

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**DIMENSIONAMIENTO DE UNA CENTRAL TELEFÓNICA IP
UTILIZANDO ESTÁNDARES ABIERTOS Y SOFTWARE LIBRE PARA
LA EMPRESA CONECTIVIDAD GLOBAL.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN**

MARCO ANTONIO VASCO MARTÍNEZ

marquin1002@hotmail.com

DIRECTOR:

ING. RODRIGO CHANCUSIG CHUQUILLA

rodrigch@panchonet.net

Quito, Octubre 2010

DECLARACIÓN

Yo, Marco Antonio Vasco Martínez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Marco Antonio Vasco Martínez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Marco Antonio Vasco Martínez, bajo mi supervisión.

ING. RODRIGO CHANCUSIG
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por llenar mi vida de dicha y bendiciones, permitiéndome tener a mis padres y hermanas quienes gracias a su constante apoyo he podido culminar con éxitos mis estudios y por ende este proyecto.

Gracias a todos los maestros y compañeros quienes contribuyeron en mi formación, en especial al Ing. Rodrigo Chancusig, que gracias a su disposición y sus conocimientos ha sabido dirigirme para culminar con éxito este trabajo.

Al Dr. Francisco Vargas, Ing. Andrés Cueva y al personal de Conectividad Global, por confiar en mí, por su colaboración moral e informativa para la realización de este proyecto de titulación.

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mis padres Humberto y Anita, a mis hermanas Paulina y Cecilia que gracias a su cariño, amor, apoyo y comprensión me han permitido salir adelante venciendo todas las dificultades que se han presentado.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1	1
CONCEPTOS GENERALES DE TELEFONÍA IP, SOFTWARE LIBRE, ESTÁNDARES ABIERTOS.	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PROTOCOLOS PARA TRANSMISIÓN DE VOZ SOBRE IP.....	2
1.2.1 INTERNET PROTOCOL (IP).....	2
1.2.1.1 ENCABEZADO IP.....	3
1.2.1.2 DIRECCIONAMIENTO IP.....	5
1.2.1.3 ENRUTAMIENTO.....	5
1.2.2 TRANSFER CONTROL PROTOCOL (TCP).	6
1.2.3 USER DATAGRAM PROTOCOL (UDP)	6
1.2.3.1 FORMATO DEL DATAGRAMA UDP.....	6
1.2.4 PROTOCOLOS DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL.....	7
1.2.4.1 REAL TIME PROTOCOL (RTP).	7
1.2.4.2 PROTOCOLO RTCP.....	9
1.2.5 PROTOCOLO DE RESERVA DE RECURSOS.	10
1.3 LA VOZ SOBRE IP.....	11
1.3.1 VoIP.....	11
1.3.2 CODIFICACIÓN DE VOZ.	12
1.3.3 PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN.	14
1.3.3.1 PROTOCOLO H.323.	14
1.3.3.2 PROTOCOLO SIP.....	15
1.3.3.2.1 Métodos SIP	16
1.3.3.2.2 Respuestas SIP.....	16
1.3.3.3 INTERASTERISK EXCHANGE (IAX).	17
1.4 SISTEMA TELEFÓNICO IP.....	19
1.4.1 ELEMENTOS DE UNA RED TELEFÓNICA IP.....	20
1.4.2 CENTRALES TELEFÓNICAS.	22
1.4.2.1 SISTEMAS DE INTERCOMUNICACIÓN.	22
1.4.2.2 SISTEMAS DOMINANTES.....	22
1.4.2.3 SISTEMAS PABX.....	23

1.5 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA TELEFONÍA IP.	23
1.5.1 LATENCIA.	24
1.5.2 JITTER.	25
1.5.3 ECO.	26
1.5.4 PACKET LOSS.	26
1.6 ESTÁNDARES ABIERTOS Y SOFTWARE LIBRE.	27
1.6.1 SOFTWARE LIBRE.	28
1.6.1.1 TIPOS DE LICENCIAS.	28
1.6.1.1.1 Licencias GPL.	28
1.6.1.1.2 Licencias BSD.	29
1.6.1.1.3 Licencias NPL - MPL y derivadas.	29
1.6.1.1.4 Copyleft.	29
1.6.1.2 DISTRIBUCIONES LINUX.	30
1.6.1.2.1 Mandriva.	31
1.6.1.2.2 Ubuntu.	33
1.6.1.2.3 Centos.	35
1.6.1.3 SOFTWARE LIBRE PARA TELEFONÍA.	37
1.6.1.3.1 ASTERISK.	37
1.6.1.3.2 ELASTIX.	39
1.6.1.3.3 TRIKBOX.	41
CAPÍTULO 2	43
SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE LA EMPRESA CONECTIVIDAD GLOBAL	43
2.1 INTRODUCCIÓN.	43
2.2 ANTECEDENTES.	43
2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE CONECTIVIDAD GLOBAL CÍA. LTDA.	44
2.3.1 APLICACIONES.	46
2.3.1.1 SISTEMA DE GESTIÓN ACADÉMICA MENTOR (SGAMENTOR).	46
2.3.1.2 VISUAL SOURCE SAFE.	47
2.3.1.3 RED EDUCATIVA VIRTUAL (REV).	47
2.3.1.4 SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS.	48

2.3.1.5	SISTEMA DE INVENTARIO DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS (SIEE).....	48
2.3.1.6	SISTEMA DE EDUCACIÓN EN LÍNEA.....	48
2.4	ESTADO ACTUAL DE LA RED.....	49
2.4.1	INFRAESTRUCTURA DE RED.....	50
2.4.1.1	DISPOSITIVOS DE CONECTIVIDAD.....	50
2.4.1.2	SERVIDORES.....	52
2.4.1.3	EQUIPOS DE ESCRITORIO.....	56
2.4.1.4	SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO	57
2.5	ANÁLISIS DEL SERVICIO TELEFÓNICO.....	58
2.5.1	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	59
2.5.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS.....	60
2.6	DIRECCIONAMIENTO IP.....	67
2.7	ANÁLISIS DE TRÁFICO.....	68
2.8	REQUERIMIENTOS.....	72
CAPÍTULO 3		74
DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL DE TELEFONÍA IP.		74
3.1	INTRODUCCIÓN.....	74
3.2	SELECCIÓN DEL SOFTWARE PARA LA CENTRAL DE TELEFONÍA IP EN BASE A LA NORMA IEEE 830.....	74
3.2.1	ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DE LA PLATAFORMA LINUX.....	75
3.2.1.1	INTRODUCCIÓN.....	75
3.2.1.2	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	76
3.2.2	ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SOFTWARE DE TELEFONÍA IP.....	79
3.2.2.1	INTRODUCCIÓN.....	79
3.2.2.2	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	80
3.2.2.3	PROCEDIMIENTO DE INTALACIÓN.....	83
3.2.3	SOLUCIÓN A LOS REQUERIMIENTOS PARA LA CENTRAL TELEFÓNICA.....	85
3.2.3.1	PROTOCOLOS.....	86
3.2.3.2	USUARIOS	87

3.2.4	PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO A TRES AÑOS	90
3.2.5	SELECCIÓN DEL HARDWARE.....	92
3.2.5.1	DIMENSIONAMIENTO DEL HARDWARE.....	92
3.2.5.1.1	Codecs.	92
3.2.5.1.2	Factores que afectan la calidad en telefonía	95
3.2.5.1.3	Recomendación del fabricante de software.....	97
3.2.5.1.4	Dimensionamiento de los elementos del equipo.....	98
3.2.5.1.4.1	Dimensionamiento de procesador.....	98
3.2.5.1.4.2	Dimensionamiento de disco duro	101
3.2.5.1.4.3	Dimensionamiento de la memoria.....	103
3.2.5.1.4.4	Tarjetas análogas.....	104
3.2.6	REGLAMENTOS Y POLÍTICAS.....	105
3.3	PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	107
3.3.1	ANÁLISIS DE COSTOS	107
3.3.1.1	COSTO DEL EQUIPO.....	107
3.3.1.1.1	Análisis de costo referencial de los equipos	108
3.3.1.2	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	115
3.3.1.3	COSTO DE MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN.	116
3.3.2	PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PROYECTO	117
CAPÍTULO 4		119
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		119
CONCLUSIONES.....		119
RECOMENDACIONES.....		122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Relación del protocolo IP con el modelo TCP/IP.....	3
Figura 1.2.	Encabezado IP.	3
Figura 1.3.	Formato del datagrama UDP.....	7
Figura 1.4.	Cabecera del mensaje RTP.	8
Figura 1.5.	Cabecera del paquete RTCP - RR.	10
Figura 1.6.	Pila de protocolos H.323.	14

Figura 1.7. La mascota de Linux.	30
Figura 1.8. Símbolo de Mandriva.....	31
Figura 1.9. Símbolo de Ubuntu.....	33
Figura 1.10. Símbolo de Centos.....	35
Figura 2.1. Diagrama de la red de Conectividad Global.	50
Figura 2.2. Reporte de jitter en la empresa.	71
Figura 2.3. Retardo.....	72
Figura 3.1. Arquitectura para el nuevo sistema telefónico de la empresa.	89
Figura 3.2. Estadísticas y proyección del crecimiento de los usuarios de Conectividad Global.	91
Figura 3.3. Carga al utilizar G.711.....	93
Figura 3.4. Paquete de voz.....	93
Figura 3.5. Tarjetas de interfaz análogo PCI.	104
Figura 3.6. HeadPhone Genius.	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Codificadores usados en el servicio de telefonía y voz sobre IP.	13
Tabla 1.2. Los métodos SIP definidos en la especificación central.	16
Tabla 1.3. Comparación entre H.323 y Sip.....	18
Tabla 1.4. Telefonía IP versus telefonía tradicional.....	20
Tabla 1.5. Elementos en la telefonía IP.....	21
Tabla 1.6. Clases de calidad del retardo de transmisión según recomendaciones ITU-T.	25
Tabla 1.7. Valoración cuantitativa de características técnicas de distribuciones de Mandriva.....	32
Tabla 1.8. Valoración cuantitativa de características técnicas de distribuciones de Ubuntu.....	34
Tabla 1.9. Valoración cuantitativa de características técnicas de distribuciones de Centos.....	36
Tabla 1.10. Valoración cuantitativa de características técnicas de Asterisk.....	38

Tabla 1.11. Valoración cuantitativa de características técnicas de Elastix.	40
Tabla 1.12. Valoración cuantitativa de características técnicas de Trixbox.	42
Tabla 2.1. Áreas que conforman Conectividad Global.	44
Tabla 2.2 Características de los equipos de conectividad en la red.	51
Tabla 2.3. Características principales de los servidores.	55
Tabla 2.4. Características principales de los equipos.	57
Tabla 2.5. Número de puntos de red en cada puesto de usuario.	58
Tabla 2.6. Valores de ancho de banda, jitter, datagramas perdidos en la red de Conectividad Global.	70
Tabla 2.7. Valores de retardo, paquetes transmitidos, paquetes perdidos.	71
Tabla 3.1. Requisitos funcionales para selección de sistema operativo.	77
Tabla 3.2. Elección del sistema operativo.	78
Tabla 3.3. Paquetes a utilizarse.	79
Tabla 3.4. Requisitos funcionales para selección de software de telefonía.	82
Tabla 3.5. Selección del software de telefonía.	83
Tabla 3.6. Extensión de los usuarios a utilizar la central telefónica IP.	88
Tabla 3.7. Estadísticas de los usuarios de la intranet y la red de servicios de Conectividad Global.	90
Tabla 3.8. Estadísticas de los usuarios de Conectividad Global.	90
Tabla 3.9. Proyección de crecimiento del número de usuarios en Conectividad Global.	91
Tabla 3.10. Ancho de banda de los diferentes códecs que se pueden utilizar.	95
Tabla 3.11. Recomendación del fabricante de software.	97
Tabla 3.12. Directivas de requerimientos para la elección del sistema.	97
Tabla 3.13. Cálculo de capacidad de disco duro.	101
Tabla 3.14. Dimensionamiento de memoria.	103
Tabla 3.15. Marcas de equipos reconocidos en el mercado local.	108
Tabla 3.16. Tabla comparativa de precios de equipos de telefonía IP.	110
Tabla 3.17. Requerimientos mínimos para el uso de Zoiper y Xlite.	113
Tabla 3.18. Tabla de partes y precios.	114
Tabla 3.19. Detalle de costo total del hardware.	115

Tabla 3.20. Detalle de duración por cada actividad.....	115
Tabla 3.21. Costo anual de mantenimiento de servidor.....	116
Tabla 3.22. Costo de administración de servidor.....	116
Tabla 3.23. Costo total del mantenimiento y administración anual.....	116
Tabla 3.24. Detalle del presupuesto referencial del proyecto de titulación.....	117
Tabla 3.25 Detalle del presupuesto referencial del proyecto de titulación.....	118

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3.1. Proyección de crecimiento de los usuarios de Conectividad Global..	91
Ecuación 3.2. Cálculo del número de bytes totales en VoIP.	93
Ecuación 3.3. Suma del encabezado de la trama de datos ethernet.....	93
Ecuación 3.4. Transmisión de bytes a bits	94
Ecuación 3.5. Número de paquetes por segundo.....	94
Ecuación 3.6. Bits transmitidos en un segundo al realizar una llamada telefónica IP.	94
Ecuación 3.7. Número de llamadas simultáneas al utilizar el codec G.711.....	94
Ecuación 3.8. Cálculo de la frecuencia que va a tener el procesador	98
Ecuación 3.9. Cálculo del procesador.	99
Ecuación 3.10. Cálculo del procesador.	99
Ecuación 3.11. Cálculo del procesador.	100
Ecuación 3.12. Total de frecuencia del procesador.....	100
Ecuación 3.13. Cálculo del uso del CPU.	100
Ecuación 3.14. CPU a utilizar.	101
Ecuación 3.15. Cálculo del número de bits que se envían en 3 minutos.....	102
Ecuación 3.16. Cálculo del tamaño de disco para almacenamiento del buzón de voz.	102
Ecuación 3.17 Tamaño de disco duro utilizando todas las aplicaciones.	102
Ecuación 3.18. Tamaño total del disco duro a utilizar.	102
Ecuación 3.19. Fórmula para el cálculo de memoria RAM.	103
Ecuación 3.20. Tamaño de memoria RAM para el Equipo.....	104

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A	130
VALORACIÓN CUANTITATIVA.....	130
A.1 VALORACIÓN CUANTITATIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE DISTRIBUCIONES DE LINUX.....	130
A.2 VALORACIÓN CUANTITATIVA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE SOFTWARE DE TELEFONÍA IP.....	133
ANEXO B	135
ANÁLISIS DE LA RED ACTUAL DE LA EMPRESA CONECTIVIDAD GLOBAL....	135
B.1 PLANTILLA DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS AL PERSONAL DE CONECTIVIDAD GLOBAL.....	135
B.2 RESULTADOS DE LAS ENCUESTA REALIZADAS AL PERSONAL DE CONECTIVIDAD GLOBAL	138
B.3 ANÁLISIS DE JITTER, ANCHO DE BANDA, PÉRDIDA DE PAQUETES.....	144
B.4 ANÁLISIS DEL RETARDO.....	147
ANEXO C	151
INSTALACIÓN DE LA PLATAFORMA CENTOS 5.2.....	151
C.1 INSTALACIÓN.....	151
C.1.1 PROCESO.....	151
C.1.2 CREACIÓN DE PARTICIONES.....	153
C.1.3 ELECCIÓN DE PAQUETES A UTILIZAR.....	157
ANEXO D	160
IEEE-STD-830-1998: ESPECIFICACIONES DE LOS REQUISITOS DEL SOFTWARE.....	160
ANEXO E	195
ENCUESTAS REALIZADAS AL PERSONAL DE LA EMPRESA CONECTIVIDAD GLOBAL.....	196

ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

Figura B.2.1. Cuántas llamadas telefónicas se recibe en una hora en un día normal de trabajo.

Figura B.2.2. Cuántas llamadas telefónicas se recibe en una hora en un día normal de trabajo.

Figura B.2.3. Qué día de la semana se recibe mayor cantidad de llamadas.

Figura B.2.4. En qué horario hay una mayor cantidad de llamadas recibidas.

Figura B.2.5. Qué duración tienen las llamadas telefónicas.

Figura B.2.6. Qué personas llaman con mayor frecuencia.

Figura B.2.7. A quién se dirigen las llamadas.

Figura B.2.8. El seguimiento de las llamadas en qué forma se realiza.

