienen acceso a este tipo de llamadas que utilizan telefonía IP y cuyos equipos no poseen la capacidad de comunicación visual y grupal (conferencia o

videoconferencia), es decir transmisión de audio y video, las cuales son características adicionales que pueden implementarse en las redes actualmente. El proceso que utiliza la facultad para poder acceder al servicio de videoconferencia en un específico lugar, es mediante software o un dispositivo que soporta videoconferencia (prestados previa solicitud) que deben ser instalados y/o configurados para ser usados en un evento particular y los cuales posteriormente son retirados finalizado el mismo (Referirse Capítulo 3).

Hasta la fecha al personal administrativo y docente no se les brinda ningún servicio de videoconferencia ni de videollamada al que puedan acceder desde sus respectivos lugares de trabajo u oficinas. Aunque en las condiciones actuales de la red se pueda diseñar una solución que trate de aprovechar la infraestructura de red en la facultad.

1.2 Justificación

Uno de los grandes beneficios que ofrece la solución planteada en el proyecto, es aprovechar los elementos en la red actual para

poder brindar un servicio de videollamada y adicionalmente el de videoconferencia, donde posteriormente se recomienda realizar algunas modificaciones en la red actual de la facultad antes de la implementación del servicio que utiliza softphones de por medio. Se pueden utilizar softphones como Skype que pueden realizar una videollamada, pero este aplicativo tiene la limitante de no soportar más de dos (2) usuarios en videoconferencia ya que para ello se debe adquirir una licencia anual de Skype Premium, por lo que para ahorrar costos en licencias anuales y considerando que se deben usar software de libre distribución de acuerdo a la Constitución Ecuatoriana (Decreto 1014), se recomienda el uso de Jitsi que soporta mayor número de usuarios en una misma sesión y puede ser instalado en diferentes tipos de sistemas operativos (Windows, Linux y Mac). Adicionalmente la solución ofrece una comunicación de voz y video que pueda permitir videollamadas y establecer sesiones de múltiples usuarios en videoconferencia limitados solamente por las características del hardware de los computadores de trabajo.

1.3 Metodología

Utilizamos la metodología planteada en la Figura 1.1, la cual inició con el estudio e investigación de conceptos claves, que nos ayudaron a entender de manera más clara y concisa el mecanismo que posee esta y otras tecnologías, para así poder analizar la factibilidad de la implementación. El estudio de campo, nos ayudó a analizar la condición actual de la institución, tomando en cuenta varios factores y datos que nos permitieron decidir cuál componente de red debe ser reutilizado o no en una solución futura a corto plazo. (ej.: conmutadores).

A la hora de plantear la solución se realizó un análisis financiero e investigación de mercado el cual nos permitió elegir una solución de acuerdo a las necesidades y condiciones actuales de la institución. La realización de pruebas en una solución piloto fue un procedimiento primordial ya que nos permitió analizar los resultados obtenidos en la simulación, permitiéndonos demostrar que la propuesta escogida fuera factible y que podría ejecutarse todos los aplicativos escogidos (Referirse Capítulo 4) sin inconvenientes. Una vez finalizado todos los procesos y pasos

relacionados con este proyecto, pudimos inferir con los resultados obtenidos, llegando a plantear algunas conclusiones al final de la investigación.

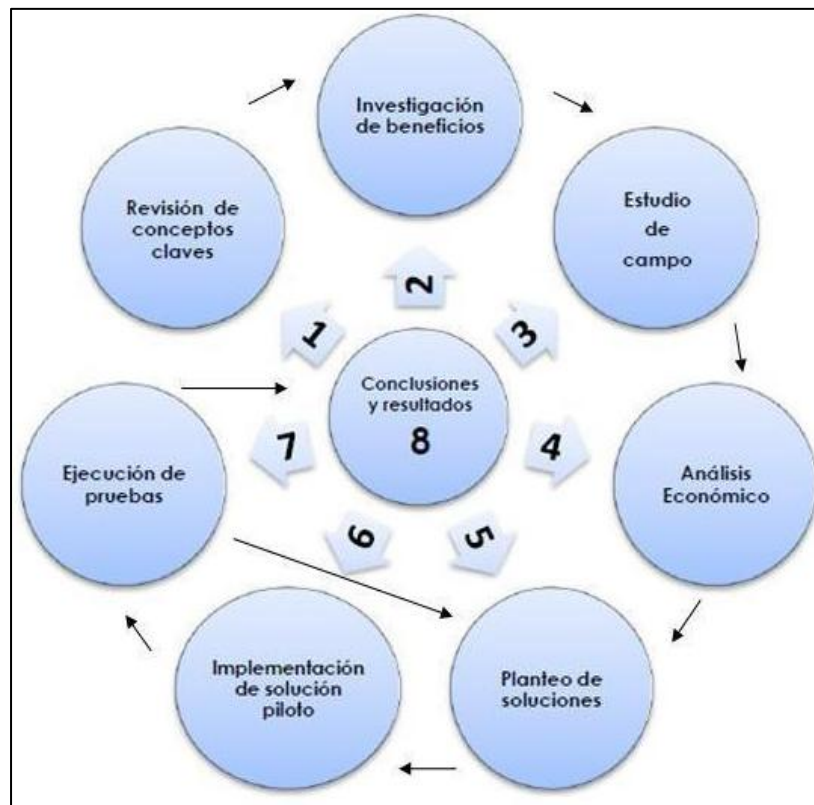


Figura 1.1 Metodología de la implementación

1.4 Objetivos

Diseñar una solución que aproveche la red actual y permita a los usuarios tener servicios que incluyan transmisión de video.

1.4.1 Objetivos Específicos

- Analizar los beneficios de implementar una red de videollamadas y/o videoconferencia.
- Investigar las condiciones de la estructura actual de red de la Facultad.
- Analizar los elementos existentes en la red que se pueden reutilizar en el nuevo diseño.
- Planificar y diseñar una solución.
- Implementar una red de pruebas básica y simulada de la solución escogida.
- Realizar pruebas para demostrar la validez del diseño y la viabilidad de brindar nuevos servicios a los usuarios.

1.5 Limitaciones

Para poder proponer una solución factible fue necesario realizar un análisis de red en la organización donde se recomendó implementar la solución en este caso en la Facultad, dicha información fue relevante a la hora de diseñar la solución y determinar algunas limitantes y consideraciones. La primera limitante fue el acceso a la información de red de FIEC ya que esta no puede ser totalmente compartida según las políticas de seguridad establecidas de la institución.

La videoconferencia mediante software o aplicativos como softphones está limitada por el número de usuarios, existen muchas herramientas como por ejemplo Zoiper que ofrece hasta dos (2) usuarios en una misma sesión o en videoconferencia, pero a partir del tercer usuario es necesario adquirir el software de dicho proveedor para poder realizar llamadas ilimitadas (limitadas realmente por los recursos). En la fase de investigación fue necesario estudiar diversas opciones de softphone que puedan ser instalados en tres (3) diferentes plataformas (Windows, Linux y Mac) ya que se debía considerar que estos fueran compatibles y

no tuvieran problemas de compatibilidad a la hora de establecer las sesiones de video.

La implementación de un softphone requiere la compra de algunos accesorios tal como cámara web. En algunos casos el controlador de los dispositivos adicionales no son compatibles con algunas distribuciones de sistemas operativos; por lo que a la hora de adquirirlos es necesario considerar si este es soportado por el sistema operativo de los usuarios (Ej.: Mac con Sistema Operativo Leopard 10.5).

El softphone seleccionado (Jitsi), no posee ninguna limitación en cuanto a licencias o membrecías, es decir se pueden establecer n usuarios en una sesión de video, pero debemos considerar que el hardware de los computadores de los usuarios finales debe soportar dicha carga generada en su tarjeta de video y demás recursos (tarjeta de audio), ya que dependiendo de sus características físicas se limita el número de usuarios presentes en una videoconferencia. Los servicios de red considerados en este estudio son en su mayor parte dirigidos a usuarios

administrativos, por esta razón no se posee el acceso necesario para medir su rendimiento y por ende no se pudo incluir en la prueba de rendimiento dichos servicios.

Finalmente las capacidades de transferencia de datos en el cableado y conmutadores actuales fueron evaluadas; gran parte del cableado y equipos no es heterogénea, por lo que ambos elementos fueron considerados como posible limitante en una futura implementación. (Referirse Capítulo 4).

CAPITULO 2

2 Marco teórico: Videollamadas

Un servicio de videollamadas depende de muchos elementos para su correcto funcionamiento dentro de una red corporativa. Este capítulo detalla los elementos tanto de hardware como de software y protocolos necesarios para un sistema de videollamadas y su implementación dentro de una organización. Además de ello, establece algunas diferencias entre los diversos sistemas de comunicaciones telefónicos utilizados en la actualidad.

2.1 Elementos físicos

Dentro del diseño de una solución los elementos físicos son parte indiscutible de un sistema de videollamadas. Se remarcan los dos (2) principales componentes: videoteléfono y servidor; y como ocurre la comunicación entre ellos bajo una arquitectura cliente-servidor.

2.1.1 Videoteléfono

Un videoteléfono es un dispositivo que permite enviar o recibir audio y video de manera concurrente y bidireccional. Dicho dispositivo incluye además de los componentes básicos de un teléfono (altavoz o botones de marcado) una cámara, una pequeña pantalla y un puerto Ethernet que le provee la capacidad de funcionar en una red LAN al igual que un teléfono IP [1].

2.1.2 Servidor de videollamada

Muchos productos de software o dispositivos de videoconferencia son aplicaciones cliente-servidor. El servidor almacena una lista de contactos y usuarios, los

cuales pueden realizar la conversación. Un servidor de video dedicado en la LAN también puede proporcionar el control central y supervisión de dichas llamadas. Los servidores de videollamadas son similares a los de telefonía IP, con la diferencia que exigen otros tipos de requerimientos [3].

Desde este servidor se crean las cuentas de los usuarios de una organización, lo que centraliza la administración y mejora el control de los mismos, por lo que si no existiera un servidor de por medio, un dispositivo final no sabría a donde realizar su respectiva autenticación y por ende no podría acceder al respectivo servicio ya que a través de él se gestionan todas las llamadas y el servicio depende de su continuidad y estado. Una aplicación de red se ve afectada por el uso de ancho de banda y el medio de transmisión (cableado LAN & enlaces WAN). En una red, por ejemplo dentro de un campus, el tráfico que origina una aplicación o dispositivo, debe pasar de un punto a otro cuando se establezca una conexión [2].

Los sistemas de videollamadas en el cual se emplean videoteléfonos trabajan bajo este modelo cliente-servidor ya que como se plantea, para un sistema de videollamada es necesario un ente que controle y administre a los usuarios y las conexiones. Adicionalmente, bajo este modelo si llega a existir un incremento en el número de usuarios podría incrementar el tráfico hacia el servidor local, ya que dichos requerimientos son generalmente más altos que en la telefonía IP, por lo que se recomienda utilizar sistemas de calidad de servicio.

2.2 Protocolos de video

La elección del protocolo de video es parte vital al momento de proponer una solución, ya que sin el adecuado análisis se podría generar un problema de compatibilidad. Por ejemplo si dos (2) usuarios utilizan dos (2) protocolos totalmente diferentes y adicionalmente el servidor central no soporta alguno de ellos, dichos usuarios no podrían comunicarse. Por esa razón es importante conocer el funcionamiento de estos protocolos.

2.2.1 H323

Según Diane Teare “Es un estándar establecido por la ITU, para comunicaciones utilizando audio, video y datos, a través de la redes incluyendo Internet”. Al ser un estándar provee compatibilidad entre varios equipos y muchas aplicaciones. H323 puede ser utilizado en teléfonos IP (incluyendo softphones), permitiendo establecer llamadas punto a punto o multipunto, incluye además control de llamadas es decir establecimiento de llamada, monitoreo, terminación, entre otras [2].

H323 utiliza otros estándares tales como H225 y H245 para llevar a cabo sus funciones, H225 es el estándar encargado de la señalización para el establecimiento de una llamada y el envío de paquetes entre los dispositivos H323 [2]. Por ejemplo H225 envía una solicitud de llamada en una PBX, que lleva el número del destinatario. En cambio H245 es el estándar utilizado para comunicaciones multimedia, describe los procedimientos usados para abrir y cerrar los canales lógicos para audio, video, datos y compartición de archivos

[2]. H323 posee su propia terminología de los diversos nodos y roles. En la Tabla I podemos observar algunos ejemplos.

Tabla I Componentes de H323 [2,16]

Elemento	Rol	Función
Terminal	Cliente	Enviar y recibir llamadas
Puerta de enlace predeterminada	Intermediario	Traduce entre nodos H323 y de otros protocolos (opcional)
Portero	Balanceo de llamadas	Recibe llamadas de puertas de enlaces
Unidades de Control Multipunto (MCU)	Administrador	Establecer conferencias entre n nodos

2.2.2 SIP

El Protocolo de inicio de sesión o SIP, puede establecer, modificar y terminar sesiones multimedia, es decir de voz, datos y video [6].

De acuerdo con Diane Teare “es un protocolo par a par desarrollado como futuro reemplazo de H323”. SIP puede ser utilizado con otros protocolos establecidos en el Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF) tales como el Protocolo de tiempo real (RTP), para el transporte de video de forma concurrente, el Protocolo de transmisión en tiempo real (RSTP) para controlar la entrega en el medio de transmisión, Protocolo de control de datos en la puerta de enlace (MEGACO), que controla las publicaciones hacia la Red telefónica pública conmutada (PSTN) y finalmente el Protocolo de Descripción de sesión (SDP) utilizado en el manejo de sesiones multimedia, adicionalmente, SIP puede trabajar tanto en TCP o UDP [19-20].

SIP provee algunas opciones de seguridad tales como prevención de Ataques de denegación de servicios, autenticación de usuarios, cifrado, integridad y privacidad de servicios [21]. En este protocolo, tanto el emisor como el receptor son identificados con una dirección SIP, cuando

uno de los usuarios realiza una llamada, primero localiza al servidor y envía una petición, en vez de directamente alcanzar al receptor [6]. Al establecer dicha sesión entre dos (2) terminales o más, una red SIP puede incluir los elementos descritos en la Tabla II.

Tabla II Componentes de SIP [2, 20]

Elemento	Rol	Descripción
Agente de Usuario (UA)	Cliente Servidor	Inicia o recibe llamada: UAC(clientes) Recibe llamada: UAS(servidores)
Servidor Intermediario	Intermediario	Autenticación, enrutamiento de llamadas
Servidor de Redirección		Dice al cliente el próximo salto si una terminal es movida.
Servidor de Registro		Registra la ubicación actual de un cliente.

2.3 Software

Los programas a utilizarse en una videollamada son de gran importancia, además de ser compatibles entre ellos, deben ser fácil de usar (para el cliente) y administrables. Por ello a continuación

se describe el funcionamiento de estos aplicativos y se remarcan algunas consideraciones que deben tomarse en cuenta a la hora de su posible implementación.

2.3.1 Softphone

Un softphone es un programa o aplicativo que emula, virtualiza un teléfono sobre una computadora de escritorio, laptop o cualquier dispositivo que soporte dicha aplicación [4]. El mismo puede ser utilizado como un dispositivo en la red ya que es capaz de soportar los diferentes protocolos de voz sobre IP (VoIP) [5].

Actualmente dichos softphones poseen la característica adicional de no solo realizar llamadas, sino también incluir envío y recepción de video en una conversación telefónica. Por esa razón para el uso de un softphone es necesario seguir/cumplir con las consideraciones descritas en la Tabla III.

Tabla III Consideraciones al implementar un softphone [5, 25, 27, 28]

Consideraciones	
La plataforma	Tal como Windows, Linux o Mac.
Procesamiento del sonido	Sonido dúplex, softphone no funcionaría bien con una tarjeta de sonido semi-dúplex
Protocolo	Cual protocolo soporta cada softphone (H323 o SIP entre otros)
Audífonos, Micrófonos y Cámara Web	La calidad del sonido y del video depende de los accesorios y del hardware de la computadora personal o laptop.

2.3.2 Videoteléfono vs Softphone

Los softphones como por ejemplo Zoiper, poseen algunas desventajas. Primero, los clientes requieren un dispositivo terminal que soporte el softphone seleccionado. Segundo, por lo general se necesita una licencia para llamar a usuarios con otras aplicaciones. Finalmente, a diferencia de un sistema telefónico convencional, estos sistemas no se pueden usar para contacto de números de emergencia [11].

Los softphones, más allá de ofrecer una comunicación con voz y video, tienen la capacidad de soportar múltiples usuarios en una misma sesión, lo que se conoce como videoconferencia.

El número máximo de usuarios depende del aplicativo utilizado y del hardware en el cliente y en el servidor [11]. Si algún nodo no está equipado con un equipo de videoconferencia, puede ser conectado a través de softphones, lo que permite a los usuarios una conversación simultánea “sin interrupción” [13]. Existen diversas aplicaciones dadas a la videoconferencia “en tiempo real”, lo cual se analizara en otra sección de este capítulo.

2.3.3 Asterisk

Es un sistema para IP-PBX de código abierto que permite a los usuarios programar sus propias funciones [26]. Es comúnmente utilizado sobre plataformas como LINUX, proporciona además compatibilidad con muchos protocolos y dispositivos [7]. Asterisk funciona bajo canales, abre un

canal para cada uno de los usuarios. Esta topología se conoce como estrella abstracta donde las puntas, que son los usuarios, pueden utilizar diferentes protocolos. Asterisk además puede soportar los varios protocolos para transmisión de video y voz; IAX, H323, SIP, MEGACO, etc. [26].

Asterisk según el protocolo que esté utilizando guarda la información en diferentes archivos, por ejemplo, si un usuario está usando SIP la información del mismo se guardará en un archivo llamado **sip.conf** pero si está usando IAX, es guardada en un archivo llamado **iax.conf**. Supondremos que tenemos dos (2) usuarios alojados en el servidor (Diego y Jesús) que usan SIP [26]. El primer paso es registrar a los usuarios en el servidor como clientes, los cuales se guardan en el archivo **sip.conf** como mencionamos anteriormente, en la Figura 2.1 se muestra la configuración de dichos usuarios en el mencionado archivo.

```
[jesus]
type = user ; puede enviar pero no
puede recibir llamadas
secret = jesus_password ; contraseña
de jesus
context = internal_call ; tipo de
llamadas que puede realizar
host = dynamic ; requiere servidor
para registrar
[diego]
type = friend ; puede enviar y
recibir llamadas
secret = diego_password ; contraseña
de diego
context = internal_call ; tipo de
llamadas que puede realizar
host = static ; no necesita registrar
```

Figura 2. 1 Usuarios en archivo sip.conf

Los detalles del campo “context” son guardados en otro archivo llamado **extensions.conf** el cual contiene el plan de marcación que es el que describe las acciones que se tomarán cuando lleguen las llamadas. Podríamos decir que este archivo almacena la lógica de cómo se comporta Asterisk al momento de procesar una llamada [7]. Siguiendo con el ejemplo, en la Figura 2.2 se muestra la configuración que se almacena para Diego y Jesús.

```
exten =>jesus, 1 , Dial(SIP/jesus,5)
exten =>jesus, 2 , Playback(vm-
nobodyavail)
exten =>jesus, 3 , Hangup()
exten => diego, 1 , Dial(SIP/diego,5)
exten =>diego, 2 , Playback(vm-
nobodyavail)
exten => diego, 3 , Hangup()
```

Figura 2. 2 Plan de Marcación de usuarios en archivo extensions.conf

El plan de marcación anterior nos dice por ejemplo que para la extensión “Jesús” hay tres (3) acciones posibles que se pueden tomar, seguidas en el orden que han sido ingresadas e identificadas por un número [7]. La primera línea es la acción que se toma cuando llegue una llamada hacia “Jesús”, el número cinco (5) indica que espera cinco (5) segundos para responderla.

Si no responde Asterisk ejecuta la segunda línea en la cual envía un mensaje de que nadie puede contestar la llamada para luego cerrarla usando la tercera línea en el plan de marcación [7]. El mismo plan esta implementado para el segundo usuario “Diego”. Se deben considerar algunos

puntos a la hora de implementar un servidor de este tipo. La primera de ellas es el número de conexiones concurrentes; Asterisk debe tratar de mantener dichas conexiones activas en sus canales y terminales. Para ello la cantidad de recursos (RAM, disco, procesador) deberían incrementar con el número de usuarios [7].

2.3.4 Elastix

Elastix está basado en Asterisk, posee una interfaz gráfica de administración web que puede ser accedida desde nodos en la red, fue desarrollada por Palo Santo Solutions, además posee múltiples características y funcionalidades relacionadas con los servicios que presta: Telefonía IP, Servidor de Correo, Servidor de Fax, Conferencias, Servidor de Mensajería Instantánea, entre otros. Entre las principales características que ofrece Elastix se tiene el centro de Conferencias con Salas Virtuales, Correo de Voz, soporte para diversos protocolos y códecs, identificador de llamada, soporte para videoteléfonos, etc. [8].

2.4 Uso de la videollamada sobre telefonía convencional

Conocer y entender cómo funciona cualquier tipo de comunicación es importante para así determinar diferencias, ventajas o desventajas. En esta sección analizaremos cada uno de los diferentes tipos de comunicación desde la telefonía convencional pasando por la telefonía IP, hasta la videollamada y videoconferencia, estos dos (2) últimos servicios son considerados parte del diseño en los posteriores capítulos.

2.4.1 Telefonía convencional

La red telefónica pública conmutada (PSTN) es la que interconecta teléfonos ubicados en las diferentes casas y negocios, donde la transmisión es análoga, es decir ondas de radios que viajan a través de un cable de cobre [9]. Algunos elementos de este tipo de telefonía se encuentran enlistados en la Tabla IV.

Tabla IV Elementos: Telefonía Convencional [9, 21,20]

Elemento	Descripción
Teléfono analógico	Conectado a la PSTN, todo el procesamiento de las llamadas depende del proveedor.
Teléfono digital	Convierte la voz que es una señal analógica, en digital.
Conmutadores telefónicos	Conmutan llamadas(PBX)
Oficina Central	Aloja al conmutador de la PSTN. Las líneas están conectadas a la oficina central.

2.4.2 Telefonía IP

La telefonía IP además de lo que ofrece la telefonía convencional puede incluir, envío de fax y mensajes de voz; las llamadas son enrutadas a través de la nube IP como Internet en vez de la PSTN [22]. Entre los principales componentes en una red telefónica sobre IP (VoIP) podemos mencionar algunos mostrados en la Tabla V.

Tabla V Componentes Telefonía IP [2,23]

Elemento	Descripción
Infraestructura	Dispositivos que conectan las terminales con la nube IP y PSTN
Procesador de llamadas	Software para PBX (Ej.: Elastix)
Aplicaciones	Servicios adicionales (Ej. Mensajería de voz)
Clientes	Teléfonos IP o softphones

2.4.2 Videollamada

Es un servicio de aplicación de audio y video manejada por un servidor central como por ejemplo Asterisk. En donde una llamada de este tipo, intervienen solo dos (2) nodos que al realizar la llamada se comporta de igual forma que en la telefonía IP; Los usuarios deben poseer un videoteléfono o un softphone para poder enviar y recibir sus llamadas [10]. Una videollamada puede incluir uno o más de los siguientes

dispositivos: computadora personal, cámara web, video teléfono, dispositivo con capacidades para videoconferencia y celulares inteligentes [24].

2.4.3 Videoconferencia

De acuerdo con la página web www.whatis.com, el término videoconferencia es definido “Como una conexión entre varias personas ubicadas en diferentes locaciones, que tienen el propósito de comunicarse, incluyendo la transmisión de audio y video” al contrario de la videollamada la característica que la diferencia es que existe una comunicación entre múltiples locaciones, es decir más de dos (2) usuarios en una misma sesión transmitiendo audio y video en “tiempo real”.

2.4.4 Videollamada y Telefonía IP

Un sistema de video llamadas trae consigo ventajas al momento de su implementación y desde que empieza su

funcionamiento, los beneficios típicos de este servicio como ahorro en costos, se encuentran descritos en la Tabla VI.

Tabla VI Ventajas videollamadas [2,24]

Ventajas	
Telefonía IP-Fin-a-Fin	Servicio de red (ej. LAN)
Reducir costos por grandes distancias	Uso de Internet para el enrutamiento de llamadas
Disponibilidad	Establecer elementos redundantes en una red
Aplicaciones	Compartir archivos
Menor costo total de propiedad	Videollamadas sobre una red LAN

2.5 Aplicaciones

La videoconferencia y videollamada poseen múltiples aplicaciones, principalmente para comunicación personal. Con estos sistemas se pueden compartir información, intercambiar puntos de vistas, mostrar y ver todo tipo de documentos, dibujos, gráficas, acetatos, fotografías, etc. La videoconferencia provee además de compartir archivos la facilidad

de utilizar una pizarra de trabajo compartida, por lo que sus aplicaciones dependen del aplicativo escogido y de los requerimientos del usuario [12]. Estos sistemas pueden ser utilizados en FIEC para realizar las siguientes actividades, reuniones periódicas de empresas u organizaciones, administración de equipo, reuniones con clientes y proveedores, acelerar la toma de decisiones, tele-Aprendizaje a través de video, entre otras [13]. Existen más aplicaciones, por ejemplo en el área de la medicina, usada para la atención de pacientes o inclusive realizar cirugías de alto riesgo mediante el uso de un sistema de video lo que hoy en día se conoce como telemedicina, área en la que este servicio posee gran mercado, aceptación y se encuentra actualmente consolidado [14]. De acuerdo al estudio que se realizó en la facultad, la posibilidad de realizar reuniones periódicas y establecer discusiones y foros son aplicaciones convenientes, que el personal docente y administrativo podrá utilizar en una futura implementación en la institución. Finalmente en el siguiente capítulo se toman en cuenta las aplicaciones en el ámbito laboral y educativo, para el diseño y propuesta de la solución en la FIEC.

CAPITULO 3

3 Infraestructura de red de la Facultad

El análisis de infraestructura de red es importante porque nos ayudó a identificar las limitantes existentes dentro de la organización para luego proponer mejoras y soluciones, además nos permitió analizar de forma detallada los componentes físicos y lógicos existentes dentro de la red de la FIEC. En base a este estudio se trató de mejorar la interacción y experiencia del usuario mediante la adición del servicio de videoconferencia

3.1 Ubicación Geográfica

La Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil (Ecuador), en el Km. 30.5 Vía Perimetral, Campus Gustavo Galindo. La FIEC posee varios edificios, cuyos bloques principales son el 15-A Y 16-C, en los cuales se encuentran ubicadas las oficinas del personal docente y administrativo, laboratorios entre otros.

3.2 Distribución actual del sistema

En la siguiente sección se describe y detalla la distribución y comunicación de los IDF hacia los diferentes edificios mediante los MDF dentro de la facultad, además de ello se detalla información sobre el enlace WAN recibido desde el CSI, el mismo que sirve de medio de comunicación para los usuarios de la FIEC hacia la red externa.

3.2.1 Distribución Principal e Intermediaria

El IDF (Instalación de distribución intermedia) es parte de una topología estrella donde cada bloque representa una de sus puntas, las cuales son manejadas por un MDF

(Instalación de distribución principal). En cada uno de los IDF se encuentran los conmutadores que proveen el acceso a los usuarios finales. En la Figura 3.1 se representa a los diferentes edificios o inmediaciones donde se encuentran ubicados dichos IDF.

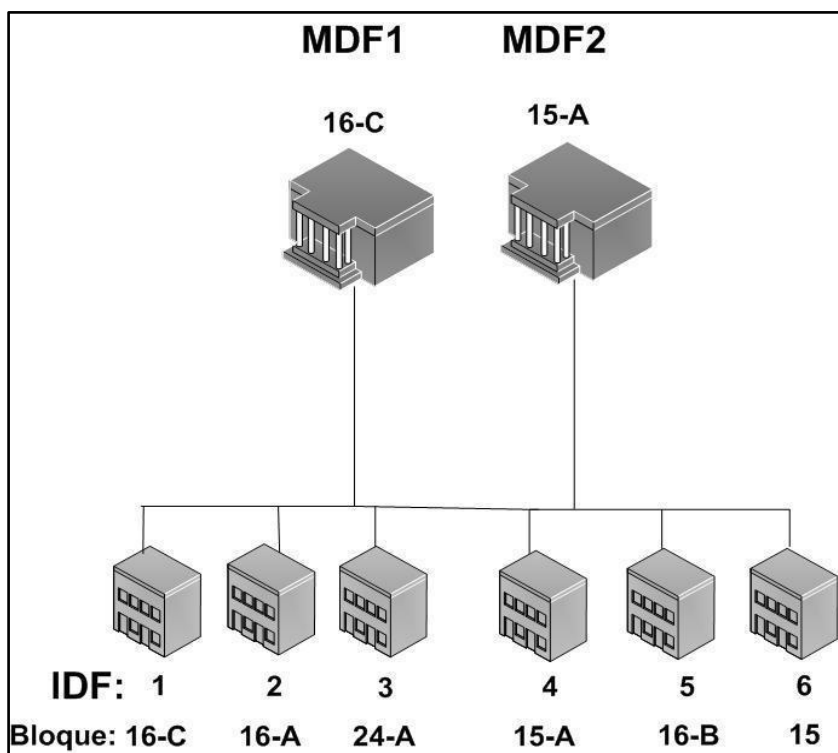


Figura 3. 1 Distribución de MDF a IDF

Dentro del Anexo A se muestra la ubicación geográfica de los principales edificios dentro de la FIEC, en ellos se

encuentran los conmutadores que desempeñan un rol principal en el MDF. Existen dos (2) conmutadores de capa tres (3) ubicados en los bloques 16-C y 15-A respectivamente, que cumplen la función de MDF. Además existen aproximadamente 50 conmutadores en toda la facultad, todos ellos ubicados en seis (6) IDF's.

3.2.2 Distribución de Ancho de banda

La FIEC no tiene asignada un ancho de banda específico, es la ESPOLE que tiene contratado aproximadamente 280 Mbps con un proveedor (ISP1) y utiliza un máximo 250Mbps entre todas las unidades, esto es administrado por el CSI (Centro de Servicios Informáticos). La Figura 3.2 representa como dicho ancho de banda llega hacia la facultad y es compartido de igual forma con otras unidades, utilizando como medio de comunicación WAN tanto para la facultad como al CSI fibra óptica Monomodo.

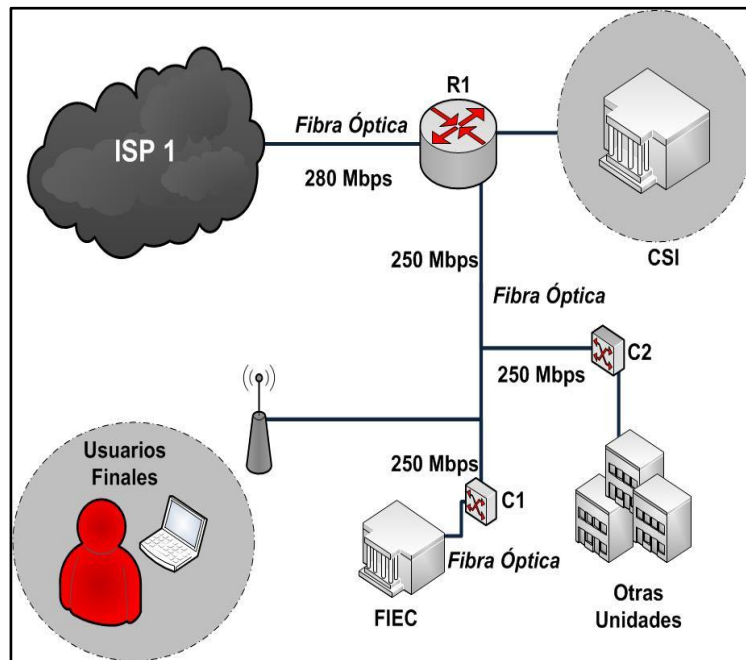


Figura 3. 2 Distribución de Ancho de Banda en la Universidad

3.3 Usuarios: Número, Distribución y Tipos

En toda la facultad existen aproximadamente 4500 usuarios entre estudiantes, personal administrativo y docentes, tal como lo describe la Tabla VII.

Según datos obtenidos de la administración, la red podría soportar hasta 10.000 usuarios los cuales poseen perfiles diferentes que son definidos por el administrador.

Tabla VII Número y Distribución de usuarios

USUARIOS	CANTIDAD
Estudiantes	4340
Docentes	120
Personal Administrativo	40
TOTAL	4500

En cuanto a las características técnicas de las estaciones del personal docente y administrativo, podemos resaltar la información sobre su hardware y sistema operativo, mostrada en la Tabla VIII.

Tabla VIII Características técnicas: Estaciones de trabajo

Tipo de Usuario	No.	Sistema Operativo	Tarjeta de red	Otras Características
Docentes	120	Windows 7	10/100/ 1000 Mbps	Procesador: Core i7 3.4 Ghz. Disco duro: 1 TB (7200 rpm). RAM: 4 GB.
Personal Administrativo	40			

3.4 Cableado de Red Local

El cableado es parte esencial del desempeño de una aplicación o servicio, por lo que un análisis del mismo se considera primordial. La Tabla IX contiene información acerca del tipo de cableado existente en la FIEC y sus tasas de transferencias

Tabla IX Tipo de Cableado en la FIEC

	Cableado	Categoría	Capacidad
Núcleo	Fibra Monomodo	No Aplica	Decenas de Gbps
Edificios y Laboratorios	UTP	5-E	10/100 Mbps
Edificio 15-A	UTP	6A	10/100/1000 Mbps

3.5 Topología

Dentro de la LAN de la FIEC es decir de cada bloque, la red se encuentra distribuida como una Topología de Árbol. La Figura 3.3 muestra la topología de los edificios principales (Bloque 16C y 15-A), adicionando la interacción de los cuatro (4) servidores

principales y algunos demás dispositivos existentes en dicha ubicación.

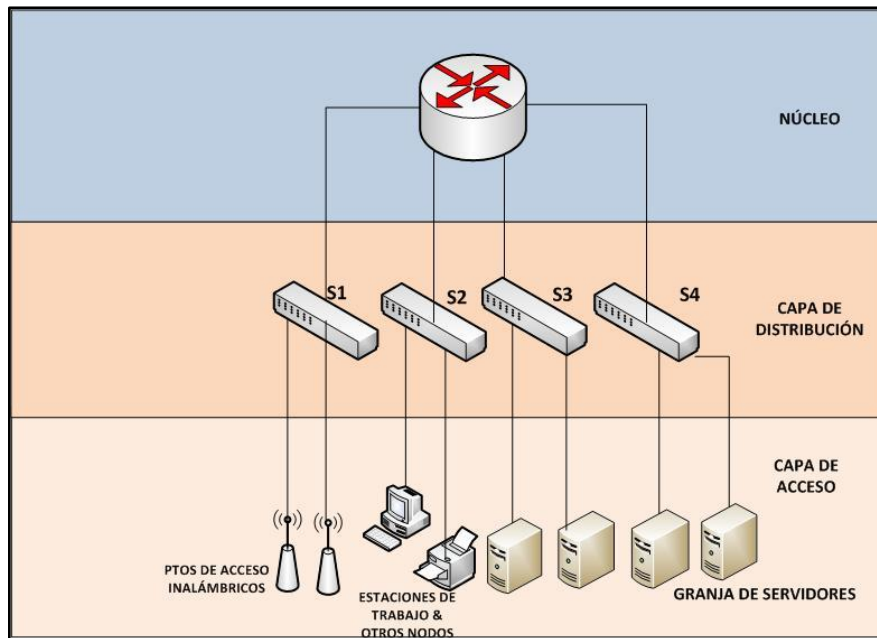


Figura 3. 3 Topología LAN 1

Los demás IDF en los edificios dentro de la facultad también se manejan bajo topología tipo árbol. La Figura 3.4 muestra dicha topología, incluyendo algunos dispositivos tales como puntos de acceso inalámbricos, computadores e impresoras que forman parte de la red local.

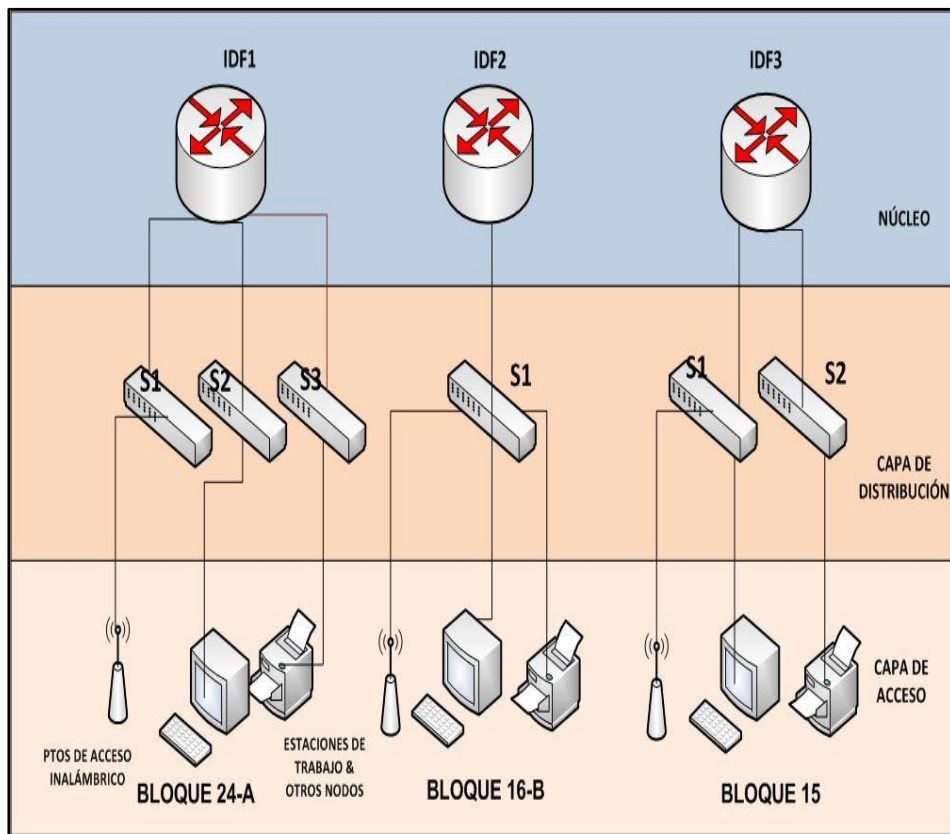


Figura 3. 4 Topología LAN 2

3.6 Servidores

Existe un total de catorce (14) servidores en la FIEC, pero por políticas de seguridad solo se pueden conocer ciertos detalles de los mismos. Por esa razón, para objeto de este estudio, sólo se consideraron cuatro (4) servidores para el desarrollo de este capítulo. Desde estos cuatro (4) servidores ubicados en la

facultad se maneja todo el tráfico referente a aplicaciones, servicios, etc., tal como lo muestra la Tabla X la cual describe la cantidad de dichos servidores, en que sistema operativo se encuentran actualmente funcionando y qué roles o servicios desempeñan en la red.

Tabla X Servidores: Sistema Operativo y Servicios

Servidor	Sistema Operativo	Servicio
1.- Ceibo	Linux	DNS
2.- Palma		Base de datos
3.- Cedro		Web & Aplicación
4.- Nogal	Windows 2003	Archivos e Impresión

Las características con respecto al hardware de dichos servidores (RAM, espacio en disco duro y otras características) se pueden visualizar en la Tabla XI.

Tabla XI Servidores: Hardware

Características Principales Servidores					
	No.& Capacidad de Discos Duros		RAM	Tarjeta de Red	Redundancia
1	3	250GB	4GB	10/ 100/ 1000 Mbps	RAID 5 & RAID6
2	8	146GB	8GB		
3	8	146GB	8GB		
4	2	500GB	4GB		

Con respecto a las funciones y/o roles de los servidores se puede mencionar algunas características. La Figura 3.5 detalla el alojamiento de la página web de la facultad en el servidor web y aplicación, que además de poseer sólo información sobre la institución, integra algunas aplicaciones o servlets usados para añadir recursos interactivos en dicha página web, las cuales fueron desarrolladas en Jakarta Tomcat. Además de ello los usuarios pueden acceder a dicha página desde la red interna o externa, utilizando como dominio principal www.fiec.espol.edu.ec

y adicionalmente la misma provee de acceso hacia otros servicios web tales como METIS, SATT, CONTROLAC, entre otros.

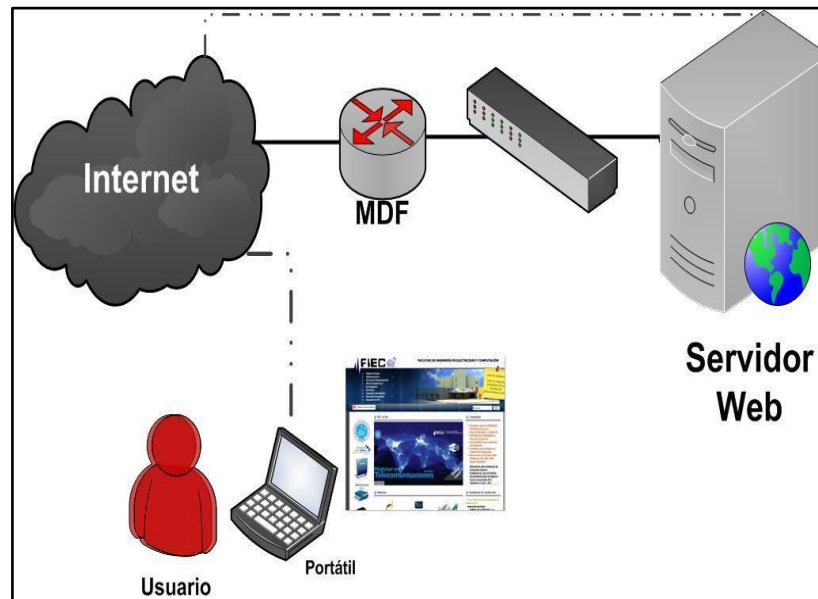


Figura 3. 5 Acceso al Servidor web desde internet

La FIEC posee un servidor DNS para la resolución de nombres a direcciones IP, por ejemplo si un usuario desea visitar la página www.espol.edu.ec y el servidor local no tiene dicho registro en su base de datos, hace la consulta a unos de los servidores DNS en Internet, el cual le responde donde puede localizar dicha página, la segunda vez que otro usuario desee acceder a la misma página, la consulta se realiza directamente hacia el servidor DNS local y el

usuario puede finalmente acceder a la página según sea el caso, a continuación la Figura 3.6 describe el mencionado ejemplo.

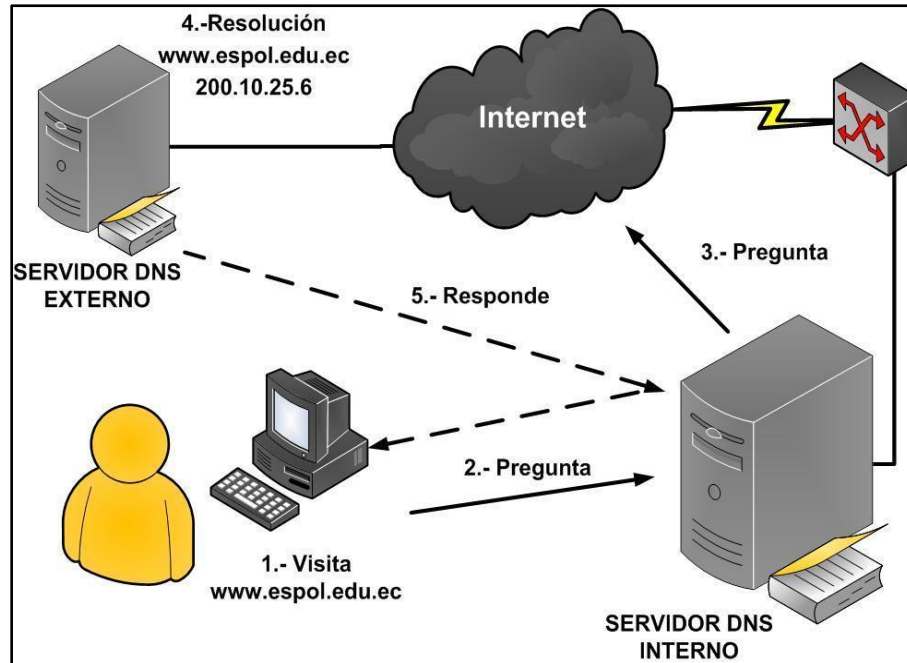


Figura 3. 6 Interacción entre cliente y Servidor DNS

Como muestra la Figura 3.7 el servidor de Archivos e Impresión se encuentran alojados en un mismo servidor físico. Cuando los usuarios desean realizar una impresión, la petición es enviada hacia el servidor que de acuerdo al perfil, usuario y contraseña permite o no imprimir. Como se mencionó, en este mismo servidor

se encuentra el servidor de archivos, en el cual son guardados algunos de los datos de la institución.

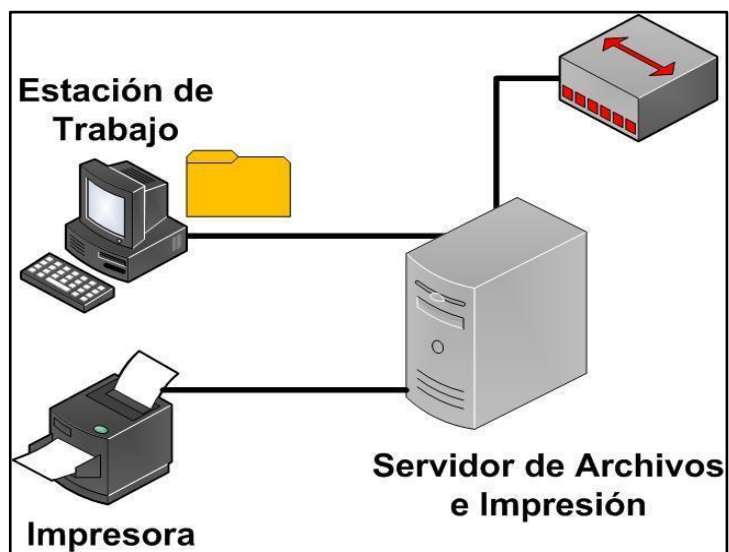


Figura 3. 7Servidor de Archivos e Impresión

En el servidor de base de datos está alojada la base de los sistemas que brinda la FIEC tales como Controlac, Metis, reservaSalas, FiecMSN, Certifiec, Crm, Némesis, entre otros. Los usuarios por ejemplo al momento de de autenticarse en MsnFIEC, la solicitud es enviada hacia el servidor que verifica, busca su usuario y contraseña en dicha base y según sea el caso se le permite o no acceder al servicio. Dicho servidor solo puede ser

accedido por usuarios dentro de la red LAN como se muestra en la Figura 3.8.

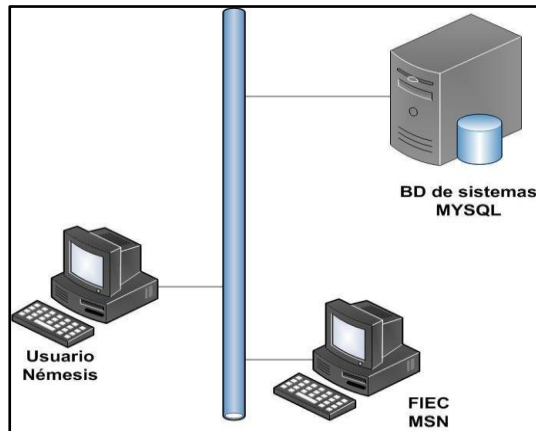


Figura 3. 8 Servidor de Base de datos

3.7 Direccionamiento

Los datos obtenidos muestran que aproximadamente en la institución el 80,00% de las direcciones IP son públicas, mientras que el 20,00% son privadas. Cada uno de estos bloques de direcciones trabajan con catorce (14) VLAN'S pero por políticas de seguridad no se puede conocer su nombre o identificador al igual que la dirección IP que actualmente utiliza la red LAN de FIEC. Adicionalmente el protocolo IP usado es IPV4 aunque existen dispositivos en la red que soportan IPV6 (conmutadores,

enrutadores, etc.). El esquema de direccionamiento mostrado en la Tabla XII fue elaborado en base a la información proporcionada por la administración.

Tabla XII Direccionamiento FIEC

BLOQUE	DIRECCION IP	Prefijo	VLAN
24-A	200.10.149.0	/24	1-14
16-A	200.10.150.0		
16-B	192.168.1.0		
16-C	192.168.2.0		
15	200.10.152.0		
15-A	200.10.153.0		

Siguiendo con en el esquema de direccionamiento, tal como muestra la Tabla XIII se asignó una dirección IP a los cuatro (4) servidores principales, direcciones que se consideran para el gráfico de la propuesta en los siguientes capítulos.

Tabla XIII Direccionamiento Servidores

SERVIDOR	DIRECCION IP
CEIBO	200.10.152.1/24
PALMA	192.168.1.1/24
CEDRO	200.10.152.2/24
NOGAL	192.168.1.2/24

Por último el esquema de direccionamiento IP y posible identificador de las VLAN'S, se pueden observar en la Figura 3.9, además se muestra la relación entre la red asignada de un determinado bloque con las posibles diferentes Vlan's utilizadas en la red de FIEC.

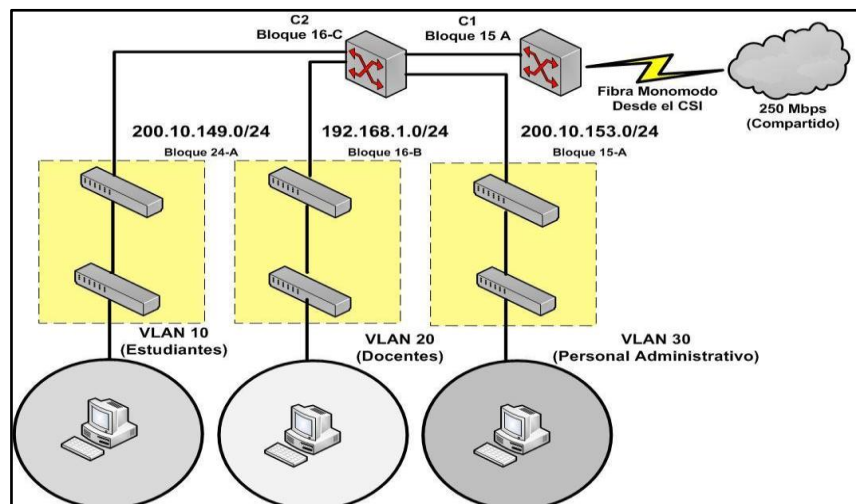


Figura 3. 9 Direccionamiento IP y Vlan's en la Facultad

3.8 Servicios de Red

El departamento de soporte técnico de FIEC (DST-FIEC) está encargado de administrar diversos servicios internos, es decir que son solo dirigidos hacia los usuarios de la facultad tales como personal docente, administrativos y estudiantes. Estos servicios son comúnmente utilizados por dichos usuarios en sus actividades diarias, las Tablas XIV y XV enlistan los servicios administrados por DST-FIEC y muestran además a qué tipo de usuarios es dirigido cada uno de los diferentes sistemas.

Tabla XIV Servicios de Red

Servicio	Descripción	Tipo	Usuarios
Crn	Sistema utilizado para solicitar soporte técnico a los administradores de red	Web	Docentes Administrativos
Nemesis	Permite administrar actividades de un proyecto.		Docentes Administrativos
Satt	Permite ingresar una solicitud de aprobación de tópico y temario de graduación.		Estudiantes Docentes Administrativos
ScDoc	Servicio que permite envío de archivos en un orden predeterminado..		Docentes Administrativos
Pandion	Herramienta de mensajería instantánea	Escritorio	Docentes Administrativos

Tabla XV Otros servicios de red en la FIEC

Servicio	Descripción	Tipo	Usuarios
Mail	Servicio de correo alojado en servidores de Google	Web	Estudiantes Docentes Administrativos
Controlac	Sistema de Control Académico que permite registrar las clases dictadas en el semestre		Docentes Administrativos
Metis	Usado para subir tareas, material didáctico de materias, etc		Estudiantes Docentes
Reserva Salas	Sistema en el que se puede reservar aulas de clases, etc.		Docentes Administrativos
MSNFiec	Servicio de mensajería instantánea		Docentes Administrativos
Certifiec	Sistema que permite emitir certificados.		Estudiantes

La videoconferencia(VC) en la FIEC solo se utiliza en determinados eventos, dado que depende de un lugar físico y no es actualmente un servicio recurrente que pueda ser usado por el personal docente y administrativo como una herramienta de trabajo, tal como se propone en el capítulo uno (1) de este proyecto.

La forma VC actual puede realizarse en diferentes lugares del bloque 15-A tales como la sala de reuniones junto al decanato, salón de eventos, auditorio y aulas de clases pero antes de poder acceder a este servicio se deben realizar los siguientes pasos: ´

- 1 Revisar en Secretaría si alguno de los lugares indicados está disponible.
- 2 Solicitar que se desea realizar un VC en esa área.
- 3 Secretaría confirma con DST-FIEC que el equipo para VC esté libre en el horario requerido (08h00 a 16h30 inclusive).
- 4 DST-FIEC, junto a quienes requieren el equipo, coordinan las pruebas antes del día de la VC.
- 5 DST-FIEC, lleva el equipo para la VC (en el horario confirmado), de acuerdo a las pruebas exitosas.

Las opciones de videoconferencia disponibles que posee actualmente la FIEC son: equipo MCU Sony, Software Polycom y Skype. Actualmente a una dirección IP que utilice VC se le puede asignar un enlace dedicado de hasta

1Mbps para dicha conexión. Para realizar estas conferencias de video se necesita además que el otro extremo deba poseer un equipo o un software para VC que tenga habilitado los protocolos H.323 y H.239. Tal como muestra la Figura 3.10, el equipo que se posee para las conferencias de video (MCU SONY), es un equipo multipunto en el que se pueden conectar hasta cinco (5) puntos simultáneamente.

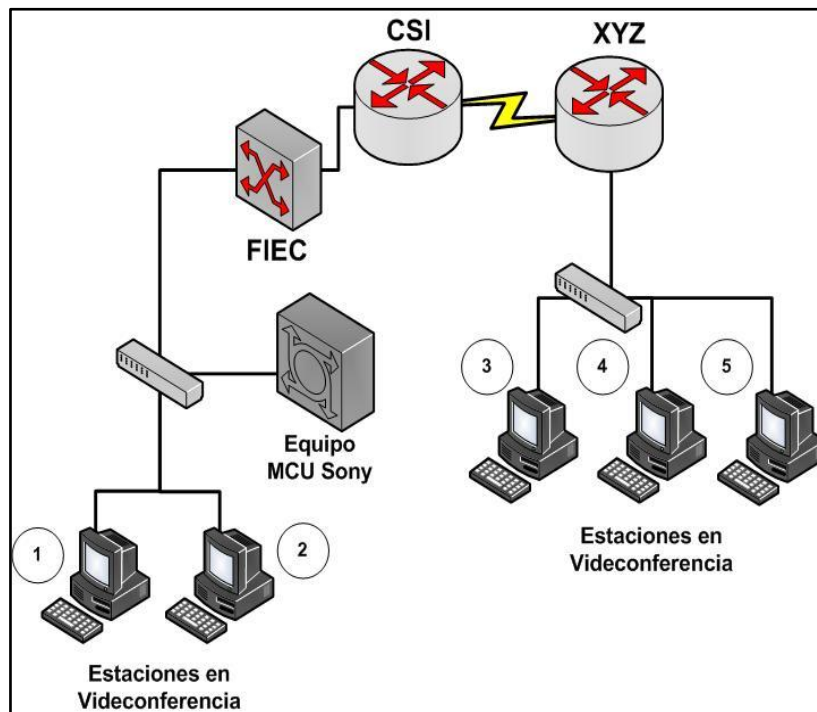


Figura 3. 10 Servicio de videoconferencia de la FIEC

3.9 Red actual de la FIEC

En la Figura 3.11 se puede observar la red completa de FIEC en la cual se muestra la comunicación de los servidores (web y aplicación, base de datos, archivos e impresión y DNS) con las diferentes estaciones de trabajo u otros nodos como impresoras IP y puntos de acceso inalámbricos. Además se puede visualizar los teléfonos IP existentes en la facultad que según datos recabados son solo dos (2) que trabajan con IPV4. También se puede observar el enlace de fibra Monomodo recibido por el CSI, el cual tiene otros enlaces más a las diferentes unidades académicas.

La información mostrada a lo largo de esta sección sirvió como base para la realización de la propuesta, nos brinda además datos relevantes para determinar qué elementos de la red se pueden aprovechar, cuales son las limitaciones existentes (ej. compatibilidad) y proponer una solución factible que pueda estar alineada con las necesidades de la facultad.

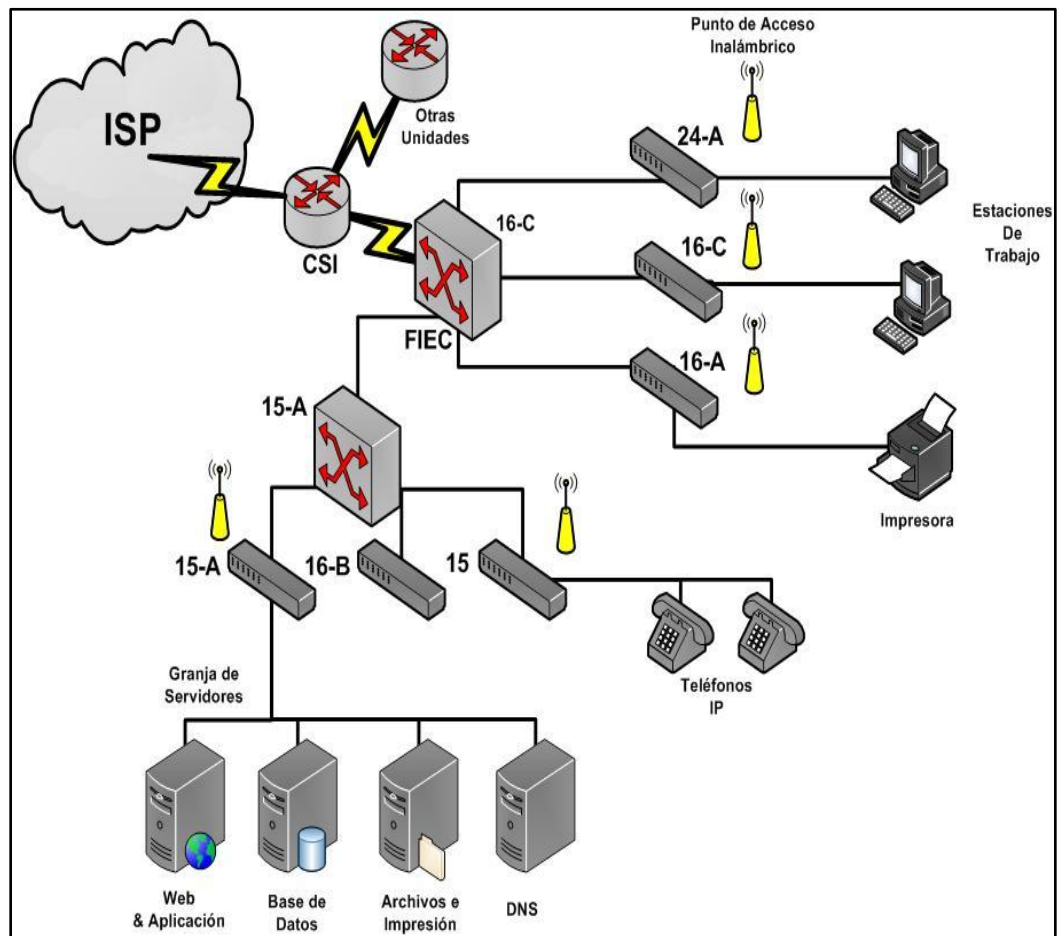


Figura 3. 11 Red actual de la FIEC

CAPITULO 4

4 Diseño del sistema

Basado en la investigación y análisis de red realizado en secciones anteriores, el presente capítulo describe la propuesta recomendada del servicio de videollamadas para la red de FIEC, con la opción adicional de videoconferencia, analizando que componentes de la red deben ser sustituidos y/o actualizados gradualmente, que equipos pueden mantenerse y que nuevos componentes deben añadirse a la red en la FIEC.

4.1 Requerimientos del sistema

Para poder realizar la implementación es necesario determinar qué elementos se requieren para cumplir los objetivos. Todo servicio dentro de una organización depende de ciertos elementos físicos y lógicos como lo son los equipos y el software de administración. En este caso se deben tener en consideración los componentes básicos que deben formar parte de la solución de videollamadas, explicando su importancia y la función que realizan dentro de la institución. Por tal razón, para llevar a cabo la implementación de un servicio, es necesario pensar en que equipos se necesitan para posteriormente proceder al despliegue de un servicio, los cuales se encuentran descritos en la Tabla XVI. Para la implementación de un servicio de videollamadas, uno de los elementos necesarios, es el servidor, donde se instala el software de administración, dicho equipo tiene la función principal de gestionar, centralizar y controlar las llamadas tanto de audio como de video y además administrar a los usuarios. Basados en la red de la FIEC, los conmutadores son dispositivos que deben ser considerados dentro de la solución, debido a que son los encargados de transportar y distribuir los datos a través de la red de la facultad, a través del cableado UTP,

ambos elementos, servidor y conmutadores deben ser considerados dentro del diseño propuesto. Todas estas acciones serán posibles gracias a la instalación de un software de servidor para videollamadas, aplicativo necesario para implementar el servicio. En cuanto al cliente se necesita tener instalado el softphone en un computador y adicionalmente adquirir algunos accesorios (audífonos, cámara web y micrófono) para ser utilizados tanto en las videollamadas como en las videoconferencias.

Tabla XVI Componentes comunes en una red de videollamadas

Elemento	Tipo	Función y Característica
Servidor	Hardware	Soporta carga de video.
Computador		Usualmente donde se implementa un softphone, debe considerarse su capacidad en tarjetas de red, de sonido y de video.
Audífonos		Utilizados con softphones para establecer conversaciones.
Cámara web		Permite enviar imágenes de video mediante el softphone.
Softphone	Software	Permite realizar llamadas de audio y video desde cualquier dispositivo que lo soporte. (Ej.: Computador)
Servidor de video		Administra y gestiona llamadas cuentas de usuarios.

4.2 Comparativa de equipos existentes

Previo al análisis de red realizado en el capítulo tres (3), que nos ayudó a observar la red ya implementada en la FIEC, se determinó dentro de la propuesta la agregación de un nuevo servicio de comunicación a través de audio y video que es dirigido hacia los usuarios administrativos y personal docente. Dentro de este estudio desarrollado se pudo obtener información clave sobre los equipos utilizados dentro de la facultad, entre los cuales podemos mencionar conmutadores, servidores entre otros. Esta información obtenida nos ayudó a determinar si dichos equipos pueden soportar o no la carga generada por el nuevo servicio de video en base a las características de su hardware. En la Tabla XVII se encuentra la comparativa entre los conmutadores existentes y el nuevo equipo seleccionado mediante una previa investigación. Gran parte de los conmutadores existentes dentro de la facultad poseen buenas características las que han sido descritas en el Anexo A, pero para garantizar una escalabilidad en la red se debe cambiar gradualmente algunos conmutadores hacia unos con mejores características, entre las cuales se agrega el soporte de POE (Power over Ethernet). Los equipos actuales no

poseen dicha característica, la cual es un aspecto importante en una solución de telefonía IP ya que aminora los costos en cableados eléctricos si se llega a implementar videoteléfonos o teléfonos IP en un futuro. Otra de las características mejoradas de los conmutadores en la propuesta es el número de puertos, la capacidad de los existentes en FIEC es de 24 puertos a diferencia del propuesto que es de 48 puertos, dicha mejora nos permite en un futuro aumentar el número de teléfonos IP o nodos y conjuntamente el número de usuarios en la facultad. Otras características técnicas adicionales de los nuevos conmutadores se encuentran mayormente descritas en el Anexo B al final de este proyecto.

Tabla XVII Comparativa entre conmutadores propuestas y existentes

	Soporte POE	+ de 24 puertos	Soporte Ipv6	Ranuras de expansión GigabitEthernet	Administra- ble
Conmutadores Existente	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Aplica
Conmutador Nuevo	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica

Siguiendo con la comparativa entre equipos, tenemos a los teléfonos, donde la mayor parte son digitales y como se mencionó en el capítulo tres (3), actualmente solo se tienen dos (2) teléfonos IP's dentro de la FIEC, con los cuales se pueden realizar llamadas de voz y no de video, los videoteléfonos son los que incluyen esta característica. Dentro de una futura implementación es posible la utilización de dichos equipos en vez de un teléfono convencional.

Entre las características principales del videoteléfono considerado tenemos las descritas en la Tabla XVIII, donde se establece una comparativa con los teléfonos existentes en la red de FIEC. La mayor parte de estos videoteléfonos soportan dos (2) llamadas recurrentes y dependiendo del modelo soportan un número n de sesiones concurrentes, lo cual puede incrementar su costo unitario haciendo que su implementación se vuelva costosa. La ficha técnica del videoteléfono considerado en el análisis se encuentra descrita en el Anexo B al final de este proyecto.

Tabla XVIII Comparativa entre teléfonos existentes y el videoteléfono

	Envío y recepción de audio	Envío y recepción de video	Soporte IPV4	Soporte IPV6
Teléfonos digitales	Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Teléfonos IP	Aplica	No Aplica	Aplica	No Aplica
Videoteléfono	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica

Por último, dentro de los servidores existentes en la facultad se encuentran alojados los diferentes servicios brindados hacia los usuarios, por lo que una futura implementación de un servidor de video en los mismos pueden interferir con los existentes, por lo que se recomienda la selección de un nuevo servidor, en base a los requerimientos solicitados como escalabilidad del hardware y costos de adquisición, para finalmente seleccionar el dispositivo donde se despliega el servidor de videollamadas, el cual se detalla en la siguiente sección.

4.3 Selección de dispositivos

La comparativa realizada en la sección 4.2, nos ayudó a determinar los equipos necesarios para una futura implementación de un servicio de videollamadas. Uno de los nuevos dispositivos seleccionados es el servidor para video; cuyo equipo se recomienda no se implemente en ninguno de los catorce (14) servidores existentes de la red de FIEC sino que se instale en un nuevo equipo. Para cumplir este objetivo se seleccionó un hardware que soporte en un futuro aumento en su capacidad de almacenamiento (disco duro), expansión de memoria RAM e incremento en las tasas de transferencias. En dicho equipo seleccionado se implementó el software servidor de videollamadas.

Finalmente nuevos conmutadores fueron escogidos en base a los requerimientos de una red de videollamada que puedan satisfacer las necesidades solicitadas y brinden escalabilidad sin afectación a la red ya implementada. Adicionalmente estos dispositivos nos ofrecen algunas ventajas en comparación de los existentes tales como soporte de POE que nos ayuda a omitir la implementación del cableado eléctrico y tiene soporte de IPV6 que es el protocolo

que nos ayuda a implementar algunas opciones de seguridad, enrutamiento, etc.

4.4 Diseño propuesto

Dentro del hardware escogido en el Anexo B, es donde se implementa el servidor Elastix, como se mencionó en el capítulo dos (2), este software es un sistema operativo basado en Asterisk, de código abierto que es utilizado para IP-PBX. Dicho servidor crea y administra las cuentas de usuarios de la facultad, este equipo debe ser ubicado dentro de la red LAN de FIEC para permitir al personal docente y administrativo autenticarse con su extensión y contraseña proporcionada desde la red interna. Elastix además permite la creación de una cuenta de usuario mediante interfaz gráfica, dicho proceso se encuentra detallado en el Anexo H de este proyecto, donde se creó una cuenta de usuario SIP con extensión 1001.

Como sugerencia, para que los usuarios puedan acceder al servicio desde la red externa se recomienda que la dirección IP del servidor se publique bajo un dominio en internet o que los usuarios

accedan a la red interna mediante VPN (Red privada virtual) tal como se puede visualizar en la Figura 4.1, utilizando su usuario y contraseña de ESPOL. Este servicio actualmente es brindado por el CSI a todos los miembros de la universidad.

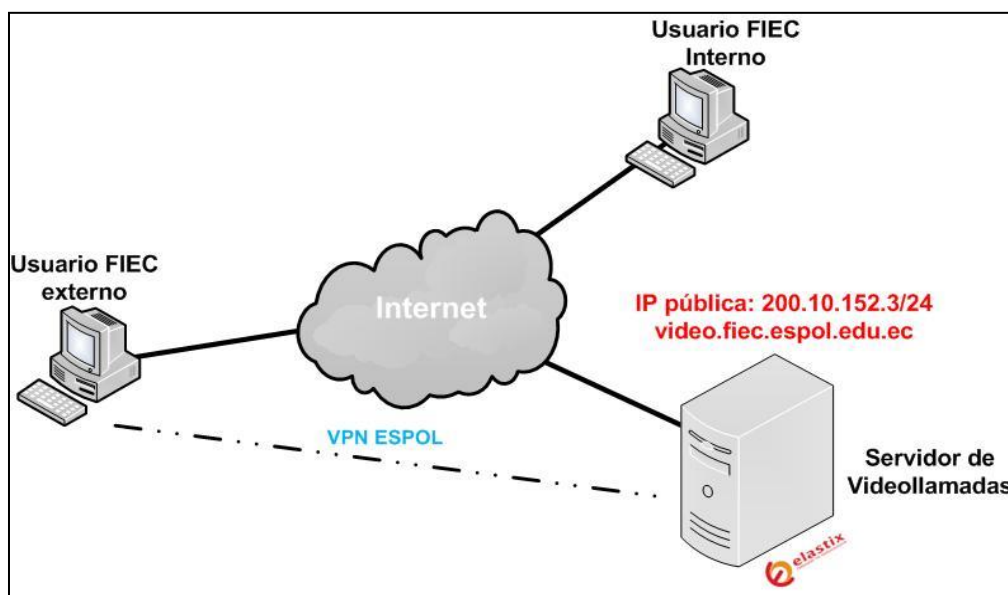


Figura 4. 1 Acceso desde la red externa

Elastix soporta diversos protocolos de video como IAX, pero en base al softphone seleccionado (Jitsi). SIP es el protocolo por defecto de administración de las cuentas del personal de FIEC. Adicionalmente desde este servidor se realizaron las configuraciones necesarias de administración, como por ejemplo habilitar el uso de videoconferencia ya sea de forma general o por

usuario, activación de los diferentes códecs y protocolos de video, definición de los planes de marcaciones, etc. Todas las configuraciones necesarias para habilitar el uso de videollamadas y videoconferencia se encuentran descritas en el Anexo I. Bajo esta propuesta la solución escogida para ser implementada en el lado del cliente es un softphone en vez de un videoteléfono, en capítulos anteriores pudimos definir la función específica de este software y equipo respectivamente.

El softphone seleccionado como parte del diseño de la solución es JITSI debido a que su implementación representa un costo menor a diferencia de los videoteléfonos (Referirse Capítulo 5). Jitsi es un softphone de código abierto, el cual era antes conocido como SIP COMMUNICATOR, con el cual los usuarios pueden programar y compilar sus propias características. Actualmente existen algunas versiones (1-3) para diferentes plataformas, entre las cuales podemos mencionar Linux, Windows y Mac. Adicionalmente este softphone no solo permite llamadas de voz sino de video [30-31]. Para instalar un softphone en una estación de trabajo es necesario seguir algunos pasos, dichos procesos de instalación de JITSI en

sistemas operativos Mac Snow Leopard, Ubuntu 12 & Windows 7 son diferentes y se encuentran definidos en los Anexos D, E, F, respectivamente. Después de su instalación cada usuario puede registrar su cuenta desde su computador hacia el servidor Elastix donde debe encontrarse ya creada la cuenta.

Actualmente la mayor parte de los usuarios de la facultad posee una estación de trabajo que tiene instalada una distribución de Windows. Dicho proceso de registro de cuenta de usuario desde JITSY es similar en los diferentes sistemas operativos mencionados con anterioridad, por lo que solo se describe el proceso de registro de una cuenta SIP en JITSY desde un sistema Windows 7 Professional en el Anexo G. Por último junto con la implementación de JITSY o cualquier softphone se deben adquirir algunos dispositivos tales como audífonos, micrófonos y cámara web que son para uso del personal docente y administrativos de la institución en sus videollamadas o videoconferencias dentro de esta propuesta.

4.4.1 Modificaciones en la infraestructura

Dentro de la red de la FIEC existen algunos elementos que tienen que ser modificados. El análisis hecho en el capítulo tres (3) nos ayudó a determinar las capacidades y características del cableado, equipos, enlaces WAN, etc. Después de estudiar la red y diseñar la solución, se determinó que uno de los elementos que se deben modificar para garantizar un buen desempeño del nuevo servicio de video y continuidad de los existentes es el cableado LAN. Tal como se muestra en la Tabla XIX, los edificios principales donde se encuentran localizadas la mayor parte de las oficinas del personal docente y administrativo, son los bloques 15-A, 24-A, Y 16-C y en estos dos (2) últimos bloques se tiene implementado cableado de cobre UTP categoría 5E que posee una capacidad de transferencia de hasta 100Mbps, a diferencia de las estaciones de trabajo que poseen tarjetas de red que soportan capacidades de hasta 1000Mbps, por lo que se recomienda que se migre el cableado hacia uno de mayor capacidad, tal como cableado UTP de cobre

categoría 6A, el cual puede transmitir a tasas de transferencia de hasta 1000Mbps.

Tabla XIX Cableado existente y recomendado en FIEC

Edificio 24 & 16C	Categoría	Capacidad
Cableado UTP Actual	5E	10/100 Mbps
Cableado UTP Nuevo	6 ^a	10/100/1000 Mbps

Dentro de la Tabla XX se establece una comparativa entre las capacidades de los puertos de los conmutadores propuestos y existentes dentro de la red de FIEC.

Tabla XX Conmutadores propuestos y existentes en FIEC

IDF	Capacidad de Puertos
Conmutador Actual	10/100 Mbps
Conmutador Nuevo	10/100/1000 Mbps

Tal y como muestra la Figura 4.2 con respecto a los conmutadores ubicados en los IDF de toda la facultad,

existen algunos equipos que en sus puertos no pueden transmitir más allá de 100Mbps (Referirse al Anexo A), por lo que al existir un cambio en el cableado, es necesario que se actualice los conmutadores, para obtener uniformidad en la red, por tal motivo se sugiere el cambio gradual de dichos equipos hacia uno con mejores características.

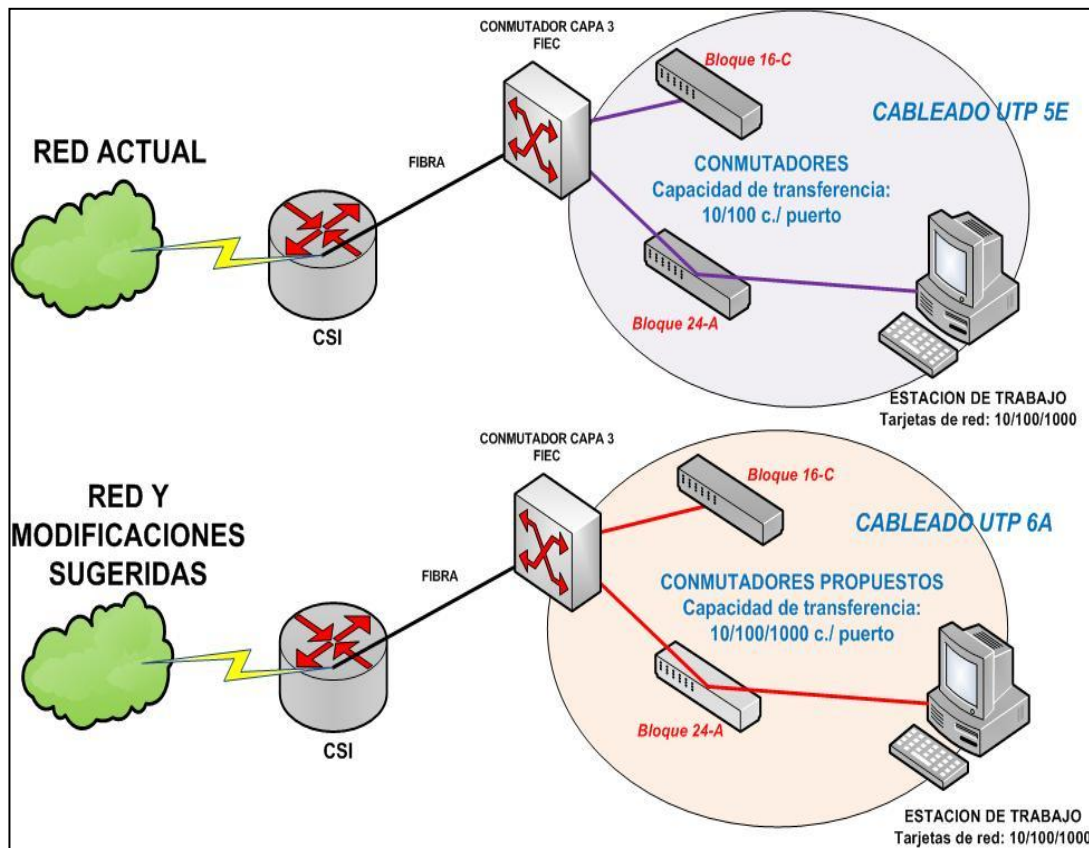


Figura 4. 2 Modificaciones sugeridas en la Red de FIEC

4.4.2 Resumen de la solución propuesta

Después del análisis y la propuesta realizada anteriormente, la Figura 4.3 muestra todos los componentes que forman parte de la solución propuesta, donde el servidor de videollamadas es el ente principal del servicio, el cual administra todos los usuarios mediante las configuraciones hechas en Elastix por el administrador, en él se encuentran creadas las cuentas del personal docente y administrativo, los cuales tienen asociado un número de extensión y contraseña (la extensión puede ser la misma asignada por el CSI).

Los usuarios pueden acceder a sus cuentas a través de un softphone, en este caso se recomendó la utilización de Jitsi, el cual puede ser usado en las computadoras del personal donde se tiene instalada una distribución de Windows, pero con la posibilidad de que Jitsi se pueda instalar en ambientes Ubuntu & Mac según sea el caso. Todo el tráfico de este servicio llega al servidor de video llamadas a través del cableado de fibra óptica que ya

posee la facultad en su cuarto de servidores y viaja desde las estaciones de trabajo a través del cableado UTP de cobre categoría 6A y los conmutadores seleccionados en secciones anteriores, el cual se recomienda tenga incorporado el soporte de POE, si se llega a implementar teléfonos IP o videoteléfonos.

Además los usuarios pueden realizar videollamadas concurrentes “ilimitadas” sin estar regidos por una licencia o membresía, aunque dichas llamadas realmente dependan del hardware de su estación de trabajo. Finalmente bajo las condiciones actuales de las estaciones de trabajo existentes se pueden tener tres (3) usuarios en sesión simultánea. (Referirse al Capítulo 6).