Figura B.2.9. Qué duración tiene la solución del problema por el que ha ocurrido la llamada.

Figura B.2.10. Qué porcentaje de problemas se resuelven una vez que la empresa aborda el problema.

Figura B.2.11. Los incidentes en qué porcentaje de satisfacción por parte del cliente se cierran.

Figura B.2.12. Qué problemas hay en mayor porcentaje en las llamadas realizadas por los clientes.

Figura B.3.1. Jitter - Ancho de Banda

Figura B.3.2. Jitter - Ancho de Banda

Figura B.4.1. Retardo a través del ping.

Figura B.4.2. Retardo.

Figura C.1.1.1. Menú de instalación Centos.

Figura C.1.1.2. Opciones para prueba del cd o dvd de instalación.

Figura C.1.1.3. Pantalla de presentación de Centos.

Figura C.1.1.4. Pantalla de elección del tipo de lenguaje a utilizar.

Figura C.1.1.5. Pantalla de elección del tipo de lenguaje de teclado a usar.

Figura C.1.1.6. Creación de particiones en forma manual.

Figura C.1.2.1. Configuración de la red.

Figura C.1.2.2. Nombre del equipo.

Figura C.1.2.3. Elección de la zona horaria.

Figura C.1.2.4. Ingreso del password para root.

Figura C.1.3.1. Elección del sistema a usar.

Figura C.1.3.3. Opción aplicación.

Figura C.1.3.4. Opción desarrollo

Figura C.1.3.5. Opción servidores

Figura C.1.3.6. Opción base del sistema.

Figura C.1.3.7. Instalación del sistema.

ÍNDICE DE TABLAS DE ANEXOS

Tabla A.1.1 Valoración cuantitativa de características técnicas de distribuciones de LINUX.

Tabla A.1.2 Valoración cuantitativa de características técnicas del software de telefonía.

Tabla B.2.1. Cuántas llamadas telefónicas se recibe en una hora en un día normal de trabajo.

Tabla B.2.2. Cuántas llamadas telefónicas se realizan en una hora en un día normal de trabajo.

Tabla B.2.3. Qué día de la semana se recibe mayor cantidad de llamadas.

Tabla B.2.4. En qué horario hay una mayor cantidad de llamadas recibidas.

Tabla B.2.5. Qué duración tienen las llamadas telefónicas

Tabla B.2.6. Qué personas llaman con mayor frecuencia

Tabla B.2.7. A quién se dirigen las llamadas.

Tabla B.2.8. El seguimiento de las llamadas en qué forma se realiza.

Tabla B.2.9. Qué duración tiene la solución del problema por el que ha ocurrido la llamada.

Tabla B.2.10. Qué porcentaje de problemas se resuelven una vez que la empresa aborda el problema.

Tabla B.2.11. Los incidentes en qué porcentaje de satisfacción por parte del cliente se cierran.

Tabla B.2.12. Qué problemas hay en mayor porcentaje en las llamadas realizadas por los clientes.

RESUMEN

El presente Proyecto de Titulación provee una guía metodológica que permite dimensionar una central telefónica IP para brindar servicios de comunicación de voz sobre IP con altos niveles de aprovechamiento, disponibilidad, y flexibilidad, tratando de minimizar los costos de producción y mejorar a su vez la competitividad.

Dentro del primer capítulo se menciona los conceptos necesarios en el funcionamiento de telefonía IP, sus protocolos, estándares y aplicaciones a utilizar. Se explica los diferentes estándares abiertos y software libre que se tengan con mayor facilidad en Ecuador.

En el segundo capítulo se realiza una descripción y análisis de la red actual de la empresa Conectividad Global Cía. Ltda., determinando los requerimientos, necesidades y logrando detectar falencias para soportar el servicio de telefonía IP, analizando requerimientos como ancho de banda, latencias, jitter, entre otras; estableciendo con esto el punto de partida para el proceso de dimensionamiento del equipo para proporcionar telefonía IP a la empresa.

En el tercer capítulo se elige el hardware que se va a utilizar, se evalúa las características operacionales de las aplicaciones que se tendrán en el servidor de telefonía IP. Se recomienda configuraciones de almacenamiento y configuración de memoria del servidor. Se detalla la forma de instalación más simple del software a utilizar, con los complementos imprescindibles para su funcionamiento, actualizaciones, optimización de parámetros, configuraciones del sistema operativo y herramientas a usar. También se presenta un presupuesto referencial que estima los costos de equipamiento, instalación, configuración para la central telefónica IP.

Finalmente en base a la realización de la implementación de esta metodología planteada, se presenta un grupo de conclusiones en diferentes aspectos, así también, se plantea algunas recomendaciones fruto de las experiencias surgidas durante el proceso del presente proyecto de titulación.

PRESENTACIÓN

En el mundo actual de las tecnologías de información, las empresas requieren estar en constante actualización de sus sistemas de comunicación, lo que implica altos costos de inversión en la adquisición de nuevos equipos, mayores costos de mantenimiento y administración.

Por esta razón, los sistemas de telefonía IP han tomado gran importancia, debido a la fuerte y creciente implantación de las redes IP, con técnicas avanzadas, protocolos de transmisión y nuevos estándares para obtener un mejor servicio. Aquí la calidad del servicio es indistinta entre una llamada con voz sobre IP y una convencional, lo cual permite optimizar recursos y abaratar costos, haciendo posible que un servicio de telefonía se lo puede construir en forma libre y económica trabajando con estándares abiertos y software libre,

La empresa Conectividad Global Cía. Ltda. consciente de estos avances tecnológicos ha considerado la opción de implementar telefonía IP para uso interno y prestar servicios de comunicación a la empresa.

Para soportar el servicio de VoIP se requiere, de los protocolos que transporten la información en tiempo real, y permitan garantizar el establecimiento, mantenimiento, modificación y terminación de las llamadas de voz sobre las redes IP, así como, de los protocolos para señalización, que realizan el control de las llamadas, control de la comunicación, se puede negociar el tipo de codificador a utilizar, negociar los parámetros de empaquetado de la voz y video, intercambio de número de puertos a través de los que se llevará a cabo la comunicación.

La telefonía IP permite integrar la telefonía convencional con la red de datos, dando la unificación de los principales servicios en una sola red y la facilidad para el usuario de manejar todos sus recursos desde el computador.

CAPÍTULO 1

CONCEPTOS GENERALES DE TELEFONÍA IP, SOFTWARE LIBRE, ESTÁNDARES ABIERTOS.

1.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas requieren estar en constante actualización de sus sistemas de comunicación, tratando de minimizar los costos de producción y mejorar a su vez la competitividad.

Los sistemas de telefonía IP, van tomando gran importancia, debido al desarrollo de las redes IP, con diferentes técnicas, protocolos de transmisión y nuevos estándares y obtener un mejor servicio de comunicación, sea vocal o de datos.

Para soportar el servicio de VoIP se requieren dos tipos de protocolos: Protocolos para el transporte de la información en tiempo real (los cuales garantizan el establecimiento, mantenimiento, modificación y terminación de las llamadas de voz sobre las redes IP). Protocolos para señalización (realizan el control de las llamadas, el control de la comunicación, negocian el tipo de codificador a utilizar, los parámetros de empaquetado de la voz y video, entre otras).

Para poder construir un servicio de telefonía en forma libre y económica se puede trabajar con estándares abiertos y software libre, que proporcionan sostenibilidad y flexibilidad, teniendo un desarrollo propio y pudiendo adaptar a sus propias necesidades.

En este capítulo se mencionará los conceptos necesarios para una mejor comprensión del funcionamiento de telefonía IP, sus protocolos, estándares y aplicaciones a utilizar. Se explicará los diferentes estándares abiertos y software libre que se obtengan con mayor facilidad en el Ecuador.

1.2 PROTOCOLOS PARA TRANSMISIÓN DE VOZ SOBRE IP.

“Los protocolos son un conjunto de reglas y procedimientos que deben respetarse para el envío y la recepción de datos a través de una red y llevar a cabo una comunicación.”[1]

1.2.1 INTERNET PROTOCOL (IP). [2]

Este protocolo perteneciente a la arquitectura TCP/IP fue diseñado desde que se creó la interconexión de redes, y permite:

- Enrutar información a través de varias redes.
- Realizar un direccionamiento eficaz.
- Transportar datagramas (para VoIP) desde un origen al destino, sin importar, si los host están en la misma red o si hay otras redes entre ellas.
- Si los datagramas a transmitir son grandes fragmenta y reensambla cuando sea necesario.

En telefonía IP este protocolo se utiliza en redes privadas corporativas, ofreciendo un servicio no confiable y no orientado a la conexión.

IP no garantiza que los datagramas lleguen al destino, éste podría llegar con errores, fuera de secuencia o peor aún no llegar.

La arquitectura TCP/IP tiene la capacidad de conectar diversas redes de forma sólida, dando flexibilidad para tener aplicaciones diversas como transmisión de información normal y en tiempo real.

Capas de la arquitectura TCP			
Capa Aplicación	HTTP, FTP, RTP y más.		Proporciona los programas o aplicaciones que usan las computadoras. (mensajes)
Capa Transporte	RTP/TCP (señal)	RTP/UDP (media)	Deja que entidades de origen y destino que sean iguales puedan tener una conversación. (segmento)
Capa Red	IP Paquetes - Datagramas		Permite entregar datos dentro de una red y deja que viajen individualmente a su destino. (paquetes – datagramas)
Capa de enlace	Ethernet, PPP, entre otras.		Envía y recibe datos del medio físico (cables, adaptadores). (bit)

Figura 1.1. Relación del protocolo IP con el modelo TCP/IP. [3]

1.2.1.1 ENCABEZADO IP.

El encabezado IP está compuesto por campos de 32 bits y cuenta con 20 bytes de longitud.

Los campos son:

0.....7		8.....15		16.....23		24.....31	
VERSIÓN	HLEN	TIPO DE SERVICIO		LONGITUD TOTAL			
IDENTIFICACIÓN				BANDERAS	DESPLAZAMIENTO DE FRAGMENTO		
TIEMPO DE VIDA		PROTOCOLO		SUMA DE VERIFICACIÓN DEL ENCABEZADO			
DIRECCIÓN IP DE ORIGEN							
DIRECCIÓN IP DE DESTINO							
OPCIONES (0 o más palabras)							

Figura 1.2. Encabezado IP. [2]

Versión (4bits): identifica la versión del protocolo IP que transporta el datagrama.

HLEN (4bits): Header Length – Longitud del encabezado. Cantidad de palabras de 32 bits que componen el encabezado.

Tipo de Servicio (8bits): (0 al 7), 3 bits para la prioridad, bit 3 para retardos cortos, bit 4 para alto desempeño y el bit 5 para alta confiabilidad. Los bits restantes permanecen sin uso. Indica la forma en la que se procesa el datagrama.

Longitud Total (16bits): Indica el tamaño total del datagrama en bytes.

Identificación (16bits): número asignado a cada fragmento para el rearmado.

Banderas (3bits): el primero sin uso, el segundo es DF (dont fragment), el tercero MF (more fragment).

Desplazamiento del Fragmento (13bits): indica el desplazamiento respecto del primer fragmento. Distinto de cero cuando se trata de un fragmento (el primer fragmento tiene un valor cero).

Tiempo de vida (8bits): El número de saltos que podrá realizar el datagrama (un salto equivale al paso por un router). Originalmente se descontaban de este número tantas unidades como segundos le tomaran pasar por un router. (El valor máximo es 255).

Protocolo (8bits): Contiene un valor que especifica el protocolo que lleva en la parte de datos del datagrama (UDP: 17).

Suma de verificación del encabezado (16 bits): permite controlar la integridad del encabezado para establecer si se ha modificado durante la transmisión. La suma de comprobación es la suma de todas las palabras de 16 bits del encabezado y obtener un número con todos los bits en 1.

Dirección IP de origen (32 bits): Este campo representa la dirección IP del equipo remitente y hace que el destinatario responda.

Dirección IP de destino (32 bits): dirección IP del destinatario del mensaje.

1.2.1.2 DIRECCIONAMIENTO IP

Una dirección IP es un número que identifica en forma lógica y jerárquica a un dispositivo (por ejemplo: computadora, switch, router) dentro de una red que utilice el protocolo de Internet.

En comunicaciones, el direccionamiento identifica el origen y destino de las llamadas, asocia las clases de servicio a cada una de las llamadas dependiendo de la prioridad.

Existen dos tipos de asignación de direcciones IP:

- Dinámica, cuando una dirección IP cambia al volver a reconectar un dispositivo.
- Estática, cuando una dirección IP es siempre la misma, a menos que lo cambie el administrador.

1.2.1.3 ENRUTAMIENTO. [4]

En comunicaciones, el enrutamiento es la forma en que los paquetes de información llegan desde una red origen a una red destino, y gracias a la métrica (medida que determina si un camino o ruta es buena o mala, tiene una distancia corta, menor número de saltos, menor costo, menor retardo de transmisión, entre otros) se encuentra un camino o ruta óptima a través de la red.

Existen dos tipos de enrutamiento:

- **Estático:** No toma en cuenta el estado de la subred. Las tablas de enrutamiento de los nodos se configuran de forma manual y permanecen fijas hasta que no se vuelva a actuar sobre ellas.
- **Dinámico:** Es más tolerante a cambios en la subred, tal como variación en el tráfico, incremento del retardo o fallas en la topología, y su configuración puede ser automática.

1.2.2 TRANSFER CONTROL PROTOCOL (TCP). [4]

Es un protocolo robusto que brinda un servicio confiable a los usuarios, una comunicación segura y orientada a conexión.

Ayuda a controlar que los datos se transmitan libres de errores y sean recibidos por las aplicaciones en el mismo orden en que fueron enviados. Los métodos más utilizados para corrección de errores en TCP son:

- Control directo de errores (Forward Error Control - FEQ): Se usa en sistemas con circulación de información solo en un sentido, realizando la detección y corrección del bit o los bits errados en recepción sin necesidad de retransmisión.
- Petición automática de Repetición (Automatic Repeat reQuest - ARQ): Lo usan sistemas que tienen circulación de información en ambos sentidos.

1.2.3 USER DATAGRAM PROTOCOL (UDP)

UDP provee un servicio de transporte no confiable y no orientado a conexión, es decir, que no da garantías que los paquetes lleguen en orden y no verifica que lleguen a su destino.

Reduce la cantidad de información extra en los datagramas por lo que es un protocolo más rápido que TCP.

Muchas aplicaciones cliente-servidor usan UDP, donde tienen una solicitud y una respuesta en lugar de establecer y luego liberar una conexión, transmiten audio, video, donde la llegada a tiempo de los datagramas es más importante que la fiabilidad, y se transmiten sobre el protocolo UDP. Para este caso, se usan protocolos de tiempo real que son aplicaciones del protocolo UDP.

1.2.3.1 FORMATO DEL DATAGRAMA UDP

El encabezado UDP cuenta con 8 bytes de longitud.

0.....15	16.....31
Puerto origen UDP	Puerto destino UDP
Longitud mensaje	Checksum
DATOS	

Figura 1.3. Formato del datagrama UDP. [2]

Puerto origen: Identifica al puerto del proceso de aplicación remitente. Es opcional, si no se utiliza se pone a cero.

Puerto destino: Identifica el proceso de recepción en el computador de destino.

Longitud mensaje: Indica la longitud del datagrama de usuario, incluyendo la cabecera y los datos. La longitud mínima es de 8 octetos.

Checksum: La suma de comprobación de campo se utiliza para comprobar errores de la cabecera y los datos. Si este campo se omite se utiliza el valor de cero.

El campo longitud mensaje se incluye a la cabecera y a los datos del mismo.

1.2.4 PROTOCOLOS DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL

Debido a que el protocolo UDP no asegura la entrega de la información, el receptor deberá confiar en la capa superior, según el protocolo H.323, para así poder detectar las pérdidas de paquetes.

1.2.4.1 REAL TIME PROTOCOL (RTP). [2]

El protocolo de tiempo real, permite la transmisión de aplicaciones multimedia como video y audio en tiempo real, entre dos (unicast) o varios (multicast) equipos.

Este protocolo no deja realizar control de flujo, control de errores, retransmisión.

Algunas características importantes que realiza son las siguientes:

- Monitorear la recepción de datos.
- Controlar e identificar el tipo de servicio ofrecido.

- Multiplexa varios flujos de información en tiempo real en un solo paquete UDP.
- Numerar varios de estos paquetes.
- Identificar el tipo de información.

El mensaje RTP está conformado por un encabezado fijo y el payload de datos. El tamaño normal es de 12 bytes, pero cuando se mezcla audio (conferencia) ésta varía.

El formato de esta cabecera es el mostrado en la figura 1.4:

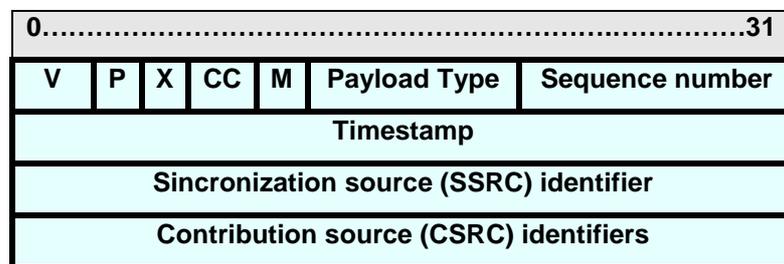


Figura 1.4. Cabecera del mensaje RTP. [2]

Los campos más relevantes de la cabecera, están formadas por tres palabras de 32 bits: número de secuencia, marcas de tiempo e identificador de origen de sincronismo. [5]

- V (2 bits): Campo que indica la versión del protocolo RTP.
- P (1 bit): Bit de relleno, que a veces se usa en los algoritmos de encriptación.
- X (1 bit): Bit de extensión a una cabecera.
- CC (4 bits): Número de fuentes de contribución presentes.
- M (1 bit): Bit de marcación para uso especial.
- Tipo de carga útil (Payload): Identifica el tipo de información que viaja en el paquete. En audio, este campo indica el tipo de codificación.
- Número de secuencia (Sequence Number): Campo de 16 bits. Un contador incrementa en uno el número de secuencia con cada paquete RTP enviado. Esto detecta paquetes perdidos, o fuera de orden.

- Marca de tiempo (Time Stamp): Campo de 32 bits. Indica el momento en que se creó la primera muestra en el paquete. El receptor lo utiliza para reducir sus fluctuaciones al desunir la reproducción de tiempo de llegada del paquete. A su vez, es útil para medir el "jitter".
- Identificador del origen (SSRC - Synchronization Source Identifier): Campo de 32 bits. Valor aleatorio que llevan todos los paquetes RTP procedentes de una misma fuente.
- CSRC: Contiene los SSRC de las fuentes que contribuyen al payload del paquete.

El campo SSRC es el que identifica a la fuente de audio. En el caso de tener conferencias, el tamaño será de 12 bytes + 4 bytes por cada fuente contribuyente (dispositivo que mezcla ráfagas de audio) que es identificado por el SSRC mientras que las ráfagas de audio que recibe el mezclador, son identificadas por el CSRC que posee 4 bytes.

Se dice que es un protocolo de aplicación, debido a que se ejecuta en el espacio de los usuarios y se enlaza al programa de aplicación, y debido a que da características de transporte, se lo describe como un protocolo de transporte para la capa de aplicación.

1.2.4.2 PROTOCOLO RTCP. [6]

Protocolo de control de transporte en tiempo real (RTCP, real time control protocol). Trabaja junto con el protocolo RTP, sin transportar ningún tipo de dato, pero proporciona las siguientes características:

- Transporta solo datagramas de control de transporte de los usuarios de la red.
- Proporciona mejoras a la red.
- Realimentación si hay problemas de retardo, ancho de banda, congestión, enviándose la información a través de reportes en el emisor y en el receptor.

Está compuesto por cinco tipos de mensajes RTCP que son:

- RR (receive report): Son reportes enviados por los receptores y contiene información sobre la calidad de los datos entregados, número de paquetes recibidos, número de paquetes perdidos.
- SR (sender report): Son reportes enviados por el emisor y contiene información similar a los mensajes RR, incorporando información sobre sincronización, paquetes acumulados y número de bytes enviados.
- SDES (source description items): contiene información que describe al emisor.
- BYE: indica la finalización de la participación en una sesión.
- APP (application specific functions): Reservado para aplicaciones futuras.

Todos los mensajes están compuestos por un encabezado similar al del encabezado RTP que transporta el contenido, seguido de otros elementos que dependen del tipo de paquete RTCP.

La cabecera del tipo de paquete RTCP RR tiene la siguiente forma:

0.....31		
RC	Tipo	Longitud
SSRC (Identificador de sincronización) del emisor		
SSRC (Identificador de sincronización) de la primera fuente		
Fracción perdida	Número acumulado de paquetes perdidos	
Variación del retardo		
Último paquete recibido		
Retardo desde el último paquete		

Figura 1.5. Cabecera del paquete RTCP - RR. [6]

1.2.5 PROTOCOLO DE RESERVA DE RECURSOS. [2]

El protocolo de reserva de recursos (*Resource Reservation Protocol*, RSVP), se desarrolla entre varios usuarios y la red, permitiendo:

- Que varios usuarios transmitan a múltiples clientes.

- Que los clientes cambien de canal libremente.
- Optimizar ancho de banda.
- Eliminar la congestión mediante la reserva de recursos.

Se implementa a nivel de enrutadores en los que se establece conexiones para reservar recursos. Utiliza enrutamiento de multidifusión, en donde, a cada grupo se le asigna una dirección.

Para enviar datos a un grupo, el emisor pone la dirección de grupo en el datagrama a enviar. Los enrutadores deben mantener ciertas estructuras de datos en sus memorias.

Los receptores de un grupo pueden enviar un mensaje de reservación de recursos al emisor para así obtener mejor recepción y poder eliminar la congestión. Este mensaje pasa a través de todos los enrutadores de la red, informa la reservación y aparta el ancho de banda necesario, pero si no hay suficiente lo informa. Cuando el mensaje llega al origen, quiere decir, que se ha reservado el ancho de banda pedido desde el emisor al receptor.

1.3 LA VOZ SOBRE IP.

1.3.1 VoIP.

VoIP viene de las palabras en inglés Voice Over Internet Protocol. “Es una tecnología que sirve para transportar conversaciones telefónicas a través de redes de datos en forma de datagramas basados en el protocolo IP”. [7]

Las redes de datos pueden ser: Internet, una red corporativa, un proveedor de servicios de Internet, entre otras.

La VoIP se divide en dos grupos:

- Tecnologías cerradas propietarias: Entre las tecnologías propietarias se puede señalar, Skype “(Software para realizar llamadas sobre Internet (VoIP), fundada en 2003 por el sueco Niklas Zennstrom y el danés Janus Friis.)” [8],

el Cisco Skinny “(Protocolo propietario de control de terminal, desarrollado por Selsius Corporation. Actualmente es propiedad de Cisco Systems Inc. y es un conjunto de mensajes entre un cliente ligero y el CallManager Cisco.)” [9].

- Sistemas abiertos: Existen estándares abiertos basados en SIP, H.323 o IAX.

1.3.2 CODIFICACIÓN DE VOZ. [10]

Es el proceso de compresión de datos de audio digital que contiene señales del habla, en donde se reduce el ancho de banda de la señal, dependiendo del medio de transmisión.

El dispositivo que transforma los datos analógicos a digitales se denomina códec, que codifica la voz, transmite a través de redes IP y al final lo recupera realizando el proceso inverso (decodifica).

Los codificadores más utilizados y simples que han logrado disminuir las tasas de transmisión para tener aplicaciones como transmisión digital de voz, almacenamiento para mensajes de voz por correo electrónico, centros de llamados, reconocimiento de voz en VoIP, se muestran a continuación en la tabla 1.1:

	Códec G.711	Códec G.723.1	Códec GSM	Códec G.729
Velocidad de transmisión (kbps)	64	5,3 / 6,3	13	8
Tamaño Carga útil de voz (Payload) (Bytes)	160	24	32,5	20
Payload (ms)	20	30	20	20
Paquetes por segundo (PPS)	50	33,3	50	50
Apropiado para:	Buen Audio en conexiones de alta velocidad. Bajo retardo de procesamiento. Utilizado en telefonía.	Buena calidad con alta compresión. Códec para telefonía IP de bajo índice de bits.	Buena calidad de voz, y no consume demasiado ancho de banda.	Codificación y decodificación de voz, buen ancho de banda y calidad de sonido.
Desventajas	Utiliza mucho ancho de banda. 64kbps en cada dirección.	Requiere licencia y mucho procesamiento	Calidad igual a la que se utiliza en teléfonos móviles GSM	Requiere licencia

Tabla 1.1. Codificadores usados en el servicio de telefonía y voz sobre IP. [11][12]

- **Velocidad de transmisión (kbps):** Número de bits por segundo que necesitan ser transmitidos para comunicar una llamada de voz.
- **Tamaño Carga útil de voz (Payload) (Bytes):** Representa el número de bytes que llenan un paquete.
- **Payload (ms):** Representa el tamaño de la carga útil de voz.
- **PPS:** Representa el número de paquetes que necesitan ser transmitidos cada segundo para ofrecer la velocidad del codec.

1.3.3 PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN.

Los sistemas de señalización en VoIP son muy importantes en la red, ya que permiten las siguientes características:

- Establece, mantiene, administra y finaliza una llamada entre dos equipos de una red.
- Facultan la supervisión, marcado, llamada y retorno de tonos de progreso.
- Provee Calidad de Servicio en cada canal de transmisión.

Actualmente existen muchos protocolos de señalización y a continuación se describen los más importantes utilizados en VoIP.

1.3.3.1 PROTOCOLO H.323. [2]

H.323 hace referencia a una variedad de protocolos específicos para codificación de voz, establecimiento de llamada, señalización, transporte de datos y otras áreas.

Todos los protocolos usados en H.323 se pueden observar en la figura 1.6:

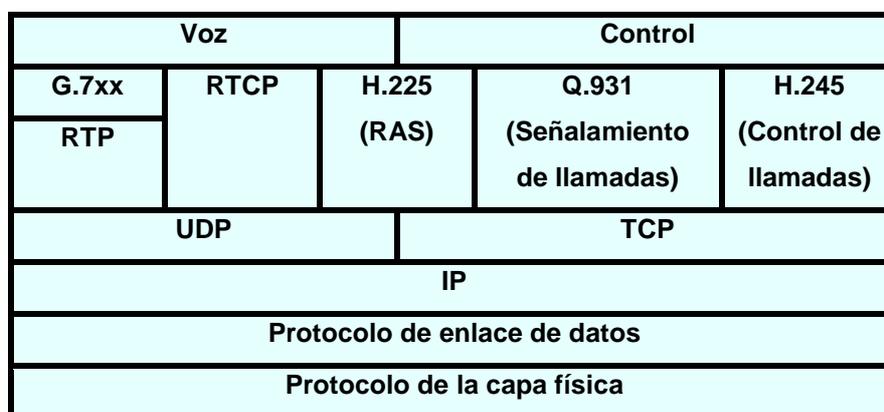


Figura 1.6. Pila de protocolos H.323. [2]

Para empezar, se utiliza un protocolo que codifica y decodifica voz. Se utiliza la recomendación G.711 soportado por todos los sistemas H.323, que codifica un solo canal de voz, dando una voz descomprimida de 64Kbps. Sin embargo, se pueden utilizar otros protocolos que realizan diferentes intercambios de calidad y ancho de banda, como son el G.723.1, G.729 entre otros.

Además, se necesita el protocolo de señalización H.245 que ayudan negociar a las terminales usadas, en aspectos de la conexión, como la tasa de bits, es decir, el transporte de información no telefónica a través de la conexión.

Otro protocolo a usar es Q.931 de la ITU que establece y libera conexiones, proporciona tonos de marcado, emite sonidos de marcado y el resto de la telefonía estándar.

Debido a que las terminales necesitan un protocolo para hablar con el gatekeeper (Sistema de administración de llamadas H.323) se utiliza el protocolo H.225. El canal que va del PC al gatekeeper, manejado por este protocolo se conoce como RAS (Registro / Admisión / Estado), que deja a las terminales unirse o dejar la zona, solicitar y regresar ancho de banda, proporcionar actualizaciones de estado, dar mensajes de control de señalización de llamada que establecen y terminan una conexión, entre otras características.

1.3.3.2 PROTOCOLO SIP. [2]

Protocolo de señalización que facilita el establecimiento, la liberación, el manejo y la modificación de sesiones multimedia (RFC3261). Está compuesto de un solo módulo, diseñado para que interactúe bien con las aplicaciones de Internet.

SIP puede establecer llamadas telefónicas entre dos puntos, múltiples puntos y de multidifusión (un emisor y varios receptores). Todas estas sesiones pueden tener audio, video o datos.

En una red SIP los números telefónicos de los participantes se representan vía una dirección, por medio de una URL SIP¹, las que también pueden contener direcciones IPv4, IPv6 o número de teléfonos reales. Ejemplo: sip:marco@cs.epn.edu.ec, donde marco es el nombre de usuario en el host epn.edu.ec.

SIP se basa en texto y se hereda de ciertas funcionalidades de los protocolos “Hyper Text Transport Protocol” (http), utilizados para navegar sobre la WEB y “Simple Mail

¹ URL SIP: es el esquema de direccionamiento para llamar a una persona a través de SIP. Es decir es el número SIP del usuario del teléfono (RFC2396).

Transport Protocol” (SMTP), utilizados para transmitir mensajes electrónicos (e-mails). SIP se apoya sobre un modelo transaccional cliente/servidor como http, pero no transporta grandes volúmenes de datos, solo transmite mensajes de señalización cortos para establecer, mantener y liberar sesiones multimedia.

SIP no es un protocolo de reserva de recursos, por lo que no puede asegurar la calidad de servicio. Tan solo realiza el control de llamada y no control del medio.

1.3.3.2.1 Métodos SIP

Para establecer una sesión, el invocador crea una conexión TCP con el invocado, y utiliza los métodos SIP definidos por la especificación central.

Método	Descripción
INVITE	Solicita el inicio de sesión, enviando un mensaje INVITE a través de una conexión TCP o UDP.
ACK	Confirma que se ha iniciado una sesión para terminar el protocolo y confirmar la recepción del mensaje.
BYE	Solicita la terminación de una sesión, y si el otro confirma la terminación, se termina la sesión.
OPTIONS	Consulta a un host sobre sus capacidades. Pero esto se realiza antes de iniciar una sesión para saber si esa sesión tiene la capacidad contemplada.
CANCEL	Cancela una solicitud pendiente, pero no tiene efecto sobre una sesión ya iniciada.
REGISTER	Informa a un servidor de redireccionamiento sobre la ubicación actual del usuario que está lejos de casa y poderse conectar.

Tabla 1.2. Los métodos SIP definidos en la especificación central. [2]

1.3.3.2.2 Respuestas SIP

Luego de recibir e interpretar los requerimientos del protocolo SIP, los destinatarios deben dar una respuesta. Existen seis clases de respuestas:

- Clase 1xx: Informativas, que se dan cuando el requerimiento ha sido recibido y se está tratando (180 Teléfono sonando).
- Clase 2xx: Éxito, cuando ha sido recibido, entendido y aceptado (202 Llamada aceptada).
- Clase 3xx: Redireccionamiento, cuando se realizan otros procesamientos antes de determinar la llamada (301 Movido permanentemente).
- Clase 4xx: Error en el usuario, cuando no puede ser interpretado por el servidor. Pero antes de reenviarse debe ser modificado (404 No encontrado).
- Clase 5xx: Error en el servidor, cuando fracasa en el procesamiento de un requerimiento aparentemente valido (503 Servicio no disponible).
- Clase 6xx: Fracaso global, cuando no puede ser procesado por ningún servidor (600 Ocupado en todas partes).

1.3.3.3 INTERASTERISK EXCHANGE (IAX). [7]

IAX (Inter*Asterisk* Exchange) protocolo utilizado por Asterisk, que tiene un servidor PBX (central telefónica) de código abierto. Permite tener conexiones VoIP entre servidores Asterisk, y entre servidores y clientes que también utilizan el protocolo IAX. La segunda versión de este protocolo de comunicación se conoce como IAX2.16.

IAX2 es una alternativa al protocolo de señalización SIP. Es adecuada para sectores donde existe gran presencia de NATs. Además, ayuda a empaquetar llamadas simultáneas en un sólo flujo de paquetes IP, permitiendo el ahorro del consumo de ancho de banda. Este mecanismo se llama “trunking”.

Trunking es el envío de datos y señalización por múltiples canales en un enlace simple.