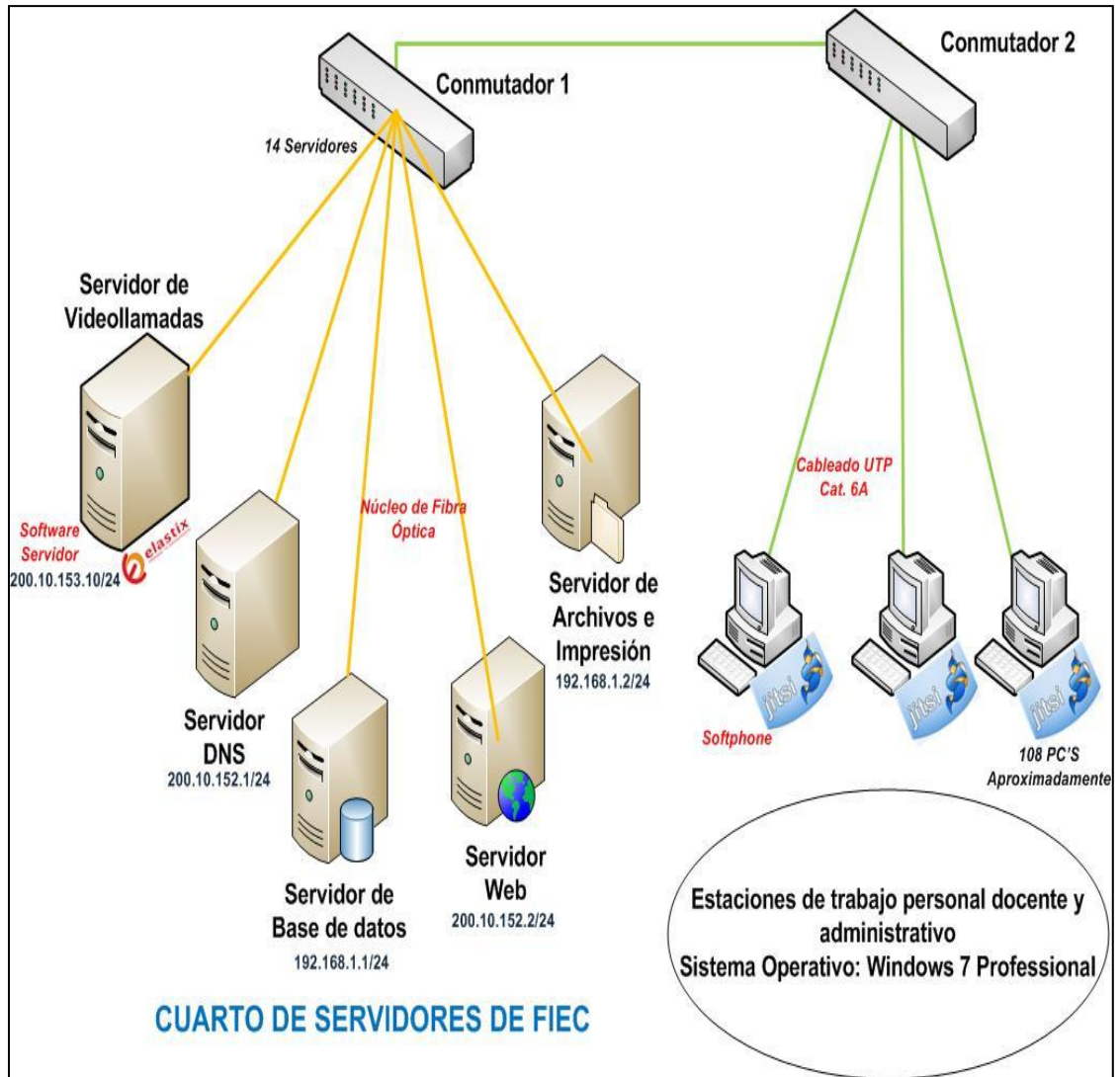


Figura 4. 3 Gráfica de la solución propuesta de FIEC

CAPÍTULO 5

5 Análisis financiero

Esta sección detalla y desglosa los gastos que la facultad tendría que incurrir para desplegar la solución propuesta en el capítulo anterior, tomando en cuenta los costos actuales de los dispositivos y elementos seleccionados.

5.1 Costo de implementación

Para poder acceder a este servicio de video en un futuro, en el capítulo cuatro (4) se recomendó realizar ciertas modificaciones en la infraestructura de la FIEC para garantizar el desempeño de los servicios nuevos y existentes. Uno de los cambios sugeridos fue el cableado LAN, ya que como se expresó, necesita ser renovado en ciertas locaciones.

Dentro de esta recomendación se deben incluir otros gastos tales como la compra de cajetines de red, funda de conectores RJ45, costos operativos de técnicos entre otros, ya que todos estos elementos tendrían que ser renovados junto al cableado debido a que trabajan conjuntamente. Con respecto al medio de transmisión en la red local, solo se debe cambiar el cableado en los bloques 24-A y 16-C, donde se encuentran la mayor parte de las oficinas, la Tabla XXI muestra cómo están distribuidos los computadores en las oficinas de los diferentes edificios (aproximadamente 108) y cuantos nodos necesitan actualizar su cableado (aproximadamente 43).

Tabla XXI Cantidad de usuarios por bloque dentro de FIEC

Usuarios en oficina	Bloque 24-A	Bloque 15-A	Bloque 16-C
Planta alta	5	2	20
Planta baja	0	63	18
Total de usuarios por oficina			108
Oficinas que utilizan cableado 5E			43

Otro de los cambios sugeridos dentro de la propuesta, es la renovación de los conmutadores existentes, para que posean mayor capacidad de conmutación y soporte de POE en sus puertos Ethernet, en caso de que en un futuro se decida implementar videoteléfonos u otro dispositivo que necesite trabajar con POE. El costo de implementación de videoteléfonos no fue considerado parte de la solución, pero para fines de comparación si se decidiera elegir una solución de videollamadas con videoteléfonos, esta tendría un costo aproximado de \$62000,00 tal como se puede visualizar en el Anexo J. La compra e implementación de un nuevo servidor (Referirse Anexo B) como parte de la solución de videollamadas es otro de los costos a considerar, dentro de la

implementación de este equipo se deben tomar en cuenta otros gastos adicionales tales como precio del producto y costos operativos o técnicos relacionados con la instalación y configuración de Elastix. Aparte de ello se incluyeron valores de compra de disco duro y Memoria RAM para aumentar las capacidades de este equipo a fin de que se pueda garantizar una escalabilidad en el servicio en los primeros años de su funcionamiento y adicionalmente se incluye el costo de exportación desde Estados Unidos del nuevo equipo servidor (Referirse Anexo K). Adicionalmente a partir de este último costo, se recomienda incluir los gastos operativos (sueldos) de dos (2) técnicos que se encarguen de dar el soporte a usuarios para facilitar el proceso de adaptación de la nueva aplicación (Jitsi) y además tendrían como labor dar mantenimiento a los equipos. Estos técnicos se encargaran además de instalar y configurar Jitsi en las estaciones de trabajo y manejar también el proceso de capacitación de los usuarios en la facultad. Otros dispositivos que deben adquirirse para utilizar el softphone son: audífonos, micrófonos y cámaras web, los cuales trabajan con los usuarios finales en este caso docentes y personal administrativo cuando establezcan una sesión

de videollamadas, dicha compra es imprescindible, ya que sin estos equipos los usuarios no pueden acceder al servicio. El presupuesto final o costo de implementación del servicio ronda los \$42000,00 aproximadamente los cuales incluyen los valores mencionados y descritos en la Tabla XXII. El desglose del presupuesto inicial para la implementación se encuentra definido en el Anexo L.

Tabla XXII Presupuesto aproximado de implementación de videollamadas en FIEC

Gasto	Valor
Renovación de cableado	\$ 5.614,50
Cambio de conmutadores	\$ 5.995,74
Compra, Instalación y configuración de servidor de videollamadas	\$ 3.718,94
Audífonos, micrófonos y cámara web	\$ 2.410,56
Hardware Adicional (Servidor)	\$ 458,67
Instalación y capacitación de Jitsi	\$ 6.680,00
Sueldos de técnicos (1 año)	\$ 16.680,00
TOTAL	\$ 41.558,41

5.2 Costo de mantenimiento

El costo de mantenimiento es considerado a partir del primer año de la implementación del servidor, dicho valor ronda los \$1500,00 aproximadamente, ya que existirían técnicos encargados de proveer el mantenimiento al software y hardware del equipo, por lo que este gasto no sería tan elevado aunque puede variar según el mercado o si se decidiera contratar a terceros para realizar dicho mantenimiento. Este costo también incluye la actualización de nuevas versiones del Jitsi en los computadores de los usuarios finales y Elastix en el nuevo servidor, aunque ambas tareas son parte de las responsabilidades de los técnicos sugeridos para soporte del servicio. En cuanto al periodo de mantenimiento se recomienda que este se haga al menos una vez por año, a fin de prevenir futuros inconvenientes en el servicio (saturación de procesador).

5.3 Amortización

La futura implementación de este servicio no genera ingresos sino beneficios u aplicaciones en tareas laborales ya que no se está vendiendo u ofreciendo un producto o servicio a terceros sino que

se está sugiriendo la implementación de un servicio que forme parte de los ya tradicionales. En esta sección además se justifica en que se utilizaría el presupuesto (\$ 41,558.41), asignando en que momentos del proyecto se deben realizar las compras, instalaciones y configuraciones de los equipos y/o dispositivos mencionados en la sección 5.1, para posteriormente poder acceder al servicio de video.

Como primer paso se debe realizar el cambio del cableado en el segundo mes del proyecto, previamente realizada una visita técnica en el primer mes del proyecto, al igual que la adquisición de los nuevos conmutadores, para realizar la instalación y configuración de dichos elementos un mes después de su adquisición.

El segundo paso es adquirir, en el sexto mes del proyecto el nuevo servidor de video junto con la nueva memoria RAM y disco duro para aumentar sus capacidades y al mes siguiente se empezaría a realizar las instalaciones y configuraciones del software servidor en Elastix, para poder implementar el servicio de

videollamadas. Después de haber realizado todas las pruebas y configuraciones ahí es cuando se recomienda comprar los accesorios tales como audífonos micrófonos y cámaras web que son utilizados con Jitsi. A partir de esta fecha en el onceavo mes del proyecto, es que se recomienda la contratación de los técnicos que se encarguen de la instalación y configuración de Jitsi en los clientes, seguido de esto en el mes 16 del proyecto es cuando se sugiere realizar la capacitación de los usuarios a fin de que ellos puedan sacar ventaja de este nuevo servicio. Finalmente dentro del presupuesto total no se consideró el valor de mantenimiento anual estimado a diferencia de los sueldos de los técnicos que si forman parte de dicho presupuesto inicial, tal como se puede apreciar en el Anexo M, donde está descrito el Flujo de gastos realizados por implementación del servicio de videollamadas.

CAPÍTULO 6

6 Pruebas y Resultados

Dentro del presente capítulo se describen las pruebas realizadas hacia el servidor, y se analizan cada uno de los resultados obtenidos, para establecer las diferentes asunciones para cada caso relevante, basados en cálculos estadísticos. Adicionalmente se describe la implementación piloto realizada entre Jitsi y Elastix, para verificar su interacción y compatibilidad con los diversos sistemas operativos, Windows 7 Professional, Ubuntu 12.04 y Mac Os Leopard.

6.1 Descripción de la implementación piloto

La implementación piloto fue basada en la propuesta dentro del capítulo cuatro(4), la cual determinó los elementos necesarios dentro de un servicio de videollamadas. Dentro de la Figura 6.1 se puede observar a los diferentes sistemas operativos en el cual Jitsi (que es el softphone propuesto) puede ser instalado y la interacción de los mismos con el servidor de videollamadas "Elastix". Inicialmente para probar dicha solución, se implementó un servidor Elastix dentro de la red LAN de la FIEC cuyas características se encuentran definidas en el Anexo B y en este equipo es donde se crearon y se administran las cuentas de los usuarios tal como se expresó en secciones anteriores. Dentro de la misma red LAN se implementó adicionalmente tres (3) clientes, cada uno con diferentes sistemas operativos instalados (Mac Os leopard, Windows 7 Professional, Ubuntu 12.04), los cuales sólo poseían una cuenta de usuario registrada (Referirse Anexo G) con una extensión previamente creada dentro del servidor.

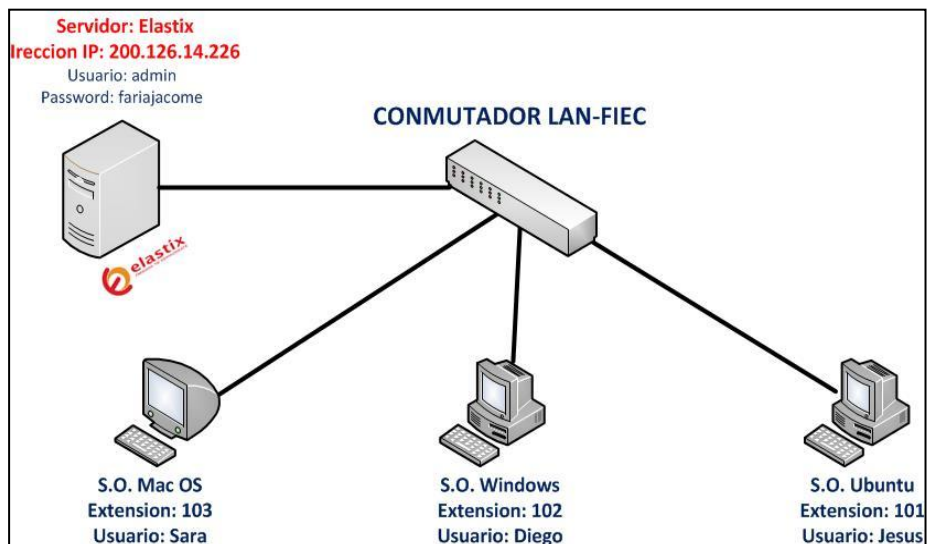


Figura 6. 1 Escenario de implementación piloto de videollamadas y videoconferencia

Si bien es cierto Jitsi puede ser instalado en diferentes plataformas, pero debido a que dentro de la facultad los computadores de los usuarios tienen instalados por defecto Windows 7 Professional como sistema operativo, las videollamadas de pruebas descritas en la Tabla XXIII fueron realizadas tomando como eje central dicha distribución de Windows, estas pruebas cliente a cliente tuvieron resultados satisfactorios tanto en el envío como en la recepción de audio y video.

Tabla XXIII Escenarios de pruebas de videollamadas

SISTEMAS OPERATIVOS		Envío y Recepción de audio y video
Windows	Mac Os	Si
Windows	Ubuntu	Si
Mac Os	Ubuntu	Si
Windows	Windows	Si

Como podemos recordar, la gran ventaja de Jitsi versus otros softphones es poder realizar “llamadas ilimitadas” sin estar sujetos a una licencia, por lo que la videoconferencia ya sea de audio o video, es una ventaja adicional que ofrece Jitsi, por esa razón, se realizaron pruebas para examinar dicha característica. La recepción de audio y video entre los usuarios fue igualmente satisfactoria utilizando el escenario descrito para videoconferencia en la Tabla XXIV, el cual empezaba con una videollamada(1:1) entre dos usuarios (Mac y Windows) y después se agregaba a la conversación al usuario Ubuntu, este último solo enviando audio

por limitaciones de hardware. En la implementación piloto se utilizaron tres (3) computadores, los cuales tenían a su vez un micrófono y audífono y como se mencionó poseían a su vez diferentes sistemas operativos, las características principales de los equipos, programas y accesorios utilizados en la implementación piloto se encuentran descritas en el Anexo N, adicionalmente los resultados en las pruebas pueden ser visualizadas en el Anexo O.

Tabla XXIV Escenario utilizado para prueba de videoconferencia.

Emisor	Receptor 1	Receptor 2
Mac Envía Audio y Video	Windows Recibe Audio y Video	Ubuntu Recibe Audio y Video
Ubuntu Envía Audio	Windows Recibe Audio	Mac Recibe Audio
Windows Envía Audio y Video	Mac Recibe Audio y Video	Ubuntu Recibe Audio y Video

6.2 Funcionabilidad

De acuerdo con lo explicado en capítulos anteriores, el hardware escogido para la solución de videollamadas se encuentra definido en el Anexo B de este proyecto, en el cual se propuso implementar Elastix como sistema operativo con el cual se pueden manejar las cuentas SIP de los usuarios en la facultad. La siguiente sección describe las pruebas de saturación y rendimiento realizadas en el mencionado hardware (servidor Elastix), obteniendo resultados del número de llamadas promedio entre otra información relevante.

6.2.1 Desempeño

Para medir el desempeño del hardware del servidor de videollamadas, generando tráfico desde clientes dentro de la red, se realizó un script nombrado como **saturacion.sh** el cual generaba carga SIP con audio y video (Script detallado en sección 6.2.2) ya que independientemente de cuál sea el sistema operativo del cliente (Windows, Linux o Mac) dicha carga llega al servidor como tráfico SIP.

Considerando además que se debía medir el rendimiento con el mayor número de usuarios conectados en la FIEC (160), se decidió utilizar el script mencionado desde un cliente Ubuntu 12.04 el cual enviaba tres (3) intentos de llamadas por segundo, cada videollamada tenía una duración de tres (3) minutos, donde el pico máximo de llamadas eran 160 y cuya duración total de la prueba era 30 minutos aproximadamente.

En conjunto con la ejecución del script se encontraba conectado remotamente desde un cliente Windows 7 Professional, un software de monitoreo conocido como Remote-Linux-Monitor (RLM) , el cual con la ayuda del JRE permitía desde la plataforma Windows, monitorear el rendimiento del sistema Linux tal como lo es el servidor Elastix basado en Asterisk.

RLM transporta dicha información a través de la red hacia el administrador usando el protocolo SSH (Secure Shell). Adicionalmente los datos obtenidos por dicho programa con respecto a memoria RAM y Procesador, son en valores

porcentuales (%), mientras que los datos sobre el envío y recepción de paquetes en la tarjeta de red son en Megabits (Mb), estos últimos valores son totales acumulados, aspecto que fue considerado en el cálculo de resultados con respecto al rendimiento.

En conjunto con las pruebas de saturación (descrita posteriormente) con el software RLM se iba calculando el rendimiento del servidor desde un cliente Windows 7 Professional dentro de la red LAN de la FIEC, mientras que con ayuda de otro software de captura de imágenes llamado Screen Capture Utility (SCU) se realizaban las capturas de pantallas.

El escenario de monitoreo de rendimiento mencionado anteriormente se encuentra mostrado en la Figura 6.2, donde podemos ver la interacción entre todos dichos elementos, para esta prueba de laboratorio se capturaban muestras cada tres (3) minutos con ayuda del SCU, el cual

tomaba una imagen del RLM monitoreando el rendimiento del servidor desde Windows y así continuaba tomando las muestras por un periodo de dos (2) horas y media o cinco (5) horas, intervalo de tiempo que estaba relacionado o dependía del número de pruebas de saturación realizadas por día (o 5 o 10),

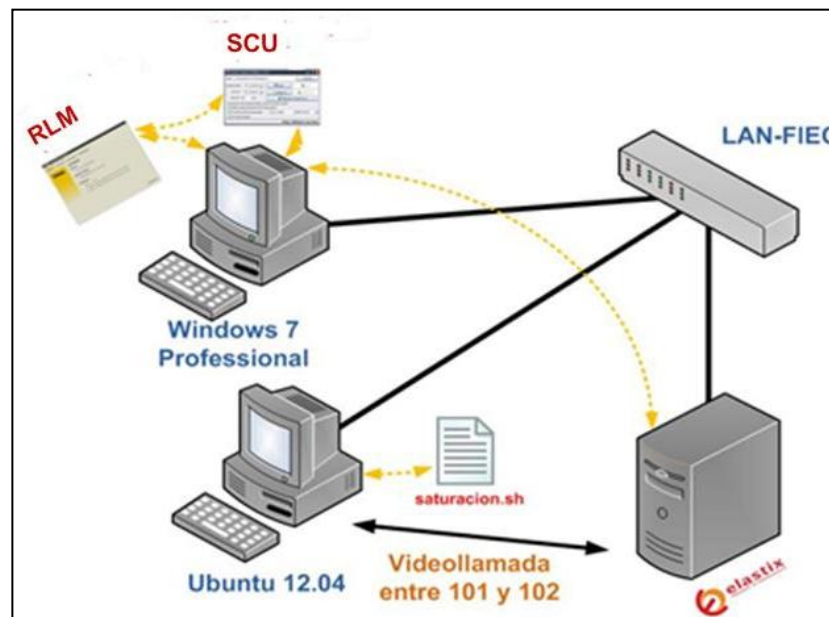


Figura 6. 2 Escenario utilizado en prueba de rendimiento del servidor Elastix desde clientes

Por otro lado, Debido a que el RLM genera una carga al nodo a monitorearse (servidor) era necesario establecer una línea base, para obtener datos más precisos en las

muestras. Por lo que con la ayuda del script **lineabase.sh** (Referirse Anexo P) ejecutado en el servidor Elastix, se obtuvieron 20 muestras del uso de Memoria RAM, Procesador y Tarjeta de red en dos diferentes escenarios, en el primero se obtuvieron con el script los datos de consumo de recursos con solo el programa RLM monitoreado remotamente y en el segundo se ejecutó el script, sin el RLM, en ambos casos con ninguna llamada establecida en el servidor Elastix.

Eventualmente con el promedio de cada parámetro se calculó la diferencia de los diferentes recursos a excepción del promedio de tasa de transferencia de datos recibidos en la tarjeta de red, ya que el programa RLM no consume una cantidad significativa en el servidor, es decir es cercana a los 0.00 Mbps El resultado del proceso de obtención de línea base descrita previamente se encuentra definida en la Tabla XXV.

Tabla XXV Línea base de recursos en el servidor de videollamadas

CPU					
1	2	3	4	RAM	TARJETA DE RED-ENVIADOS
1,70%	2,00%	2,00	2,00%	1,60%	0,38 Mbps

6.2.2 Saturación: limitaciones

Es necesario conocer las limitaciones de nuestro hardware, es decir conocer su capacidad máxima en cuanto a sesiones de video. Por lo que para cumplir con este objetivo se planteó la necesidad de utilizar una herramienta automática que generara carga SIP con audio y video hacia el servidor de videollamadas desde un cliente. Para este caso la herramienta seleccionada fue SIPP la cual realiza todas las acciones mencionadas previamente (Referirse Anexo Q). Dentro del Anexo "P" se encuentra descrita la instalación de SIPP y la configuración de los correspondientes planes de marcación dentro del servidor Elastix que debieron realizarse antes de iniciar la prueba de saturación.

En base a lo expuesto, la prueba de saturación realizada hacia el servidor de videollamadas, consistía en la utilización de un script llamado **saturación.sh** (Referirse Anexo R), el cual generaba carga SIP hacia el servidor ubicado dentro de la red LAN de la FIEC utilizando la herramienta de saturación SIPP, la cual enviaba la carga remota desde un cliente Linux en este caso Ubuntu 12.04. Cada una de estas pruebas tenía una duración de 30 minutos aproximadamente (1800 segundos), donde cada llamada tenía una longitud máxima de tres (3) minutos (180000 milisegundos) y donde el pico máximo establecido era 160 llamadas, debido a que este valor es el número máximo de usuarios que actualmente posee la facultad entre docentes y personal administrativo según el análisis previo. La Figura 6.3 describe el escenario anterior de saturación, mostrando la interacción de los equipos durante las pruebas realizadas dentro de la red LAN de la FIEC. El script **saturación.sh** además invocaba a otro archivo nombrado como **video.xml** (Referirse Anexo S), el cual generaba la carga de video,

utilizando protocolos como H263 y códecs de audio como G722 entre otros, los cuales son soportados también por el softphone seleccionado en el capítulo cuatro (4). Inicialmente antes de comenzar la ejecución del script, se encontraban registrados dos usuarios (extensión 101 y 102), uno siendo el emisor y otro el receptor respectivamente, todas las llamadas eran enviadas hacia el usuario 102 ya que este parámetro era solicitado también por la herramienta SIPP y debía estar incluido dentro del archivo **video.xml** y **saturation.sh**.

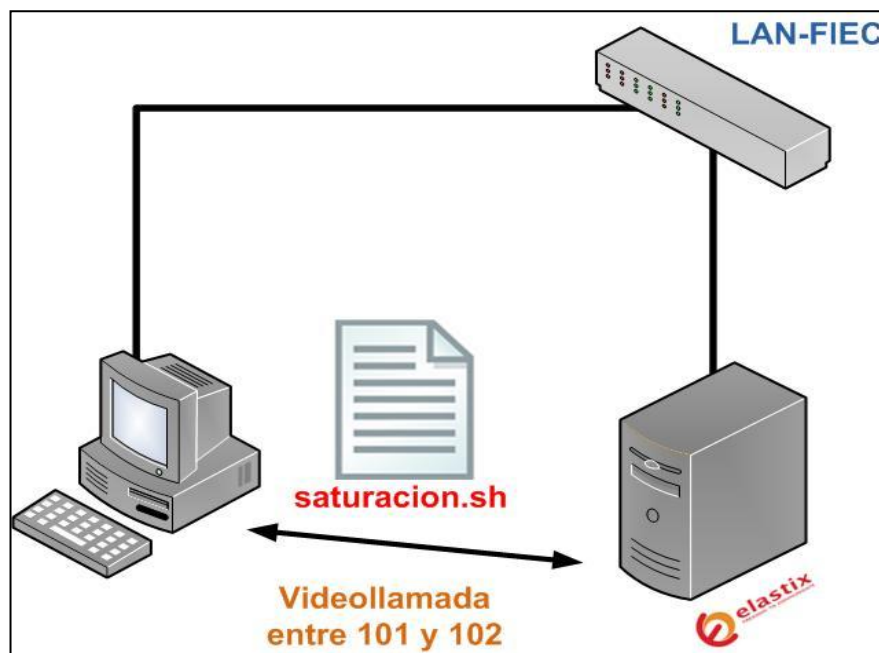


Figura 6.3 Escenario de prueba de saturación al servidor desde cliente

Para determinar el número de repeticiones que se debía realizar las pruebas, inicialmente se obtuvieron veinte (20) muestras aleatorias, con la cual se calculó la desviación estándar (9,81 llamadas) y media (44,15 llamadas), para así obtener el tamaño de la muestra, que en este caso representaba el valor total de repeticiones de las pruebas de saturación (aproximadamente 77), el cual fue un resultado con un 95,00% de confiabilidad, usando un valor $Z=1,96$. Las fórmulas usadas para la obtención de la media, desviación estándar y número de repeticiones, se encuentran definidas en el Anexo T respectivamente. Adicionalmente para obtener el mayor número de muestras, se decidió realizar al menos 100 pruebas de saturación durante un periodo de tres meses.

Como se mencionó cada prueba duraba 30 minutos aproximadamente, por lo que se estableció que se realizaran entre cinco (5) o diez (10) pruebas por día para seleccionar el mayor número posible de muestras aleatorias durante la ejecución de las pruebas. Cada prueba de

saturación generaba al final un archivo de texto el cual contenía un informe final con los resultados de cada prueba específica y que contenía información sobre las llamadas, pero para objeto de esta investigación solo se tomaron en cuenta los siguientes resultados: duración de la prueba en segundos, promedio de respuestas de llamadas, longitud de respuestas de llamadas, promedio de llamadas por segundos, llamadas realizadas y llamadas no contestadas, y usando estos dos últimos valores se obtenía la diferencia que era el aproximado de llamadas contestadas por el servidor Elastix.

6.3 Resultados

En esta sección se analizaron los resultados de los escenarios descritos para saturación y rendimiento del hardware del servidor, verificando cada una de las asunciones hechas para los diferentes casos basado en los cálculos estadísticos, analizando si las hipótesis planteadas dentro de esta sección llegan o no a ser aceptadas.

6.3.1 Pruebas de rendimiento

Una vez finalizada las pruebas descritas anteriormente, el primer aspecto que se analizó, es el rendimiento del hardware del servidor, de acuerdo con lo expuesto, estas pruebas fueron realizadas en conjunto con las de saturación y de esa manera monitorear y conocer el rendimiento del servidor de videollamadas en condiciones de saturación.

Con la ayuda del aplicativo RLM, se pudo extraer la información y agruparla en quince (15) grupos de muestras. Una vez documentadas, de cada uno de estos grupos se obtuvo el promedio de uso, para de esta forma finalmente obtener un solo promedio general. Dentro del análisis se consideró el promedio de uso de hardware del servidor tales como procesador, memoria RAM, y tarjeta de red (paquetes enviados y recibidos), los dos primeros dados en valores porcentuales, mientras que el último dado en MegaBits por segundos.

En el Anexo W, se encuentra el promedio general de los 15 grupos de pruebas de rendimiento, en cual se consideró el cálculo del primer (Q1) y tercer cuartil (Q3) para obtener la media y desviación estándar de los valores que se encuentren entre estos cuartiles. Dentro de la misma tabla podemos observar que el promedio de uso de los procesadores son cercanos (67.14%, 70,26%, 69,59%, 68,95%) y que bajo las condiciones descritas en las Sección 6.2.2, el uso del procesador no supera el 71,00% en ninguno de los casos. En cuanto a la memoria RAM, podemos notar en la misma tabla que la media de uso de este recurso, bajos las mismas condiciones de saturación es de 41,13Mb (17,27%) de 4096 Mb de memoria disponibles para el servidor. La tasa de transferencia de datos enviados y recibidos por la tarjeta de red en el servidor es de 4,11Mbps y 1,99Mbps respectivamente.

Estas mencionadas tasas están dentro de un periodo de tiempo de un segundo y como se estableció, se realizaron tres (3) llamadas por segundo, por lo que para establecer

160 llamadas se necesitó 112, 11 Mbps y 231,54 Mbps de capacidad de transferencia para datos enviados y recibidos por la tarjeta red, basado en eso podemos confirmar que el hardware del servidor de videollamadas seleccionado soporta hasta 1000Mbps, es decir puede satisfacer dicha demanda conjunta (343,65Mbps) en su tarjeta de red a pesar de la tendencia de saturación de los otros recursos (procesador y memoria RAM).

En base a la desviación estándar de cada una de las variables, se analizó su dispersión y se observó que esta no supera el 20,00% del tercer cuartil, un ejemplo de esto es la desviación de la memoria RAM (2,01%), igualmente no supera el 20,00% del tercer cuartil (3,98%), por lo que podemos decir que la dispersión de los datos para esta variable no es significativa y se encuentran en su mayoría cercanos a su media (17,27%), de igual forma sucedió en las variables de procesador y tarjeta de red.

En base a lo expuesto, pudimos darnos cuenta que bajo dicho escenario de saturación utilizando videollamadas, el recurso mayormente utilizado dentro del servidor Elastix es el procesador, ya que es donde la mayor parte de la carga es procesada debido a que los paquetes SIP recibidos por la tarjeta de red son dirigidos hacia dicho procesador, aunque esta carga es “H1: redistribuida entre sus núcleos uniformemente y poseen similar variabilidad” (67.14%, 70,26%, 69,59%, 68,95%).

Hipótesis que fue corroborada con un indicador (P) el cual fue asociado a un valor F presente en la tabla de Fisher, esta prueba además utilizaba la varianza de dos grupos con muestras aleatorias e independientes para verificar si existía una misma variabilidad entre ellas, utilizando un nivel de significancia en este caso de 0,01 que nos ofrece el 99,00% de confiabilidad en la aceptación de la hipótesis. Los resultados de dicha hipótesis H1 se encuentran definidos en la Tabla XXVI, la cual nos permite visualizar que los

diversos procesadores efectivamente tuvieron una misma variabilidad.

Tabla XXVI Comparación estadística entre pruebas de saturación de 5 y 10 por día

Núcleos Procesador	VALOR F	VALOR P	H1 Si $P > 0,01$
1-2	1,27	0,21	MISMA VARIABILIDAD
1-3	1,19	0,24	
1-4	1,25	0,22	
2-3	0,94	0,35	
2-4	0,98	0,33	
3-4	1,04	0,31	

Cuando el servidor debe enviar una respuesta a sus clientes, la carga de red generada es doblada (1,99Mbps y 4,11Mbps), por lo que podemos asumir que la carga por las sesiones de video establecidas afecta directamente a la tarjeta de red en sus datos enviados y que la carga enviada por los clientes la cual es recibida por el servidor es menor en comparación. En cuanto a la memoria RAM pudimos ver

que el porcentaje de uso de este recurso no es significativamente afectado (17,27 %) por las sesiones de video.

Por último, las fórmulas utilizadas para realizar los cálculos de la media, desviación estándar y cuartiles, se encuentran definidas en el Anexo U mientras que los quince (15) grupos de muestras del monitoreo del rendimiento de hardware del servidor se encuentran descritas en el Anexo T y las características del hardware del equipo servidor pueden ser visualizadas en el Anexo B.

6.3.2 Pruebas de saturación

Siguiendo con el análisis de las pruebas en este caso de saturación con la herramienta SIPP, la Tabla 6.7 describe dichos resultados generales más detalladamente. De igual forma dentro del cálculo de los datos, se obtuvo el primer y tercer cuartil de cada una de los parámetros, para dividir la

misma en proporciones iguales y sólo considerar los valores existentes entre el primer y tercer cuartil.

Tabla XXVII Cálculos estadísticos generales de pruebas de saturación

	Promedio Duración de Prueba	Promedio De Llamadas por segundo(cps)	Llamadas no Contestadas	Llamadas Realizadas	Llamadas Contesta- das
Q1	1845,37	2,62	2870,25	4890,75	839,25
Q3	1871,50	3,33	4058,50	6174,50	3126,75
MEDIA	1856,07	2,84	3442,60	5273,14	1938,78

Después de realizar un total de cien pruebas durante un periodo de tres (3) meses, bajo las condiciones descritas anteriormente de forma resumida se obtuvieron los resultados generales de las pruebas de saturación descritos en la Tabla XXVIII, donde se observó que en promedio una prueba tiende a durar 1856,07 milisegundos es decir aproximadamente 30 minutos tal como se especificó al inicio de cada prueba, durante este periodo se realizaron

alrededor de tres (3) intentos de llamadas por segundo (2,84 cps). Además, en promedio las llamadas contestadas por el servidor tendieron a ser menores que las llamadas no contestadas (1938,78 y 5273,14), pero a pesar de esta tendencia de saturación el número de llamadas contestadas (1938,78) representa el 36,00% del total de llamadas hechas (5273,14), haciendo este valor aceptable ya que asumiendo que todos los usuarios decidieran realizar videollamadas al mismo tiempo, el servidor lograría satisfacer dichas solicitudes debido a que dentro de la red de la FIEC solo se tienen aproximadamente 160 usuarios que utilizarían un 8,00% del máximo valor soportado (1938,78).

Tabla XXVIII Resultados: Promedio general de pruebas de saturación

Promedio Duración de Prueba	Promedio De Llamadas por segundo	Pico Máximo De Llamadas	Llamadas no Contestadas	Llamadas Realizadas	Llamadas Contestadas
1856,07	2,84	160	3442,60	5273,14	1938,78

Dentro del Anexo V, se encuentran los resultados arrojados por cada una de las pruebas, entre los resultados no esperados se pudo remarcar los existentes en las pruebas 15, 84 y 96 del mencionado Anexo, en estos escenarios el servidor llegó a saturarse por completo por lo que no se contestaron las llamadas realizadas durante estos periodos de tiempos a excepción de la prueba 84, donde solo se contestaron 96 llamadas aproximadamente. Estos valores no fueron tomados en cuenta como parte del promedio de cada uno de las variables expuestas previamente, ya que no se encuentran ubicados entre el primer y tercer cuartil, pero con estos escenarios se pudo notar que los procesadores del servidor llegan a saturarse a partir de las 1938,78 llamadas contestadas. Continuando con el análisis, en cuanto al promedio de respuesta y longitud de llamadas se tomaron en cuenta algunas consideraciones, debido a que se realizaron diferentes números de pruebas por día se procedió a clasificar las mismas en dos grupos de datos diferentes donde uno contenía únicamente las muestras de cinco (5) pruebas realizadas en un día (50 en total) y otro

que solo tenía todos aquellos datos donde se realizaron diez (10) pruebas por día (50 en total). Con respecto a los resultados del promedio de respuesta de llamadas de las cinco (5) pruebas consecutivas en un día, se calculó la desviación estándar y la media, considerando los datos entre el primer y tercer cuartil con el objetivo de eliminar datos aberrantes, posteriormente realizando estas acciones se obtuvieron las proporciones mostradas en la Figura 6.4 en donde podemos apreciar que el mayor número de las videollamadas son contestadas a partir de los 200 milisegundos.

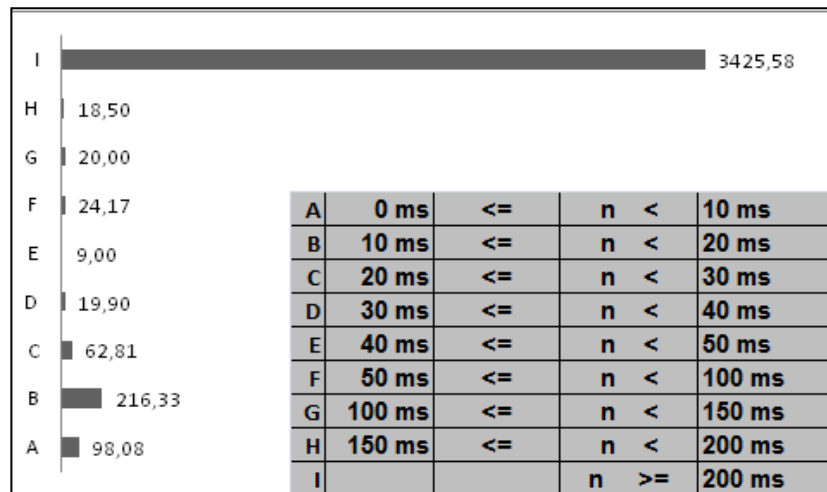


Figura 6. 4 Retardo en respuesta del servidor para diferentes intervalos en las pruebas de 5 en un día

De igual forma con los resultados de las diez (10) pruebas consecutivas mostrados en la Figura 6.5 podemos notar que el promedio de tiempo de respuesta de las llamadas son proporcionalmente similares en cuanto al promedio en todos los rangos de tiempos de respuestas de las pruebas de cinco (5) días. Como se pudo observar, el valor de los 200 milisegundos en adelante (3611,42) es cercano a (3425,58) en ambos grupos, por lo que podemos inferir que “H2: ambos grupos no poseen diferencia significativa y que no son influenciados por la duración o número de intentos realizados por día”, hipótesis que fue comprobada usando la prueba T de Student, la cual nos ayudo a determinar si la teoría era aceptada o no en base a un valor P(probabilidad). Utilizando adicionalmente un nivel de significancia en este caso de 0,01 que nos ofrecía el 99,00% de confiabilidad en la aceptación de la hipótesis. (Dicha fórmula puede ser observada en el Anexo T)

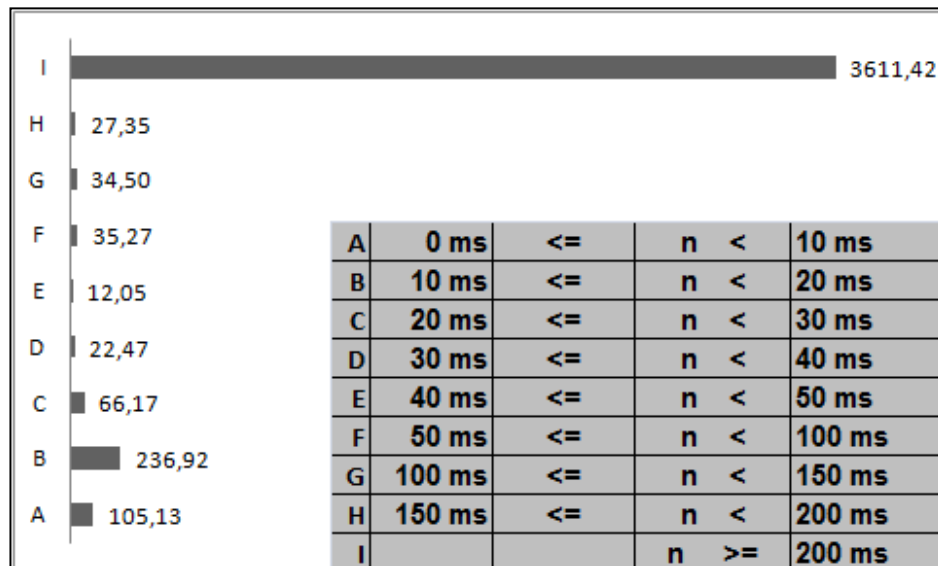


Figura 6. 5 Retardo en respuesta del servidor para diferentes intervalos en las pruebas de 10 en un día

Este criterio fue utilizado para comparar si las pruebas de cinco (5) y diez (10) poseían diferencia significativa basada en su varianza y desviación estándar, dichos resultados se encuentran en la Tabla XXIX, la cual muestra que todos los diferentes rangos de promedio de respuestas fueron iguales estadísticamente en ambos grupos de muestras. Por lo que pudimos asumir que ambas muestras no son influenciadas por el tiempo de duración total de las pruebas ni por la cantidad realizadas por día.