A continuación se muestra la tabla 1.3 con las características más importantes de los protocolos de señalización:

Elemento	H.323	SIP
Diseñado por	ITU	IETF
Compatibilidad con PSTN	Si	Ampliamente
Compatibilidad con Internet	No	Si
Arquitectura	Monolítica	Modular
Integridad	Pila de protocolos completa	Maneja solo el establecimiento.
Negociación de parámetros	Si	Si
Señalamiento de llamadas	Q.931 sobre TCP	Sobre TCP o UDP
Formato de mensajes	Binario	ASCII
Transporte de medios	RTP / RTCP	RTP / RTCP
Llamadas de múltiples partes	Si	Si
Conferencia multimedia	Si	No
Direccionamiento	Host o número telefónico	URL
Terminación de llamadas	Explícita o liberación de TCP	Explícita o terminación de temporizador.
Mensajes instantáneos	No	Si
Encriptación	Si	Si
Implementación	Grande y compleja	Moderado
Estado	Distribuido ampliamente	Prometedor

Tabla 1.3. Comparación entre H.323 y Sip. [2]

1.4 SISTEMA TELEFÓNICO IP.

Debido a que la Internet es la red de redes, y por la convergencia de las redes de telecomunicaciones, se ha buscado una forma que pueda convivir en la misma línea la voz y datos. Esta convergencia de las redes de telecomunicaciones con la telefonía IP y la telefonía tradicional, establece un sistema que admite empaquetar la voz para que pueda ser transmitida junto con los datos a través del protocolo IP.

Telefonía Tradicional	Telefonía IP
Se tienen dos redes una para voz y otra para datos.	Se tiene una sola red para voz y datos.
Su red actual no se puede integrar por motivos técnicos y económicos: Es difícil integrar transmisión de datos con QoS, video y audio de alta fidelidad. Ancho de banda: desde 64Kbps por línea.	Integra servicios: Con la convergencia de redes la VoIP es ideal para estandarizar la transmisión de voz o todo el paquete multimedia sobre la red IP. Ancho de banda desde 100Mbps por línea.
La red tiene un estancamiento económico, lo que limita el crecimiento de la infraestructura, a mas que es bastante cara.	La red es fácil de manipular, es modular y es flexible. Las ampliaciones y el mantenimiento de la red se las realiza a bajo costo.
Las tarifas que el usuario paga, depende de la distancia y del tiempo.	Se tiene tarifas más económicas. Los costos dependen del mercado y no del tiempo de conexión.
Mercado se ha mantenido estable, teniendo un crecimiento insignificante.	El mercado ha crecido rápidamente, debido a que el acceso a la red de datos es alto.
Tienen un direccionamiento y enrutamiento fijo.	Tienen direccionamiento y enrutamiento dinámico.
Los estándares, protocolos y equipos son propietarios y cerrados, por lo que las aplicaciones son limitadas a los proveedores.	Los estándares definidos por la ITU e IETF son abiertos, operación multifabricante y multiproveedor. Dando mayores innovaciones.
La seguridad en la llamada es alta, sin embargo con una intervención física la red	Se usan redes privadas para mayor seguridad, donde actualmente son

puede ser atacada.	sustituidas por redes virtualmente privadas que impiden intervenir los paquetes.
<p>Las aplicaciones más importantes son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fax. • Conversación tripartita. • Identificador de llamadas. • Correo de voz. • Llamada en espera. • Clasificación de llamadas. • Interacción con máquinas contestadores que proveen servicios de información, usando como medios los dígitos. • Líneas troncales para adherir centrales telefónicas privadas en empresas. • Conexión a Internet por medio de MODEM a 56Kbps. • Sin embargo las posibilidades se agotan y tienden a usar la Internet como soporte. 	<p>Algunas aplicaciones de las más importantes son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transmisión de fax, e-mail, y mensajes de texto. • Conversación de varios usuarios. • Despliegue de la información completa del usuario que llama. • Puede guardar el correo de voz en la PC. • Despliegue de todas las llamadas entrantes, con la posibilidad de escoger una y las demás en espera. • Aplicaciones web con modalidad clic para hablar o clic para enviar fax, interacción con las compañías (e-commerce). • Transmisión de video en tiempo real, • Monitoreo de las llamadas, por medio de software.

Tabla 1.4. Telefonía IP versus telefonía tradicional.

1.4.1 ELEMENTOS DE UNA RED TELEFÓNICA IP.

Los elementos que forman parte de una red telefónica IP se lo puede observar en la siguiente tabla:

Elemento	Características
Terminales: <ul style="list-style-type: none"> • Teléfono IP • Teléfono Tradicional + Adaptador • PC (Softphone) 	<p>Transporta voz sobre la red utilizando paquetes de datos.</p> <p>Utilizando un adaptador, podemos adaptar los teléfonos de la PSTN, a la red IP, mediante tarjetas que permiten adaptar la PSTN a la red IP.</p> <p>Un Softphone es un software que se usa en la computadora para hacer llamadas a otros softphones o a teléfonos convencionales.</p>
Gatekeeper	<p>Realiza gestión y control para procesarla llamada en la red. Es un equipo tecnológicamente nuevo con gran inteligencia y a bajo costo.</p>
Conexión de Red: <ul style="list-style-type: none"> • Router • Switch 	<p>Router: equipo que trabaja en la capa 3 del modelo OSI. Permite interconectar redes, separar dominios de broadcast, un mejor empleo del ancho de banda en una red. Encaminan el tráfico de datos mediante direcciones.</p> <p>Switch: Capaz de separar dominios de colisión, evitar transmisiones de paquetes con errores producidos por colisiones. Operan en la capa 2 o 3 del modelo OSI.</p>
PBX	<p>(Private Branch eXchange o Private Business eXchange). Central telefónica que se utilizada en empresas privadas. Permite a las persona establecer comunicaciones. Conectando todos los teléfonos de una empresa en forma conjunta y unida a la red de telefonía local pública.</p>
Gateway	<p>Permite la conectividad entre el mundo IP y la telefonía convencional. Es propio de la red IP, y deja transportar llamadas a través de la red IP a proveedores y usuarios, para lo cual usa las interfaces:</p> <p>FXO (<i>Foreing Exchange Office</i>-Oficina de intercambio remoto): Dispositivo que se conecta a la PSTN o una central PBX o puerto FXO, y puede actuar como un teléfono.</p> <p>FXS (<i>Foreing Exchange Station</i>-Estación de intercambio remota): Se conecta a teléfonos analógicos, fax, o dispositivos de red, que permiten detectar o recibir tonos.</p>

Tabla 1.5. Elementos en la telefonía IP.

1.4.2 CENTRALES TELEFÓNICAS. [13]

Una central telefónica es el lugar donde una empresa que es operadora de telefonía, tiene todos sus equipos de conmutación y los equipos necesarios para la operación de una llamada telefónica.

Los sistemas telefónicos tienen, desde sistemas básicos de intercomunicación a bajo costo, hasta sistemas complejos para grandes empresas a un valor más elevado. Se puede dividir en cuatro, dependiendo del tipo de uso.

1.4.2.1 SISTEMAS DE INTERCOMUNICACIÓN.

Los sistemas de intercomunicación fueron diseñados para empresas pequeñas que tienen de seis hasta diez usuarios, que se encuentran en un mismo lugar físico. Tiene una Unidad Central de Proceso (CPU), que coordina la actividad en el sistema telefónico. La ventaja de este sistema es su bajo precio, mientras que su desventaja es la no flexibilidad, no tiene un contestador automático (Auto Attendant), correo de voz, no pueden ser ampliado el número de estaciones (solo de 8, 10 ó 16 estaciones). Lo que ocasiona que estos sistemas no tengan gran acogida en empresas pequeñas, donde el teléfono no es un elemento crítico para el negocio.

1.4.2.2 SISTEMAS DOMINANTES.

Es un sistema más sofisticado. La CPU puede enviar y recibir “mensajes”, identificación de la persona que llama, fijación en un teléfono la condición de “No molestar”, maneja diversos tipos y maneras de llamados telefónicos, y trabaja con aplicativos adicionales, como: Correos de Voz y atención automática.

La desventaja tienen una baja capacidad para almacenar llamadas en espera y poca capacidad de crear video-llamadas conferencias. Y además tienen un alto costo. Puede ser utilizado en sectores o empresas más grandes donde se utilice una gran cantidad de extensiones.

1.4.2.3 SISTEMAS PABX

Una PABX es un equipo central donde todos los dispositivos y líneas telefónicas del exterior están conectados. Este sistema se utiliza en empresas grandes y donde sea imprescindible la comunicación. Permite tener una central telefónica en miniatura, proporciona una señal, la comunicación y muchas otras características, tales como llamada sobre otra ocupada, correo de voz, contestadora automática, entre otras.

La desventaja de este sistema es su alto costo, por lo que muchas empresas no pueden acceder a ella especialmente las de menor tamaño.

1.4.2.4 CENTRALES TELEFÓNICAS HÍBRIDAS

Los sistemas híbridos permiten la interacción de teléfonos analógicos, teléfonos digitales y voz sobre IP dentro de una misma central telefónica, e incluso permiten la conexión y reconocimiento de un teléfono analógico o digital en un mismo puerto de la central. Poseen un Gateway para realizar el traspaso entre la telefonía analógica y los teléfonos IP.

Permite automatizar los procesos de tráfico de llamadas de una oficina, eliminando en algunos casos la necesidad de que la recepcionista o secretaria atienda la totalidad de las llamadas entrantes, utilizando contestadoras automáticas que interactúan con el llamante mediante el teclado del teléfono. En todo caso, hace más rápida la comunicación con el destinatario final.

1.5 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA TELEFONÍA IP.

La calidad de servicio es lo que otorga a la red tener la capacidad de alcanzar un mejor servicio en el tráfico de red.

En Telefonía IP hay 2 factores que afectan la calidad en la transmisión de la voz IP:

- La baja calidad de Internet.
- El medio de transporte de los datagramas IP.

Para tener una buena calidad en una red de voz IP se debe optimizar el ancho de banda, controlar las fluctuaciones de la red (jitter), minimizar la latencia y el eco, en los dos flujos de tráfico, independientemente del estado del resto de las conexiones, incluso si la ocupación del Internet es alta.

1.5.1 LATENCIA.

“Retardo o latencia es el tiempo que tarda un paquete en viajar de un punto a otro.”[14]

Este problema es frecuente en enlaces lentos y congestionados, o en enlaces donde la información recorre grandes distancias, como son los enlaces satelitales.

Cuando este problema está en la red se tienen algunos mecanismos para poder disminuir estos valores:

- Aumentar el ancho de banda o velocidad del enlace.
- Priorizar el tráfico de los paquetes de voz que se transmiten dentro de la red.
- Utilizar el protocolo de reservación RSVP.

Un valor recomendado de la latencia o retardo entre el punto inicial y final de la comunicación debe ser inferior a 150 ms, debido a que el oído humano es capaz de detectar latencias de unos 250 ms, 200 ms en el caso de personas bastante sensibles. Si se supera ese umbral la comunicación se vuelve molesta.

A continuación se muestran los valores que indican las clases de calidad e interactividad de acuerdo con el retardo de transmisión en una conversación telefónica.

Clase N.	Retardo en cada sentido (ms)	Observaciones
1	De 0 a 150	Aceptable para la mayoría de conversaciones; sólo algunas funciones altamente interactivas pueden experimentar degradación.
2	De 150 a 300	Aceptable para las llamadas de baja interactividad (satélite con 250 ms por salto).
3	De 300 a 700	Prácticamente una llamada semidúplex.
4	Más de 700	Inútil, a menos que los llamantes estén habituados a conversar en semidúplex (como en el ejército).

Tabla 1.6. Clases de calidad del retardo de transmisión según recomendaciones ITU-T. [15]

1.5.2 JITTER. [14]

Es una variación del tiempo en la llegada de los datos, producida por la congestión de tráfico en la red, por la falta de sincronismo o por cambios dinámicos en las rutas.

Las comunicaciones en tiempo real (como VoIP) son sensibles a este efecto, especialmente en enlaces lentos o congestionados. Algunos mecanismos para reducir los problemas de Jitter son:

- Prioridad en las colas.
- Reserva de ancho de banda.
- Enlaces de mayor velocidad.

Un valor recomendado para el jitter entre el punto inicial y final de la comunicación debe ser inferior a 100 ms. [14]

Como solución para disminuir el problema de Jitter, es el utilizar un Jitter buffer que asigna un espacio de memoria intermedio donde se almacenan los paquetes hasta que éstos se procesen.

En muchos equipos el tamaño del Jitter buffer se puede modificar. Un aumento del buffer implica menos pérdida de paquetes pero más retraso. Una disminución implica menos retardo pero más pérdida de paquetes.

1.5.3 ECO. [14]

Es la reflexión retardada de una señal acústica original. Cuando la latencia y el jitter tienen valores altos, pueden provocar en la red un eco sobre la señal telefónica.

Debido a que el oído humano es capaz de detectar el eco, un valor recomendado en el retardo de la señal original no debe superar a 10 ms. [14]

Hay dos posibles soluciones para evitar este efecto tan molesto:

Supresores de eco: Evita que la señal emitida sea devuelta, así detecta comunicación en un sentido e impide la comunicación en sentido contrario. Impide una comunicación full-duplex.

Canceladores de eco: Sistema por el cual el dispositivo emisor guarda la información que envía en memoria y detecta en la señal de vuelta la misma información. Requiere mayor tiempo de procesamiento.

1.5.4 PACKET LOSS. [16]

Es la tasa o porcentaje de paquetes transmitidos que se pierden en la red. Debido a errores en alguno de los medios de transmisión o por que la capacidad de un buffer de una interfaz se satura en momentos de congestión.

Los paquetes perdidos se pueden recuperar al realizar la retransmisión pero solo en aplicaciones que no son de Tiempo Real.

La pérdida de paquetes en telefonía, es decir en aplicaciones en tiempo real, hace que éstos no puedan ser recuperados, produciéndose degradación en la señal, con lo que un valor recomendado para pérdida de paquete debe ser menor a un 5%. [16]

1.6 ESTÁNDARES ABIERTOS Y SOFTWARE LIBRE.

Un sistema basado en estándares abiertos y software libre es bueno desde un punto de vista técnico, ya que permite la adaptación de mejoras a la realidad local.

En telefonía, un estándar es un conjunto de reglas, condiciones o requerimientos que describen los materiales, productos, sistemas, servicios que garantizan que las centrales de telefonía sean capaces de operar entre sí, y poder intercambiar llamadas con otros. [7]

Los estándares abiertos fueron creados debido a que en la telefonía pública, los sistemas han estado bajo el control de un grupo limitado de fabricantes. Algunas características importantes son:

- Acceso a los programas y equipos que facilitan el intercambio de conversaciones telefónicas.
- Tienen una red abierta y pública para intercambiar llamadas.
- Tienen la posibilidad de modificar cada uno de los elementos para adaptar a sus propias necesidades.

El software libre es una cuestión de la libertad de los usuarios de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software. Más precisamente, significa que los usuarios de programas tienen las cuatro libertades esenciales. [18]

- Libertad de obtener una copia del código para cualquier propósito.
- Libertad de estudiar, modificar y adaptar el software a las necesidades propias.
- Libertad de distribuir el programa, al prójimo.
- Libertad de mejorar el software y hacerla pública a toda la comunidad

El término software no libre, se refiere al software distribuido bajo una licencia restrictiva. Donde las leyes de la propiedad intelectual reservan los derechos de

modificación, duplicación y redistribución para un dueño que tiene copyright (copia no permitida).

1.6.1 SOFTWARE LIBRE.

“Software es el conjunto de programas o aplicaciones que permite que la computadora pueda desempeñar tareas inteligentes, dirigiendo a los componentes físicos o hardware con instrucciones y datos a través de diferentes tipos de programas.” [19]

El software abierto, inició en 1984, Richard Stallman fue el que comenzó a trabajar en el proyecto GNU. Un año después se fundó la Free Software Foundation (FSF), la Fundación para Software Libre que es la principal organización que patrocina el proyecto GNU. El proyecto GNU apoya los objetivos de la FSF de preservar, promover y proteger la libertad de uso, estudio, copia, modificación y redistribución del software; así como defender los derechos de los usuarios de software libre.

GNU combinado con el núcleo Linux da el sistema operativo GNU/Linux. Las distribuciones de GNU/Linux están completamente formadas por software libre, que respetan la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software.