Tabla XXIX Retardo: Comparativa entre pruebas de saturación de 5 y 10 en un día

Intervalos de Tiempo	VALOR T Entre 5 y 10	VALOR P	H2 Si P>0,01
0ms<=n<10ms	0,31	0,76	NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
10ms<=n<20ms	0,60	0,56	
20ms<=n<30ms	0,36	0,73	
30ms<=n<40ms	1,19	0,26	
40ms<=n<50ms	1,55	0,15	
50ms<=n<100ms	2,27	0,04	
100ms<=n<150ms	2,02	0,06	
150ms<=n<200ms	1,64	0,12	
n>=200	0,41	0,69	

En base a esto también se visualizó que en estos escenarios de saturación, el mayor número de llamadas fueron respondidas a partir de los 200 milisegundos, es decir el servidor tardó aproximadamente ese tiempo en responder las llamadas, siendo este valor el retardo del servidor al responder una videollamada, aunque según el autor de la IEEE Baldi, M., el retardo “en las sesiones de video no debe ser mas allá de 100 milisegundos”, ya que este es el tiempo máximo en que una persona no percibiría

los retardos al momento de establecer una videollamada o videoconferencia.

Bajo esta consideración podemos notar que dentro de la Tabla XXX se enlistan el número de llamadas que no superan los 100 ms para los diferentes intervalos de tiempos tanto en la pruebas de cinco (5) y diez (10) en un día, dentro de la misma podemos ver el número total de llamadas en cada tipo de prueba; para las pruebas de cinco (5) la suma total fue de 430 y para las de diez (10) fue de 478 videollamadas. En base a esto se estableció que estos valores son las llamadas que poseían un nivel de retardo aceptable dentro de una comunicación usando video.

Tabla XXX Videollamadas contestadas en menos de cien milisegundos para cada grupo

Intervalos de Tiempo	Pruebas de 5	Pruebas de 10
0ms<=n<10ms	98,08	105,13
10ms<=n<20ms	216,33	236,92
20ms<=n<30ms	62,81	66,17
30ms<=n<40ms	19,90	22,47
40ms<=n<100ms	33,17	47,32
SUMA	430,29	478,00

Similar a lo expuesto con anterioridad, los resultados del promedio de duración de llamadas de cinco (5) pruebas consecutivas en un día se encuentran mostradas proporcionalmente en la Figura 6.6, donde podemos apreciar los diferentes rangos de tiempos de duración de las llamadas, para esto inicialmente también se calculó la desviación estándar y la media, considerando los datos entre el primer y tercer cuartil.

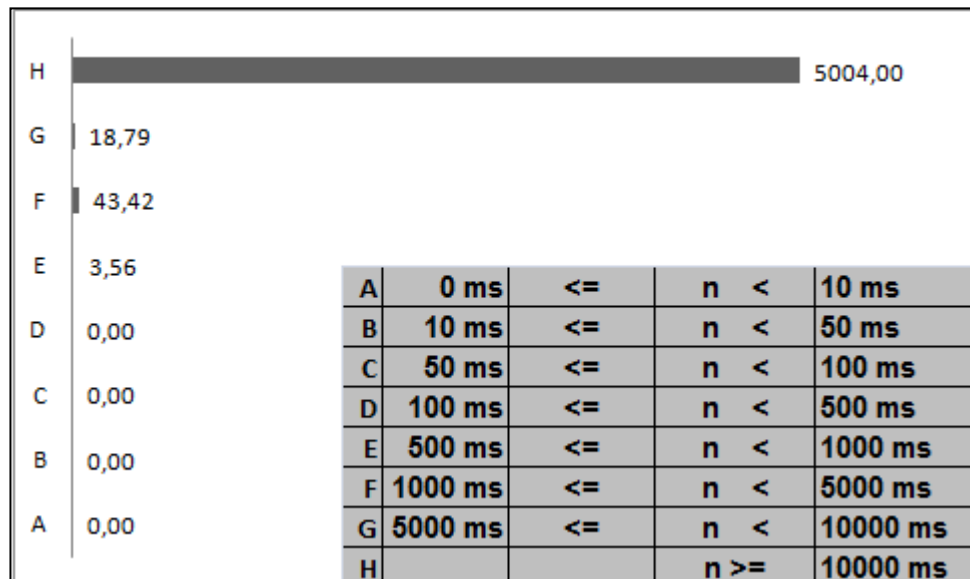


Figura 6. 6 Duración de videollamadas para diferentes intervalos en las pruebas de 10 en un día

Comparando los resultados con las de diez (10) pruebas consecutivas en un día mostrados en la Figura 6.7, se pudo notar que el promedio de tiempo de duración de las llamadas, fueron proporcionalmente similares con el promedio de duración de llamadas de las cinco (5) pruebas consecutivas en un día.

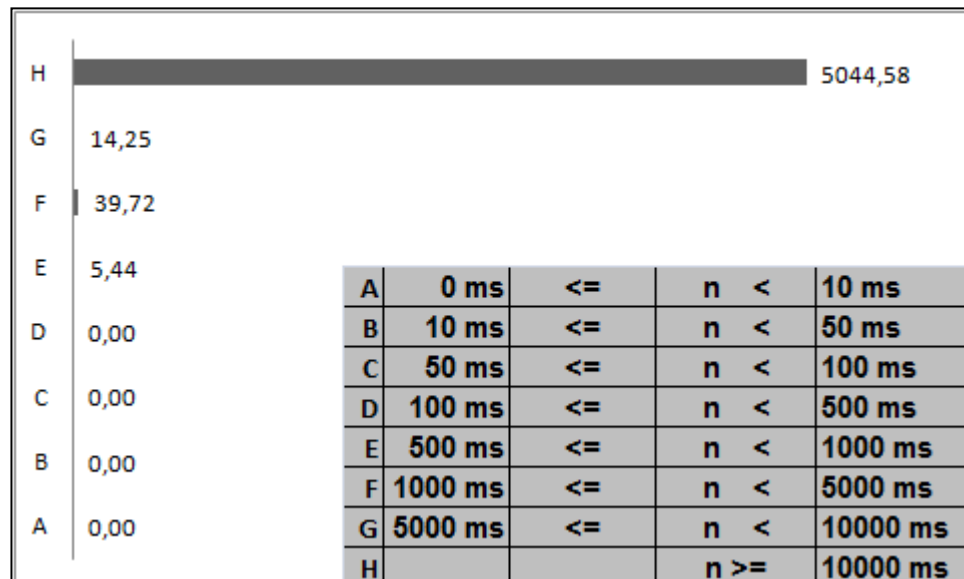


Figura 6. 7 Duración de videollamadas para diferentes intervalos en las pruebas de 10 en un día

Usando nuevamente la prueba T de Student pudimos analizar ambos grupos y así poder verificar si la hipótesis H1 para este caso también era correcta. Dichos resultados obtenidos se encuentran descritos en la Tabla XXXI. Adicionalmente debemos considerar que dentro de la tabla mencionada, la duración de las llamadas no estuvieron dentro de los cuatro primeros rangos (0ms-500ms), por lo que dentro de la comparación estadística, no fueron tomadas en consideración y cuyos valores fueron etiquetados como No

Aplicable (N.A.). Como se mencionó dentro de la descripción de la prueba de saturación, cada llamada debía durar al menos tres (3) minutos, es decir más de 180000 milisegundos, por lo que solo consideramos los valores en el último rango en ambos grupos (5004,00 y 5044,58 llamadas) y en base a la comparativa hecha entre ambos pudimos notar que la mayoría de las llamadas duran más de 10000 milisegundos (16 segundos), por lo podríamos asumir que gran parte de las llamadas podría durar al menos tres (3) minutos.

Tabla XXXI Longitud de videollamadas: Comparativa entre pruebas de saturación de 5 y 10 en un día

Intervalos de Tiempo	VALOR T Entre 5 y 10	VALOR P	H1
0ms<=n<10ms	No Aplica		No Aplica
10ms<=n<50ms			
50ms<=n<100ms			
100ms<=n<500ms			
500ms<=n<1000ms	1,92	0,08	NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
1000ms<=n<5000ms	0,34	0,74	
5000ms<=n<10000ms	0,71	0,49	
n>=10000ms	0,07	0,95	

Las fórmulas utilizadas para realizar los cálculos de la media, desviación estándar y cuartiles, se encuentran definidas en el Anexo T, la división de las muestras de promedio de respuesta y longitud de llamadas de las pruebas de cinco (5) y diez (10) en un día se encuentran detalladas en el Anexo W y finalmente las características del hardware del equipo utilizado como servidor pueden ser visualizadas en el Anexo B.

CONCLUSIONES

1. Después de realizado el análisis de campo, podemos visualizar que bajo las condiciones actuales de la infraestructura de la facultad, una futura implementación es factible siempre que se realicen algunas modificaciones en parte del cableado y equipos de las inmediaciones.
2. Finalizada la implementación de Jitsi con Elastix dentro de un ambiente de laboratorio, donde Jitsi fue instalado en diferentes sistemas operativos bajo la administración del software servidor, se pudo comprobar que ambos aplicativos eran compatibles si los diferentes sistemas clientes utilizaban la misma versión de softphone (Ej. Versión Jitsi.1.lastest)
3. En base al análisis de costo, podemos observar que la solución propuesta dentro de esta investigación, reduce el 33,00% de los costos de implementación en comparación a una solución que utilice software propietario, adicionalmente por políticas de gobierno en instituciones ecuatorianas se sugiere el uso de soluciones de red que utilicen aplicativos de libre distribución (Decreto 1014).

4. Basados en los resultados obtenidos en las pruebas de saturación y rendimiento, se pudo constatar que el hardware del servidor propuesto es capaz de satisfacer las llamadas del actual número de usuarios dentro de la facultad (160) y cuya capacidad puede crecer hasta un 50,00% aproximadamente.

RECOMENDACIONES

Después de la implementación es necesario tomar en cuenta algunas consideraciones:

1. Realizar mayor número de pruebas de saturación y rendimiento del hardware escogido como servidor, para ofrecer mayor confiabilidad en los porcentajes de utilización y rendimiento.
2. Considerar en un futuro, la implementación de un sistema de calidad de servicio para que el audio y video recibido por los usuarios tenga una calidad satisfactoria para los mismos y no se llegue a saturar los demás servicios de red en la FIEC.
3. Investigar detenidamente la red inalámbrica existente en la institución educativa, a fin de brindar una solución integral y ofrecer diversas alternativas de acceso al servicio para los usuarios.
4. Integrar otros dispositivos que soporten softphones tales como tabletas electrónicas y no solo computadores de trabajo.

5. Considerar la implementación de políticas de seguridad en las cuentas de usuarios a fin de garantizar la confiabilidad e integridad en sus conversaciones.
6. Incluir los servicios de red en futuras pruebas de rendimiento, para monitorear el desempeño de Jitsi junto con los mencionados servicios en las estaciones de trabajo de los usuarios en FIEC.
7. Analizar la posibilidad de integrar el equipo de videoconferencia que posee la facultad actualmente con la solución planteada en este proyecto.
8. Capacitar a los usuarios administrativos para que puedan aprovechar las ventajas del nuevo servicio de videollamada.

ANEXOS

ANEXO A

**Ubicación y modelos de conmutadores
usados en la FIEC**

Tabla A. 1 Conmutadores Existentes en la Facultad

MODELO	CARACTERISTICAS
 <p>D-Link DES-3226L Managed 24-Port 10/100 Switch + 2 combo Gig copper/SFP uplinks D-Link DES-3226L Managed 24</p>	<p>Tasa de transferencia (máx.): 0.1 Gbit/s, Capacidad de conmutación: 8.8 Gbit/s. Estándar de red: 802.1d, 802.1s, 802.1w, 802.1x, 802.3x. Switch capa: L2, Tipo de interruptor: Gestionado. Protocolos de gestión: Telnet, CLI, TFTP, RMON, Web HTTP, SNMPv1/2/v3, SSH, SSL, x modem. Peso: 2.35 kg</p>
 <p>D-Link DES 3526</p>	<p>Puertos 24 x 10/100 + 2 x Gigabit SFP combinado. Tamaño de tabla de dirección MAC 8K de entradas. Protocolo de direccionamiento IGMP, IGMPv3. Protocolo de gestión remota Telnet, HTTP. Características soporte de DHCP, negociación automática, soporte BOOTP, soporte VLAN, soporte DiffServ.</p>
 <p>Dlink: 3028P</p>	<p>Switch con 24 puertas FE y 4 puertas GE SFP Soporte PoE 802.3af Soporte QoS Soporte 802.1Q VLAN Soporte Stack Virtual de D-Link, vía SIM Alto Rendimiento, D-Link SafeGuard Engine™ Soporta múltiples estándares y protocolos de administración</p>
 <p>SWITCH CATALYST 2960G 24 CISCO</p>	<p>Cantidad de puertos 20 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX, Ethernet 1000Base-T Velocidad de transferencia de datos 1 Gbps Protocolo de interconexión de datos Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet Modo comunicación Semidúplex, dúplex pleno Auto-sensor por dispositivo, soporte de DHCP, negociación automática, soporte VLAN.</p>

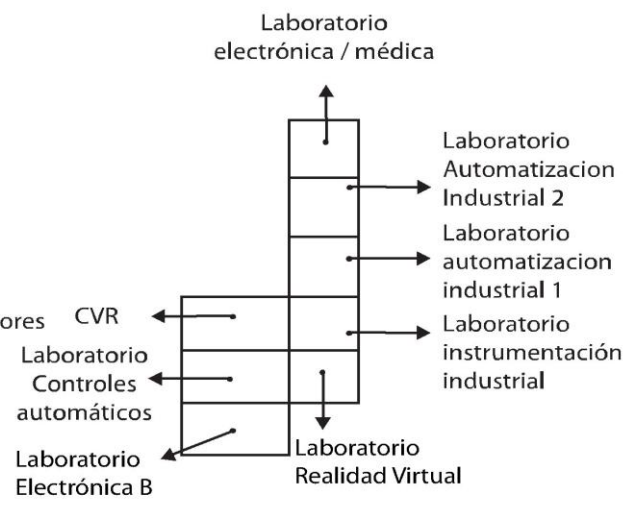
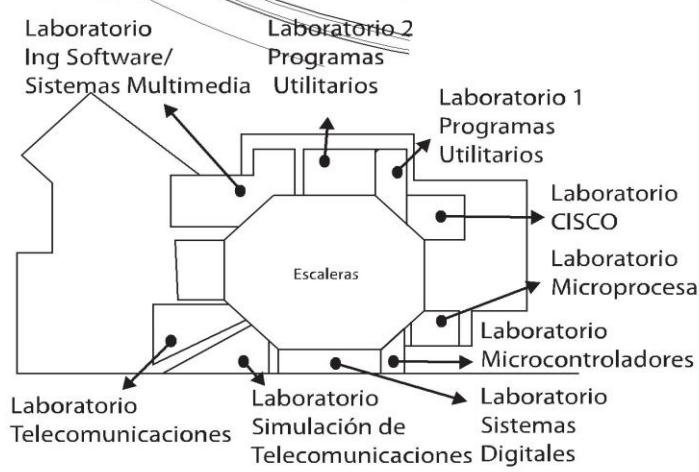
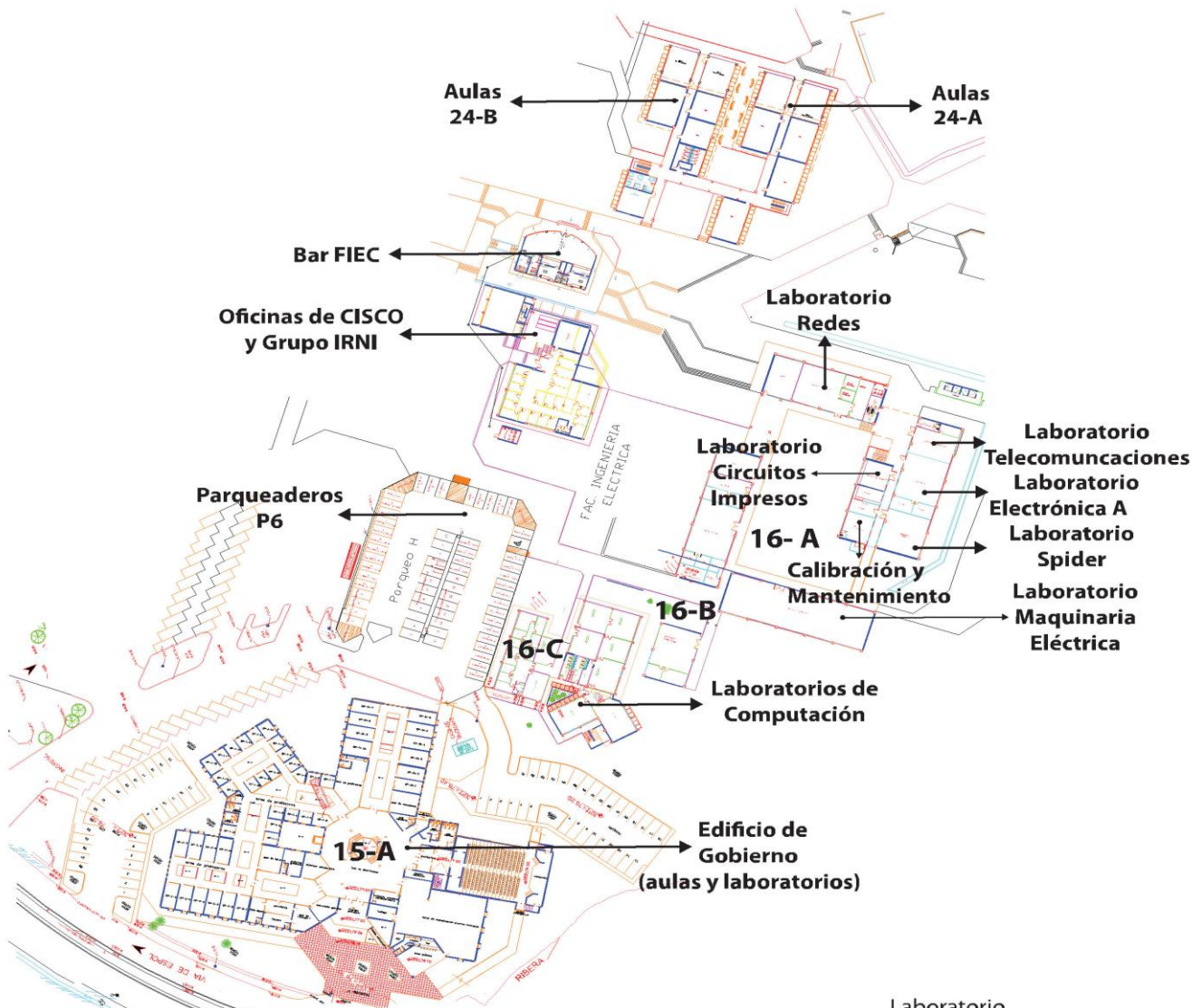


Figura A. 1 Mapa de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación [29]

ANEXO B

**Equipos nuevos seleccionados como parte
del diseño propuesto**

Tabla B. 1 Características de servidor de videollamadas propuesto

Servidor	Características
<p data-bbox="236 416 699 450">Servidor HP ProLiant DL120 G7</p> 	<p data-bbox="879 416 1493 483">Procesador : Intel® Xeon® E3-1220 3,1 GHz</p> <p data-bbox="879 488 1493 555">Número de procesadores: 1 con 4 núcleos</p> <p data-bbox="879 560 1493 627">Tarjeta de red: 2 Adaptadores Ethernet NC112i de 1000Mbps</p> <p data-bbox="879 631 1493 743">Tipo de fuente de alimentación: (1) fuente de alimentación integrada de fábrica de 400 W con varias salidas</p> <p data-bbox="879 748 1493 815">Controlador de almacenamiento: (1) Smart Array B110i SATA RAID</p> <p data-bbox="879 819 1190 853">Disco duro: 2(250GB)</p> <p data-bbox="879 857 1445 891">Tipo de memoria: 2R x8 PC3-10600E-9</p> <p data-bbox="879 896 1493 929">Memoria RAM Estándar: 4 GB</p> <p data-bbox="879 934 1366 967">Máximo de Memoria RAM: 16 GB</p> <p data-bbox="879 972 1398 1005">Ranuras de memoria RAM: 4 DIMM</p> <p data-bbox="879 1010 1031 1043">Rackeable</p>
<p data-bbox="236 1066 339 1099">Precio:</p>	<p data-bbox="879 1066 1046 1099">U\$S 1,800</p>

Tabla B. 2 Características de conmutador propuesto


Conmutador Administrable	Características
<p data-bbox="236 1402 679 1435">Conmutador Cisco SGE2010P</p> 	<p data-bbox="866 1402 1334 1435">48 puertos Ethernet 10/100/1000</p> <p data-bbox="866 1440 1469 1552">4 ranuras mini Gigabit Interface Converter (mini-GBIC) (compartidas con 4 puertos Ethernet)</p> <p data-bbox="866 1556 1445 1624">para expansión Gigabit Ethernet de fibra</p> <p data-bbox="866 1628 1094 1662">Soporte de POE</p> <p data-bbox="866 1666 1142 1700">Qos: Diffserv . TOS</p> <p data-bbox="866 1704 1422 1738">Soporte: VLAN, SHH, VTP, IPV4, IPV6</p>
<p data-bbox="236 1749 339 1783">Precio:</p>	<p data-bbox="866 1749 991 1783">1,898.58</p>

Tabla B. 3 Características de videoteléfono

Videoteléfono	Características
 A black Yealink VP530 video phone is shown. It features a large color touchscreen display at the top, which is currently displaying a video call with a woman on the left and a man on the right. Below the screen is a standard 12-button numeric keypad and several function buttons. A black handset is attached to the left side of the base. The brand name 'Yealink' and model 'VP530' are visible on the top bezel of the screen.	<p>Voz y video en Alta definición Pantalla a color Soporte de Protocolo SIP Pantalla táctil y color Puertos RJ45: 2 Soporte de POE Suministro de energía AC Soporte o agregación de hasta 4 líneas SIP Soporte ipv6</p>

ANEXO C

Pasos para la instalación de Elastix

Insertamos en el servidor la imagen ISO o el CD de Elastix para poder comenzar su instalación y seguidamente presionamos ENTER para que pueda comenzar la misma automáticamente.

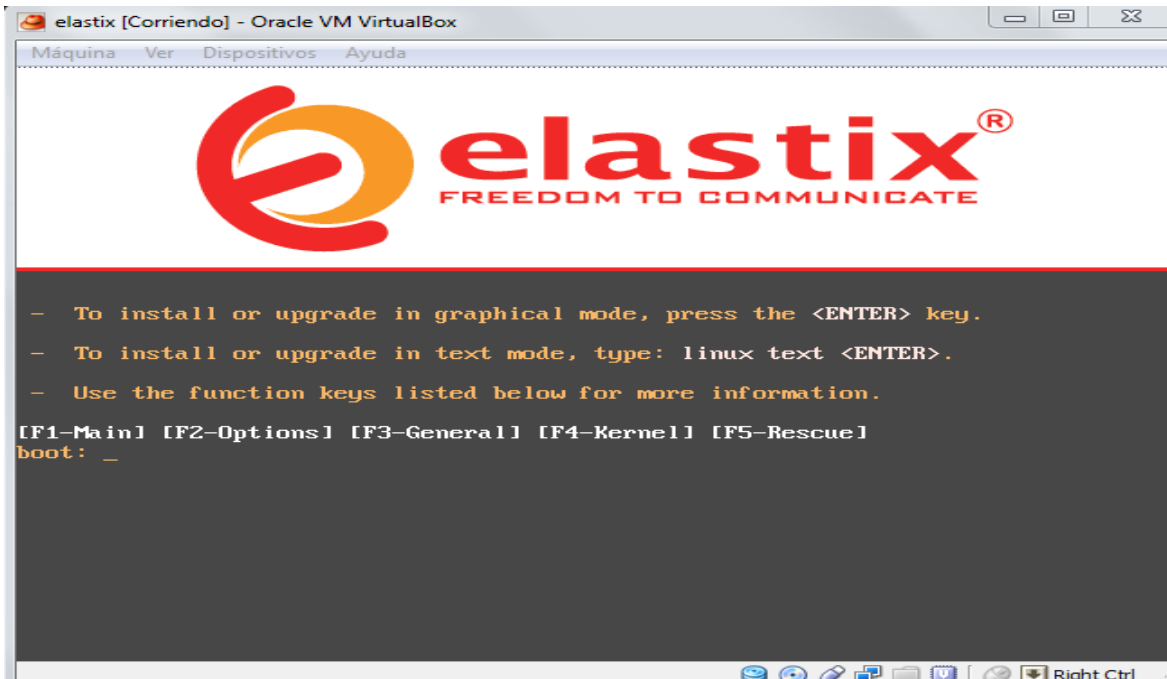


Figura C. 1 Instalación Elastix: Selección de método

Seleccionamos el lenguaje que deseemos usar durante la instalación del servidor.

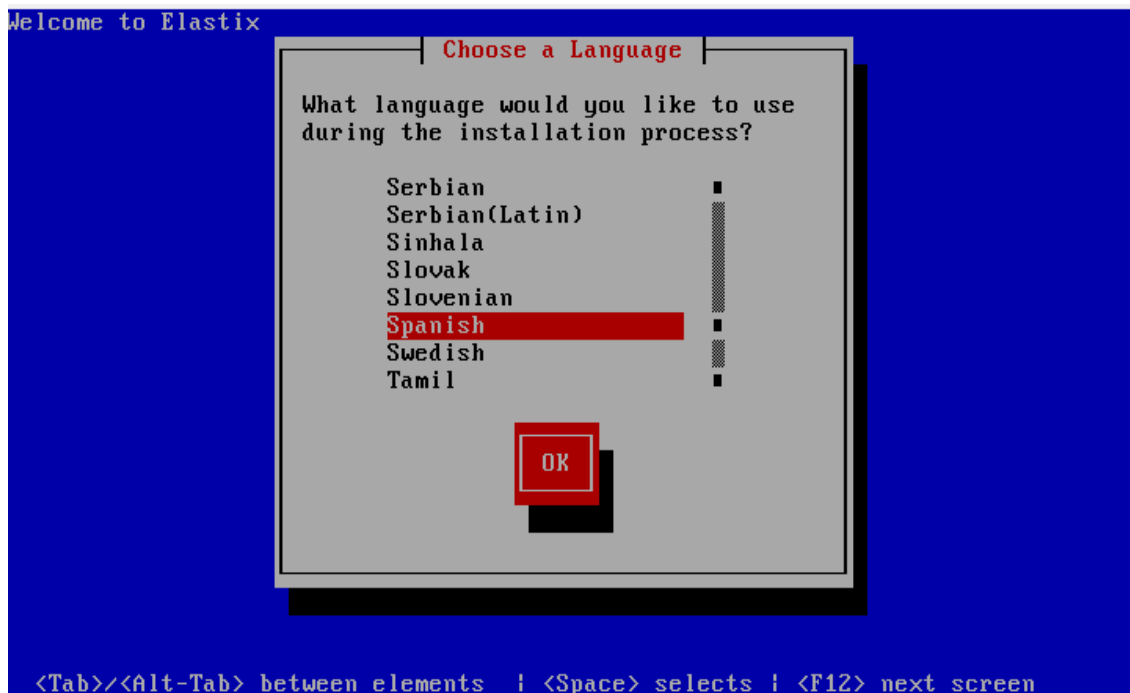


Figura C. 2 Instalación de Elastix: Selección de idioma

En la siguiente ventana podemos seleccionar el idioma de teclado.

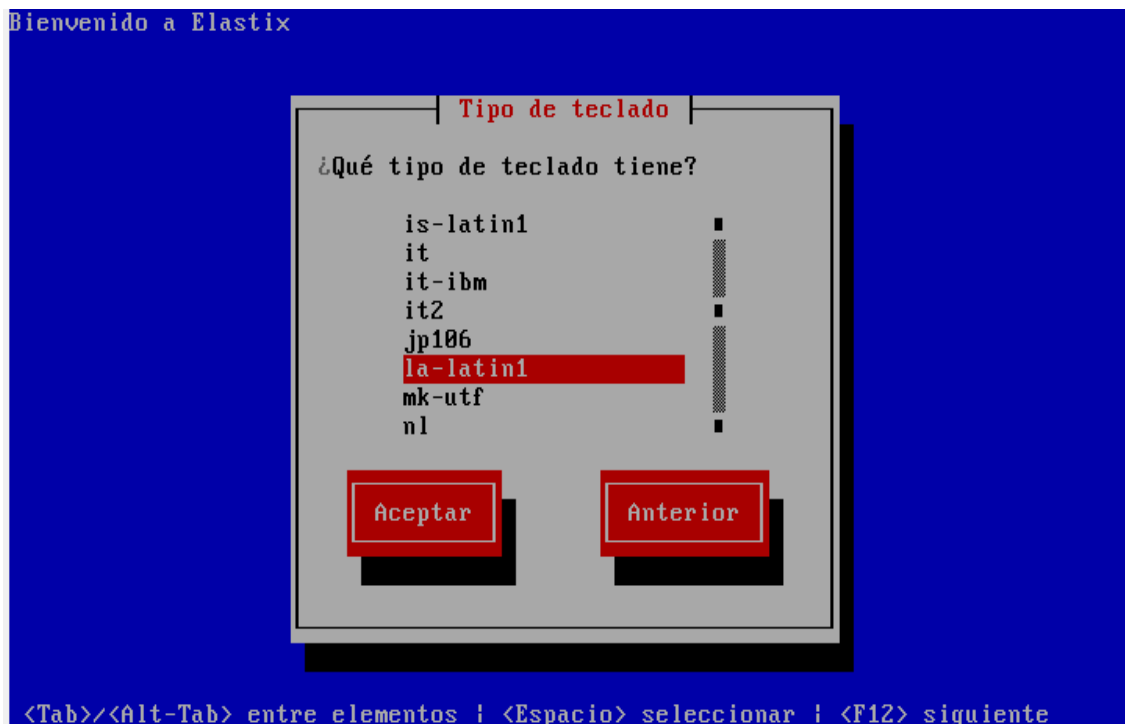


Figura C. 3 Instalación de Elastix: Selección idioma de teclado

A continuación nos sale una ventana que nos pide la confirmación por parte del usuario para eliminar los datos de una partición o de todo el disco duro.



Figura C. 4 Instalación de Elastix: Formato de disco duro

Procedemos a seleccionar el disco donde deseemos instalar el Elastix.



Figura C. 5 Instalación de Elastix: Selección de disco duro

Sección que pregunta si deseas o no configurar la interface de red del sistema.

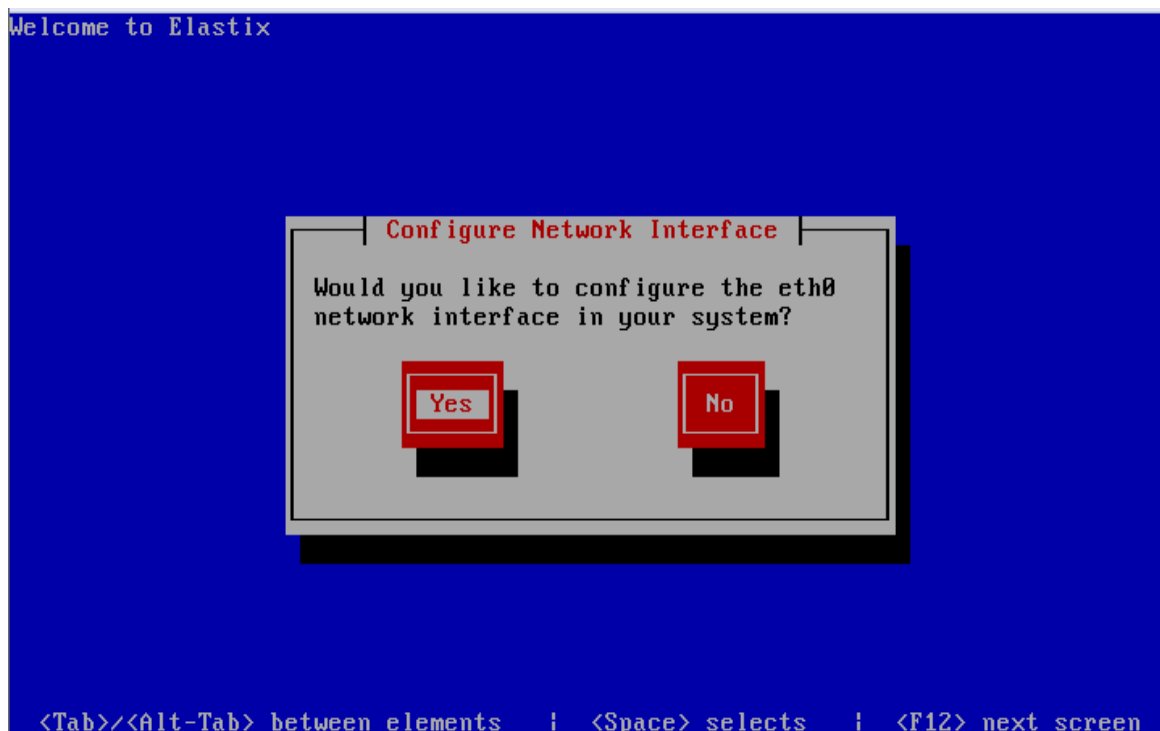


Figura C. 6 Instalación de Elastix: Configuración de tarjeta de red

Procedemos a ponerle una dirección IP estática con su respectiva máscara para el servidor.

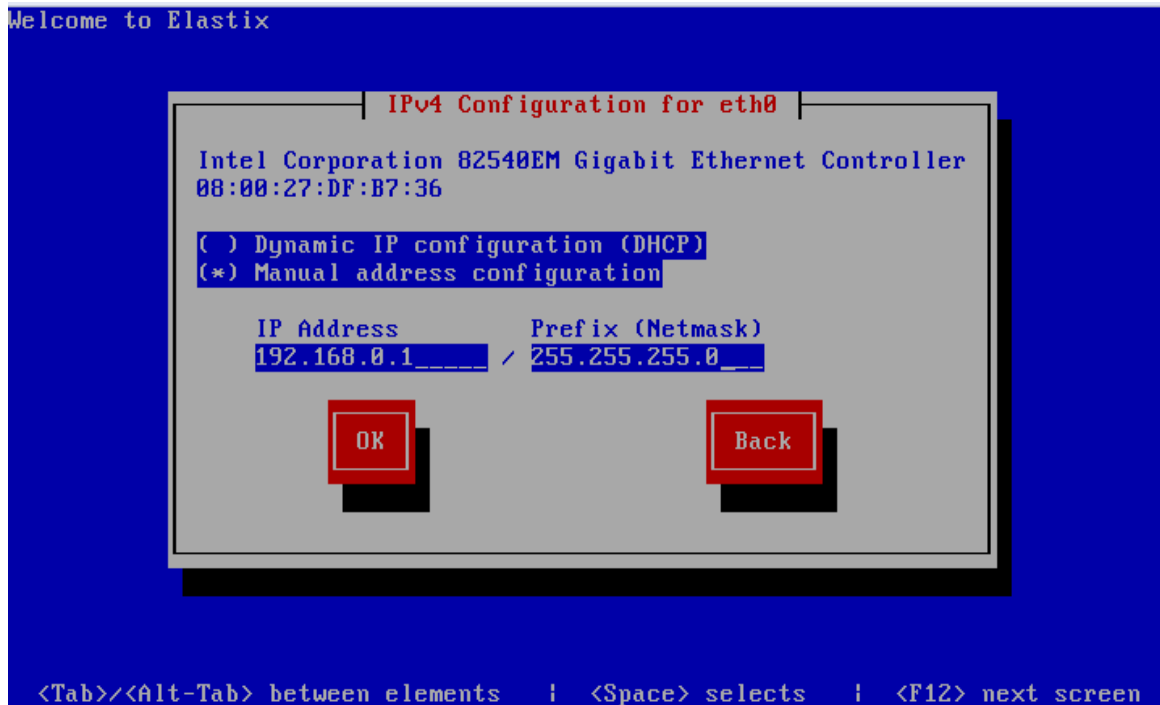


Figura C. 7 Instalación de Elastix: Configuración de tarjeta de red 2

Le asignamos un nombre al servidor donde instalaremos Elastix.

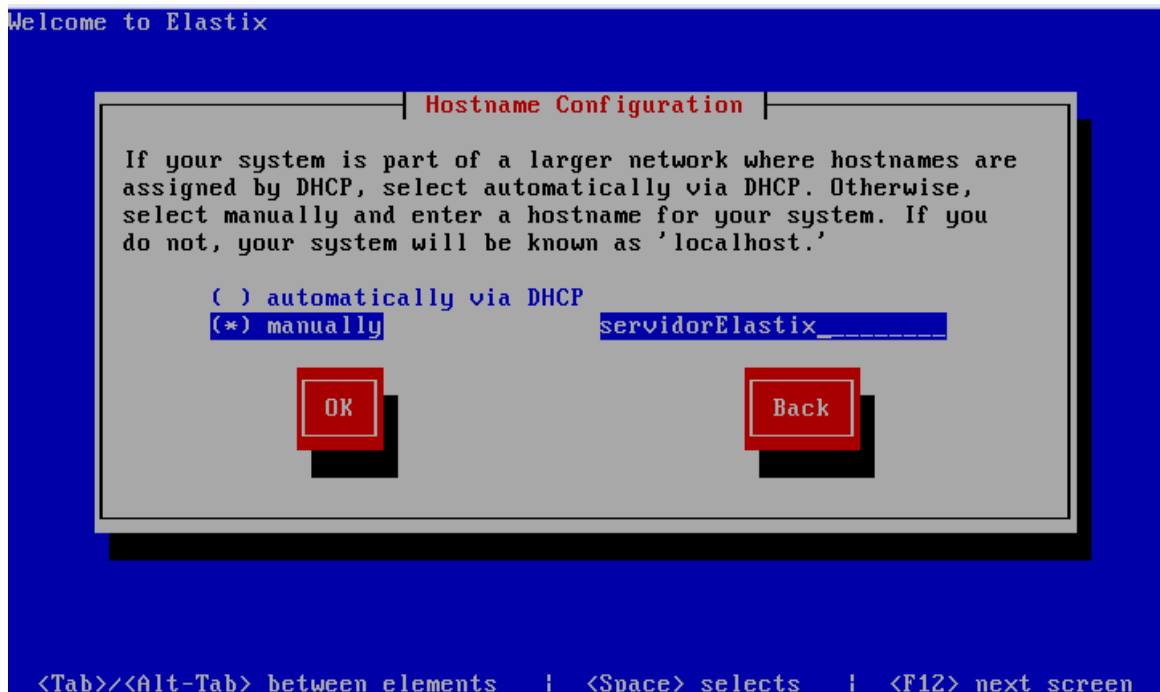


Figura C. 8 Instalación de Elastix: Configuración de tarjeta de red 3

Escribimos la contraseña que se utilizara para autenticarse como usuario root (administrador).

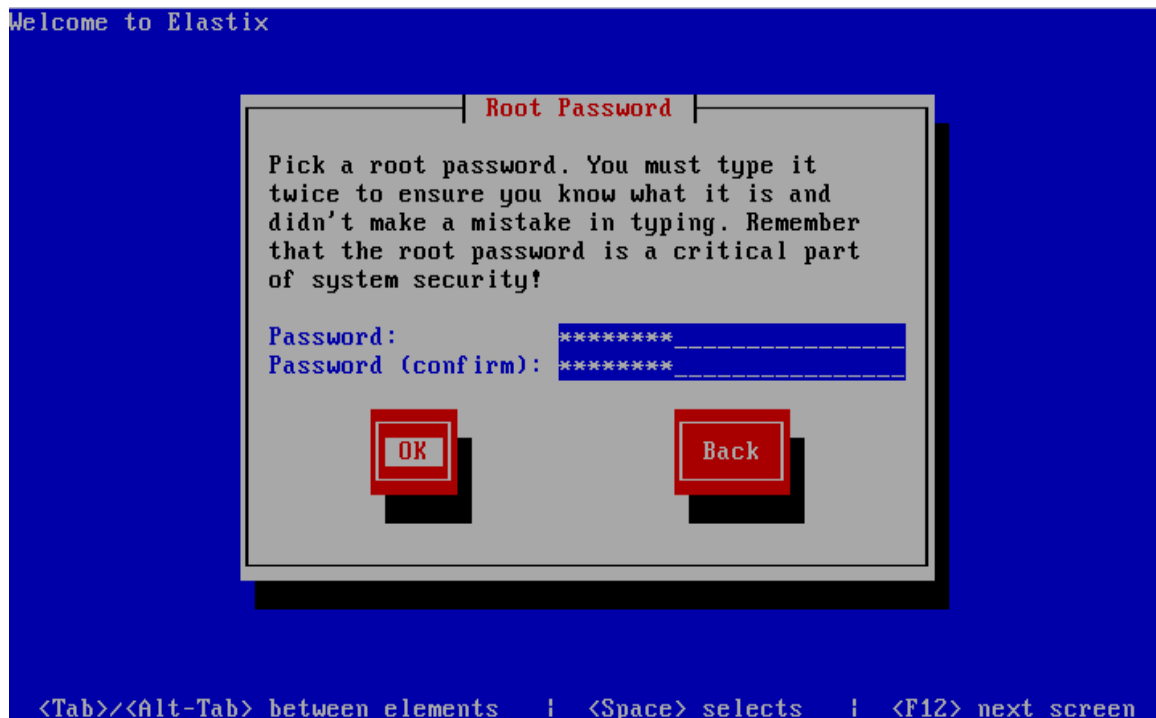


Figura C. 9 Instalación de Elastix: Contraseña de administrador

Pantalla que nos permite visualizar como se va realizando la instalación de Elastix.

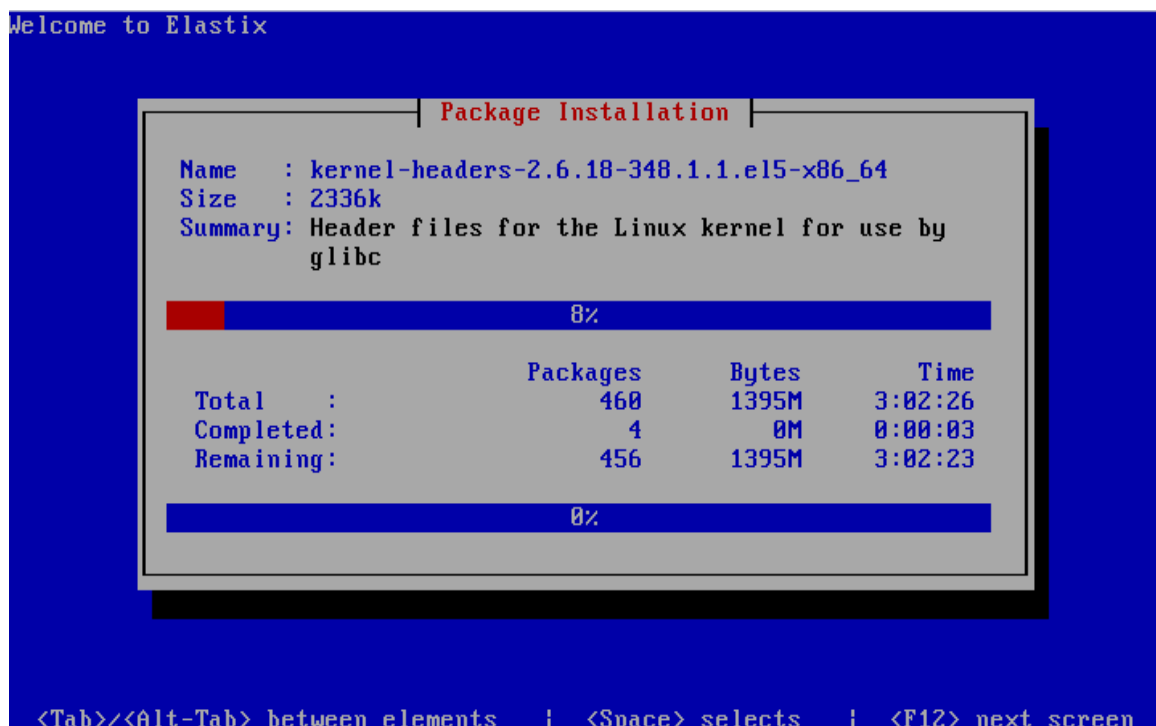


Figura C. 10 Instalación de Elastix: Proceso en instalación

Después de la instalación se puede visualizar como el servidor va iniciando mediante línea de comando.

```
0 channels to configure.
[ OK ]
rcbfx: DAHDI Tools Version - 2.6.1
DAHDI Version: 2.6.1
Echo Cancellor(s): HWEC
Configuration
=====
Channel map:
0 channels to configure.
[ OK ]
Running dahdi_cfg: [ OK ]
Starting HAL daemon: [ OK ]
Starting monitoring for VG VolGroup00: 2 logical volume(s) in volume group "Vo
lGroup00" monitored
[ OK ]
Generating SSH1 RSA host key: _
```

Figura C. 11 Instalación de Elastix: Inicio de sistema

En el primer inicio se pide registrar una contraseña para la base MySQL con la que trabaja Elastix.

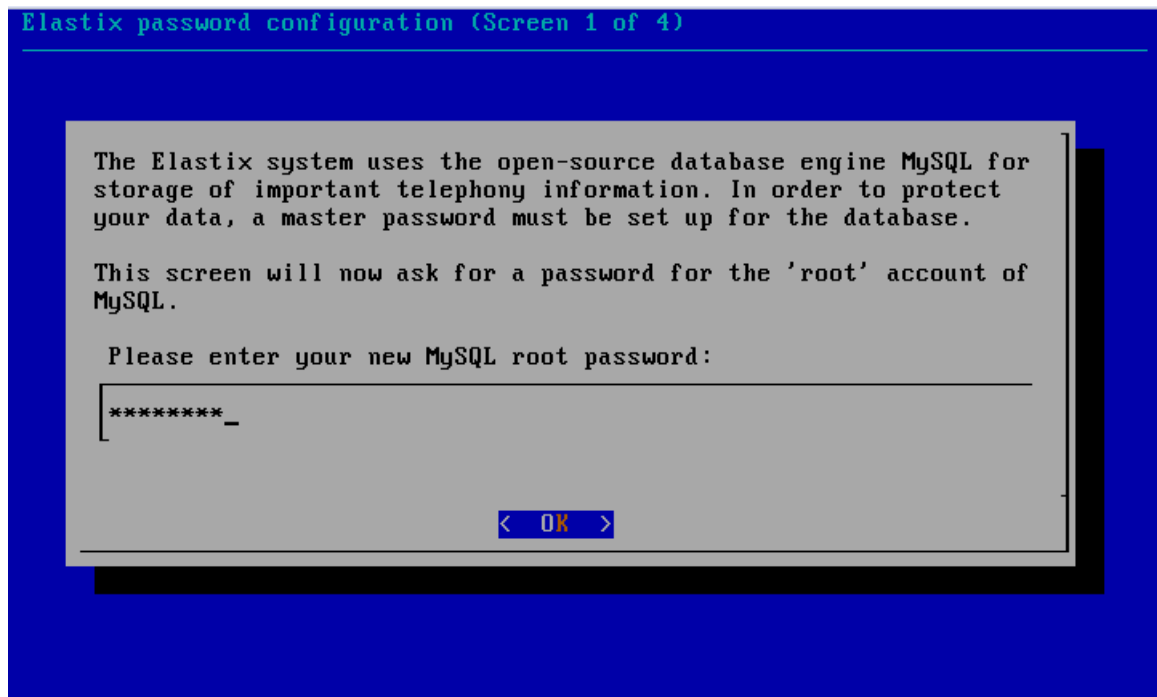


Figura C. 12 Instalación de Elastix: Contraseña de base de datos

Después se requiere ingresar una contraseña para ingreso a la consola del servidor Elastix mediante una interfaz gráfica (el usuario por defecto es admin).

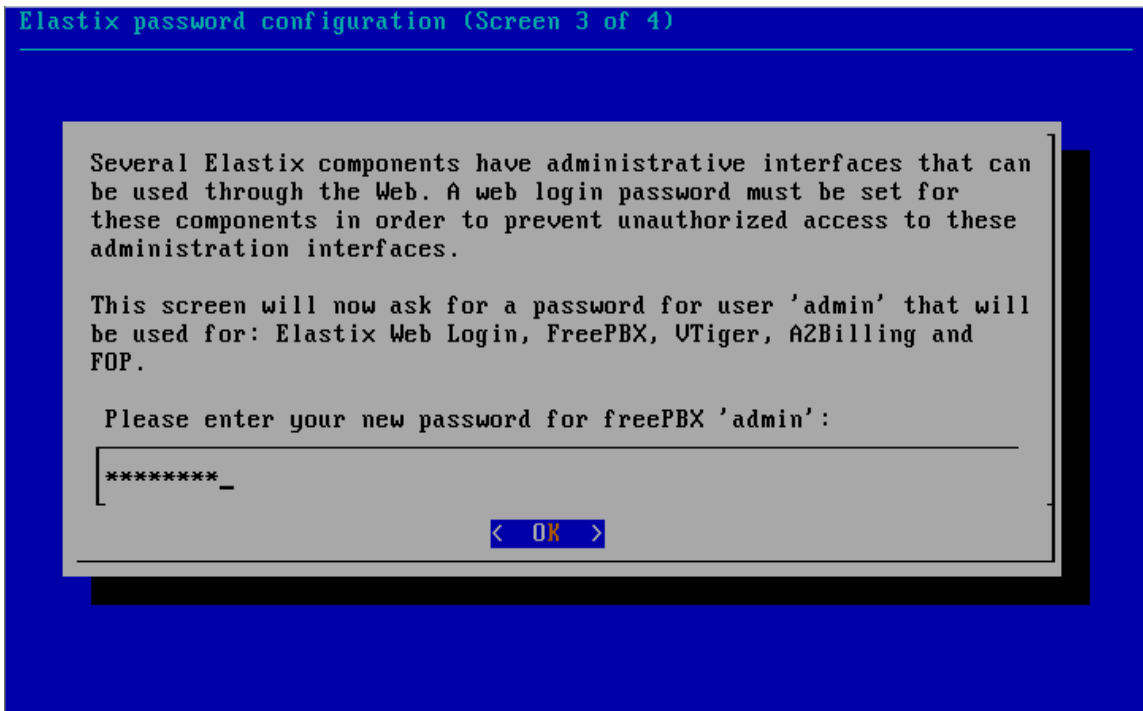


Figura C. 13 Instalación de Elastix: Contraseña de base de datos 2

Una vez finalizada la instalación podemos ver la interface gráfica del mismo poniendo la dirección ip en un browser.

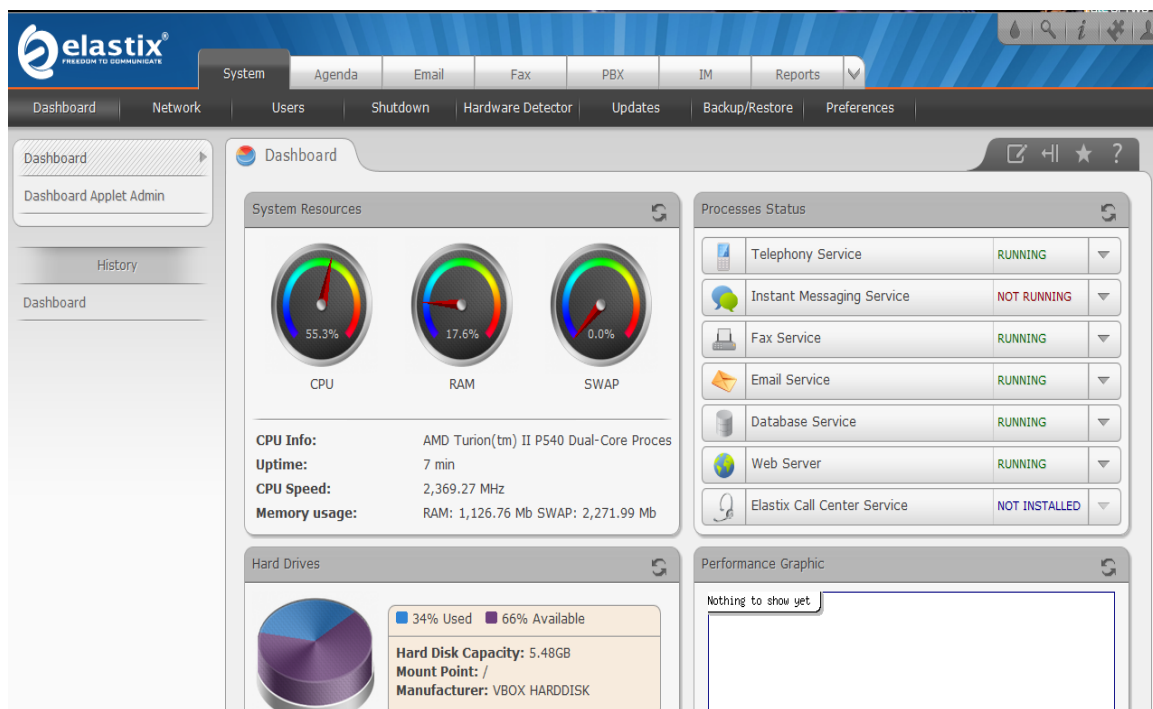


Figura C. 14 Instalación de Elastix: Interfaz gráfica

ANEXO D

**Instalación de Jitsi en Mac Os 10.5
(Leopard)**

Para la instalación de Jitsi es necesario cumplir algunos requisitos de software, que deben estar instalados previamente en el sistema operativo. El primero de ellos es el **jre-6**(Java de Oracle) y el segundo componente necesario es la librería GTK (**GTK_2.18.5-X11.pkg**). Dichos componentes son los usados por Mac os 10.5 y existen actualmente otras versiones actualizadas para los posteriores sistemas operativos.

1.- El primer paso para proceder a la instalación de Jitsi, es descargar el mismo de la página oficial **www.jitsi.org** , en este caso la versión para Mac os 10.5 conocida como Jitsi-1.0-latest.dmg. En segundo lugar ejecutamos dicho archivo lo cual nos abrirá una pantalla como se muestra a continuación.



Figura D. 1 Ejecución de Jitsi en Leopard

2.- Copiamos el archivo ejecutable a la carpeta Aplicaciones, simplemente desplazándola el icono de Jitsi hacia dicha carpeta mostrada en la ventana mostrada anteriormente.

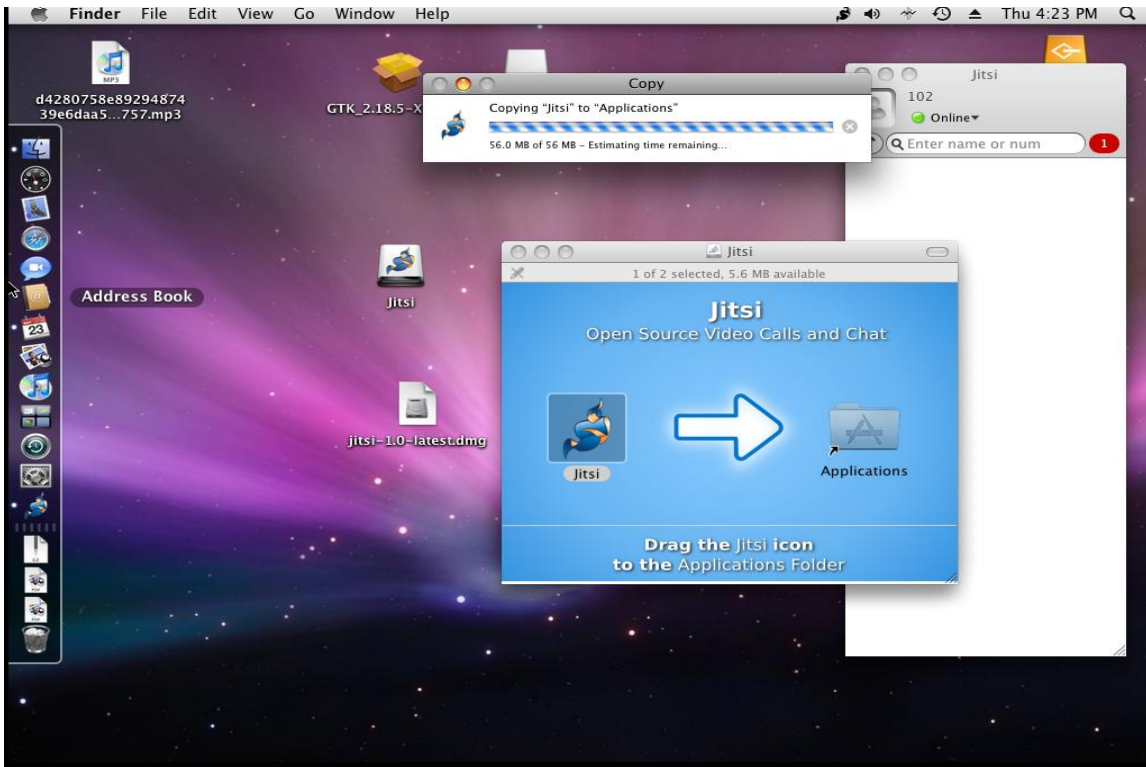


Figura D. 2 Copia de Jitsi a Aplicaciones

3.- Damos un click en el icono de Jitsi para abrir la aplicación y corroborar que se ejecute correctamente.

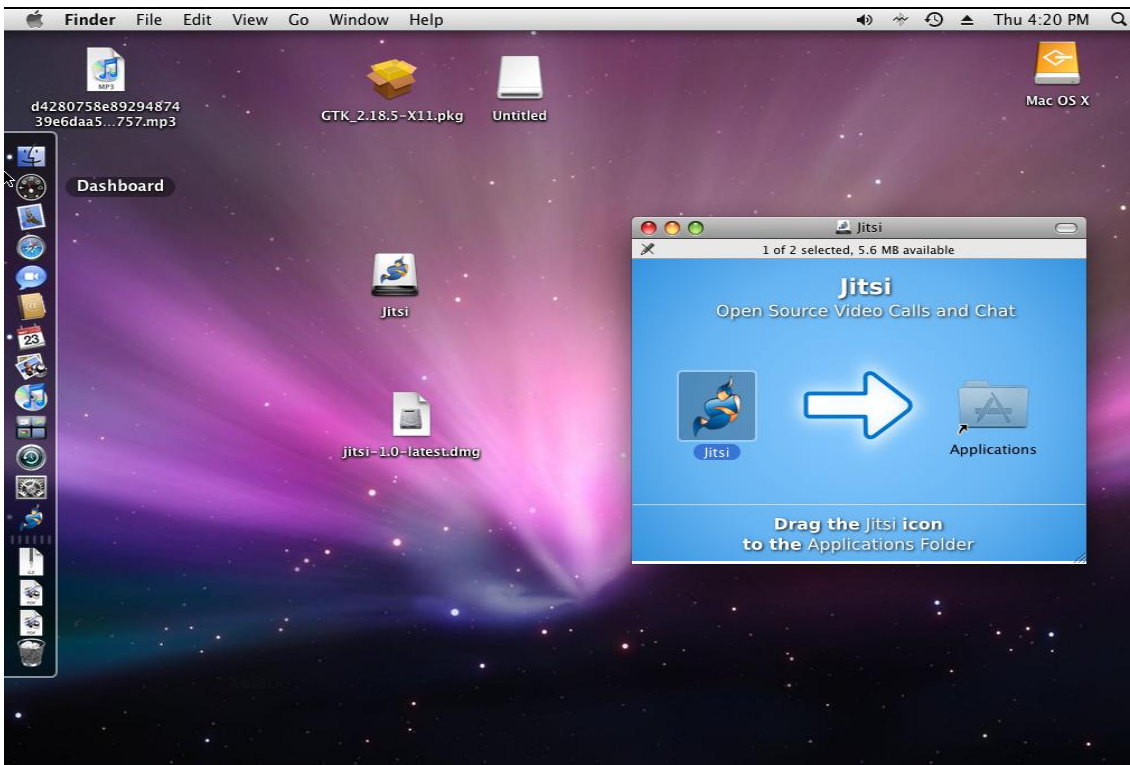


Figura D. 3 Ejecución de Jitsi desde Aplicaciones

4.- Finalmente después de esperar unos segundos podemos visualizar a la aplicación ya ejecutándose, tal como se muestra en la captura de pantalla a continuación.

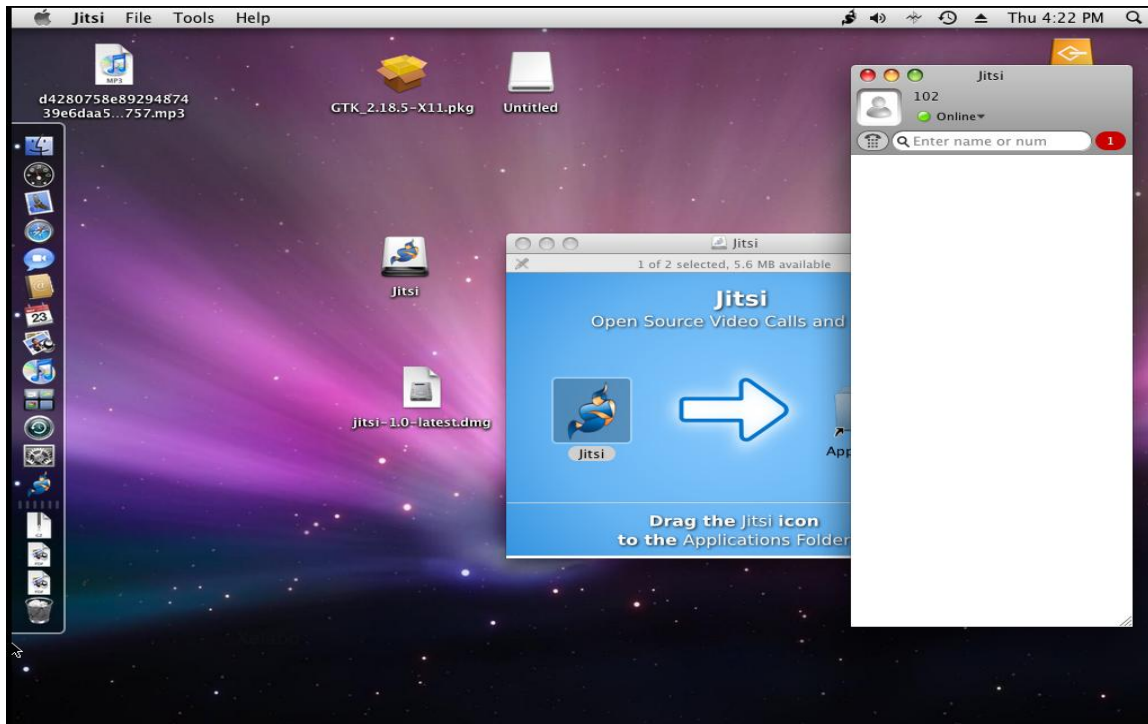


Figura D. 4 Ventana de Jitsi en Leopard

ANEXO E

Instalación de Jitsi en Ubuntu 12.04

Para poder instalar el Jitsi en Ubuntu, se debe tener previamente instalado el JRE, ya que sin él no se permitirá instalar el Jitsi correctamente. Para poder cumplir con este requisito se debe ejecutar en el terminal el siguiente comando **sudo apt-get install default-jre**.

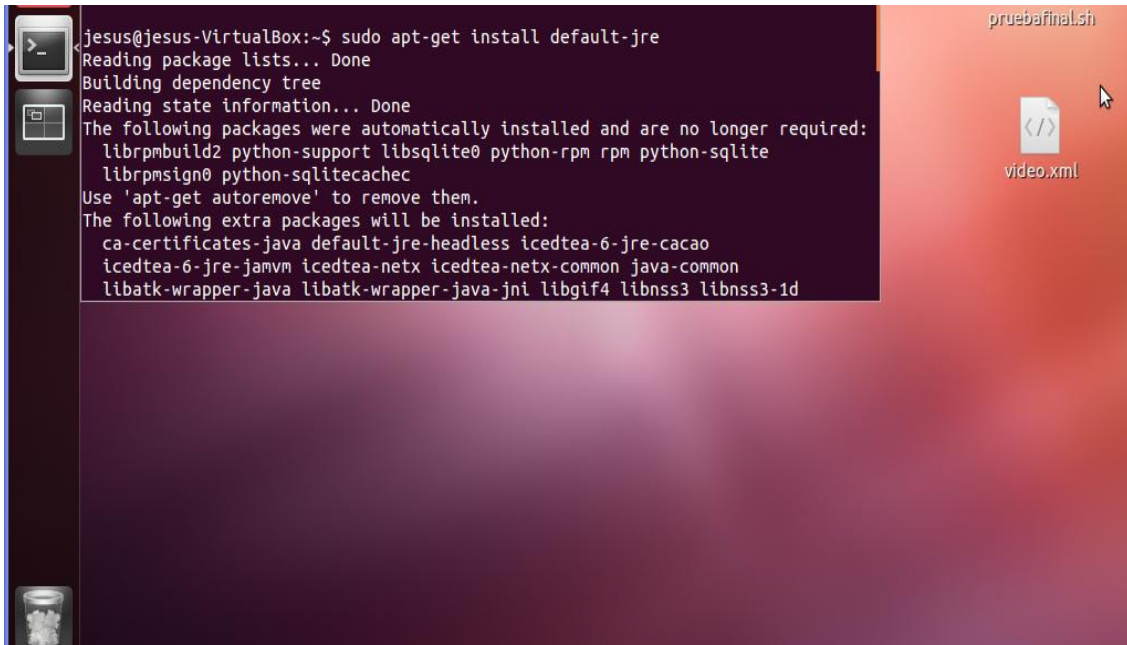


Figura E. 1 Instalación de JRE en Ubuntu por comando

2.- En segundo lugar debemos tener descargado el instalador correcto, de acuerdo a nuestro sistema operativo y plataforma (32 o 64 bits) para este caso es el archivo Jitsi_2.2_lastest_i386.deb, el cual podemos conseguir en la página oficial de Jitsi www.jitsi.org.

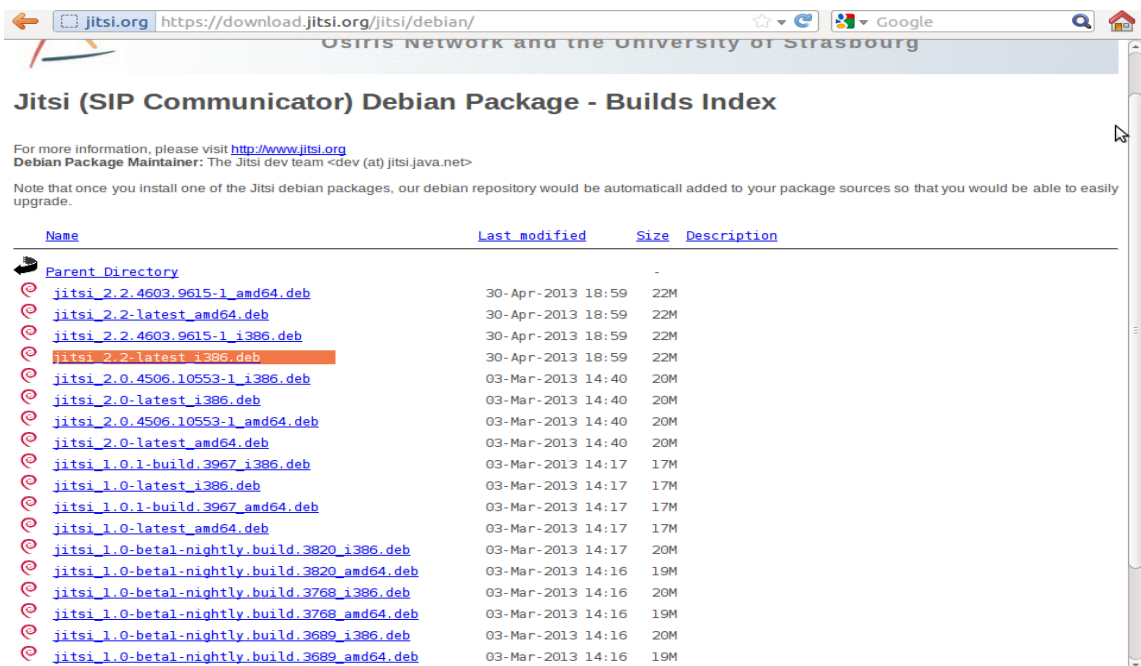
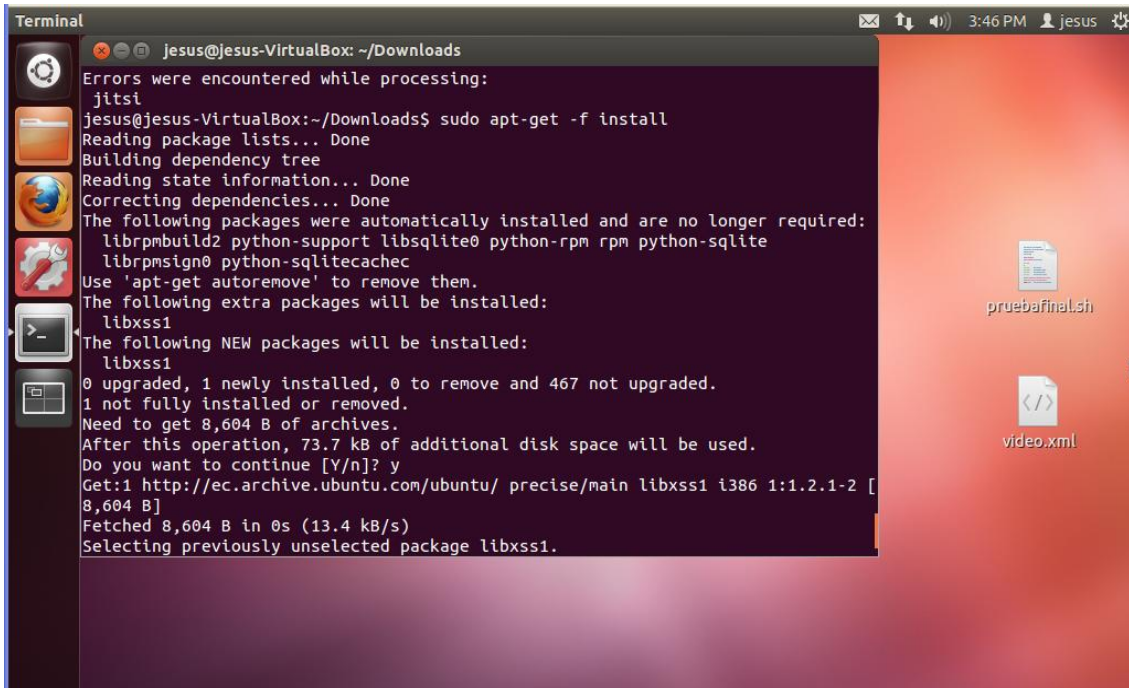


Figura E. 2 Obtención de Jitsi para Ubuntu

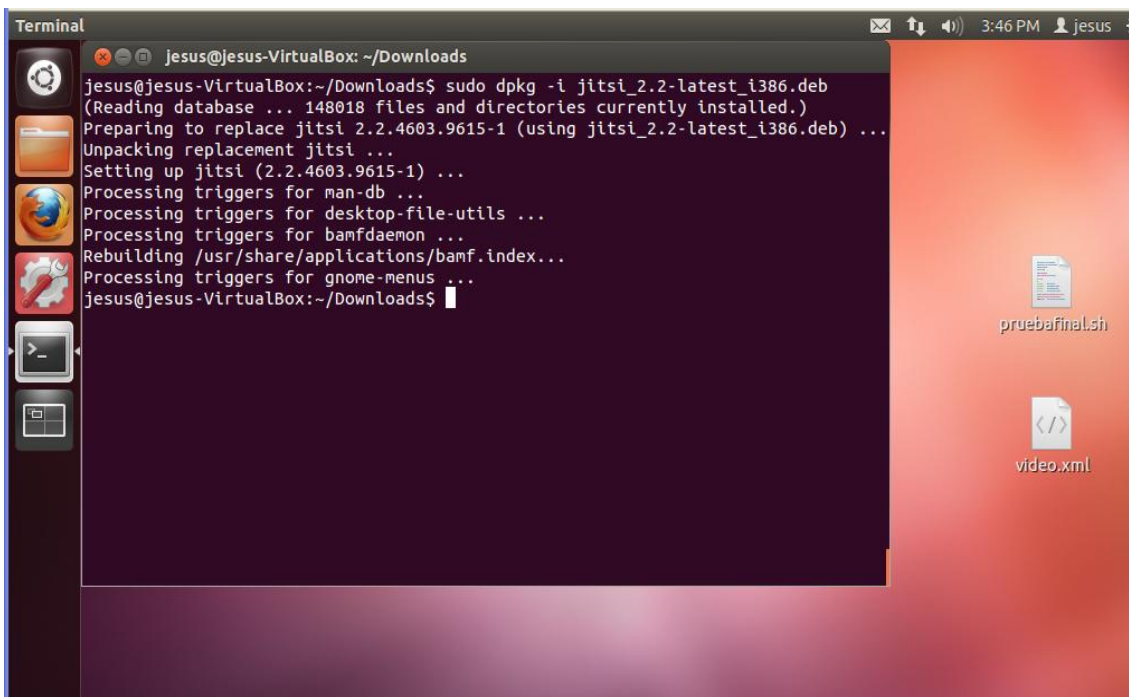
3.- Antes de proceder la instalación de Jitsi en Ubuntu es necesario actualizar el sistema operativo ya que se debe instalar la librería **libxss1**. Podemos realizar esta acción con el comando **sudo apt-get -f install**.



```
Terminal
jesus@jesus-VirtualBox: ~/Downloads
Errors were encountered while processing:
 jitsi
jesus@jesus-VirtualBox:~/Downloads$ sudo apt-get -f install
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
Correcting dependencies... Done
The following packages were automatically installed and are no longer required:
 librpmbuild2 python-support libsqlite0 python-rpm rpm python-sqlite
 librpmnsign0 python-sqlitecachec
Use 'apt-get autoremove' to remove them.
The following extra packages will be installed:
 libxss1
The following NEW packages will be installed:
 libxss1
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 467 not upgraded.
1 not fully installed or removed.
Need to get 8,604 B of archives.
After this operation, 73.7 kB of additional disk space will be used.
Do you want to continue [Y/n]? y
Get:1 http://ec.archive.ubuntu.com/ubuntu/ precise/main libxss1 i386 1:1.2.1-2 [
8,604 B]
Fetched 8,604 B in 0s (13.4 kB/s)
Selecting previously unselected package libxss1.
```

Figura E. 3 Instalación de librerías de Jitsi

4.- Procediendo con la instalación de Jitsi ahora entramos al directorio donde se encuentra el instalador en este caso escribimos en el terminal **cd Downloads/**, ejecutamos la siguiente línea: **sudo dpkg -i Jitsi_2.2-lastest_i386.deb**.



```
Terminal
jesus@jesus-VirtualBox: ~/Downloads
jesus@jesus-VirtualBox:~/Downloads$ sudo dpkg -i jitsi_2.2-latest_i386.deb
(Reading database ... 148018 files and directories currently installed.)
Preparing to replace jitsi 2.2.4603.9615-1 (using jitsi_2.2-latest_i386.deb) ...
Unpacking replacement jitsi ...
Setting up jitsi (2.2.4603.9615-1) ...
Processing triggers for man-db ...
Processing triggers for desktop-file-utils ...
Processing triggers for bamfdaemon ...
Rebuilding /usr/share/applications/bamf.index...
Processing triggers for gnome-menus ...
jesus@jesus-VirtualBox:~/Downloads$
```

Figura E. 4 Instalación de Jitsi en Ubuntu por comando

5.- Podemos corroborar que se ha instalado el Jitsi, buscándolo en las aplicaciones instaladas como se muestra en la siguiente pantalla.

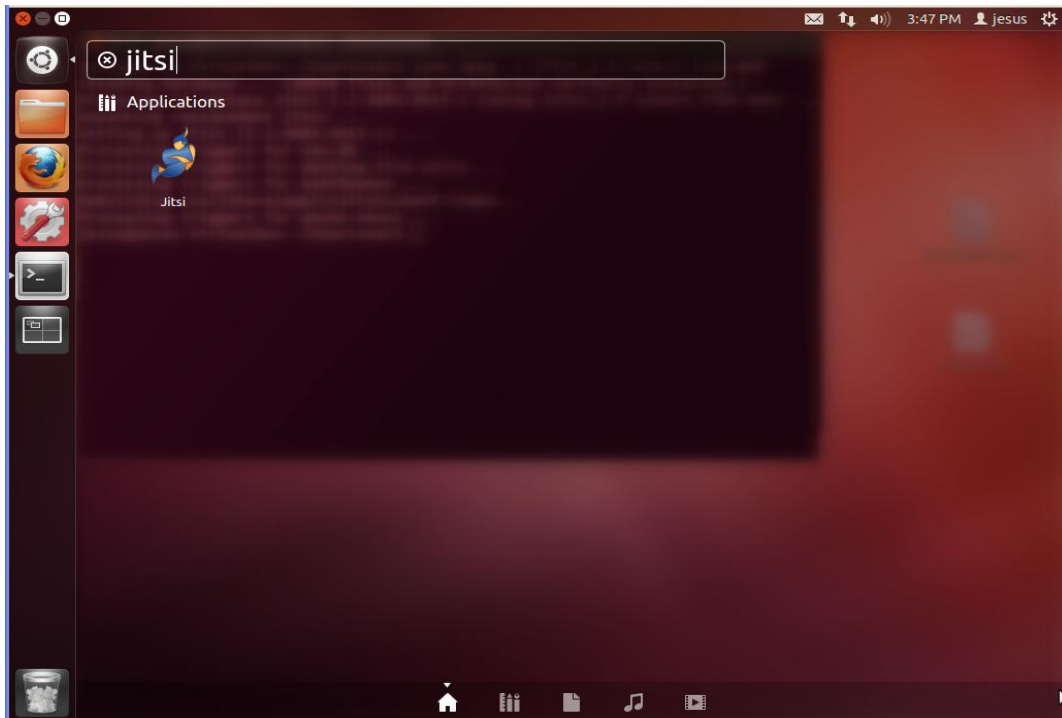


Figura E. 5 Búsqueda de Jitsi en Ubuntu

6.- Finalmente ejecutamos la aplicación dándole click, y visualizaremos las siguientes ventanas mostradas a continuación.