1.6.1.1 TIPOS DE LICENCIAS.

Una licencia es aquella autorización formal que un autor de un software da a un usuario para utilizar el software, de acuerdo a términos y condiciones establecidos en la licencia. Desde el punto de vista del software libre, existen distintas variantes del concepto o grupos de licencias:

1.6.1.1.1 Licencias GPL

La Licencia Pública General de GNU, conciente modificar y redistribuir el software, pero únicamente bajo esa misma licencia. Y añade que si se reutiliza un programa con que tiene licencia GNU GPL y se lo modifica añadiendo otro código que tiene

otro tipo de licencia libre, el código final del programa, independientemente de la cantidad y calidad de cada uno de los códigos, debe estar bajo la licencia GNU GPL.

Aproximadamente el 60% del software licenciado como software libre emplea una licencia GPL.

1.6.1.1.2 Licencias BSD

La Licencia Berkeley Software Distribution, es derivada de UNIX y realizada por la Universidad de California, Berkeley.

El autor mantiene la protección copyright, únicamente renuncia a la garantía pero guarda la autoría en trabajos derivados. Faculta la libre redistribución y modificación, incluso de trabajos que tienen propietario. Pues, esta licencia es muy permisiva, asegurando verdadero software libre, los usuarios tienen libertad ilimitada con el software, pudiendo incluso redistribuirlo como no libre, y son fácilmente absorbidas al ser mezcladas con licencias GNU GPL.

1.6.1.1.3 Licencias NPL - MPL y derivadas

La Netscape Public License fue desarrollada por Netscape, cuando lanzó su producto de Código Fuente Abierto Netscape Navigator, actualmente Mozilla, creándose con esto Mozilla Public License. La NPL (luego la MPL) se encargaba de algunos puntos que no fueron tenidos en cuenta por las licencias BSD y GNU. Siendo las NPL adyacentes a la licencia estilo BSD, pero perfeccionada. La NPL es Software Libre, pero toda modificación debe lanzarse bajo la misma licencia. Pero si se desarrollan nuevos módulos de código, pueden lanzarse bajo la licencia MPL o alguna compatible. Hay que tener en cuenta que GPL no es compatible.

1.6.1.1.4 Copyleft

Es la forma de hacer un programa de software libre y cualquier modificación y redistribución sean también software libre. Garantiza que el usuario mantenga su libertad. Para hacer un programa copyleft, primero se declara que está bajo los derechos de autor, añadiendo cláusulas de distribución, que son un instrumento

legal para tener derecho de usar, modificar y redistribuir el código fuente del programa o de cualquier programa derivado de éste.

1.6.1.2 DISTRIBUCIONES LINUX.

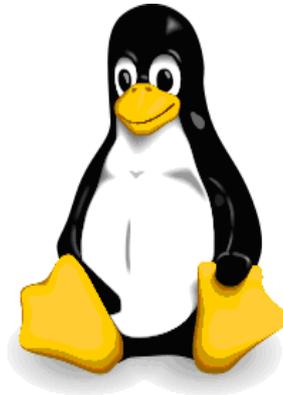


Figura 1.7. La mascota de Linux. [20]

Cada distribución tiene un núcleo Linux, con bibliotecas y herramientas del proyecto GNU.

La distribución GNU/Linux son todas las variantes del sistema operativo que incorpora paquetes de software que satisfacen las necesidades de un grupo específico de usuarios, dando versiones domésticas, empresariales y para servidores. Muy pocas veces tienen aplicaciones o controladores propietarios.

Algunas distribuciones que se encuentran comercialmente son: Centos (Red Hat), Ubuntu (Canonical Ltd.), Mandriva.

Se realizará una valoración comparativa que va a estar asignada de acuerdo al anexo A, y así mediante el método ieee 830 seleccionar el software [24].

1.6.1.2.1 Mandriva



Figura 1.8. Símbolo de Mandriva. [21]

Mandriva Linux (antes Mandrake), es de origen Frances, pero con un soporte multilinguaje, por lo que al instalarla se puede usar en su idioma natal, es una distribución muy popular para servidores y estaciones de trabajo por ser muy fácil de usar, muy actualizada, y consiste en el software más reciente, por lo que en ocasiones puede causar problemas de estabilidad.

Mandriva ya que tiene una gran cantidad de aplicaciones gráficas útiles para una configuración del sistema en forma grafica es considerado como una de las mejores distribuciones Linux para novatos.

El escritorio más utilizado y que esta por defecto en la instalación es KDE (K Desktop Environment, Entorno de Escritorio K, que es un entorno de escritorio e infraestructura de desarrollo). También se incluye GNOME (entorno de escritorio e infraestructura de desarrollo para sistemas) pero esto se escoge en la instalación. La última versión estable es, Mandriva Discovery 2006.

Características	Detalles	Valoración ^(*)
Arquitecturas Soportadas	I386, IA64, AMD64, SPARC, HPPA, S390.	2
Requisitos de Hardware Mínimos	Modo texto: Procesador: 166 MHz Pentium, Memoria: 64MB, Disco Duro: 620 MB. Modo gráfico: Procesador: 400 MHz Pentium, Memoria: 128 MB, Disco Duro: 620 MB.	3
Licencia	Licencia GNU-GPL, pero incluye controladores propietarios.	2
Instalador Global	El instalador global bueno y bien diseñado, fácil de acceder a configuraciones avanzadas como modo experto en la totalidad de las configuraciones, considerado como el más fácil de instalar de todas las distribuciones de Linux.	3
Manejo del Sistema Basado en Consola	El sistema de administración de consola es una herramienta gráfica, disponible también en modalidad semi-gráfica. Es muy útil durante el uso de la consola remota ssh pero tiene sus limitaciones.	2
Cantidad de Paquetes	Cuenta con un repositorio de paquetes muy grande alrededor de 16000 paquetes. Hay una opción para añadir repositorios de lugares alternativos.	3
Velocidad del Sistema de Arranque	La velocidad de arranque es rápida (de 40 a 50 segundos) debido a la utilización de pinit que es un script para la optimización de arranque utilizada desde el 2007.	3
Velocidad de Respuesta del Sistema	Tiene una velocidad promedio. Ya que Mandriva no se ha optimizado para dar una respuesta rápida, es el precio a pagar por la comodidad y mucha automatización.	1
Centro de Seguridad	Es igualmente sencillo, sin embargo, la seguridad no es el principal objetivo de Mandriva ya que tienden a dar facilidad de uso, por lo tanto, no es tan seguro por defecto.	1
Estabilidad y Madurez	Mandriva por lo general se mantiene muy al día. Esto causa problemas de estabilidad.	1
Documentación	Cuenta con varias comunidades en algunos idiomas, la página oficial cuenta con documentación y acceso a foros.	2

Tabla 1.7. Valoración cuantitativa de características técnicas de distribuciones de Mandriva.

^(*)La valoración comparativa se asigna de acuerdo al ANEXO A.

1.6.1.2.2 Ubuntu



Figura 1.9. Símbolo de Ubuntu. [22]

Ubuntu es una distribución GNU/Linux patrocinado por Canónica Ltda. Empresa privada y financiada por Mark Shuttleworth. Sistema operativo enfocado a ordenadores de escritorio, aunque también da soporte para servidores.

El escritorio GNOME es la interfaz de usuario que más se usa en Ubuntu que es muy coherente y estética. Adicionales se incluyen algunos paquetes de código abierto, como OpenOffice (herramientas como procesador de textos, hoja de cálculo, presentaciones, herramientas para el dibujo vectorial y base de datos.), Firefox (navegador de Internet libre y de código abierto) y GIMP (GNU-Image Manipulation Program, Programa de Manipulación de Imágenes GNU).

El sistema tiene la facilidad de detectar y utilizar dispositivos móviles como, memorias USBs, cámaras digitales, tarjetas de memoria, dispositivos inalámbricos.

Características	Detalles	Valoración ^(*)
Arquitecturas Soportadas	I386, IA64, AMD64.	1
Requisitos de Hardware Mínimos	Modo texto: Procesador: 400 MHz Pentium, Memoria: 192MB, Disco Duro: 450MB. Modo gráfico: Procesador: 800 MHz Pentium, Memoria: 256MB, Disco Duro: 2GB.	2
Licencia	El Software básico es libre (GNU GPL), incluye paquetes con propietario.	2
Instalador Global	El programa de instalación es rápido y con pocas preguntas. Añade pocas pantallas para el modo experto, elimina algunas en modo principiante, con personalización limitada.	1
Manejo del Sistema Basado en Consola	El paquete de herramientas de configuración llamado debconf, es muy útil, proviene del proyecto Debian y está disponible en las herramientas de configuración estándar de Debian.	3
Cantidad de Paquetes	Existen repositorios oficiales, con más de 10000 paquetes específicos, construido y soportado por su equipo de desarrollo.	2
Velocidad del Sistema de Arranque	Considerando la selección de los servicios y la configuración por defecto el arranque tiene un tiempo promedio de 1 minuto.	2
Velocidad de Respuesta del Sistema	Cuenta con configuraciones especiales de optimización habilitadas manualmente, especialmente utilizadas en estaciones de trabajo.	3
Centro de Seguridad	Todos los paquetes de seguridad incluyendo los paquetes de protección de memoria y núcleo se actualizan a diario, sin embargo, no hay cortafuegos ni herramientas de seguridad de acceso a recursos de red en la instalación por defecto.	2
Estabilidad y Madurez	Ubuntu es basado en Debian, una distribución estable y madura. Sin embargo, Ubuntu incluye software adicional y las situaciones de inestabilidad pueden ocurrir.	2
Documentación	Se puede obtener fácilmente la documentación necesaria, desde varias fuentes, como: la página oficial del proyecto, las comunidades y los manuales del sistema.	2

Tabla 1.8. Valoración cuantitativa de características técnicas de distribuciones de Ubuntu.

^(*)La valoración comparativa se asigna de acuerdo al ANEXO A.

1.6.1.2.3 Centos



Figura 1.10. Símbolo de Centos. [23]

CentOS (Community ENTERprise Operating System) es una distribución clonada a nivel binario de la distribución Linux Red Hat Enterprise Linux (RHEL), cambiado y compilado por voluntarios de la comunidad a partir del código fuente liberado por Red Hat, años atrás.

Red Hat Enterprise Linux es un software libre y con código abierto, que se lo distribuye en formato binario solamente a suscriptores pagados.

Red Hat libera todo el código fuente bajo los términos de la Licencia pública general de GNU al público. Personas que desarrollan software libre usan el código fuente para crear uno muy similar al Red Hat Enterprise Linux, llamándolo CENTOS que se encuentra libremente disponible para ser bajado y usado por el público, pero no es asistido por Red Hat. CentOS, usa yum para bajar e instalar las actualizaciones.

A través de la distribución CentOS se ha podido crear productos como la PBX Asterisk similares a la empresa Red Hat que es libre y disponible para la transferencia directa.

Características	Detalles	Valoración (*)
Arquitecturas Soportadas	I386, IA64, AMD64, SPARC, HPPA, S390, POWERPC, ALPHA.	3
Requisitos de Hardware Mínimos	Modo texto: Procesador: 200 MHz Pentium, Memoria: 128MB, Disco Duro: 1 GB. Modo gráfico: Procesador: 400 MHz Pentium, Memoria: 512 MB, Disco Duro: 1 GB.	3
Licencia	Software GNU GPL en su totalidad.	3
Instalador Global	Instalador muy desarrollado, similar a Red Hat. Utiliza Anaconda para el proceso de instalación. Ofrece funciones de instalación personalizada para principiantes y para expertos.	3
Manejo del Sistema Basado en Consola	Centos contiene algunas herramientas de consola que permiten la gestión del equipo de manera integral, incluyen la configuración de la tarjeta de red, audio, video, servicios, etc.	3
Cantidad de Paquetes	El número de paquetes en los discos de instalación es muy completo aunque no tan extensos como los de sus competidores. Cuenta con repositorios activados: kbs-CentOS-Extras, update, rpmforge, base, contrib, addons, extras. El número de paquetes reportados por yum es 5785.	1
Velocidad del Sistema de Arranque	El tiempo de arranque depende de su configuración y de los servicios activados, si se configura adecuadamente se puede lograr un sistema de arranque rápido (de 1 a 2 minutos).	2
Velocidad de Respuesta del Sistema	La velocidad de respuesta es bastante buena. Se realizan configuraciones manuales especiales para su optimización ya sea para uso de escritorio o de servidor.	3
Centro de Seguridad	Ofrece varias características de seguridad similares a Red Hat, como son: permitir el acceso a nuevas herramientas de seguridad a nivel chip y memoria. La desventaja es que necesita parches oficiales para vulnerabilidades detectadas.	3
Estabilidad y Madurez	La estabilidad característica importante de esta distribución, que se basa en paquetes de software probado que aseguran su funcionamiento adecuado para ambientes empresariales.	3
Documentación	Existe documentación muy variada, especialmente del proyecto Red Hat, y por la comunidad de desarrolladores.	3

Tabla 1.9. Valoración cuantitativa de características técnicas de distribuciones de Centos.

(*) La valoración comparativa se asigna de acuerdo al ANEXO A.

1.6.1.3 SOFTWARE LIBRE PARA TELEFONÍA

1.6.1.3.1 ASTERISK

Asterisk permite conectividad en tiempo real entre las redes PSTN y redes Voip, pero para conectarse a la red telefónica tradicional debe añadir el correspondiente periférico dedicado.

Algunas aplicaciones que pueden estar presentes gracias al software Asterisk al realizar la conexión de llamadas de entrada con las llamadas de salida u otros usuarios de asterisk son por ejemplo el VoiceMail (correo de voz), Meetme (conferencia), entre otras. Para ver las aplicaciones disponibles en Asterisk se usa el comando "show applications" en la interfase de la línea de comando de asterisk.

Característica	Detalles	Valoración (*)
Funcionalidades y características	Central telefónica que permite a teléfonos conectados a la central se comuniquen entre ellos y comunicarse con la red telefónica tradicional.	3
Autores	Creado por el Estadounidense Mark Spencer (Digium)	1
Compatibilidad a Periféricos PCI	Asterisk soporta varios periféricos dedicados a diferentes aplicaciones, que se conectan en puertos PCI o algún otro tipo de puerto del equipo.	2
Códec y Conversores	G.711 - G.723.1 - G.726 - G.729 - GSM - iLBC - LPC10 - Speex - ADPCM	2
Protocolos de señalización	H323, IAX e IAX2, MGCP, MODEM, NBS, Phone, SIP, Skinny, VOFR, VPB, ZAP, Unicall	2
Sistema Operativo	Corre sobre plataforma Linux que es la más estable, robusta y segura en la que se usa.	2
Requisitos de Hardware	Procesador de 500MHZ o superior. Mínimo 256MB de memoria RAM. Disco duro de 10GB.	2
Administración	Posee consola para administración	2
Facilidad de uso	Complejo	1
Flexibilidad	De gran tamaño, potente y flexible que sigue creciendo e integrando más funcionalidades cada día	2

Tabla 1.10. Valoración cuantitativa de características técnicas de Asterisk.

(*)La valoración comparativa se asigna de acuerdo al ANEXO A.

1.6.1.3.2 ELASTIX

Implementado gran parte de su funcionalidad sobre 4 programas de software como son Asterisk, Hylafax, Openfire y Postfix. Estos brindan las funciones de PBX, Fax, Mensajería Instantánea y Correo electrónico respectivamente.

Algunas aplicaciones que soporta tenemos:

- Soporte para videop. Se puede usar videollamadas con Elastix.
- Soporte para virtualización. Es posible correr múltiples máquinas virtuales de Elastix sobre la misma caja.
- Interfaz web para el usuario, realmente amigable.
- "Fax - email". También se puede enviar algún documento digital a un número de fax a través de una impresora virtual.
- Interfaz para tarifas.
- Configuración gráfica de parámetros de red.
- Reportes de uso de recursos.
- Opciones para reiniciar/apagar remotamente.
- Reportes de llamadas entrantes/salientes y uso de canales.
- Módulo de correo de voz integrado, mediante interfaz web.
- Módulo de panel operador integrado.
- Sección de descargas con accesorios comúnmente usados.
- Interfaz de ayuda embebido.
- Servidor de mensajería instantáneo (Openfire) integrado.
- Soporte Multi-lenguaje.
- Servidor de correo integrado incluye soporte multi-dominio.