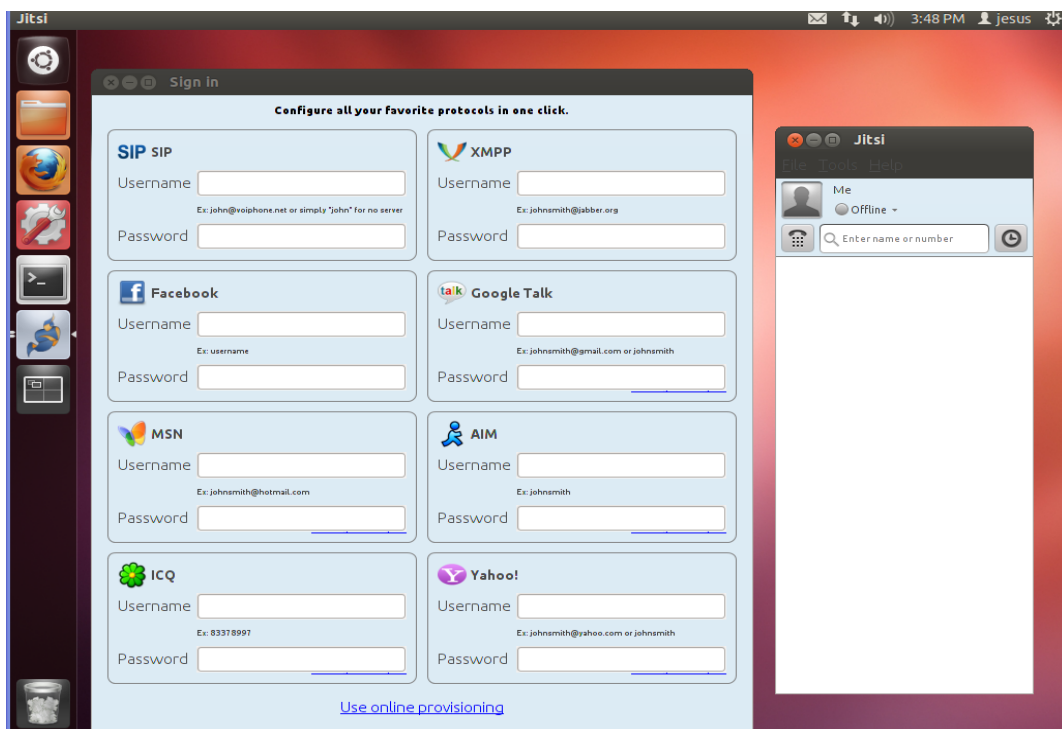


Figura E. 6 Ejecución de Jitsi en Ubuntu

ANEXO F

Instalación de Jitsi en Windows 7 Professional

Para proceder a la instalación de Jitsi en el sistema operativo Windows se debe tener instalado el JRE, ya que es un requisito previo para proceder con la instalación de Jitsi. Dicho archivo puede ser descargado en la página oficial www.oracle.com. A continuación se muestra la imagen de la página.

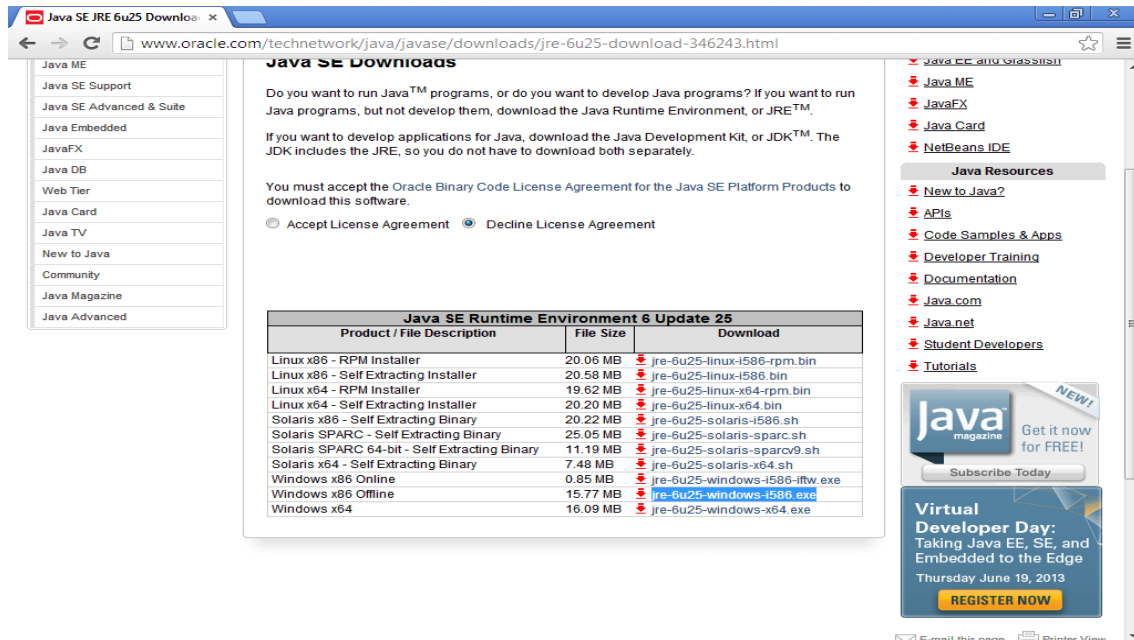


Figura F. 1 Instalación de JRE en Windows

1.- Después de cumplir los requisitos, ahora es necesario descargar el instalador para Windows el cual se puede encontrar en la página web www.jitsi.org, y cuyo nombre de archivo para este caso es Jitsi-2.2-latest-x86.exe, el cual es la versión disponible para Windows de 32 bits.

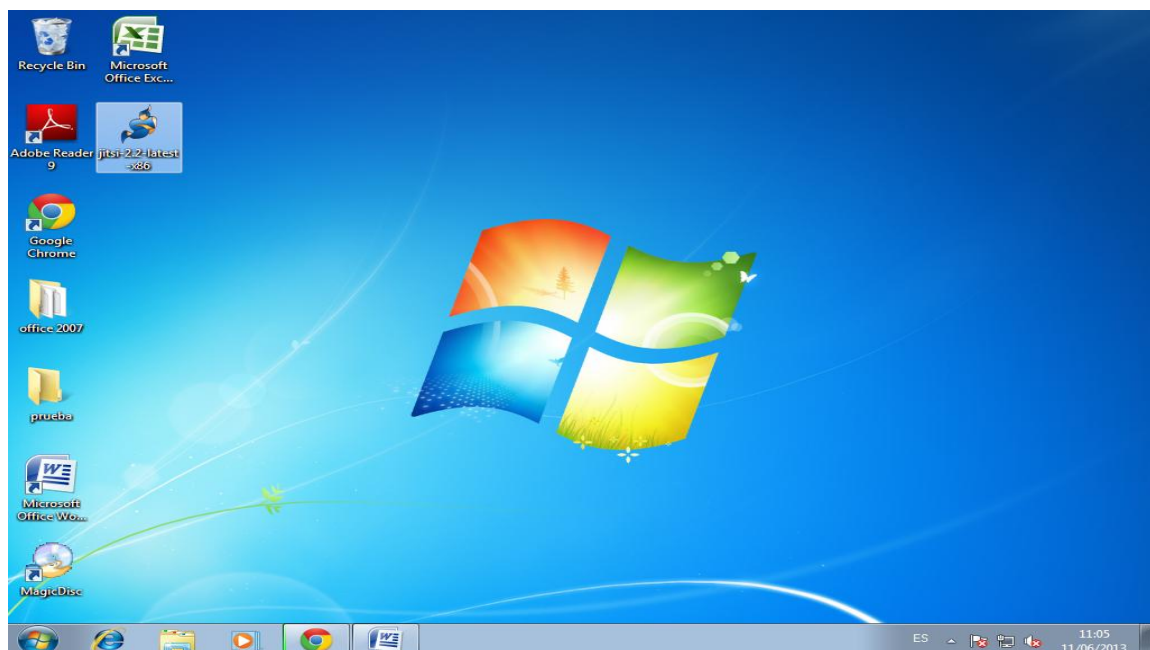


Figura F. 2 Instalador de Jitsi para Windows

2.- Ejecutamos el archivo mencionado anteriormente, y nos saldrá una ventana, pidiéndonos aceptar las condiciones de uso del Jitsi.

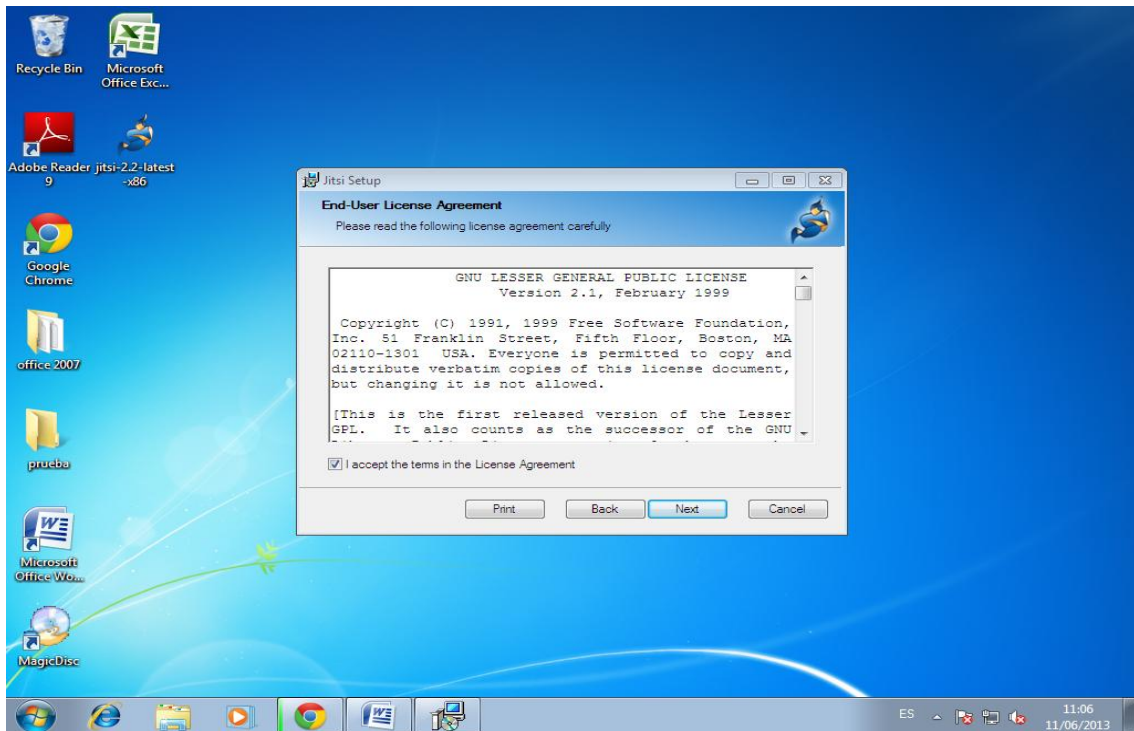


Figura F. 3 Instalación Jitsi en Windows: Aceptar condiciones de uso

3.- Continuando con la instalación debemos asegurarnos de dejar los valores por defecto en la configuración ya que como podemos observar en la siguiente imagen, la asociación o uso de SIP esta seleccionado.

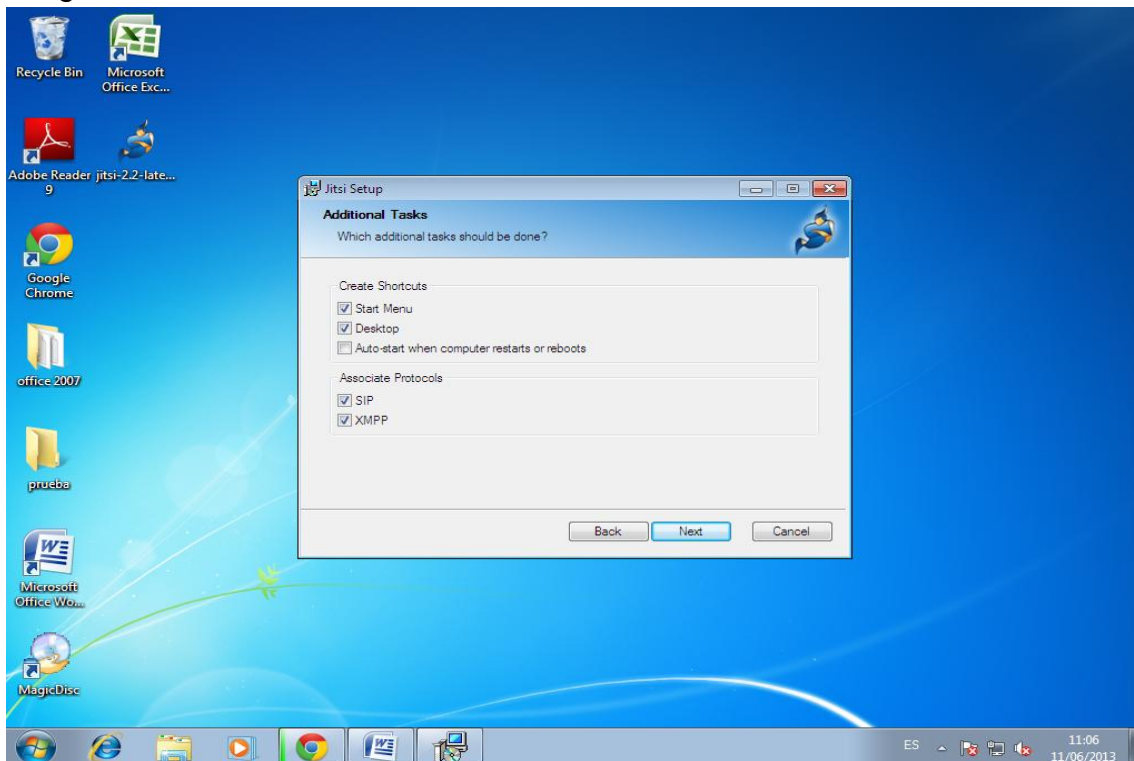


Figura F. 4 Instalación Jitsi en Windows: Selección de SIP

4.- Esperamos algunos segundos hasta que termine de finalizar la instalación, en dicho proceso debemos observar una ventana igual a la imagen mostrada a continuación.

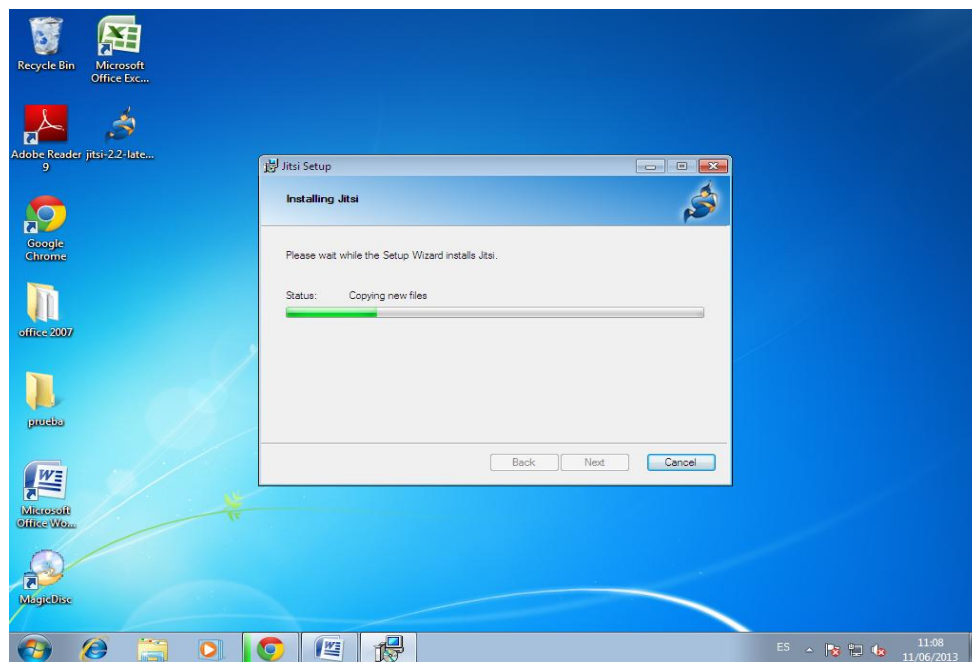


Figura F. 5 Instalación Jitsi en Windows: Proceso de Instalación

5.- Una vez el programa Jitsi instalado procedemos a dar click en el botón Finalizar, para proceder a iniciar el programa por primera vez.

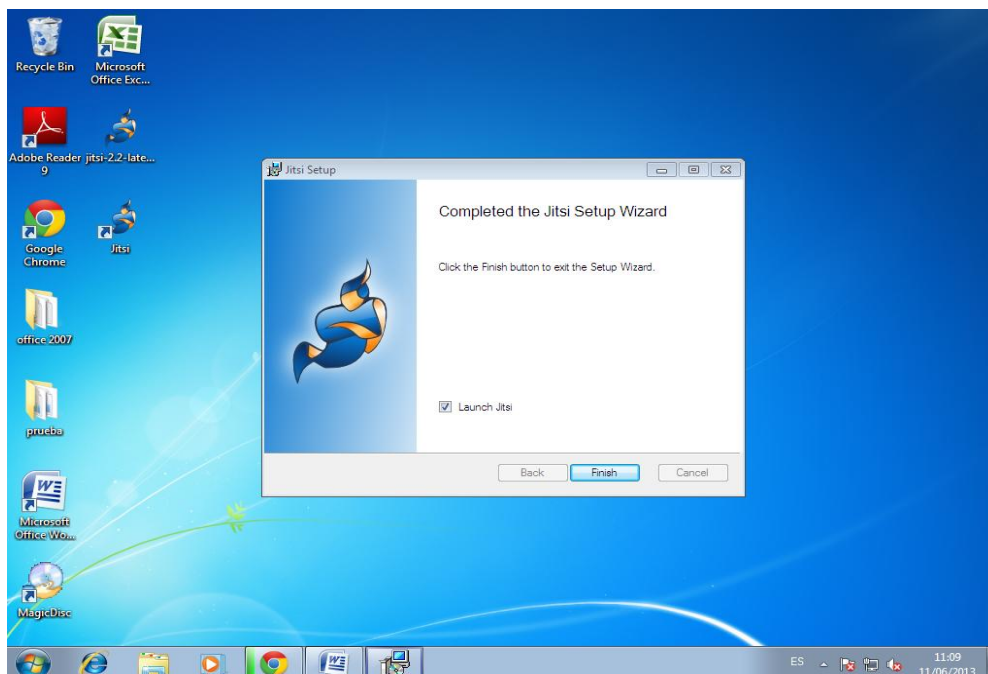


Figura F. 6 Instalación Jitsi en Windows: Finalización

6.- Finalmente ya instalado, se debe abrir una ventana igual a la continuación en la cual podemos observar la interfaz de Jitsi y donde podemos verificar que se ha instalado correctamente.

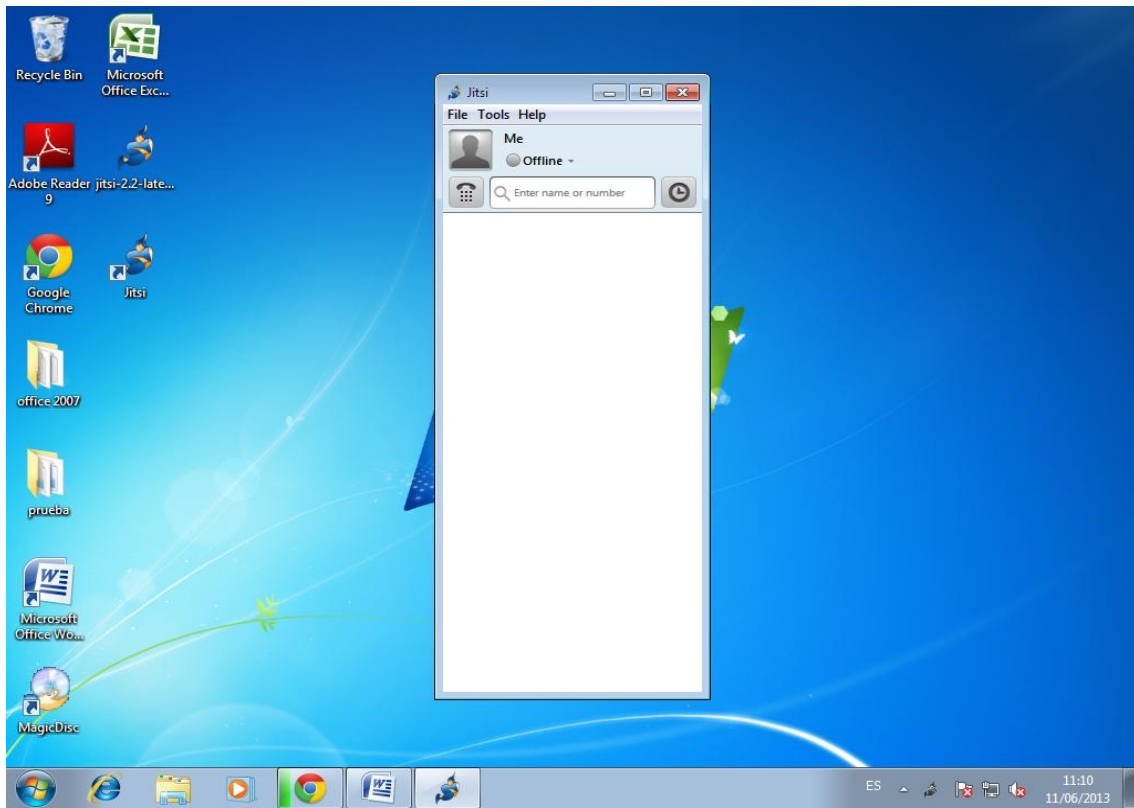


Figura F. 7 Instalación Jitsi en Windows: Ejecución

ANEXO G

**Registro de una cuenta desde el cliente
Windows 7 en Jitsi**

El registro de cuenta SIP en Windows es igual al realizado en los sistemas operativos Mac y Ubuntu, ya que la interfaz gráfica de ellos es igual, por lo que este tutorial serviría como referencia para agregar cuentas de usuario en las estaciones de trabajo.

1.- Una vez abierto el Jitsi, debemos dar click sobre el menú Tools “Herramientas” lo cual se puede visualizar en la imagen a continuación.

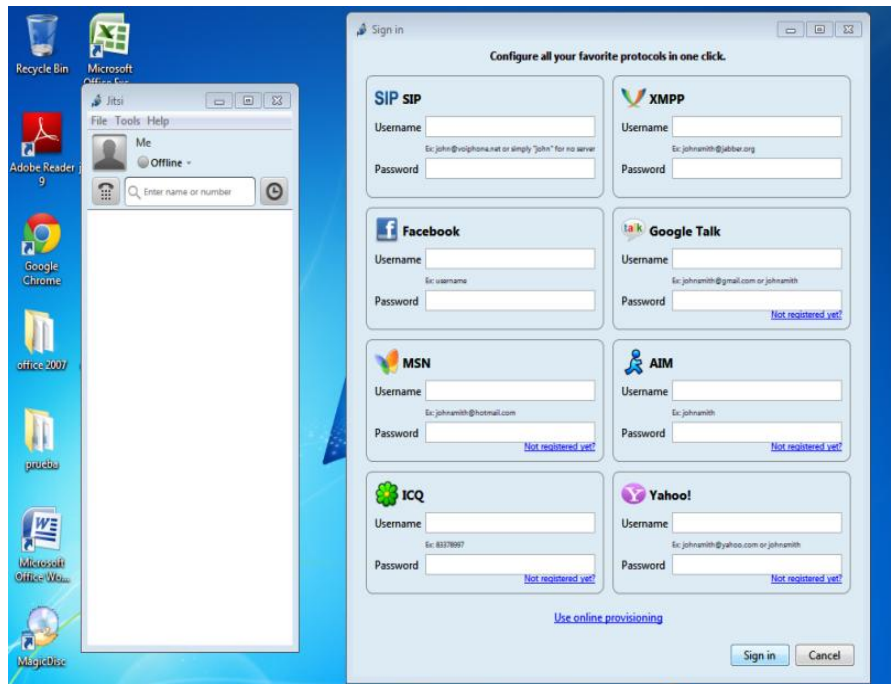


Figura G. 1 Agregar cuenta desde Jitsi en Windows

2.- Después de haber completado el paso anterior, debemos ahora dar click en Options “Opciones” del menú Tools.

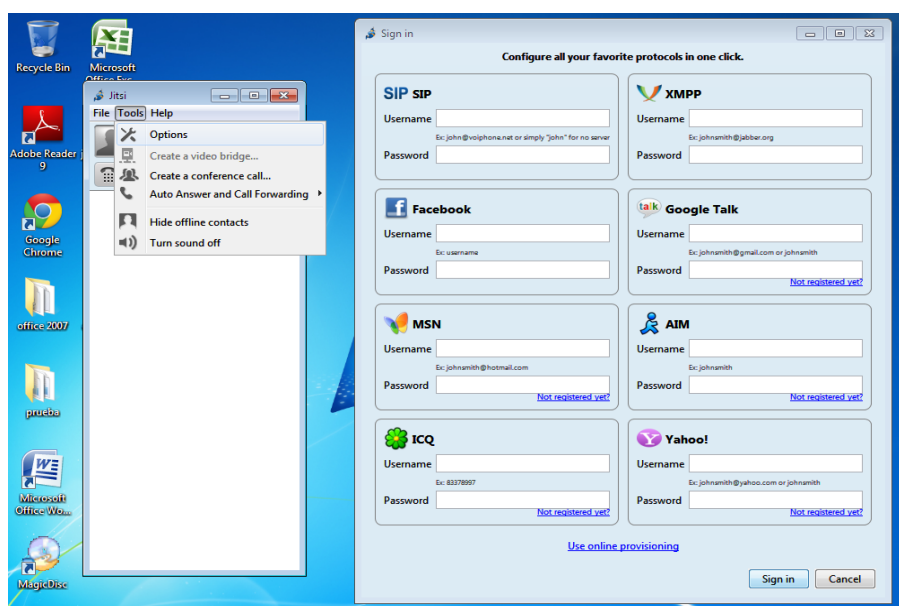


Figura G. 2 Agregar cuenta desde Jitsi en Windows: Menu “Tools”

3.- Al completar el paso anterior se nos abrirá una ventana en la cual podemos realizar diferentes acciones, entre ellas se encuentra la pestaña “Accounts”, donde agregaremos la cuenta SIP que ha sido creada en el servidor, para ello debemos dar un click en el botón “Add”.

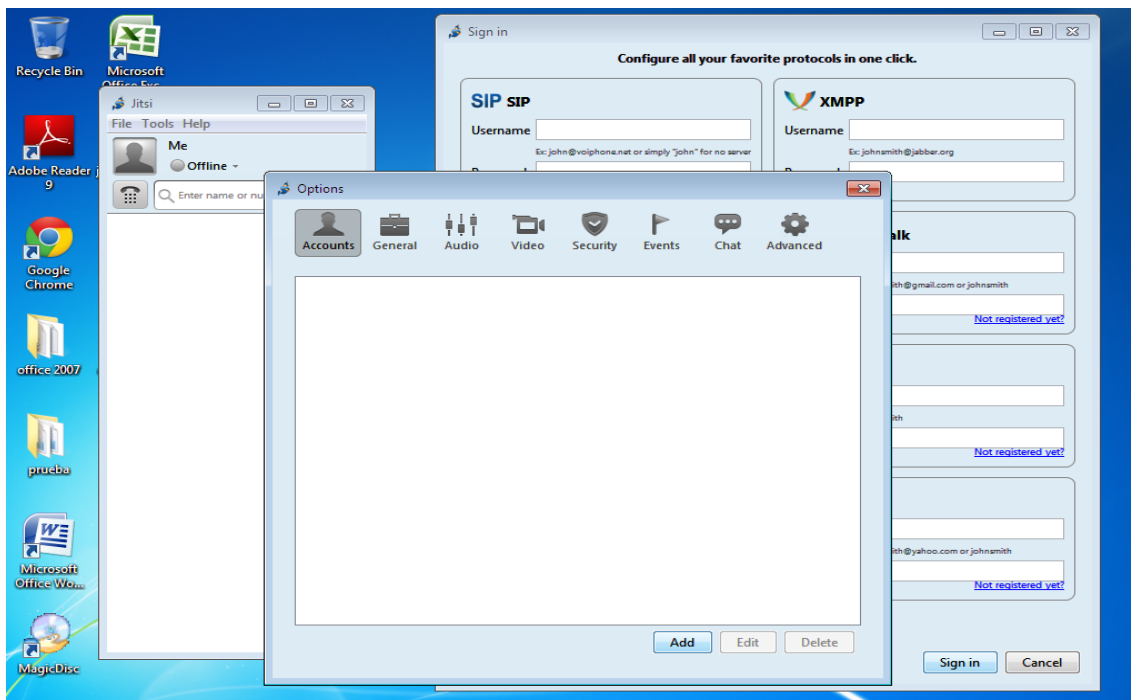


Figura G. 3 Ventana para agregar cuenta desde Jitsi en Windows

4.- Continuando con el registro de la cuenta de usuario, SE NOS ABRIRA una ventana donde se nos solicitara el ID del usuario y la contraseña, tal como se muestra en la figura a continuación, el formato del Id es el siguiente: **extensión@direccionIPservidor** (ej.: 101@200.126.14.226), después damos click en el botón “Add”.

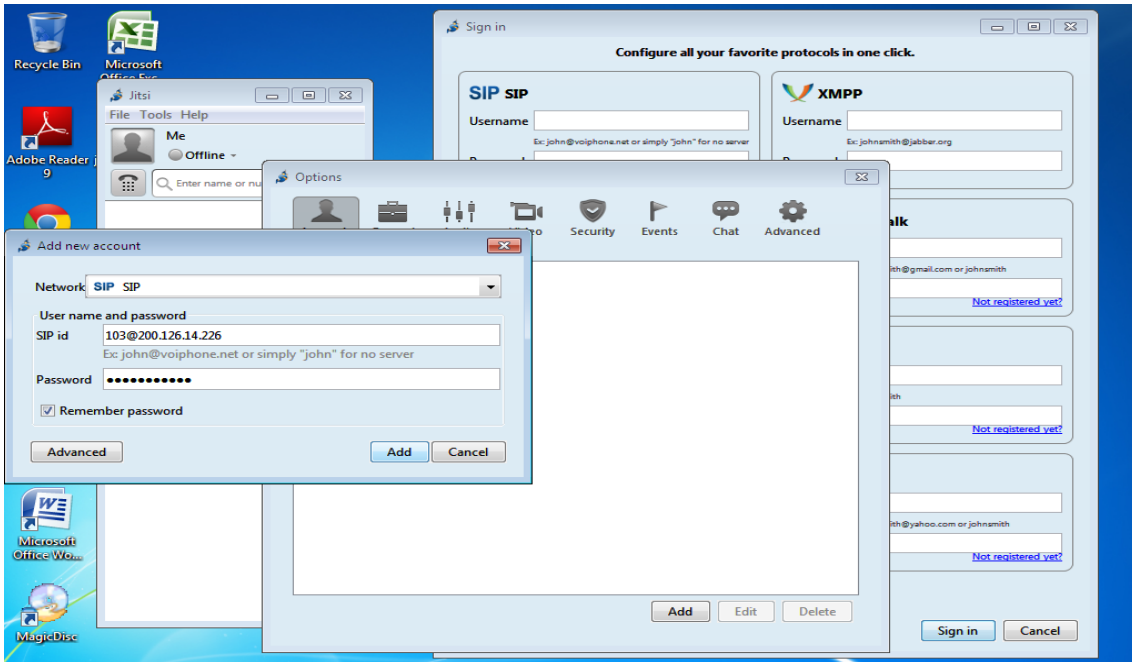


Figura G. 4 Datos para Agregar cuenta desde Jitsi en Windows

5.- finalmente podremos ver que si el usuario y contraseña son ingresados correctamente, pasara al estado "Online" o conectado.

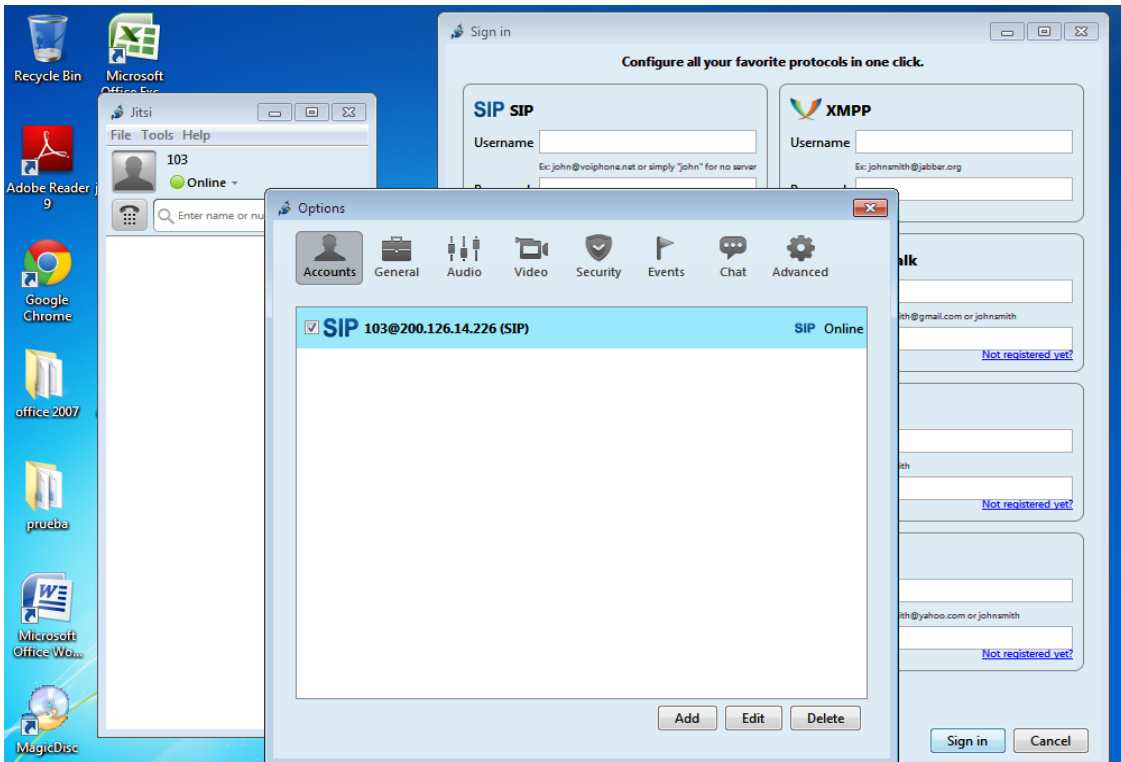


Figura G. 5 Cuenta registrada desde Jitsi en Windows

Registro de contactos de Usuario

1.- Una vez agregada la cuenta SIP de usuario, podemos agregar los contactos dando click derecho en el área en blanco de la interfaz de Jitsi y seleccionando la opción "Add contact".

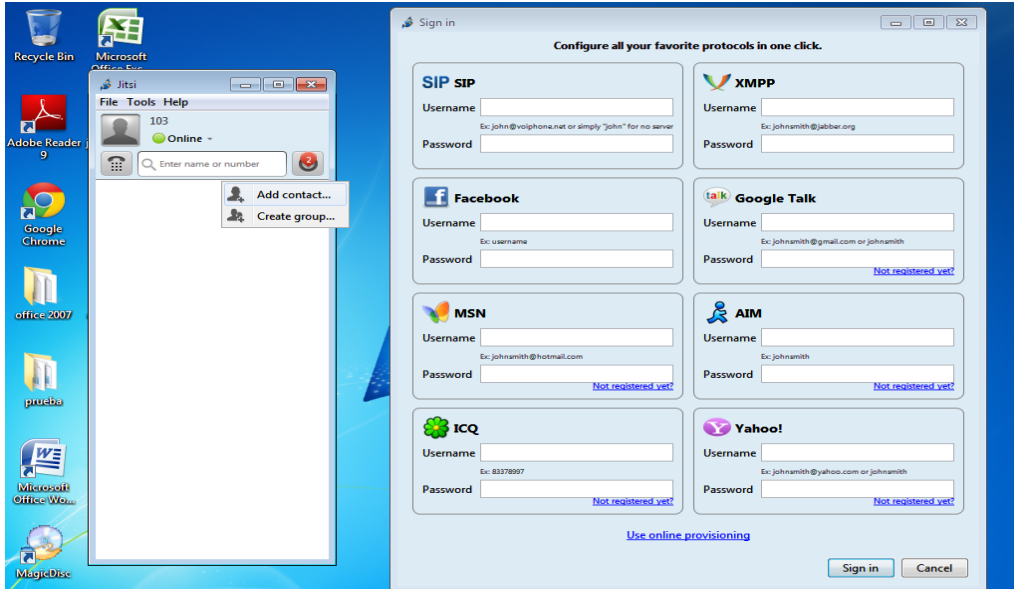


Figura G. 6 Opción para agregar contacto desde Jitsi en Windows

2.- Completado ya el paso anterior se nos abrirá una ventana igual a la mostrada a continuación, donde debemos agregar la información de contacto, el formato del Numero o ID de contacto es el siguiente: **NúmeroExtensiónContacto@DirecciónIPservidor**(ej.: 102@200.126.14.226)

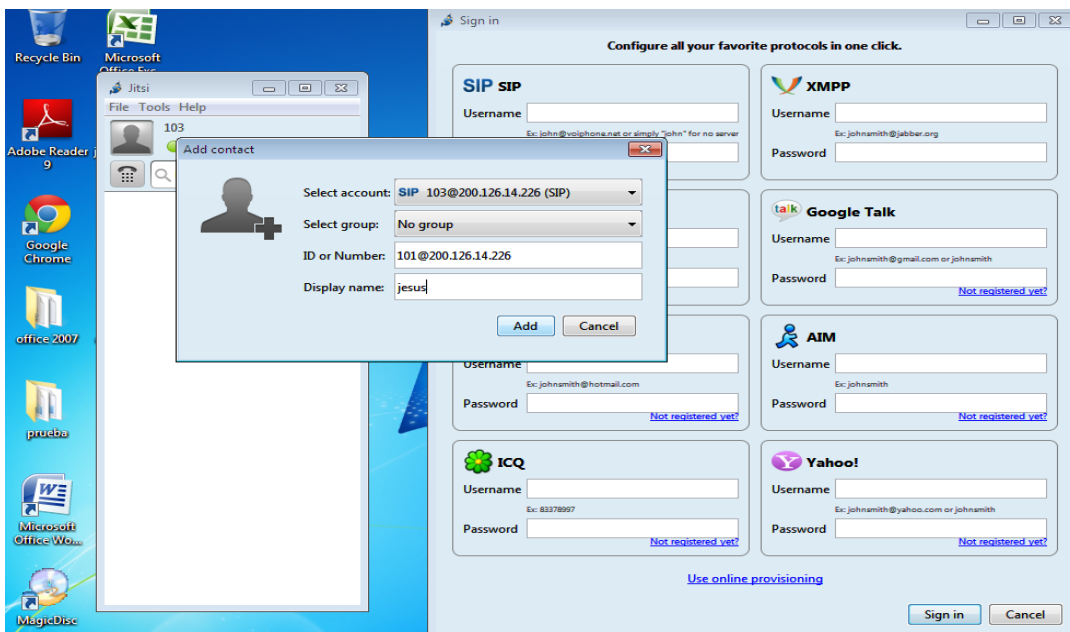


Figura G. 7 Datos para agregar contacto desde Jitsi en Windows

ANEXO H

**Crear extensión de usuario SIP desde
interfaz web de administración de Elastix**

La versión de Elastix usada para este manual es 2.4.0. Existen 2 formas para crear una cuenta de usuario SIP en Elastix, vía web y línea de comando. En este caso creamos la cuenta de usuario accediendo al servidor mediante un browser, escribiendo la dirección IP en la misma. Tal como lo muestra la figura a continuación.

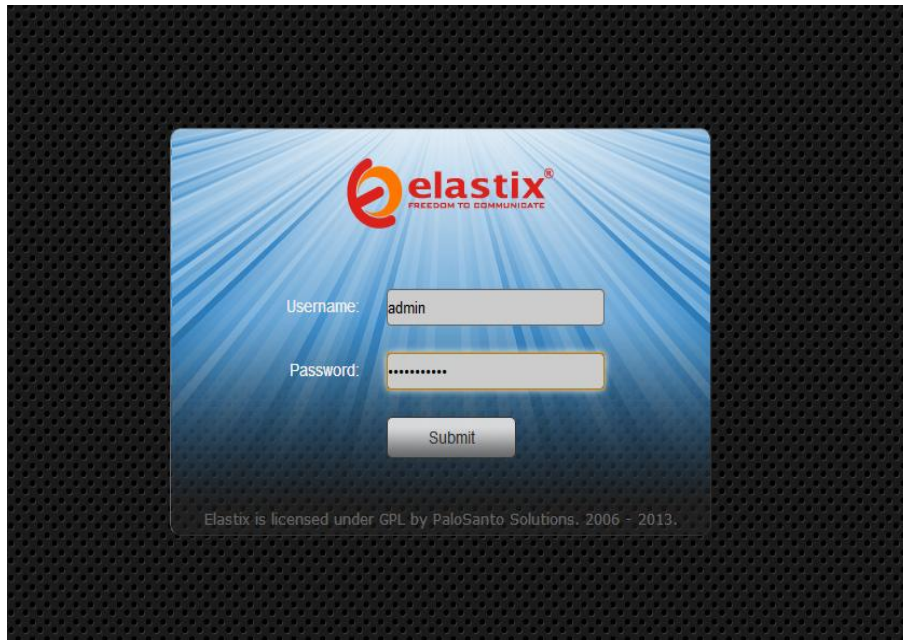


Figura H. 1 Interfaz gráfica de Elastix: Ingreso usuario y contraseña de administrador

1.- Siguiendo con la creación de la cuenta de usuario sip en Elastix, debemos dar click en PBX, lo cual nos llevara a la ventana para la creación de dicha cuenta.

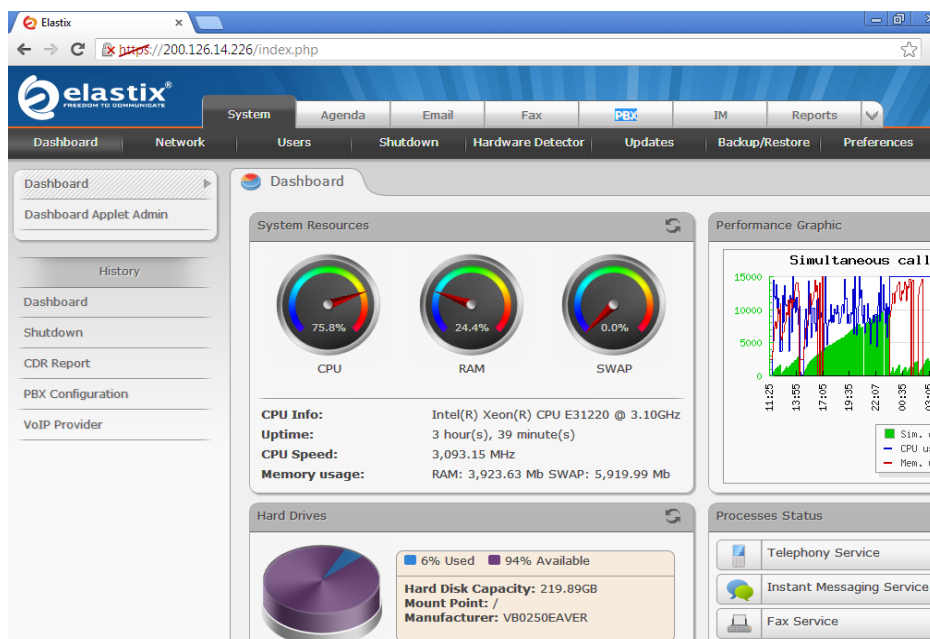


Figura H. 2 Interfaz gráfica de Elastix: Ingreso

2.- Para crear la cuenta sip, se le elige la opción “GENERIC SIP DEVICE”, la cual nos lleva a la ventana que se muestra a continuación, donde se debe llenar algunos datos tales como “User Extension”, donde se escribe el número de extensión que sería asignado al usuario, se llena el campo “Display Name”, donde se escribe el nombre del usuario.

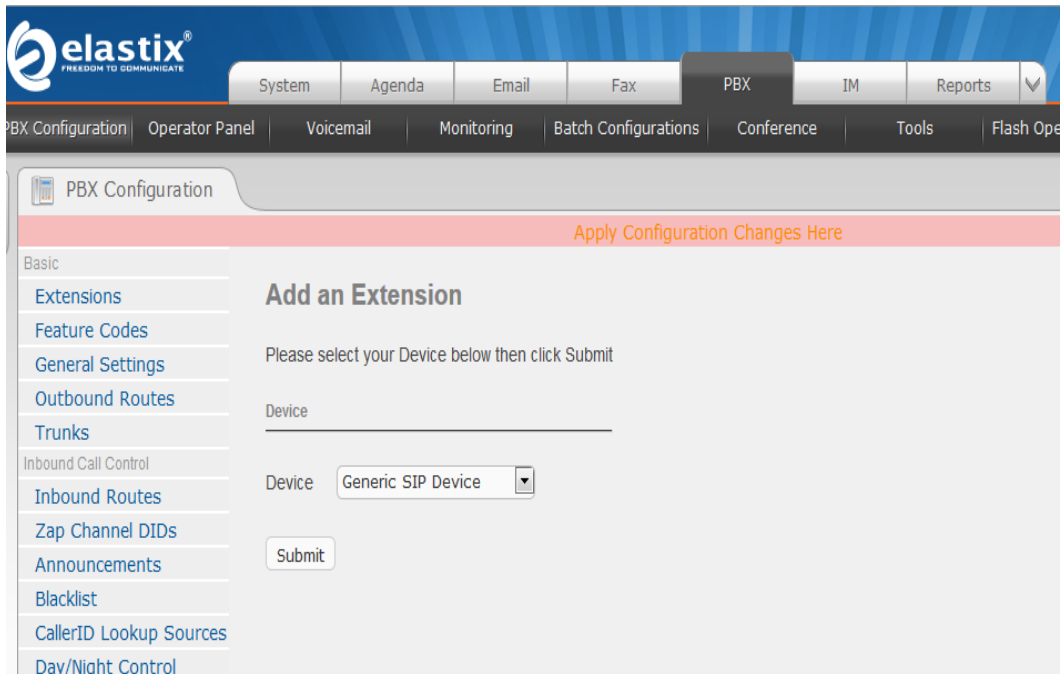


Figura H. 3 Interfaz gráfica de Elastix: Pestaña PBX

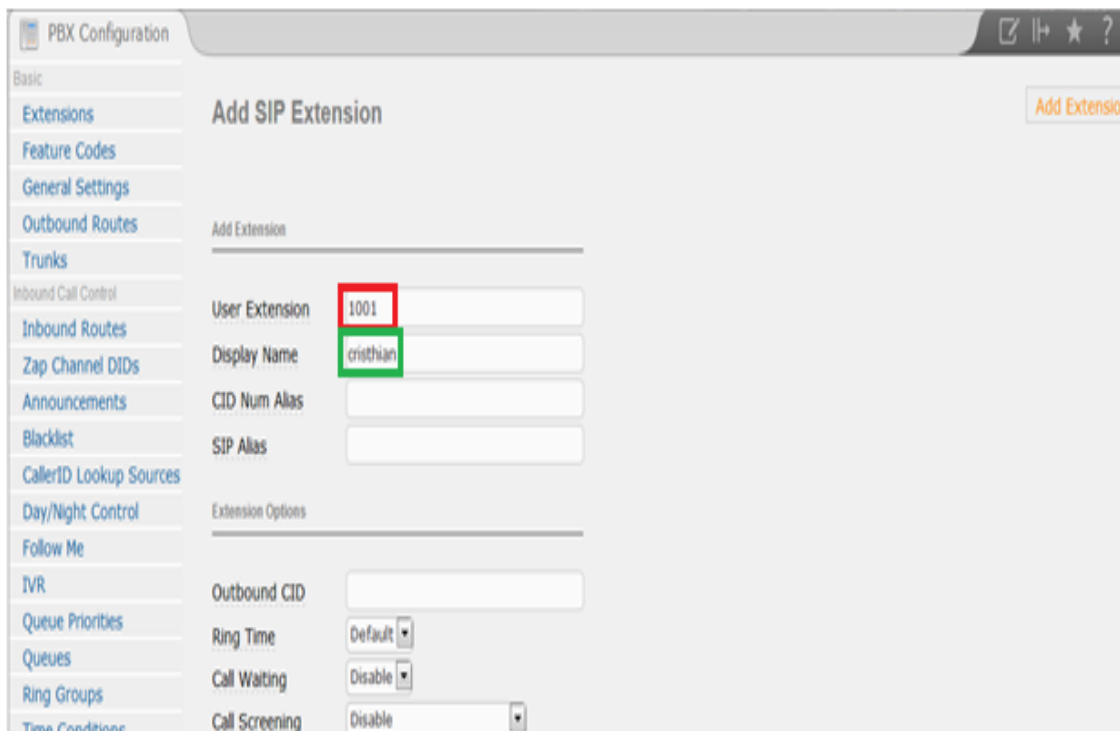


Figura H. 4 Interfaz gráfica de Elastix: Datos de registro de cuenta

3.- Continuando con la creación de cuenta nos encontramos con la opción “secret” que nos ayuda a establecer una contraseña de usuario la cual se utilizara para que dicho usuario pueda acceder a la cuenta, además debemos asegurarnos que el estado de la cuenta este habilitado revisando el campo “status”.

The screenshot shows a web form for user registration in Elastix. The form is titled "This device uses sip technology." and includes several sections:

- Basic Information:** Fields for "secret" (containing "Pa\$\$w0rd"), "dtmfmode" (set to "rfc2833"), "Dictation Service" (set to "Disabled"), "Dictation Format" (set to "Ogg Vorbis"), "Email Address" (empty), "Language Code" (empty), "Record Incoming" (set to "On Demand"), and "Record Outgoing" (set to "On Demand").
- Voicemail & Directory:** Fields for "Status" (set to "Enabled") and "Voicemail Password" (set to "Disabled").

Figura H. 5 Interfaz gráfica de Elastix: Datos de registro de cuenta 2

4.- Una vez completado los pasos anteriores, damos click en el botón “submit” lo cual nos llevara a la ventana que se muestra a continuación donde debemos aplicar los cambios efectuados dando click en “Apply Configuracion Changes here”.

The screenshot shows the Elastix PBX Configuration interface. The main content area is titled "Add an Extension" and includes a "Submit" button. A red box highlights a button labeled "Apply Configuration Changes Here" at the top of the main content area. The interface also features a navigation menu on the left and a top navigation bar with tabs for System, Agenda, Email, Fax, PBX, IM, and Reports.

Figura H. 6 Interfaz gráfica de Elastix: Aplicar cambios

ANEXO I

**Configuración de Elastix para
videoconferencia**

Una vez terminada la creación de cuentas de usuario es necesario configurar ciertos archivos para habilitar la videoconferencia en Elastix ya que con la configuración por defecto solo se podría realizar llamadas de voz, para ello se debe realizar los siguientes pasos:

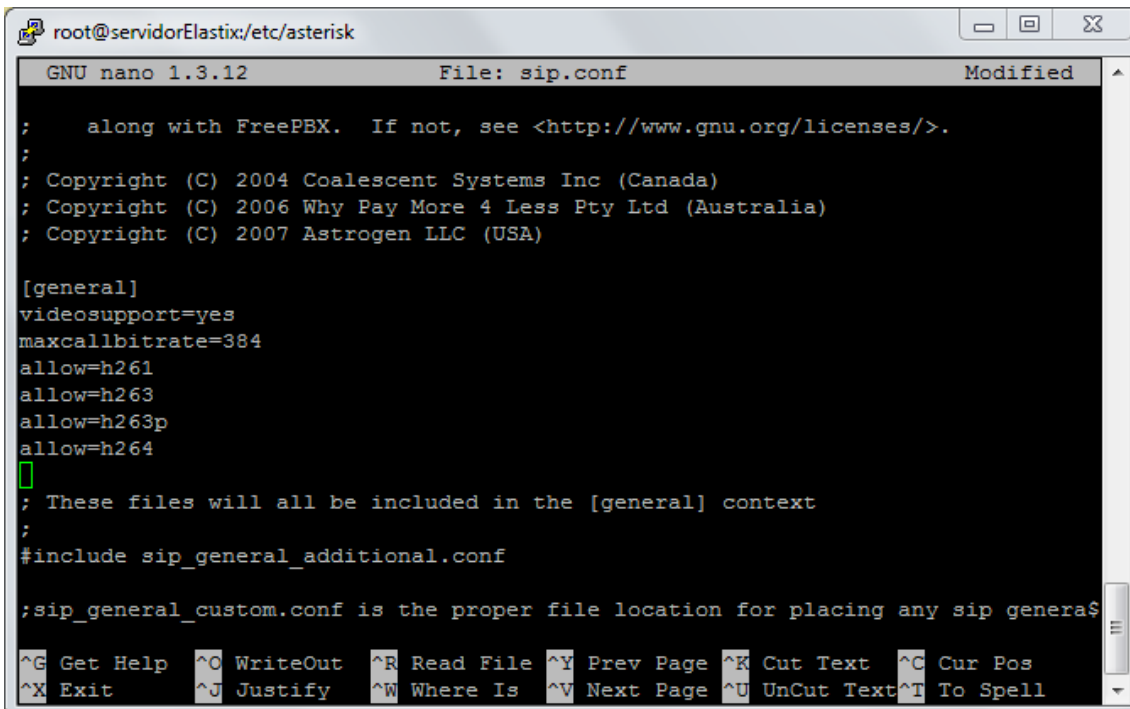
1.- Ingresamos al archivo **sip_general_custom.conf** ubicado en el directorio **/etc/asterisk** el cual puede ser abierto con el editor nano de la siguiente manera: nano **/etc/asterisk/sip_general_custom.conf**. En dicho archivo copiamos el código que se muestra en la pantalla que nos ayuda a habilitar o modificar configuración general tales como codecs, protocolos de videos, habilitar el soporte de video, etc.

```
root@servidorElastix:/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: /etc/asterisk/sip_general_custom.conf Modified
allowguest=no
language=es
videosupport=yes
allow=g729
allow=g723
allow=h261
allow=h263
allow=h263p
;defaultexpiry=600 ; **Engin users: include this if necessary
;maxexpiry=3600 ; **Engin & BBP Global users: include this if necessary
rtptimeout=60
rtpholdtimeout=120
useragent = Elastix
context=from-pstn
^G Get Help ^O WriteOut ^R Read File ^Y Prev Page ^K Cut Text ^C Cur Pos
^X Exit ^J Justify ^W Where Is ^V Next Page ^U UnCut Text ^T To Spell
```

Figura I. 1 Configuración Servidor: Archivo sip_general_custom.conf

2.- Luego debemos ingresar al archivo **sip.conf** ubicado en el mismo directorio el cual podemos ingresar de la siguiente forma: nano **/etc/asterisk/sip.conf**.

Una vez ingresado al archivo copiamos el código mostrado en la siguiente pantalla el cual nos ayuda a establecer vario. Parámetros como por ejemplo a establecer el límite de ancho de banda con Elastix (maxcallbitrate=384).



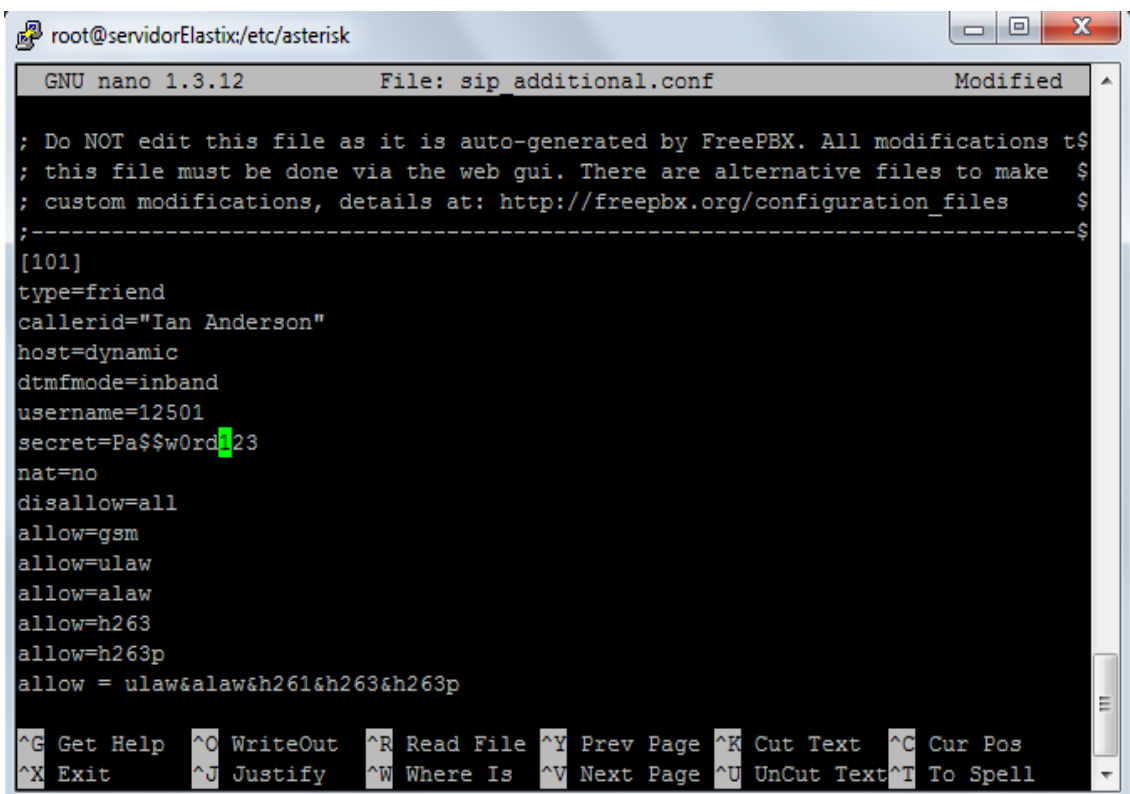
```
root@servidorElastix:/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: sip.conf Modified
; along with FreePBX. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.
;
; Copyright (C) 2004 Coalescent Systems Inc (Canada)
; Copyright (C) 2006 Why Pay More 4 Less Pty Ltd (Australia)
; Copyright (C) 2007 Astrogen LLC (USA)

[general]
videosupport=yes
maxcallbitrate=384
allow=h261
allow=h263
allow=h263p
allow=h264
█
; These files will all be included in the [general] context
;
#include sip_general_additional.conf

;sip_general_custom.conf is the proper file location for placing any sip genera$
^G Get Help ^O WriteOut ^R Read File ^Y Prev Page ^K Cut Text ^C Cur Pos
^X Exit ^J Justify ^W Where Is ^V Next Page ^U UnCut Text ^T To Spell
```

Figura I. 2 Configuración Servidor: Archivo sip.conf

3.-Por ultimo ingresamos al archivo **sip_additional.conf** que se encuentra ubicado en el mismo directorio, el cual puede ser visualizado con el siguiente comando: nano **/etc/asterisk/ sip_additional.conf** y nos permite agregar configuraciones adicionales a los usuarios que usan SIP.



```
root@servidorElastix:/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: sip_additional.conf Modified
; Do NOT edit this file as it is auto-generated by FreePBX. All modifications t$
; this file must be done via the web gui. There are alternative files to make $
; custom modifications, details at: http://freepbx.org/configuration_files $
;-----$
[101]
type=friend
callerid="Ian Anderson"
host=dynamic
dtmfmode=inband
username=12501
secret=Pa$$w0rd123█
nat=no
disallow=all
allow=gsm
allow=ulaw
allow=alaw
allow=h263
allow=h263p
allow = ulaw&alaw&h261&h263&h263p
^G Get Help ^O WriteOut ^R Read File ^Y Prev Page ^K Cut Text ^C Cur Pos
^X Exit ^J Justify ^W Where Is ^V Next Page ^U UnCut Text ^T To Spell
```

Figura I. 3 Configuración Servidor: Archivo sip_additional.conf

ANEXO J

Presupuesto con videoteléfono

Tabla J. 1 Presupuesto considerando videoteléfonos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
COSTOS OPERATIVOS (Anuales)			
1	Sueldo administrador servidor	\$ 900,00	\$ 900,00
1	Ayudante soporte técnico usuarios	\$ 490,00	\$ 490,00
SUBTOTAL			\$ 16.680,00
COSTOS DE HARDWARE			
1	SERVIDOR RACK. HP PROLIAN G7	\$ 2.368,94	\$ 2.368,94
1	MEMORIA RAM 2R x8 PC3-10600E-9 4GB	\$ 82,67	\$ 82,67
3	SWITCH ADMINISTRABLE	\$ 1.898,58	\$ 5.695,74
43	Canaletas para cables	\$ 1,50	\$ 64,50
3	Rollo - funda espiral de polietileno para cable	\$ 190,00	\$ 570,00
1	Disco duro 1TB	\$ 376,00	\$ 376,00
2	Rollo- tubo corrugado	\$ 25,00	\$ 50,00
108	Yealink VP530 (VSRF)- videoteléfono	\$ 200,00	\$ 21.600,00
3	Rollo de cable cat 6A(POE)	\$ 300,00	\$ 900,00
43	Cajetines de red	\$ 4,00	\$ 172,00
1	Funda de conectores RJ-45	\$ 17,85	\$ 17,85
3	Rollo de velcro	\$ 19,64	\$ 58,92
SUBTOTAL			\$ 31.956,62
COSTOS OPERATIVOS			
1	Implementación de servidor en sala de servidores	\$ 250,00	\$ 250,00
160	Capacitación básica Jitsi (por persona)	\$ 35,00	\$ 5.600,00
1	Instalación y configuración básica de Elastix	\$ 500,00	\$ 500,00
1	Configuración para videoconferencia en Elastix	\$ 600,00	\$ 600,00
108	Instalación y configuración de Jitsi en clientes	\$ 10,00	\$ 1.080,00
43	Instalación de puntos de red en oficinas	\$ 25,00	\$ 1.075,00
2	Visita técnica en Facultad (hora)	\$ 50,00	\$ 100,00
3	Implementación y configuración de conmutadores	\$ 100,00	\$ 300,00
1	Gastos adicionales de implementación de cableado	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
SUBTOTAL			\$ 12.505,00
TOTAL A PAGAR			\$ 61.141,62

ANEXO K

**Impuesto de exportación servidor de
videollamadas**

Tabla K. 1 Impuestos de exportación de servidor propuesto

Precio:	\$ 1.800,00
ISD (5%):	\$ 90,00
Servicio de Compra:	\$ 50,00
Total de Compra:	\$ 1.940,00
* Éste es un valor aproximado.	
Impuestos	
Valor FOB:	\$ 1.800,00
Flete: *	\$ 28,70
Seguro: *	\$ 36,57
Valor CIF: *	\$ 1.865,27
Servicio Proveedor	
Transporte Internacional	\$ 128,80
Trámite Aduanero **	\$ 25,00
Tránsito y Traslado	\$ 20,00
Total Servicios:	\$ 173,80
I.V.A:	\$ 20,86
Total:	\$ 194,66
Total Importación:	\$ 428,94

Impuesto de Salida de Divisas
Para compras mayores a \$400
pídele a tu asesor una tarifa
especial en el servicio

**TOTAL DEL PRODUCTO ENTREGADO: \$
2368,94**

ANEXO L

Presupuesto de solución propuesta

Tabla L. 1 Presupuesto de solución propuesta con software de libre distribución

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
COSTOS OPERATIVOS (Anuales)			
1	Sueldo administrador servidor	\$ 900,00	\$ 900,00
1	Ayudante soporte técnico usuarios	\$ 490,00	\$ 490,00
SUBTOTAL (ANUAL)			\$ 16.680,00
COSTOS DE HARDWARE			
1	SERVIDOR RACK. HP PROLIAN G7	\$ 2.368,94	\$ 2.368,94
1	MEMORIA RAM 2R x8 PC3-10600E-9 4GB	\$ 82,67	\$ 82,67
3	SWITCH ADMINISTRABLE PUERTOS SOPORTE POE	\$ 1.898,58	\$ 5.695,74
43	Canaletas para cables	\$ 1,50	\$ 64,50
3	Rollo - funda espiral de polietileno para cable	\$ 190,00	\$ 570,00
1	Disco duro 1TB	\$ 376,00	\$ 376,00
2	Rollo- tubo corrugado	\$ 25,00	\$ 50,00
108	AUDIFONO + MICRO OMEGA SINGLE	\$ 4,46	\$ 481,68
108	CAMARA WEB MICROSOFT LIFECAM V	\$ 17,86	\$ 1.928,88
3	Rollo de cable categoría 6A(300 m)	\$ 180,00	\$ 540,00
43	Cajetines de red	\$ 3,00	\$ 129,00
1	Funda de conectores RJ-45	\$ 20,00	\$ 20,00
3	Rollo de velcro	\$ 22,00	\$ 66,00
SUBTOTAL			\$ 12.373,41
COSTOS OPERATIVOS			
1	Implementación de servidor en sala de servidores	\$ 250,00	\$ 250,00
160	Capacitación básica Jitsi (por persona)	\$ 35,00	\$ 5.600,00
1	Instalación y configuración básica de Elastix	\$ 500,00	\$ 500,00
1	Configuración para videoconferencia en Elastix	\$ 600,00	\$ 600,00
108	Instalación y configuración de Jitsi en clientes	\$ 10,00	\$ 1.080,00
43	Instalación de puntos de red en oficinas	\$ 25,00	\$ 1.075,00
2	Visita técnica en Facultad (hora)	\$ 50,00	\$ 100,00
3	Implementación y configuración de swiches	\$ 100,00	\$ 300,00
1	Gastos adicionales de implementacion de cableado	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
SUBTOTAL			\$ 12.505,00
TOTAL A PAGAR			\$ 41.558,41

ANEXO M

**Flujo de gastos en implementación de
solución**

Tabla M.1 Flujo de gastos de solución propuesta

		PRIMER AÑO											
No	Gasto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	VISITA TÉCNICA	\$ 100,00											
2	CABLEADO-CANAleta		\$ 64,50										
3	ROLLOS PARA CABLE		\$ 570,00										
4	TUBOS PARA CABLES		\$ 50,00										
5	CABLES UTP CAT 6A		\$ 540,00										
6	CAJETINES DE RED		\$ 129,00										
7	CONECTORES RJ-45		\$ 20,00										
8	ROLLO DE VELCRO		\$ 66,00										
9	CONMUTADOR ADMINISTRABLE(POE)		\$ 5.695,74										
10	INSTALACIÓN PTOS. DE RED				\$ 1.075,00								
11	IMPLEMENTACIÓN CABLEADO				\$ 3.000,00								
12	CONFIGURACIÓN CONMUTADORES				\$ 300,00								
13	SERVIDOR DE VIDEO						\$ 2.368,94						
14	IMPLEMENTACIÓN DE SERVIDOR							\$ 250,00					
15	DISCO DURO						\$ 376,00						
16	MEMORIA RAM						\$ 82,67						
17	CONFIGURACIÓN ELASTIX								\$ 500,00				
18	VIDEOCONFERENCIA CONFIGURACIÓN									\$ 600,00			
19	AUDIFONO + MICRO OMEGA SINGLE								\$ 481,68				
20	CAMARA WEB								\$ 1.928,88				
21	SUELDOS											\$ 1.390,00	\$ 1.390,00
	PRESUPUESTO INICIAL	\$ 41.558,41	\$ 41.458,41		\$ 34.323,17		\$ 29.948,17	\$ 27.120,56	\$ 26.870,56		\$ 23.960,00	\$ 23.360,00	\$ 21.970,00
	(SUBTOTAL)	\$ 100,00	\$ 7.135,24		\$ 4.375,00		\$ 2.827,61	\$ 250,00	\$ 2.910,56		\$ 600,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00
	PRESUPUESTO FINAL	\$ 41.458,41	\$ 34.323,17		\$ 29.948,17		\$ 27.120,56	\$ 26.870,56	\$ 23.960,00		\$ 23.360,00	\$ 21.970,00	\$ 20.580,00
	SEGUNDO AÑO	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
21-B	SUELDOS	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00
22	JITSI EN CLIENTES	\$ 1.080,00											
23	CAPACITACIÓN JITSI				\$ 5.600,00								
24	MANTENIMIENTO ANUAL												\$ 1.500,00
	PRESUPUESTO INICIAL	\$ 20.580,00	\$ 18.110,00	\$ 16.720,00	\$ 15.330,00	\$ 8.340,00	\$ 6.950,00	\$ 5.560,00	\$ 4.170,00	\$ 2.780,00	\$ 1.390,00		
	(SUBTOTAL)	\$ 2.470,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 6.990,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00	\$ 1.390,00		
	PRESUPUESTO FINAL	\$ 18.110,00	\$ 16.720,00	\$ 15.330,00	\$ 8.340,00	\$ 6.950,00	\$ 5.560,00	\$ 4.170,00	\$ 2.780,00	\$ 1.390,00	\$ 0,00		

ANEXO N

**Elementos de los computadores clientes
utilizados en la implementación piloto**

Tabla N. 1 Elementos usados en la implementación piloto

Elemento	Cantidad	Características
Softphone	1	Jitsi version 2.1
Audífonos + Micrófonos	3	Forma de diadema Ajuste de volumen
Cámara Logitech VUAP42	1	Usb 3 Megapixeles
Netbook	1	Procesador: Intel Atom N470, 2 núcleos, 1.8Ghz Placa base: VPCM120AL Tarjeta de sonido: Alta definición tipo WDM(Audífono y micrófono integrado) Tarjeta de video: Intel Grapichs media accelerator 3150 Tarjeta de red: FastEthernet PCI express JMICRON Memoria: 2GB Cámara Web: USB2.0 Webcam
Laptop	1	Procesador: AMD Turion(tm) II P540 Dual-Core Memoria RAM: 4 GB Placa base: HP G62 Notebook PC Tarjeta de sonido: Speakers (Realtek High Definition Audio) Tarjeta de video: AMD M880G Tarjeta de red:Realtek PCIe FE Cámara web: HP Webcam-101
Computador de Escritorio	1	Procesador: Intel Core 2 Dúo Memoria RAM: 2GB Placa base: DG965RY Tarjeta de sonido: Controlador HDA (integrado a placa) Tarjeta de video: NVIDIA PCI EXPRESS (VRAM 512MB) Tarjeta de red: GigabitEthernet PCI express

ANEXO 0

**Resultados de pruebas de videollamadas y
videoconferencia**

Videollamada en Windows

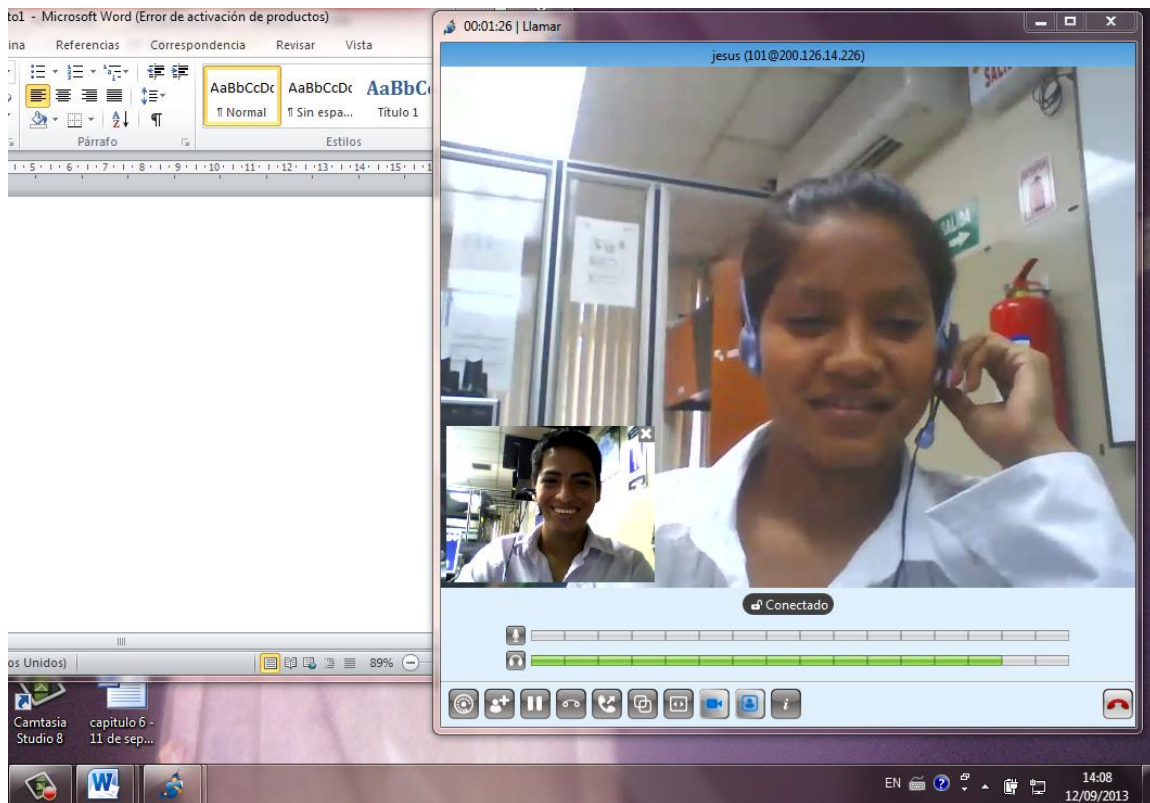


Figura O. 1 Videollamada entre usuarios windows

Videollamada en Ubuntu

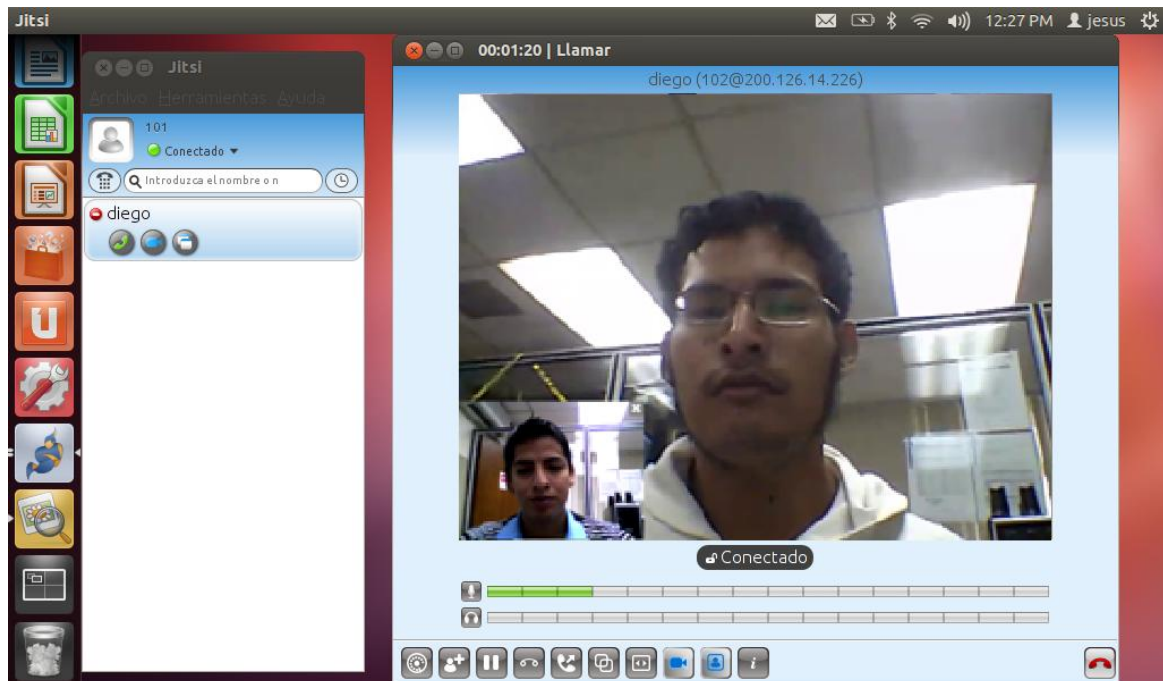


Figura O. 2 Videollamada entre usuario Ubuntu y Windows

Videollamada en Mac



Figura O. 3 Videollamada entre usuario Mac y Windows

Videoconferencia en Windows



Figura O. 4 Videoconferencia entre Windows, Mac y Linux

ANEXO P

Script para la obtención de la línea base

El siguiente script llamado “**lineabase.sh**” nos permite obtener los porcentajes comúnmente usados por el servidor Elastix sin ningún proceso significativo ejecutándose ya que al obtener los valores usando en este caso el software Remote Linux monitor se genera una carga en el procesador, memoria RAM y en los datos enviados de red, por lo tanto es necesario capturar los valores con y sin el Remote Linux ejecutándose, los cuales deberían ser restados y obtener la diferencia, la cual debería de ser restada de las muestras realizadas para no alterar el resultado final y de esa manera poder obtener datos más precisos en el análisis.

```
echo "PRUEBA 1"
```

```
//Se obtienen veinte valores de los porcentajes de ram y procesador  
for((i=0;i<20;i++));
```

```
do
```

```
// Obtiene el porcentaje del procesador utilizado en los últimos 15 segundos  
cat /proc/stat >> USOCPUmon$i.txt
```

```
// Obtiene el porcentaje de la memoria ram utilizada en los últimos 15 segundos  
cat /proc/meminfo >> USOMEMmon$i.txt
```

```
// Se realiza una espera de 300 segundos  
sleep 300  
done  
echo "PRUEBA2 "
```

```
// Se obtienen 20 valores de consumo de tarjeta de red  
for((j=0;j<20;j++));  
do
```

```
// Obtiene los megabytes de datos recibidos utilizado en los últimos 15 segundos  
cat /sys/class/net/eth0/statistics/rx_bytes >> RECIBIDOSmon.txt
```

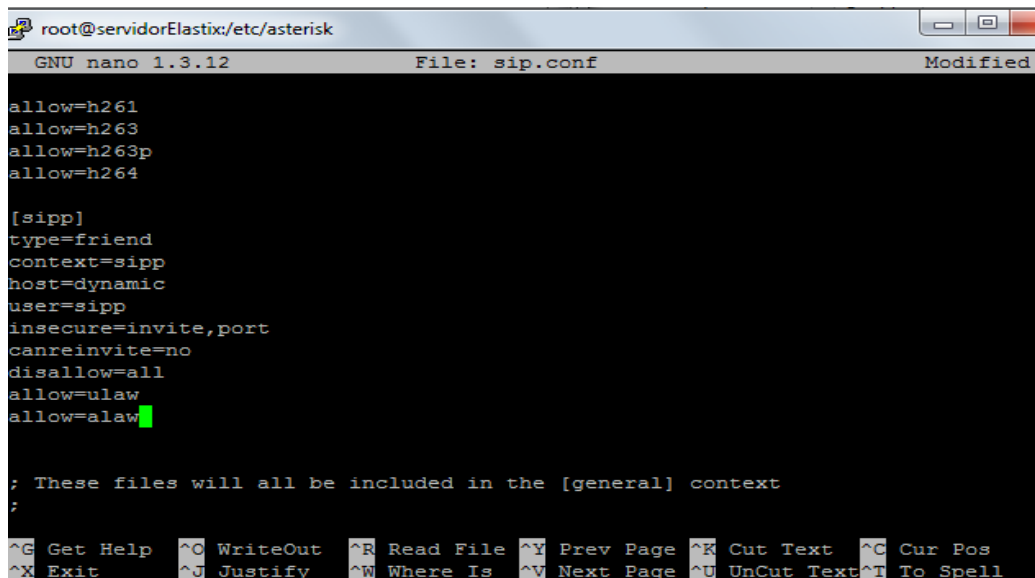
```
// Obtiene los megabytes de datos enviados utilizado en los últimos 15 segundos  
cat /sys/class/net/eth0/statistics/tx_bytes >> ENVIADOSmon.txt
```


ANEXO Q

**Configuración de herramienta de saturación
SIPP en Elastix**

1.- Debemos instalar SIPP en un equipo cliente desde el cual generaremos llamadas hacia un servidor Elastix. Para instalarlo en Ubuntu debemos ingresar el comando **sudo apt-get install sip-tester**.