Característica	Detalles	Valoración (*)
Funcionalidades y características	Software aplicativo que integra las mejores herramientas disponibles para PBXs basados en Asterisk.	3
Autores	Creado y actualmente es mantenido por la compañía ecuatoriana PaloSanto Solutions	2
Compatibilidad a Periféricos PCI	Compatible con un sin número de marcas de equipos	2
Codecs y Conversores	G.711 - G.723.1 - G.726 - G.729 - GSM - iLBC - LPC10 - Speex - ADPCM	2
Protocolos de señalización	H323, IAX e IAX2, MGCP, MODEM, NBS, Phone, SIP, Skinny, VOFR, VPB, ZAP, Unicall.	2
Sistema Operativo	Corre sobre plataforma Linux que es la más estable, robusta y segura en la que se usa.	2
Requisitos de Hardware	400Mhz Pentium II PC o mejor 256MB RAM o mejor Espacio de disco mínimo de 8 GB.	2
Administración	Contiene herramientas administrables bajo una interfaz Web.	2
Facilidad de uso	Interfaz simple y fácil de usar.	2
Flexibilidad	Es confiable, modular, robusto y flexible	2

Tabla 1.11. Valoración cuantitativa de características técnicas de Elastix.

(*)La valoración comparativa se asigna de acuerdo al ANEXO A.

1.6.1.3.3 TRIXBOX.

Es un software de código abierto, con varios beneficios como son:

- Contestador Automático (IVR)
- Seis idiomas
- Integración con Outlook
- Buzón de voz
- Mensajes de voz a email
- Scheduler.
- Teléfonos analógicos e IP.
- Panel de control web.
- Reportes y monitorización.
- Puentes para conferencias.

Característica	Detalles	Valoración (*)
Funcionalidades y características	Tiene la particularidad de ser una central telefónica (PBX) por software basada en la PBX Asterisk de código abierto	3
Autores	Realizado por la empresa mexicana Trixbox sa.	1
Compatibilidad a Periféricos PCI	Facilidad de uso con diferentes tipos de marcas.	2
Codecs y Conversores	ADPCM - G.711 - G.722 - G.723.1 - G.726 - G.729 - GSM - iLBC	1
Protocolos de señalización	IAX e IAX2 , H.323 , SIP , MGCP, SCCP	2
Sistema Operativo	Es basada en el Sistema Operativo GNU Linux Centos.	2
Requisitos de Hardware	Pentium III de 500MHz 256MB de RAM 8GB en disco	1
Administración	Posee una cómoda, sencilla y fácil de usar consola con interfaz web.	2
Facilidad de uso	Fácil de usar	2
Flexibilidad	Muy flexible a nuevas aplicaciones	2

Tabla 1.12. Valoración cuantitativa de características técnicas de Trixbox.

Luego de estudiar las características más importantes de las arquitecturas Linux y del software para telefonía, se pudo obtener valoraciones necesarias para el dimensionamiento del software que se realizará en el capítulo 3, utilizando la norma IEEE 830 para la selección del software.

(*)La valoración comparativa se asigna de acuerdo al ANEXO A.

CAPÍTULO 2

SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE LA EMPRESA

CONECTIVIDAD GLOBAL

2.1 INTRODUCCIÓN.

En la actualidad las compañías sean grandes o pequeñas, para su desarrollo están creando mecanismos de comunicación, tanto dentro como fuera de las mismas, implementando redes y equipos que permiten optimizar los recursos y abaratar costos en la transmisión de voz.

En este capítulo se realizará una descripción y análisis de la red actual de la empresa Conectividad Global Cía. Ltda., en donde los datos alcanzados son el resultado de la obtención de la información en colaboración del administrador de la red de la empresa y el personal técnico.

Esta información obtenida será analizada para determinar requerimientos, necesidades y detectar falencias para soportar el servicio de telefonía IP, como ancho de banda, latencias, rendimiento, jitter; estableciendo el punto de partida para el proceso de dimensionamiento del equipo para proporcionar telefonía IP a la empresa.

2.2 ANTECEDENTES

La empresa Conectividad Global Cía. Ltda., busca atender las necesidades tecnológicas educacionales y empresariales proporcionando servicios de calidad y mejora continua de nuestros servicios, obteniendo plena satisfacción de los mismos, mediante la integración de un equipo de trabajo capacitado. [25]

Conectividad Global, es una empresa privada, que se dedica a la compra, venta, generación, producción e implementación de software; asesoramiento, gestión, instalación, configuración y mantenimiento de equipos de cómputo y de

conectividad; diseño, desarrollo y producción de sitios web y multimedia, con su respectiva instalación y mantenimiento; soluciones creativas y de vanguardia en el diseño de logotipos y papelería convencional. Estas funciones las realizan para entidades educativas y comerciales, tanto públicas como privadas, proporcionando servicios de intranet a sus clientes, su respectiva capacitación de las aplicaciones que vayan a usar y realizando el mantenimiento y monitorización de enlaces de telecomunicaciones necesarios para el desarrollo de estas aplicaciones.

Los servicios actuales de Hosting y Housing tienen espacio físico dedicado en un Data Center que tiene equipos rackeables y no rackeables ubicados en la empresa, que minimizarán los costos de mantenimiento (espacio, personal especializado, acondicionamiento, seguridad y comunicaciones), sistemas y aplicaciones más confiables, seguras y de mejor rendimiento a empresas que utilicen este servicio.

Para brindar un servicio de telefonía IP se ha decidido emprender un proyecto de dimensionamiento de una central para telefonía IP iniciando así el proyecto para el nuevo servicio.

2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE CONECTIVIDAD GLOBAL CÍA. LTDA.

Conectividad Global está conformada por 4 áreas: Gerencia, Departamento de Tecnologías de la Información, Departamento de Diseño Web y Multimedia, Secretaria.

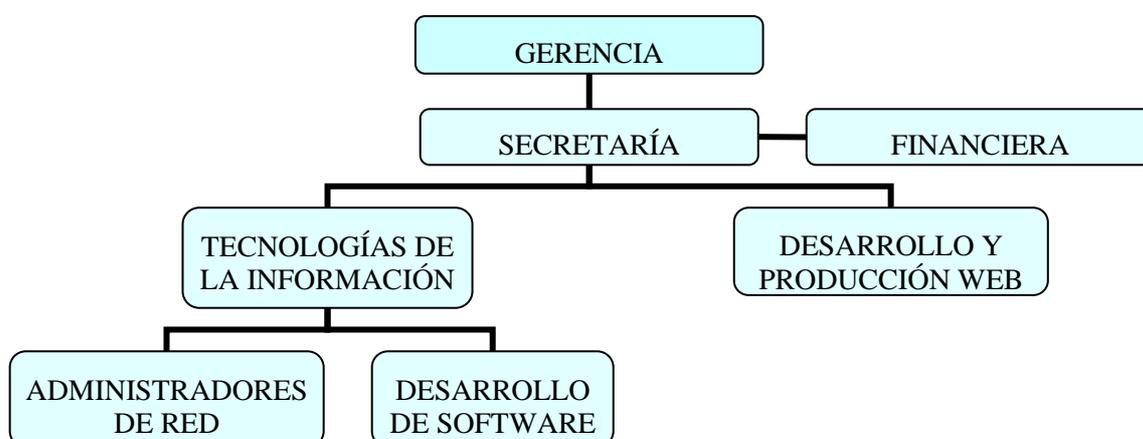


Tabla 2.1. Áreas que conforman Conectividad Global.

- El departamento de Gerencia se encarga de la Administración y coordinación de la empresa Conectividad Global.
- La secretaria se encarga de realizar y recibir llamadas telefónicas, citas con los usuarios, atención al público, mantener en orden el archivo y documentación de la empresa. Conjuntamente con el contador, realizan y llevan los cálculos contables, tributarios y demás obligaciones de la empresa.
- El departamento de Tecnologías de la Información está conformado por dos áreas: Administración de la Red y Desarrollo de Software. Este departamento está integrado por cuatro personas distribuidas de la siguiente manera:
 - Dos personas que desempeñan funciones en el área de Administración de Red, con tareas en administrar diariamente la red local, la red de área metropolitana inalámbrica y la red de servicios que alberga el Data Center. También se encargan de la instalación, configuración y soporte técnico de los dispositivos como: routers, firewalls y switches; servicios DNS (Sistema de Nombres de Dominio), Web, correo electrónico, directorio, Internet, FTP (File Transfer Protocol), video conferencia, etc. También de la instalación, actualización, parcheo y administración diaria de los sistemas operativos de los servidores. Se indica que, junto con el personal del área de desarrollo de software realizan un trabajo coordinado para alcanzar más eficiencia.
 - En el área de Desarrollo de Software, dos personas se encargan de cumplir con las funciones de implementación, personalización y soporte de las aplicaciones desarrolladas en la empresa y también, se encargan de la instalación y capacitación a los operadores de los sistemas en las diferentes instituciones. Además, dan soporte y mantenimiento a las bases de datos de las aplicaciones.
- Las funciones del departamento de desarrollo y producción de sitios web son: realizar análisis de proyectos web o multimedia, diseño gráfico para sitios web, producción de contenidos para la web, diseño de interfaces que permiten al usuario interactuar (navegar) con el sitio, implementación del sitio, instalación y

mantenimiento. Debido a que un sitio web profesionalmente planificado y desarrollado se considera una herramienta de utilidad para la empresa. Este departamento está integrada por una persona que realiza todas estas funciones.

2.3.1 APLICACIONES.

Las aplicaciones que ofrece Conectividad Global Cía. Ltda. a las necesidades de sus clientes, han sido realizadas en el Área de Desarrollo de Sistemas, bajo plataformas Windows, con herramientas de desarrollo como Microsoft Visual .Net 2003 y 2005, en la cual se utiliza el lenguaje de programación conjuntamente con el motor de base de datos SQL Server 2005, que aportan al continuo crecimiento de la interrelación entre la educación y la tecnología.

También mediante programación php-mysql se han creado herramientas que ayudan a mejorar la operación de una empresa. Muchas de estas herramientas han sido software open source modificada y personalizadas para su eficacia en las labores destinadas.

Un conjunto de aplicaciones que han sido elaboradas de igual forma por el área de Desarrollo de Sistemas, como es el Sistema de Gestión Académica Mentor, y la Red Educativa Virtual, que son utilizadas por instituciones educativas, permiten a los padres de familia mantenerse informados de los progresos, logros y falencias de sus hijos, puesto que los padres de familia podrían tener acceso a toda la información referente a las obligaciones, anotaciones y calificaciones de los estudiantes mediante una publicación personalizada vía Web a través del Internet.

2.3.1.1 SISTEMA DE GESTIÓN ACADÉMICA MENTOR (SGAMENTOR)

Este sistema es el más importante en la empresa por su gran difusión en las instituciones educativas y debido a que poco a poco ha ido concentrando mayores beneficios para los profesores, estudiantes y padres de familia.

Es una solución informática que integra una serie de módulos, que han sido desarrollados en función a todos los procesos que desempeñan las Unidades Educativas, consintiendo de esta manera, agilizar dichos procesos y reducir el riesgo de errores en el manejo de la información más relevante para dichas instituciones.

A través de este sistema los padres de familia están totalmente informados de los progresos, logros y falencias de sus hijos, ya que los padres tienen un acceso total a toda la información referente a los estudiantes, sus deberes, calificaciones y anotaciones de los profesores.

Los profesores, secretarías, técnicos pueden cargar su información (como agenda personal, programación de tareas, definir periodos de clase, configurar el número de evaluaciones por periodo, porcentajes de peso en los aportes, entre otros), en el sistema desde cualquier computador con acceso a la red institucional. Los estudiantes pueden conocer sus calificaciones realizando consultas en una interfaz Web desarrollada para ellos.

Esta herramienta se encuentra instalada en cada institución educativa, en un servidor planificado para albergar esta aplicación.

2.3.1.2 VISUAL SOURCE SAFE

Sistema que permite el control de las diferentes versiones del desarrollo del código fuente de las aplicaciones de la empresa, en el nivel de archivos, que admite trabajar en distintas versiones de un proyecto al mismo tiempo. Esta aplicación se encuentra instalada en un equipo de la empresa, dejando el manejo y cambios en las aplicaciones que la empresa utiliza.

2.3.1.3 RED EDUCATIVA VIRTUAL (REV)

Debido a que los padres de familia necesitan llevar un registro del avance de sus hijos, Conectividad Global desarrolló una herramienta que provee la información de las obligaciones, tareas, calificaciones y estado de sus hijos en la institución, en cualquier momento y desde cualquier lugar con acceso a Internet, a través de la infraestructura tecnológica de la empresa y de su red de acceso. El servidor

sga.conectividadglobal.net se encuentra en el Data Center, en espera de solicitudes Web desde Internet.

2.3.1.4 SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS

Este sistema permite manejar proyectos grandes que indica con certeza, cuál es el avance de cada una de las tareas y el rendimiento de cada uno de sus componentes, los logros y cumplimiento de metas y objetivos, que además ayuda asignar recursos, cambiar tiempos y administrar los proyectos desde cualquier computador conectado a Internet.

Es una herramienta basada en php-mysql.

Esta herramienta de administración de proyectos se encuentra instalada en el servidor web.conectividadglobal.net.

2.3.1.5 SISTEMA DE INVENTARIO DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS (SIEE)

Este sistema permite a la empresas tener un correcto y ordenado inventario de todos los equipos que esta posea, dar con certeza las características, ubicación, monitoreo de cada uno de sus dispositivos, en un tiempo más corto. Se administra este sistema desde cualquier computador conectado a Internet.

Es una herramienta basada en php-mysql.

Esta herramienta de administración de proyectos se encuentra instalada en el servidor web.conectividadglobal.net.

2.3.1.6 SISTEMA DE EDUCACIÓN EN LÍNEA

Este sistema utiliza una herramienta Moodle, que es un paquete de software open source, que facilita en la administración de cursos, estudiantes y sitios Web, para la enseñanza en las instituciones educativas.

Este paquete se encuentra instalado en el servidor web.conectividadglobal.net.

2.4 ESTADO ACTUAL DE LA RED

La infraestructura de red con la que actualmente operan los servicios, se basa en un esquema topológico físico en estrella.

Para el análisis del estado de red se ha separado en dos partes: la red de acceso a Internet de los usuarios, y la red del Data Center.

La subred pública proporcionada por el proveedor de servicios de Internet (ISP) TVCable, conforma la red del Data Center. La última milla del ISP es una conexión que emplea cable módem.

Otra subred pública proporcionada por el proveedor de servicios de Internet (ISP) Telmex, conforma la red de acceso a Internet de los usuarios de Conectividad Global. Este proveedor igualmente utiliza cable modem para proporcionar este servicio de Internet.

El cable modem ofrece una amplia gama de velocidades sin necesidad de cambiar la tecnología. Comparte el ancho de banda proporcionado por una línea coaxial entre varios usuarios.

Los modems se conectan en las instalaciones del Data Center ubicado en la Calle José Félix Barreiro E10-221 y avenida Eloy Alfaro, a los switchs conectados en cascada, lo que permite tener una mayor cantidad de puertos y así poder distribuir las distintas direcciones IP públicas asignadas por los proveedores.

Las direcciones IP públicas se utilizan con fines diferentes. A cada una de ellas se la asocia con un firewall básico que realiza tareas de re-direccionamiento de puertos, NAT (Traslación de Direcciones de Red) y enrutamiento. A éste se le añaden servicios como DNS, correo electrónico, web, transferencia de archivos (FTP).

La red de acceso a Internet permite a los usuarios/clientes de Conectividad Global, acceder a Internet y a los recursos y servicios que ésta ofrece.

La red del Data Center está formada por la red 172.20.0.0/24, brinda servicios de intranet, con plataformas de software libre Linux y aplicaciones propias de la

empresa que se ofrecen a las diferentes instituciones y clientes, como son: correo electrónico, páginas web, sistema de gestión académica entre otras.

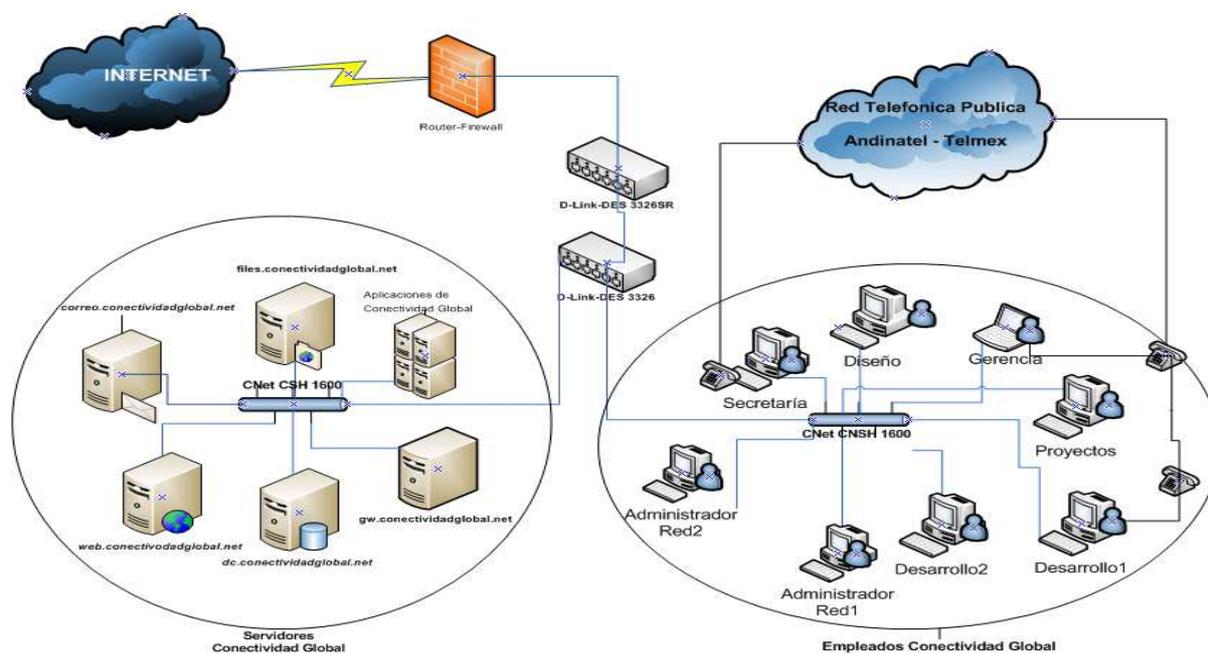


Figura 2.1. Diagrama de la red de Conectividad Global.

2.4.1 INFRAESTRUCTURA DE RED

La infraestructura de red del Data Center de Conectividad Global, utiliza el protocolo para capa de enlace de datos Ethernet, donde los dispositivos de conectividad se comunican entre si, a través de un cableado estructurado que utiliza cable UTP categoría 5e.

2.4.1.1 DISPOSITIVOS DE CONECTIVIDAD.

Los equipos de conectividad permiten la transferencia de información a nivel de capa 2 y 3 de acuerdo al modelo ISO/OSI (Open System Interconexión - estandarización internacional de protocolos de comunicación.), que la empresa actualmente usa:

Los routers-firewalls que no son un hardware determinado para ese trabajo, sino es una PC (Computadora Personal) o servidores configurados para esa labor, donde tiene instalado Centos 5.2, en el cual corre un script de IPTables, que es un sistema de firewall vinculado al kernel de linux. Permite añadir, borrar, o crear reglas, para

interconectar las diferentes redes a Internet, y restringir el acceso a intrusos. Por ello un firewall de iptables no es sino un simple script de shell en el que se van ejecutando las reglas de firewall. Este dispositivo se ha implementado sin realizar un planeamiento de capacidad, con lo que se han activado servicios y aplicaciones innecesarias que el sistema instala por defecto e iniciadas en el arranque del equipo, desperdiciando recursos de hardware. También no tienen suficiente capacidad de procesamiento para tener un aceptable rendimiento.

La arquitectura actual de red también tiene dispositivos de capa dos de baja y alta capacidad, como son los swichts DLINK DES-1024D y DES-1016D que están funcionan en forma de cascada, aumentando el número de puertos para la conexión de los diferentes dispositivos y de los grupos de trabajo en una red LAN y para el acceso al Internet por parte de los usuarios.

En la tabla 2.2 se listan todos los dispositivos de conectividad del data center.

Función	# puertos	Enlace	Capa modelo OSI	VLAN	Puerto Gb ethernet	Port Trunk	Router
CNet Port 8	8	LAN	2	-	-	-	-
CNet CNSH 1600	16	LAN	2	SI	-	Si	-
CNet CSH 1600	16	LAN	2	-	-	Si	-
D-Link-DES 3326SR	24	WAN	2 y 3	Si	Si	Si	RIP v1/v2, OSPF v2
D-Link-DES 3326	24	WAN	2 y 3	Si	Si	Si	RIP v1/v2, OSPF v2
DLINK DES-1005D	8	LAN	2	-	-	-	-
Advantek ANS-08P	8	LAN	2	-	-	-	-
PC Linux router1	2	WAN	3	-	-	-	-
PC Linux gw.conectividadadglobal.net	2	WAN	3	-	-	-	-

Tabla 2.2 Características de los equipos de conectividad en la red.

2.4.1.2 SERVIDORES

Los servidores de la empresa que tienen características especiales como CPU más rápida, gran capacidad de memoria RAM, mayor capacidad de almacenamiento, redundancia en las fuentes de poder, en las conexiones de red y en dispositivos de almacenamiento.

Debido a que hay servidores que no tienen algún tipo de sistema de almacenamiento avanzado, es decir, no son tolerantes a fallas, es necesario realizar el correcto respaldo de la información periódicamente.

Servidores que se usan en la red interna de la empresa tenemos:

2.4.1.2.1 Servidor de correo

correo.conectividadglobal.net

Proporciona el servicio de correo electrónico a través del programa comercial CommuniGate Pro Communication Server versión 5.1-10. Trabaja para varios dominios entre los cuales están conectividadglobal.net, ree.com.ec, cia.ec, mcerere.edu.ec, Brasil.edu.ec, colegiolo spinos.ec, commoval.org, imexporinternacional.com.

Este equipo tiene tres particiones de volúmenes lógicos, Logical Volume Management (LVM); y una partición ext3 para el punto de montaje /boot.

LVM son siglas de Logical Volume Manager, gestor de volúmenes lógicos, herramienta potente que permite separar entre la estructura típica de un sistema y los discos.

2.4.1.2.2 Servidor router-firewall

Este servidor permite el acceso a los sitios web y el redireccionamiento del tráfico desde y hacia el servidor de correo.

Tiene dos interfaces de red Ethernet físicas y dos interfaces virtuales que permiten el enrutamiento entre las diferentes redes del Data Center. Esto se realiza a través de

rutas estáticas que permiten el reenvío de paquetes desde/hacia las diferentes subredes.

Tiene la función de NAT (Network Address Translation), que junto con iptables acceden a la comunicación de los servicios basados en TCP/IP.

Iptables, es una herramienta de cortafuegos (firewall) que permite no solamente filtrar paquetes, sino que también realiza la traducción de direcciones de red.

2.4.1.2.3 Servidor WEB

web.conectividadglobal.net

Este equipo aloja los sitios Web de las diferentes instituciones educativas y comerciales. La mayoría de páginas están diseñadas en Joomla que es un sistema de gestión de contenidos de código abierto, potente y versátil que permite organizar y facilitar la creación de aplicaciones web y otros documentos en forma cooperativa.

2.4.1.2.4 Servidor Controlador de Dominio

dc.conectividadglobal.net

El equipo "Domain Controller" permite la administración de los usuarios y equipos del dominio conectividadglobal.net. Tiene configurado Active Directory, término de Microsoft que implementa el servicio de directorio, para ser utilizado en entornos windows. Ayuda a mantener una serie de objetos relacionados con componentes de la red, como usuarios, grupos de usuarios, permisos y asignación de recursos y políticas de acceso a la información de la empresa.

2.4.1.2.5 Servidor TestServer

testserver.conectividadglobal.net

Este equipo almacena las diferentes versiones generadas del Sistema de Gestión Académica (SGA). Mediante este programa se obtienen los instaladores de las nuevas versiones del SGA. También sirve para realizar pruebas de funcionamiento, pudiendo desarrollar nuevos requerimientos en la aplicación SGA a través de Visual

Source Safe. Este software está instalado en el sistema operativo de Windows Server 2003 Enterprise Edition.

2.4.1.2.6 Servidor SGA

sga.conectividadglobal.net

Servidor con sistema operativo Windows Server 2003 Enterprise Edition. Permite la interacción de los usuarios de las instituciones con el sistema SGA.

2.4.1.2.7 Servidor de Archivos

files.conectividadglobal.net

Permite la transferencia de archivos en la red interna de empleados de Conectividad Global y en las visitas e instalaciones remotas en los clientes a través de la intranet.

2.4.1.2.8 Servidor DNS

gw.conectividadglobal.net

Trabaja como un router, permitiendo la salida a Internet a los usuarios de la empresa, además tiene funciones de firewall básico bloqueando puertos, actúa como DNS local y de caché.

2.4.1.2.9 Servidor Demo-APL-Radio

Equipo en el que se encuentran algunas aplicaciones demos de nuevos servicios que se intentan vender. Es decir un servidor que sirve para el área de proyectos.

A continuación se muestra el cuadro 2.3 con las características principales de los servidores.

Servidor	Sistema Operativo	Procesador	RAM Mbytes	Discos		
correo.conectividadglobal.net	Centos 5.0	2 x Cpu: Intel Pentium III (Katmai) 900MHz	1024	68GB	17G B	17G B
router-firewallrouter	Red Hat Enterprise Linux AS release 4	Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 1.50GHz	256	30 GB		
web.conectividadglobal.net	Centos 5.0	2 x Cpu Intel(R) Pentium(R) III CPU family 1266MHz	512	74.54G B		
dc.conectividadglobal.net	Microsoft Windows Server 2003 Enterprise Edition	Dual Intel Pentium II, 450 MHz (4.5 x 100)	320	80GB		
testserver.conectividadglobal.net	Microsoft Windows Server 2003 Enterprise Edition Service Pack 1	Intel Pentium 4, 2800 MHz (21 x 133)	512	80 GB		
sga.conectividadglobal.net	Microsoft Windows Server 2003 Enterprise Edition Service	Quad Intel Pentium III Xeon, 550 MHz	1024	18 GB	18 GB	
files.conectividadglobal.net	Centos 5.0	2 x Intel(R) Pentium(R) III CPU family 1266MHz	512	74GB		
gw.conectividadglobal.net	Centos 5.0	Intel Pentium III (Katmai) 500MHz	512	8GB		
Demo.apl.radio	Windows 2000	Intel Celeron P4 2GHZ	256	6GB		

Tabla 2.3. Características principales de los servidores.

2.4.1.3 EQUIPOS DE ESCRITORIO.

2.4.1.3.1 Gerencia

Equipo con sistema operativo Windows XP, e instalado el software Office 2003, que le permitan tener un mejor tratamiento de informes, memorandos, cartas, correo que se refieren al control y administración de la empresa.

2.4.1.3.2 Secretaria/Financiero

Equipo con sistema operativo Windows XP, con aplicativos básicos (antivirus, Internet Explorer, Adobe Acrobat), y el Office 2003, con los formatos de oficios, cartas, solicitudes, afiches, volantes, y agenda con las citas y los números telefónicos de los usuarios. Además contiene documentación que lleva los cálculos contables, tributarios y demás obligaciones de la empresa.

2.4.1.3.3 Diseño

Equipos con sistema operativo Windows XP, con service pack 3, con Microsoft Net Framework 1 y 2, Adobe Reader 9.1, plugins de Java, plugins de Adobe Flash Player y Activex, Internet Explorer actualizado, Adobe Flash, para realizar diseño gráfico para sitios web, producción de contenidos para la web, diseño de interfaces que permiten al usuario interactuar (navegar) con el sitio, implementación del sitio, instalación y mantenimiento.

2.4.1.3.4 Desarrollo de software

Son dos equipos con sistema operativo Windows XP, con service pack 3, con Microsoft Net Framework 1 y 2, Office 2003, Microsoft SQL Server 2005, con el componente de Windows Internet Información Server, las aplicaciones como Sistema de Gestión Académica, Red Educativa Virtual, Sistema de Seguimiento de Proyectos y mas para poder dar el soporte adecuado a los usuarios que tienen este servicio.

2.4.1.3.5 Administración de Red

Son dos equipos con sistema operativo Windows XP, con service pack 3, con Microsoft Net Framework 1 y 2, con softwares como el Office 2003, Putty, Winscp, Adobe Acrobat, plugins de Java o Flash Player, Internet Explorer actualizado, que van a permitir realizar las tareas de administración diaria de la red local sea inalámbrica y la red de servicios que alberga el Data Center.

A continuación se muestra el cuadro 2.4 con las características principales de los equipos que se tienen en Conectividad Global.

Equipo	Procesador	RAM (Mbytes)	Discos	
Gerencia	Intel Core Duo Celeron 1.6Ghz	512	80 GB	
Secretaria/Financiero	Intel Celeron 400Mhz	256	40GB	
Diseño	Intel Core 2 Duo 2.5Ghz	1024	160GB	40GB
Desarrollo de software	Intel Core 2 Duo 2.5Ghz	1024	160GB	40GB
Desarrollo de software	Intel Core 2 Duo 2.5Ghz	1024	80 GB	40 GB
Administración de Red	Intel Pentium 4 1.5Ghz	512	40 GB	20 GB
Administración de Red	AMD Sempron 1.6 Ghz	512	80 GB	

Tabla 2.4. Características principales de los equipos.

2.4.1.4 SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

El cableado estructurado de la empresa fue realizado por el personal del área de Administración de Redes. El cable usado es UTP categoría 5e con la norma EIA/TIA 568B, en el que está tomado en cuenta, distancias máximas y mínimas del tendido del cable, que se recomiendan en la norma para los cables UTP de cuatro pares, categoría 5e.

El tendido del cable en el Data Center se encuentra sobre el techo falso, para conectar los servidores y equipos de conectividad con los patch panels hacia los

computadores del personal. El cable que sale del Data Center se encuentra organizado en canaletas decorativas que se ubican en la parte inferior de cada una de las paredes donde se necesita puntos de red. El patch panel está compuesto por 48 puertos en los que se conecta todos los dispositivos de conectividad, los computadores del personal y los servidores. El patch panel está ubicado en un rack de comunicaciones.

En cada puesto de cada usuario se encuentran 2 puntos de red.

Usuario	# de puertos en cada puesto de trabajo
Gerencia	2
Secretaria/Financiero	2
Diseño	2
Desarrollo de software	2
Desarrollo de software	2
Administración de Red	2
Administración de Red	2
Total	14

Tabla 2.5. Número de puntos de red en cada puesto de usuario.

Donde se tiene un total de 14 puertos para los usuarios de la Empresa Conectividad Gobal S.A. De los cuales 7 puertos se encuentran utilizados para la conexión de sus equipos a la red.

2.5 ANÁLISIS DEL SERVICIO TELEFÓNICO.

Se va a realizar el análisis del servicio telefónico del que dispone la empresa Conectividad Global. Con este análisis se conocerá las necesidades de los usuarios y se establecerá si estas necesidades van a ser resueltas con telefonía IP.

La empresa dispone actualmente de 2 líneas telefónicas.

La una línea telefónica provista por Andinatel presta servicios para realizar llamadas locales, provinciales, llamadas a celular, envío y recepción de fax.

La otra línea telefónica proporcionada por el proveedor Telconet da los servicios para llamadas locales y llamadas a celular.

También dispone de una central telefónica celular que funciona con un chip (sim card) GSM (Group Special Mobile – Sistema Global para las comunicaciones Mviles) de cualquier operadora (Porta, MoviStar, Alegre), pero se le utiliza con el chip de la operadora Porta, la cual es utilizada para realizar llamadas a celular que estén en la Operadora Porta, para localizar de forma urgente a algunos de los técnicos o personal de la empresa, que no se encuentran dentro de las instalaciones de la empresa.

Las llamadas recibidas en cualquiera de las dos líneas telefónicas, realizadas por usuarios (padres de familia, o estudiantes de colegios que tienen el servicio SGA y SGAV) pidiendo soporte, de cómo ingresar al sistema, olvido de claves, o problemas en el sistema, el mismo que da servicio todo el día laborable de 9 de la mañana a 6 de la tarde.

2.5.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se puede decir que la metodología de investigación permite descubrir, averiguar, estudiar, dar explicaciones mediante un método sistemático a las diferentes preguntas que se tiene en una investigación [26].

Mediante una investigación de campo que se sustenta en base a entrevistas, cuestionarios, encuestas, observaciones entre otras, se tendrá una metodología de contacto directo con el objeto a estudiar.