Como siguiente paso, desde el servidor Elastix, editamos el archivo **sip.conf** para incluir el usuario SIPP ubicado en el directorio **/etc/asterisk**, donde debemos copiar el código que se muestra en pantalla.



```
root@servidorElastix:/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: sip.conf Modified

allow=h261
allow=h263
allow=h263p
allow=h264

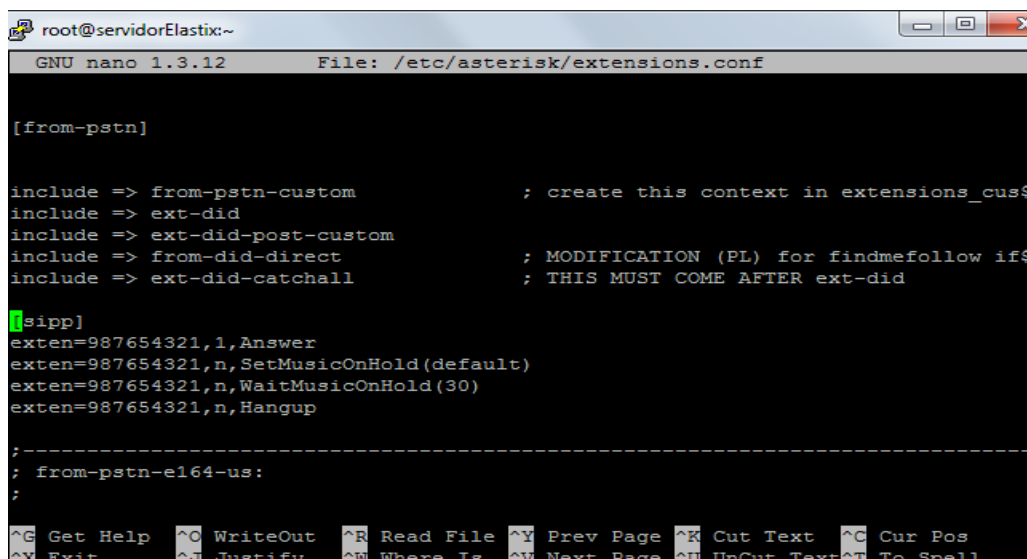
[sipp]
type=friend
context=sipp
host=dynamic
user=sipp
insecure=invite,port
canreinvite=no
disallow=all
allow=ulaw
allow=alaw

; These files will all be included in the [general] context
;

^G Get Help ^O WriteOut ^R Read File ^Y Prev Page ^K Cut Text ^C Cur Pos
^X Exit ^J Justify ^W Where Is ^V Next Page ^U UnCut Text ^T To Spell
```

Figura Q. 1 Configuración SIPP en Elastix: Archivo sip.conf

2.- Como último paso debemos configurar el archivo **extensions.conf** ubicado en el mismo directorio donde insertamos el código que se muestra en pantalla.



```
root@servidorElastix:~
GNU nano 1.3.12 File: /etc/asterisk/extensions.conf

[from-pstn]

include => from-pstn-custom ; create this context in extensions_cus$
include => ext-did
include => ext-did-post-custom
include => from-did-direct ; MODIFICATION (PL) for findmefollow if$
include => ext-did-catchall ; THIS MUST COME AFTER ext-did

[sipp]
exten=987654321,1,Answer
exten=987654321,n,SetMusicOnHold(default)
exten=987654321,n,WaitMusicOnHold(30)
exten=987654321,n,Hangup

-----
; from-pstn-e164-us:
;

^G Get Help ^O WriteOut ^R Read File ^Y Prev Page ^K Cut Text ^C Cur Pos
^X Exit ^J Justify ^W Where Is ^V Next Page ^U UnCut Text ^T To Spell
```

Figura Q. 2 Configuración SIPP en Elastix: Archivo extensions.conf

ANEXO R

Script de saturación de llamadas

El siguiente script nombrado como “prueba.sh” usa una herramienta llamada SIPP o protocolo simple de internet mejorado, que es capaz de analizar el rendimiento del protocolo SIP, el cual es primordial para la realización de múltiples llamadas en paralelo usando los métodos invite y bye.

SIPP ha sido publicado bajo la licencia GNU GPL la cual es una licencia libre y es compatible con los sistemas operativos Unix y Linux.

También permite enviar paquetes de audio y video en tiempo real mediante el protocolo RTP capturado en un archivo Pcap, además permite visualizar los resultados de cada prueba que se ha ejecutado, proporcionando datos estadísticos tales como la duración de pruebas, llamadas realizadas y contestadas por segundo , etc.

SIPP posee otras características como soporte para IPv6, autenticación SIP, retransmisión UDP, etc. Además puede leer archivos XML que describen específicamente todo el escenario de una determinada llamada (por ej: videollamada).

En cuanto al manejo y funcionamiento del protocolo SIPP, se pueden emplear parámetros de acuerdo a los requerimientos. Entre ellos podemos mencionar:

-i: Este parámetro establece la dirección ip del servidor.

-s: Este parámetro establece la extensión del usuario

-d: Este parámetro establece la duración de la llamada en milisegundos

-m: Este parámetro establece el número total de llamadas que el usuario enviara.

-r: Este parámetro establece el número de llamadas por segundo.

-trace_screen : Este parámetros guarda los logs correspondientes a estadísticas, información en pantalla.

SIPP provee otros parámetros a parte de los mencionados, sin embargo solo se han remarcado los principales considerados al momento del desarrollar el script de saturación tal como se lo especifica a continuación.

```
#!/bin/bash
echo "ELIJA CUANTAS PRUEBAS DESEA REALIZAR"
read pruebas
echo "ELIJA EL TIEMPO DE DURACION DE LA PRUEBA(SEGUNDOS)"
read tiempo

echo "SATURACION AL SERVIDOR ELASTIX"

echo "EL NUMERO DE EXTENSION DE PRUEBA"

ext=0
read ext

echo "ELIJA LA DURACION DE LA LLAMADA(MILISEGUNDOS)"

read duracion

echo "EL NUMERO DE INTENTOS DE LLAMADAS POR SEGUNDO"

read intentos

echo "NUMERO MAXIMO DE LLAMADAS CONCURRENTES"

read concurrente

echo "NUMERO SESIONES RTP (AUDIO Y VIDEO)"

read video

for ((i=0;i<$pruebas;i++));
do
sipp -s $ext -sn uac -d $duracion -r $intentos -l $concurrente -timeout $tiempo -mp
$video 200.126.14.226 -sf video.xml -trace_screen
done
```

ANEXO S

Escenario de videollamada usado por SIPP

Este archivo nombrado como video.xml es usado por la herramienta SIPP para incluir la carga de video en las llamadas usando protocolos de video como H264 y H263. El escenario básico empieza con una invitación de Videollamada hacia un usuario la cual es dirigida primeramente hacia el servidor y luego hacia el destino, el cual debe aceptar la llamada tal como se especificó en el plan de marcación en el servidor.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-2"?>
```

```
<!DOCTYPE scenario SYSTEM "sipp.dtd">
-<scenario name="UAC INVITE with video SDP + call">-<send retrans="500">
<![CDATA[ INVITE sip:[remote_ip]:[remote_port] SIP/2.0 Via: SIP/2.0/[transport]
[local_ip]:[local_port];branch=[branch] From: "98765432"
<sip:101@[local_ip]>;tag=[call_number] To: <sip:[remote_ip]:[remote_port]>
Call-ID: [call_id] CSeq: [cseq] INVITE Contact: sip:[local_ip]:[local_port] Max-
Forwards: 10 Content-Type: application/sdp Content-Length: [len] v=0 o=user1
53655765 2353687637 IN IP[local_ip_type] [local_ip] s=- c=IN IP[media_ip_type]
[media_ip] b=AS:352 t=0 0 m=audio [media_port] RTP/AVP 0 8 b=TIAS:64000
a=rtpmap:0 PCMU/8000 a=rtpmap:8 PCMA/8000 m=video 40012 RTP/AVP 97 96
c=IN IP4 [media_ip] b=TIAS:128000 a=rtcp:40013 IN IP4 [media_ip] a=sendrecv
a=rtpmap:97 H264/90000 a=fmtp:97 profile-level-id=42e01e; packetization-
mode=1 a=rtpmap:96 H263-1998/90000 a=fmtp:96 CIF=1;QCIF=1 ]]>
```

Una vez enviada la invitación el receptor envía el mensaje de aceptación conocido como ACK el cual establece que se ha iniciado la comunicación.

```
</send><recv optional="true" response="100"> </recv><recv optional="true"
response="180"> </recv><recv optional="true" response="183"> </recv><recv
response="200"> </recv>-<send>
<![CDATA[ ACK sip:[remote_ip]:[remote_port] SIP/2.0 Via: SIP/2.0/[transport]
[local_ip]:[local_port];branch=[branch] From: <sip:[local_ip]>;tag=[call_number]
[last_To:] Call-ID: [call_id] CSeq: [cseq] ACK Contact: sip:[local_ip]:[local_port]
Max-Forwards: 10 Content-Length: 0 ]]>
</send><pause milliseconds="30000"/>-<send retrans="500">
```

Finalmente después de haber mantenido una comunicación durante el periodo establecido en prueba.sh se envía un mensaje de fin de sesión el cual es conocido como BYE.

```
<![CDATA[ BYE sip:[remote_ip]:[remote_port] SIP/2.0 Via: SIP/2.0/[transport]
[local_ip]:[local_port];branch=[branch] From: <sip:[local_ip]>;tag=[call_number]
[last_To:] Call-ID: [call_id] CSeq: [cseq] BYE Contact:
sip:sipp@[local_ip]:[local_port] Max-Forwards: 10 Content-Length: 0 ]]>
</send>
<!-- The 'crLf' option inserts a blank line in the statistics report. -->
<recv response="200" crLf="true"> </recv><pause milliseconds="1500"/>
<!-- definition of the response time repartition table (unit is ms) -->
<ResponseTimeRepartition value="10, 20, 30, 40, 50, 100, 150, 200"/>
<!-- definition of the call length repartition table (unit is ms) -->
<CallLengthRepartition value="10, 50, 100, 500, 1000, 5000, 10000"/></scenario>
```

ANEXO T

Formulario para cálculos estadísticos

Fórmula para encontrar el primer y tercer cuartil
De datos no agrupados

Si se tienen una serie de valores $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$, se localiza mediante las siguientes fórmulas (Siendo n el número de muestras)

- El primer cuartil (Q1):

Cuando n es par:

$$\frac{1 * n}{4}$$

Cuando n es impar:

$$\frac{1(n + 1)}{4}$$

Para el tercer cuartil (Q3):

Cuando n es par:

$$\frac{3 * n}{4}$$

Cuando n es impar:

$$\frac{3(n + 1)}{4}$$

Media muestral o aritmética

Para calcular la media o promedio de cada una de las variables existentes, como por ejemplo la media de consumo de procesador en las pruebas de rendimiento del hardware.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n - 1}$$

Siendo:

$\sum X$: La sumatoria valores de las muestras

n : tamaño de la muestra

Desviación estándar muestral

Utilizada para calcular la medida de dispersión de los datos según su media, en variables como llamadas contestadas y no contestadas.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

Siendo:

n=tamaño de la muestra

X_i :valor de cada respectiva muestra

\bar{X} : Media muestral

Error estándar

Para calcular el error estándar e y utilizarlo en el cálculo para la obtención del número de repeticiones de las pruebas de saturación.

$$e = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Siendo:

s : La desviación estándar de un conjunto de datos

n: tamaño de la muestra

Tamaño de la muestra

Esta fórmula es utilizada para calcular el número de repeticiones mínimas que deberían realizarse para obtener el mayor número de muestras.

$$n = \left(\frac{z \cdot s}{e}\right)^2$$

Siendo:

z: nivel de confianza utilizado (1,96 con un 95,00% de confiabilidad)

s: desviación estándar de un conjunto de datos

e: error estándar o típico de un conjunto de datos

Valor F de Fisher

Test realizado para comparar la variabilidad de dos grupos de muestras aleatorias e independientes, analizando si no existe un nivel significativo o diferencia en su varianza.

$$F = \frac{\tilde{S}_1^2}{\tilde{S}_2^2}$$

Siendo:

\tilde{S}_1^2 : La varianza o desviación estándar al cuadrado del primer conjunto de datos.

\tilde{S}_2^2 : La varianza o desviación estándar al cuadrado del segundo conjunto de datos.

Valor T de Student

Test realizado para verificar la igualdad estadística de dos grupos de muestras aleatorias e independientes, analizando si no existe un nivel significativo o diferencia entre ellas basado en su desviación estándar y tamaño de la muestra de los conjuntos de datos

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) \left(\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\right)}}$$

Siendo:

\bar{x}_1 : Media muestral del primer conjunto de datos.

\bar{x}_2 : Media muestral del segundo conjunto de datos.

n_1 : Tamaño de la muestra del primero conjunto de datos.

n_2 : Tamaño de la muestra del segundo conjunto de datos.

S_1^2 : Varianza o desviación estándar al cuadrado del primer conjunto de datos.

S_2^2 : Varianza o desviación estándar al cuadrado del segundo conjunto de datos.

ANEXO U

**Resultados en grupos de pruebas de
rendimiento**

Tabla U. 1 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 1

GRUPO1	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	50,30	54,75	52,00	52,50	15,65	1,53	3,70
Q3	93,30	84,50	85,25	79,75	23,40	2,00	4,57
MEDIANA	63,30	68,00	69,50	67,00	19,40	1,70	3,90
DESV.EST	13,77	7,59	7,66	6,90	2,40	0,16	0,26
20 % Q3	18,66	16,90	17,05	15,95	4,68	0,40	0,91
MEDIA	68,06	65,79	67,45	65,26	19,88	1,78	4,13

Tabla U. 2 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 2

GRUPO2	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	46,05	57,75	46,00	60,00	14,40	1,80	3,35
Q3	79,05	82,00	78,75	80,50	23,40	2,18	4,62
MEDIANA	65,30	70,00	63,00	70,00	17,40	1,90	3,92
DESV.EST	10,04	6,31	9,85	5,52	3,15	0,11	0,41
20 % Q3	15,81	16,40	15,75	16,10	4,68	0,44	0,92
MEDIA	61,82	67,46	62,24	68,04	18,51	1,96	4,06

Tabla U. 3 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 3

GRUPO3	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	45,30	49,00	57,00	61,00	11,40	1,50	3,12
Q3	97,30	98,00	98,00	96,00	22,40	2,10	4,42
MEDIANA	67,30	68,50	75,00	81,00	16,40	1,80	3,57
DESV.EST	14,63	18,03	13,96	11,38	3,71	0,18	0,38
20 % Q3	19,46	19,60	19,60	19,20	4,48	0,42	0,88
MEDIA	67,61	70,51	73,44	75,13	17,16	1,77	3,79

Tabla U. 4 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 4

GRUPO4	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	55,30	61,00	52,50	56,50	11,40	1,95	4,62
Q3	78,80	83,00	83,50	83,50	15,40	2,30	5,22
MEDIANA	67,80	70,00	67,00	73,00	13,40	2,20	4,72
DESV.EST	6,61	7,54	8,90	7,11	1,38	0,12	0,19
20 % Q3	15,76	16,60	16,70	16,70	3,08	0,46	1,04
MEDIA	65,54	71,75	66,43	69,25	13,87	2,07	4,71

Tabla U. 5 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 5

GRUPO5	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	48,30	55,50	46,50	54,00	13,40	1,70	3,97
Q3	78,30	83,00	76,00	82,00	17,90	2,10	4,72
MEDIANA	62,30	73,00	63,00	70,00	15,40	2,00	4,32
DESV.EST	8,80	6,84	8,60	8,42	1,46	0,10	0,25
20 % Q3	15,66	16,60	15,20	16,40	3,58	0,42	0,94
MEDIA	61,17	70,63	62,61	67,39	15,96	1,94	4,37

Tabla U. 6 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 6

GRUPO6	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	46,80	50,00	58,50	51,00	14,40	1,70	3,87
Q3	78,30	80,50	80,50	78,50	18,40	2,05	4,52
MEDIANA	61,30	68,00	75,00	70,00	16,40	1,80	4,12
DESV.EST	8,05	10,31	6,18	8,91	1,31	0,10	0,21
20 % Q3	15,66	16,10	16,10	15,70	3,68	0,41	0,90
MEDIA	60,95	65,62	71,37	64,05	16,29	1,83	4,17

Tabla U. 7 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 7

GRUPO7	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	50,30	53,00	54,00	62,00	11,40	1,80	4,22
Q3	78,30	82,00	79,00	81,00	15,40	2,20	4,72
MEDIANA	68,30	72,00	65,00	73,00	12,40	2,00	4,62
DESV.EST	9,01	9,98	9,11	6,32	1,61	0,13	0,16
20 % Q3	15,66	16,40	15,80	16,20	3,08	0,44	0,94
MEDIA	65,85	67,82	66,24	72,03	13,67	2,04	4,54

Tabla U. 8 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 8

GRUPO8	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	49,30	59,00	60,00	50,00	14,40	1,70	3,52
Q3	80,30	86,00	98,00	80,00	19,40	2,10	4,62
MEDIANA	68,80	71,00	75,50	68,00	16,90	1,80	3,82
DESV.EST	9,92	8,87	13,90	10,57	1,55	0,15	0,36
20 % Q3	16,06	17,20	19,60	16,00	3,88	0,42	0,92
MEDIA	65,99	68,62	72,21	64,07	16,68	1,84	4,13

Tabla U. 9 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 9

GRUPO9	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	48,30	51,00	53,00	49,00	12,40	1,80	3,82
Q3	80,30	86,00	82,00	87,00	19,40	2,10	4,52
MEDIANA	63,80	70,00	68,00	69,50	16,40	1,95	3,92
DESV.EST	9,39	10,67	10,39	10,74	2,47	0,12	0,24
20 % Q3	16,06	17,20	16,40	17,40	3,88	0,42	0,90
MEDIA	62,71	68,93	67,59	67,20	15,72	1,98	4,12

Tabla U. 10 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 10

GRUPO10	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	45,30	63,00	49,00	44,00	15,40	1,70	3,82
Q3	83,30	85,00	79,00	78,00	19,40	2,00	4,22
MEDIANA	61,80	73,00	66,00	58,00	17,40	1,80	3,92
DESV.EST	13,43	6,24	10,80	12,69	1,39	0,12	0,12
20 % Q3	16,66	17,00	15,80	15,60	3,88	0,40	0,84
MEDIA	62,91	71,48	64,15	60,45	17,13	1,81	3,97

Tabla U. 11 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 11

GRUPO11	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	53,30	60,75	61,50	48,00	13,15	1,70	3,80
Q3	82,80	81,75	83,25	82,00	17,65	2,10	4,52
MEDIANA	66,30	73,00	70,00	64,00	16,40	1,80	4,42
DESV.EST	10,00	5,38	6,17	11,64	1,53	0,15	0,28
20 % Q3	16,56	16,35	16,65	16,40	3,53	0,42	0,90
MEDIA	67,10	69,93	70,90	64,85	15,58	1,93	4,19

Tabla U. 12 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 12

GRUPO12	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	50,30	44,00	55,00	51,00	18,40	1,70	3,32
Q3	85,30	81,75	84,00	95,00	21,65	2,00	4,02
MEDIANA	67,80	61,00	68,00	72,00	19,40	1,80	3,82
DESV.EST	9,95	10,74	9,11	10,61	1,25	0,11	0,21
20 % Q3	17,06	16,35	16,80	19,00	4,33	0,40	0,80
MEDIA	66,24	65,00	68,51	70,43	17,25	1,93	4,05

Tabla U. 13 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 13

GRUPO13	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	51,05	51,50	50,00	48,25	12,90	1,80	3,75
Q3	86,80	77,50	90,75	79,50	19,40	2,30	4,40
MEDIANA	68,80	66,50	65,50	66,00	16,40	2,00	4,07
DESV.EST	10,33	6,60	9,25	8,43	1,86	0,19	0,22
20 % Q3	17,36	15,50	18,15	15,90	3,88	0,46	0,88
MEDIA	69,80	65,43	66,90	63,37	16,43	2,12	4,14

Tabla U. 14 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 14

GRUPO14	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	50,05	47,50	57,75	49,75	14,15	1,60	3,52
Q3	83,55	81,25	91,25	81,00	21,40	1,93	4,27
MEDIANA	65,30	65,00	67,00	65,00	18,40	1,70	3,72
DESV.EST	9,84	9,74	8,61	9,63	2,29	0,10	0,18
20 % Q3	16,71	16,25	18,25	16,20	4,28	0,39	0,85
MEDIA	65,27	63,56	69,76	64,88	17,90	1,73	3,88

Tabla U. 15 Resultados de pruebas de rendimiento: Grupo 15

GRUPO15	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	49,30	51,00	51,00	46,00	13,40	1,70	3,92
Q3	81,30	82,00	79,00	78,00	18,40	2,00	4,52
MEDIANA	66,30	73,00	66,50	58,00	15,40	1,80	4,32
DESV.EST	9,99	8,99	9,09	10,32	1,63	0,09	0,15
20 % Q3	16,26	16,40	15,80	15,60	3,68	0,40	0,90
MEDIA	65,42	68,14	64,61	60,49	15,72	1,87	4,21

Cálculo General en pruebas de rendimiento

Tabla U. 16 Resultados generales de pruebas de rendimiento

GENERAL	CPU %				Mb	Mbps	Mbps
	1	2	3	4	RAM	RED.RC	RED.EN
Q1	57,80	55,25	49,00	62,75	17,40	3,00	4,02
Q3	90,05	89,25	80,75	95,75	25,40	3,80	4,32
MEDIANA	81,80	79,00	66,50	75,50	19,40	3,20	4,12
DESV.EST	10,62	12,08	8,81	8,12	3,23	0,28	0,13
20 % Q3	18,01	17,85	16,15	19,15	5,08	0,76	0,86
MEDIA	74,92	71,92	67,81	72,85	21,13	3,50	4,13

ANEXO V

Resultados Generales de pruebas de saturación

Tabla V. 1 Resultados Generales de pruebas de saturación 1

DURACION DE PRUEBA= 30 MIN			LONGITUD DE LLAMADA=3 MIN		
PRUEBA		PROMEDIO DE LLAMADAS	LLAMADAS NO CONTESTADAS	LLAMADAS	LLAMADAS
No.	DURACION(seg)	llamadas/segundos	llamadas/miliseundos	REALIZADAS	CONTESTADAS
1	1873,99	3,38	2992,00	6341,00	3349,00
2	1861,17	2,76	3505,00	5136,00	1631,00
3	1879,40	2,59	4700,00	4875,00	175,00
4	1862,33	2,53	2827,00	4717,00	1890,00
5	1896,61	2,31	1593,00	4374,00	2781,00
6	1864,83	3,63	3333,00	6772,00	3439,00
7	1867,18	2,75	4443,00	5143,00	700,00
8	1887,11	2,56	4082,00	4835,00	753,00
9	1828,84	2,55	1860,00	4669,00	2809,00
10	1829,31	2,46	1294,00	4507,00	3213,00
11	1851,97	3,53	3587,00	6538,00	2951,00
12	1848,17	2,74	4402,00	5066,00	664,00
13	1888,85	2,45	2841,00	4630,00	1789,00
14	1871,45	2,39	1512,00	4463,00	2951,00
15	1849,36	2,88	9424,00	5332,00	-4092,00
16	1840,53	3,33	1690,00	6130,00	4440,00
17	1848,21	3,69	3040,00	6814,00	3774,00
18	1851,51	3,33	2043,00	6174,00	4131,00
19	1845,04	3,29	2355,00	6076,00	3721,00
20	1845,65	3,49	2790,00	6441,00	3651,00
21	1960,08	3,15	3394,00	6176,00	2782,00
22	1840,64	3,22	2508,00	5926,00	3418,00
23	1857,87	3,43	3002,00	6377,00	3375,00
24	1852,69	3,21	2947,00	5940,00	2993,00
25	1861,49	3,33	2339,00	6199,00	3860,00
26	1849,74	3,54	2916,00	6554,00	3638,00
27	1842,27	3,17	3270,00	5841,00	2571,00
28	1854,42	2,93	3117,00	5424,00	2307,00
29	1853,47	2,80	3291,00	5182,00	1891,00
30	1859,30	2,68	4145,00	4973,00	828,00
31	1889,04	2,67	4066,00	5037,00	971,00
32	1829,65	2,78	3539,00	5082,00	1543,00
33	1851,18	3,48	3196,00	6434,00	3238,00
34	1877,08	2,88	3502,00	5413,00	1911,00
35	1875,96	2,67	4442,00	4999,00	557,00
36	1846,87	3,58	2914,00	6616,00	3702,00
37	1854,39	3,02	3104,00	5591,00	2487,00
38	1876,50	2,75	3417,00	5164,00	1747,00
39	1880,78	2,70	3230,00	5081,00	1851,00
40	1880,62	2,61	4032,00	4912,00	880,00
41	1875,15	2,54	3849,00	4766,00	917,00
42	1836,51	2,60	3210,00	4778,00	1568,00
43	1853,30	2,67	2083,00	4944,00	2861,00
44	1850,14	2,75	2241,00	5081,00	2840,00
45	1854,48	2,86	2322,00	5294,00	2972,00
46	1867,09	3,52	3112,00	6566,00	3454,00
47	1840,26	3,16	2880,00	5806,00	2926,00
48	1878,62	2,86	2182,00	5367,00	3185,00
49	1847,32	2,97	2335,00	5488,00	3153,00
50	1863,74	2,73	2316,00	5086,00	2770,00
51	1849,81	3,51	3278,00	6487,00	3209,00
52	1840,29	2,91	3827,00	5362,00	1535,00

Tabla V. 2 Resultados Generales de pruebas de saturación 2

DURACION DE PRUEBA= 30 MIN			LONGITUD DE LLAMADA=3 MIN		
PRUEBA		PROMEDIO DE LLAMADAS	LLAMADAS NO CONTESTADAS	LLAMADAS	LLAMADAS
No.	DURACION(seg)	llamadas/segundos	llamadas/milisegundos	REALIZADAS	CONTESTADAS
53	1871,64	2,62	4250,00	4896,00	646,00
54	1878,69	2,48	4319,00	4651,00	332,00
55	1853,31	2,52	4212,00	4666,00	454,00
56	1854,92	3,53	3960,00	6543,00	2583,00
57	1845,17	3,03	3366,00	5594,00	2228,00
58	1846,49	2,90	4466,00	5363,00	897,00
59	1865,42	2,72	4718,00	5069,00	351,00
60	1870,89	2,66	4353,00	4975,00	622,00
61	1850,15	3,42	3437,00	6329,00	2892,00
62	1837,12	2,84	3427,00	5216,00	1789,00
63	1851,94	2,70	4044,00	5001,00	957,00
64	1886,13	2,62	4633,00	4936,00	303,00
65	1883,35	2,62	4715,00	4928,00	213,00
66	1853,19	3,54	2406,00	6552,00	4146,00
67	1842,94	2,85	2834,00	5257,00	2423,00
68	1879,99	2,71	3747,00	5094,00	1347,00
69	1829,67	2,63	3757,00	4808,00	1051,00
70	1857,84	2,61	4611,00	4855,00	244,00
71	1845,43	3,57	3367,00	6582,00	3215,00
72	1876,82	2,88	3735,00	5401,00	1666,00
73	1870,05	2,71	4225,00	5068,00	843,00
74	1840,72	2,72	4904,00	5006,00	102,00
75	1838,24	2,68	4501,00	4924,00	423,00
76	1866,41	2,57	4056,00	4791,00	735,00
77	1843,29	2,56	3842,00	4719,00	877,00
78	1829,88	2,56	4053,00	4682,00	629,00
79	1883,99	2,55	3433,00	4806,00	1373,00
80	1843,18	3,50	3340,00	6458,00	3118,00
81	1867,70	3,43	2933,00	6405,00	3472,00
82	1862,05	2,93	3580,00	5447,00	1867,00
83	1877,37	2,65	3782,00	4976,00	1194,00
84	1846,66	2,73	5011,00	5037,00	26,00
85	1829,22	2,57	3605,00	4693,00	1088,00
86	1857,51	3,56	2524,00	6603,00	4079,00
87	1860,15	2,90	2541,00	5392,00	2851,00
88	1842,92	2,73	3716,00	5035,00	1319,00
89	1883,41	2,65	4172,00	4992,00	820,00
90	1885,20	2,53	3988,00	4767,00	779,00
91	1850,96	2,40	3421,00	4436,00	1015,00
92	1832,40	2,48	3296,00	4547,00	1251,00
93	1887,58	2,33	3638,00	4396,00	758,00
94	1833,86	2,45	2785,00	4492,00	1707,00
95	1860,56	2,47	3123,00	4601,00	1478,00
96	1847,93	4,60	13905,00	8507,00	-5398,00
97	1829,57	4,75	8580,00	8687,00	107,00
98	1863,30	4,67	4422,00	8707,00	4285,00
99	1844,86	4,90	2715,00	9038,00	6323,00
100	1851,34	4,91	687,00	9091,00	8404,00

ANEXO W

Grupo de pruebas de saturación en un día

Tabla W. 1 Grupo de 5 pruebas de saturación en un día

TIEMPO PROMEDIO DE RESPUESTA DE LLAMADAS				G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	MEDIA	Q1	Q3	DESV.EST
0 ms	<=	n <	10 ms	213,67	56,33	72,67	89,33	123,33	92,00	112,67	111,33	99,67	27,67	98,08	76,83	112,33	9,86
10 ms	<=	n <	20 ms	186,00	206,67	214,33	212,33	265,00	212,00	226,67	257,33	230,00	28,67	216,33	207,25	229,17	6,97
20 ms	<=	n <	30 ms	25,00	56,33	87,25	45,67	76,00	58,00	71,25	74,00	65,67	48,25	62,81	50,27	73,31	6,94
30 ms	<=	n <	40 ms	14,50	18,67	24,33	12,33	24,33	18,00	19,00	21,25	20,67	24,33	19,90	18,17	23,56	1,26
40 ms	<=	n <	50 ms	6,00	9,00	10,33	5,67	10,33	4,25	12,50	11,33	6,33	17,33	9,00	6,08	11,08	1,89
50 ms	<=	n <	100 ms	23,67	8,67	16,33	23,00	26,33	12,50	23,67	35,33	26,67	28,33	24,17	18,00	26,58	1,48
100 ms	<=	n <	150 ms	27,00	11,67	15,33	33,00	21,00	6,75	16,67	30,00	12,33	50,00	20,00	13,08	29,25	5,26
150 ms	<=	n <	200 ms	16,67	11,33	11,33	33,67	24,67	11,67	19,00	33,00	13,67	31,67	18,50	12,17	29,92	4,65
		n >=	200 ms	2942,33	2810,00	2697,33	4670,33	3199,33	4020,33	3535,33	3542,00	3425,67	4401,67	3425,58	3006,58	3900,75	159,99
TIEMPO PROMEDIO DE LONGITUD DE LLAMADAS																	
0 ms	<=	n <	10 ms	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10 ms	<=	n <	50 ms	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50 ms	<=	n <	100 ms	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100 ms	<=	n <	500 ms	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
500 ms	<=	n <	1000 ms	3,25	3,33	0,00	3,67	5,33	0,60	6,00	4,80	4,00	1,00	3,56	1,56	4,60	0,34
1000 ms	<=	n <	5000 ms	44,67	49,67	75,75	31,33	36,67	83,33	42,67	36,00	50,67	5,00	43,42	36,17	50,42	5,38
5000 ms	<=	n <	10000 ms	15,67	18,67	19,67	18,50	20,33	28,67	18,33	21,33	13,00	0,00	18,79	16,33	20,17	0,60
		n >=	10000 ms	4849,00	4820,67	4696,33	5495,67	4909,00	5232,00	4987,67	5004,33	5115,00	8803,67	5004,00	4864,00	5202,75	84,88

Tabla W. 2 Grupos de 10 pruebas en un día

TIEMPO PROMEDIO DE RESPUESTA DE LLAMADAS				G11	G12	G13	G14	G15	PROMEDIO	Q1	Q3	DES.V.EST
0 ms	≤	n <	10 ms	85,40	99,00	120,60	95,80	124,00	105,13	95,80	120,60	13,49
10 ms	≤	n <	20 ms	160,50	225,50	243,50	241,75	317,00	236,92	225,50	243,50	9,93
20 ms	≤	n <	30 ms	53,50	61,50	74,50	62,50	92,25	66,17	61,50	74,50	7,23
30 ms	≤	n <	40 ms	22,75	23,25	19,80	21,40	29,00	22,47	21,40	23,25	0,96
40 ms	≤	n <	50 ms	14,25	8,00	9,75	13,40	13,00	12,05	9,75	13,40	2,00
50 ms	≤	n <	100 ms	52,00	34,00	40,00	22,50	31,80	35,27	31,80	40,00	4,24
100 ms	≤	n <	150 ms	52,75	27,00	38,75	16,50	37,75	34,50	27,00	38,75	6,51
150 ms	≤	n <	200 ms	45,50	20,00	35,75	20,50	25,80	27,35	20,50	35,75	7,74
		n ≥	200 ms	5381,75	3996,00	3825,25	3013,00	2534,25	3611,42	3013,00	3996,00	525,23
TIEMPO PROMEDIO DE LONGITUD DE LLAMADAS												
0 ms	≤	n <	10 ms	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10 ms	≤	n <	50 ms	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50 ms	≤	n <	100 ms	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100 ms	≤	n <	500 ms	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
500 ms	≤	n <	1000 ms	4,25	6,00	6,00	4,00	5,50	5,44	4,25	6,00	0,83
1000 ms	≤	n <	5000 ms	60,75	37,40	32,25	49,50	29,50	39,72	32,25	49,50	8,86
5000 ms	≤	n <	10000 ms	53,50	16,50	12,00	14,25	11,25	14,25	12,00	16,50	2,25
		n ≥	10000 ms	6049,00	5216,25	5022,00	4895,50	4675,50	5044,58	4895,50	5216,25	161,56

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Códecs de audio y video.- Es un algoritmo que permite representar los datos que contenga audio y/o video lo cual reduce su tamaño y optimiza el ancho de banda de una red.

Protocolo de video.- Es un conjunto de pasos para establecer una sesión con audio y video, donde los tipos de paquetes y mensajes dependerán del tipo de protocolo desarrollado.

Softphone.- Programa o aplicativo que simula un teléfono o videoteléfono en una computadora, laptop o cualquier dispositivo electrónico que lo soporte.

SIP.- Protocolo de inicio de sesiones de audio y video soportado por diversas plataformas para PBX tal como Asterisk yTriplibox.

SIPP.- Es una herramienta que permite generar tráfico desde un cliente Linux hacia un equipo servidor que utilice SIP como protocolo de video para los inicios de sesiones de usuarios.

Zoiper.- Softphone propietario que permite realizar llamadas ya que para incluir video debe adquirirse una licencia.

Jitsi.- Softphone de libre distribución que permite realizar llamadas con audio y video, que puede ser personalizado y programado.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Encyclopedia Brittanica facts matter(2013), "Videophone",
<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/627947/videophone> ,
Fecha de consulta: Febrero 2013, Guayaquil-Ecuador
- [2] Diane Teare(2008),"Designing for Cisco Internetwork Solutions
(DESGN 222-224)", SegundaEdición , 223-224p, 503-507p , 508-
509p, 518p, Pearson Education
- [3] Lifesize(2013), "Overview of LAN-Based Video Conferencing
Software",
[http://www.lifesize.com/all-about-conferencing/lan-video-
conferencing-software.html#1](http://www.lifesize.com/all-about-conferencing/lan-video-conferencing-software.html#1) , Fecha de consulta: Febrero
2013,Guayaquil-Ecuador
- [4] John Alexander,Anne Smith & Chris Pearce(2001), "Cisco
CallManager Fundamentals: A Cisco AVVID Solution", 576p, Cisco
Press

- [5] Juanita Ellis, Charles Pursell & Joy Rahman (2003), "The Convergence of voice, video and data network" , 130-131p , Academic Press
- [6] Javvin Technologies(2005), "Network Protocols Handbook" ,133p, Javvin Technologies Inc
- [7] SamratGanguly&SudeeptBhatnagar(2008), "VoIP: Wireless, P2P and New Enterprise Voice over IP" , 195 – 202p, John Wiley & Sons
- [8] PaloSantoSolutions(2013), "Características y Funcionalidades de Elastix" ,
<http://www.elastix.org/index.php/es/informacion-del-producto/caracteristicas.html> , Fecha consulta: Febrero 2013,Guayaquil-Ecuador
- [9] Andrew Froehlich(2011), "CVOICE 8.0: Implementing Cisco Unified Communications Voice over IP and QoS", 7-8p, John Wiley & Sons

[10] Michael Gough(2006), "Video Conferencing over IP: Configure, Secure, and Troubleshoot",
6-7p, Elsevier

[11] Article Snatch(2013), "Advantages Of Conference Phones In Video Conferencing" ,
<http://www.articlesnatch.com/Article/Advantages-Of-Conference-Phones-In-Video-Conferencing/4058560#.USSrWx1t3-8> , Fecha de consulta: Febrero 2013, Guayaquil-Ecuador

[12] Pedro Ángel Cuenca Castillo(1999), "Tendencias en Redes de Altas Prestaciones",
71-72p, Univ de Castilla La Mancha

[13] Vidofon(2013),"Aplicaciones de la videoconferencia" ,
<http://www.videoconferencia.es/videoconferencia/aplicacion::113.html> , Fecha de consulta: Febrero 2013,Guayaquil-Ecuador

[14] Universidad Nacional de Colombia(2013),"Aplicaciones de la Videoconferencia" ,

<http://www.dnic.unal.edu.co/videoconferencia/aplicaciones.html> ,

Fecha de consulta: Febrero 2013, Guayaquil-Ecuador

- [15] Paul Giralt, Addis Hallmark & Ann Smith(2003), Troubleshooting Cisco Ip Telephony, 283p, Cisco Press
- [16] Tamara Dean(2009), "Network+ Guide to Networks",65p,Cengage Learning
- [17] Rogelio Martinez Perea(2008), "Internet Multimedia Communications Using SIP", 45-47p, Morgan Kaufmann.
- [18] Henry Sinnreich& Alan B. Johnston(2006), "Internet Communications Using SIP: Delivering VoIP and Multimedia Services", 110p, John Wiley & Sons
- [19] TorstenBraun,Michel. Diaz & Thomas Staub(2008), "End-to-End Quality of Service Over Heterogeneous Networks", 76-84p, Springer

[20] María Carmen España Boquera(2003), "Servicios Avanzados de Telecomunicación", 390-391p, 349p, Ediciones Díaz de Santos

[21] Stefan Brunner, Vik Davar, David Delcourt, Ken Draper, Joe Kelly & Sunil Wadhwa(2008), "ScreenOS Cookbook", 405p, O'Reilly Media, Inc.

[22] Jim Van Meggelen, Jared Smith & Leif Madsen(2009), "Asterisk: The Future of Telephony: The Future of Telephony", 30p, O'Reilly Media, Inc.

[23] David Lovell (2002), "Cisco IP Telephony: [IP Telephony Self-study]", 17-18p, Cisco Press

[24] WordPress(2008), "Que es una videollamada"

<http://videoaplicacion3g.wordpress.com/2008/01/09/%C2%BFque-es-una-videollamada> , Fecha de consulta: Marzo 2013, Guayaquil-Ecuador

[25] Martinezperezjuliocesargrupo616(2010), "Importancia de la plataforma

tecnológica”, <http://martinezperezjuliocesargrupo616.blogspot.com/2010/07/importancia-de-la-plataforma.html>, Fecha de consulta: Marzo 2013, Guayaquil-Ecuador

[26] Lulu.com (2007),” Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo”, 256-259p

[27] Escuela Politécnica Nacional(2013), “Protocolos utilizados para redes de nueva generación ”
<http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8712/1/T10902ANEXOS.pdf>, Fecha de consulta: Marzo 2013, Guayaquil-Ecuador

[28] Segundo Carrión Moreno (2013), “Proyectos de Conectividad y Redes de Comunicación, Administración de Redes y Servicios, Seguridad Industrial, Normativas de Calidad y Automatización Robótica (Mecatrónica)”
<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/113/t447s.pdf?sequence=1>, Fecha de consulta: Marzo 2013, 22p, Guayaquil-Ecuador

[29] FIEC(2013), “Mapa de la facultad”,

<http://www.fiec.espol.edu.ec/index.php/Administracion/mapa.html>,

Fecha de consulta: Mayo 2013, Guayaquil-Ecuador

[30] Jitsi(2013), “Features ”, <https://jitsi.org/Main/Features>, Fecha de

consulta: Junio 2013, Guayaquil-Ecuador

[31] Linuxgnublog(2013), “Features ”, [http://linuxgnublog.org/jitsi-la-](http://linuxgnublog.org/jitsi-la-alternativa-libre-a-skype/)

[alternativa-libre-a-skype/](http://linuxgnublog.org/jitsi-la-alternativa-libre-a-skype/), Fecha de consulta: Junio 2013,

Guayaquil-Ecuador