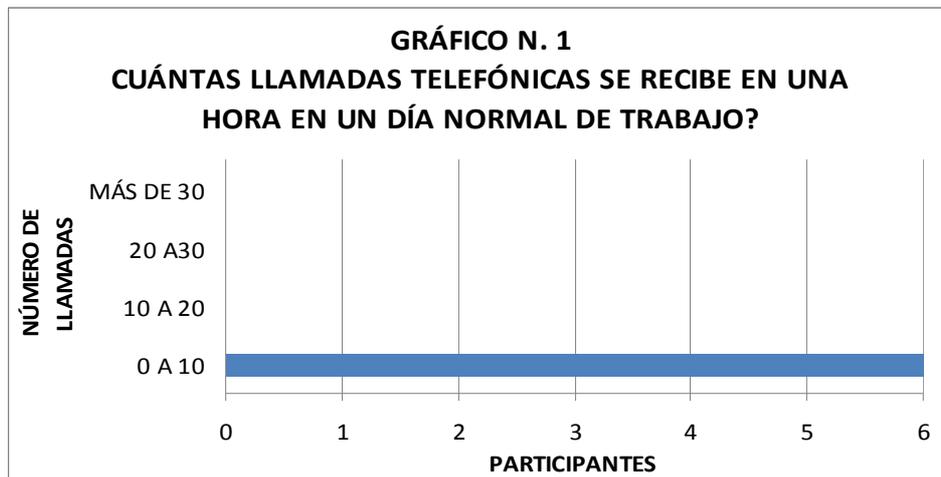
Se realizó una encuesta al personal de la empresa para hacer un estudio más a fondo de las llamadas (6 personas). Mediante esta investigación de campo que se

sustenta en base a encuestas, vamos a tener una metodología de contacto directo con el objeto a estudiar. Y para poder tener un estudio más minucioso y más exacto, durante una estadía de 5 días en la empresa se va a realizar un análisis de todas las llamadas telefónicas diarias.

2.5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS.

El análisis de resultados de la encuesta se va a realizar pregunta por pregunta debido a que varias de estas tienen 2 o más respuestas. En donde la plantilla de la encuesta realizada al personal de la empresa se encuentra en el ANEXO B.

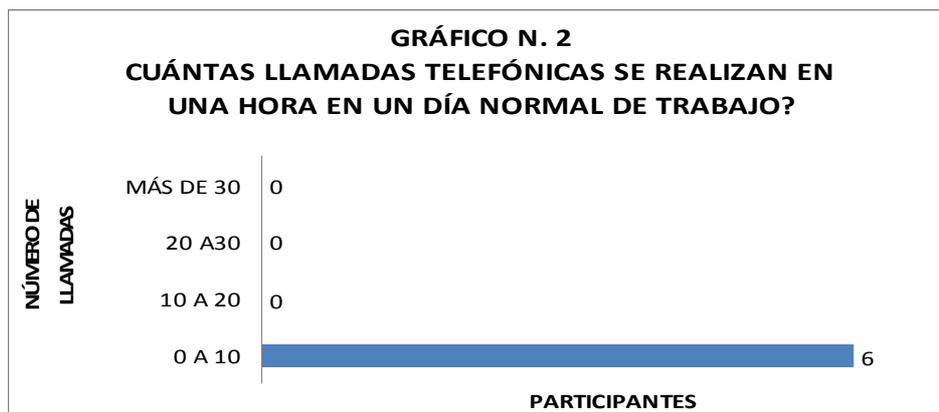
Pregunta 1:



Fuente: Tablas
Elaborado Por: Marco Vasco

El número de llamadas telefónicas que se reciben en una hora en un día normal de trabajo, se encuentra una frecuencia de un 100% de 0 a 10 llamadas en relación a las demás opciones.

Pregunta 2:



Fuente: Tablas
Elaborado Por: Marco Vasco

El número de llamadas que se realizan en una hora en un día normal de trabajo también tuvo una frecuencia de 100% de todos los encuestados, escogiendo la opción entre 0 y 10 llamadas realizadas en hora.

Pregunta 3:

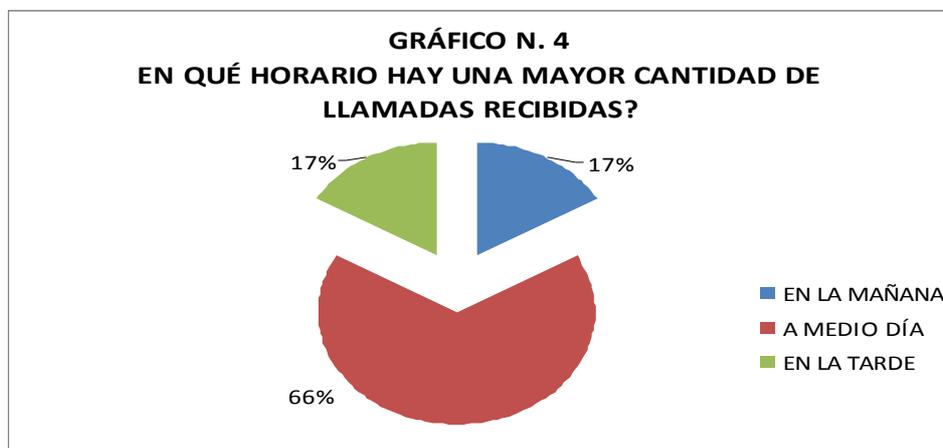


Fuente: Tablas
Elaborado Por: Marco Vasco

La relación de qué día de la semana se recibe mayor cantidad de llamadas telefónicas se encuentra entre el lunes con 2 usuarios y la otra opción todos los días con 6 participante. Esto puede deberse por que el área técnica todos los días está atendiendo problemas a través del teléfono, mientras que la gerencia y algún otro usuario tienen más llamadas telefónicas los lunes, para poder planificar algún pago,

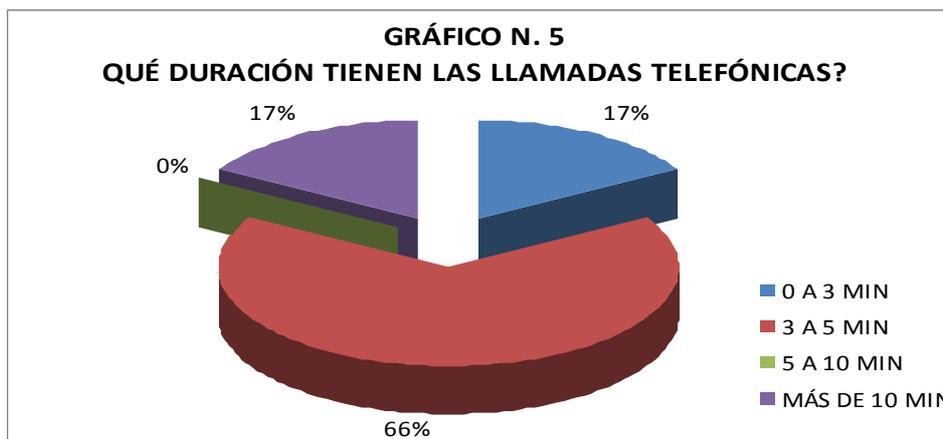
servicio técnico o instalación que se realizará el primer día de la semana o planear en el transcurso de la semana.

Pregunta 4:



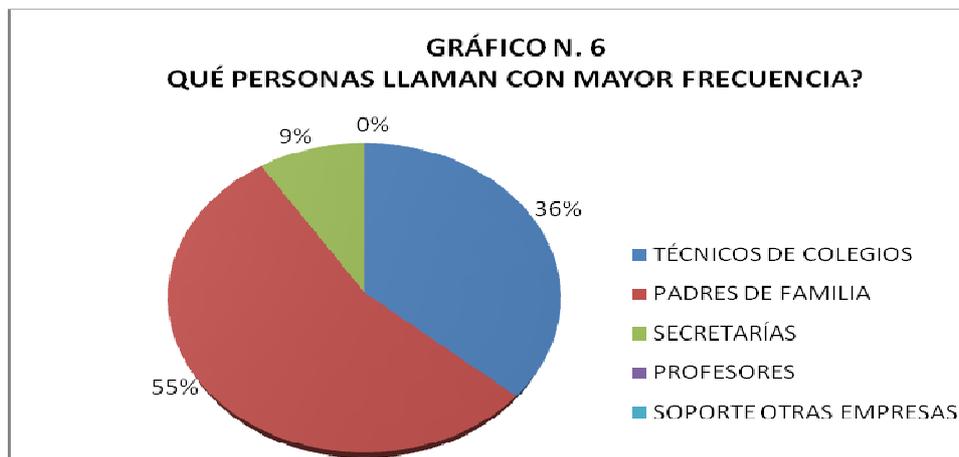
Fuente: Tablas
Elaborado Por: Marco Vasco

El horario en que mayor cantidad de llamadas se recibe llamadas telefónicas, se observa con mayor frecuencia a medio día con un 67%, cuando muchas secretarias, estudiantes, profesores tienen problemas, o necesitan hacer alguna cita llamando a estas horas, seguido de 17% en la tarde, donde los padres de familia son los que más llaman a estas horas debido a que salen de sus trabajos a su hogar y tienen problemas al ingresar al sistema de los colegios de sus hijos y llaman por soporte, y finalmente en la mañana con un 16%, obteniendo que los técnicos son las personas que más llaman.

Pregunta 5:

Fuente: Tablas
Elaborado Por: Marco Vasco

La duración que tiene las llamadas telefónicas se encuentra con un 67% de 2 a 5 minutos, debido a que la mayoría de problemas se puede resolver en este tiempo. Luego con más de 10 minutos por un 16%, para los problemas de cambios en el código del software. Seguida muy de cerca de 0 a 3 minutos con un 16%, que son llamadas recibidas para realizar consultas a los técnicos, o sobre la empresa.

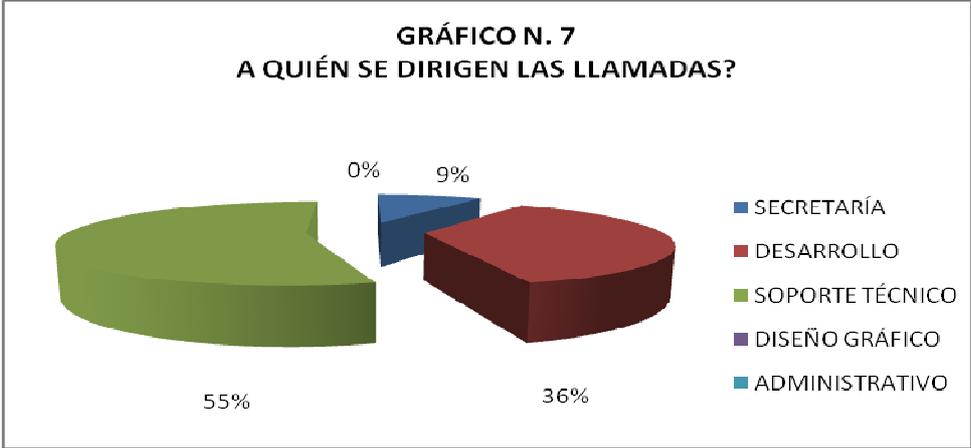
Pregunta 6:

Fuente: Tablas
Elaborado Por: Marco Vasco

De las personas que llaman con mayor frecuencia el 55% son los padres de familia para pedir información de cómo usar el sistema o por pérdida de claves de acceso al sistema, seguido de un 36% por los técnicos de los colegios que llaman por soporte

del sistema de la red o de las páginas web, y con un pequeño porcentaje el 8% las secretarías de colegios y empresas, para planear alguna cita de negocios, pagos, o deudas pendientes.

Pregunta 7:



Fuente: Tablas
Elaborado Por: Marco Vasco

Las personas a las que se dirigen las llamadas telefónicas son a soporte técnico con un 55% debido a que son las personas preparadas y asignadas para esta tarea, luego con un porcentaje menor a desarrollo con un 36% cuando necesitan realizar algún cambio en el código de los software de conectividad global y por último a la secretaria con un 9%.

Pregunta 8:



Fuente: Tablas
Elaborado Por: Marco Vasco

El seguimiento de los problemas se realiza en forma manual en un 83%, debido a que se realiza a través de las llamadas telefónicas, y solo un 17% en forma automática, debido a que en el sistema se tiene una mesa de ayuda con lo cual se puede ayudar a resolver los problemas a través de la página web.

Pregunta 9:



Fuente: Tablas
Elaborado Por: Marco Vasco

El tiempo que se puede tener en una llamada telefónica para la solución de un problema tenemos de un 43% cuando la duración es de 3 a 5 minutos, un 29% de los entrevistados afirman que va de 5 a 10 minutos cada solución del problema, 14% para soluciones que duran más de 10 minutos y también días.

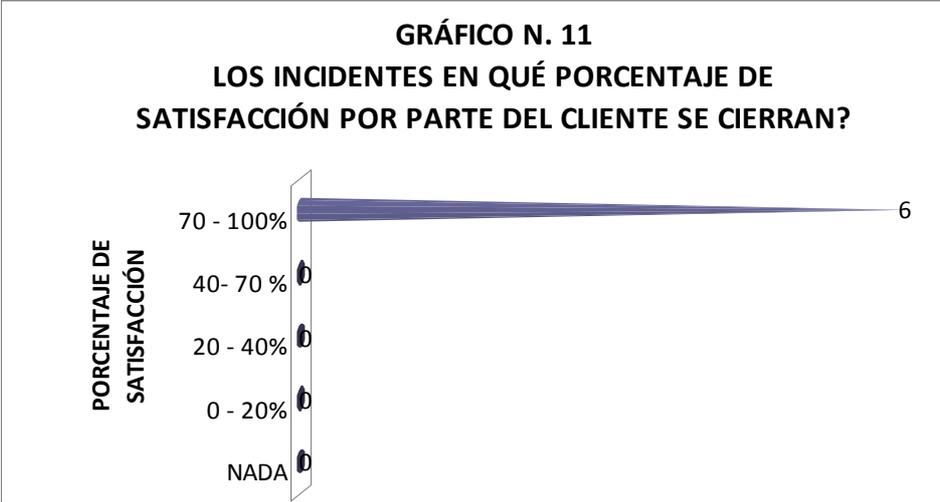
Pregunta 10:



Fuente: Tablas
Elaborado Por: Marco Vasco

El porcentaje de problemas que se resuelven una vez abordados por el personal de la empresa es de 70 a 100%, ya que el lema de la empresa es satisfacer al cliente, procurando satisfacer todos los requerimientos y necesidades.

Pregunta11:



Fuente: Tablas
Elaborado Por: Marco Vasco

Los clientes respecto al problema o incidencia tienen un porcentaje de satisfacción del 70 al 100% cuando el problema se cierra, desde el punto de vista de los técnicos, y demás personal de Conectividad Global.

Pregunta 12:



Fuente: Tablas
Elaborado Por: Marco Vasco

El problema de mayor porcentaje por los cuales los clientes de Conectividad Global realizan llamadas telefónicas a la empresa es de 38% por parte de personas que desean ayuda o guía de cómo usar el sistema que la empresa vende, de 31% por parte de personas que han perdido u olvidado los passwords para ingresar al sistema SGA, SGAV, de un 19% por parte de personas que tienen problemas técnicos en la configuración y administración de los sistemas.

Mediante el análisis de las encuestas realizadas y con la estadía semanal en la empresa para analizar las llamadas telefónicas entrantes y salientes se puede concluir y comprobar que existe un número promedio de llamadas diarias de 40 llamadas.

2.6 DIRECCIONAMIENTO IP

La subred de acceso a Internet lo proporciona el ISPs Telmex quien ha asignado la subred 190.154.204.188/29, que provee el servicio de Internet a la empresa.

Las diferentes redes que maneja la empresa para sus servicios tienen un direccionamiento IP de acuerdo a los diferentes propósitos o servicios que se van a dar.

La red interna - privada de la empresa 172.20.0.0, con máscara de 24 bits, realiza la asignación de direcciones IP de forma estática, donde se utiliza el dominio conectividadglobal.net para poder utilizar los varios servicios de esta red.

Para los usuarios finales de los servicios, es decir, los colegios y empresas privadas, se las ha provisto la red 172.20.20.0/24, donde se configura una dirección IP en forma estática.

En las comunicaciones de telefonía de voz sobre IP, así como en otros tipos de aplicaciones, se debe tener unas medidas de tráfico de calidad fiable, para así ofrecer un servicio satisfactorio al cliente.

La audición de la voz depende directamente de las características más comunes de una red en la que se va a transmitir paquetes IP.

Existen distintos valores para poder evaluar la calidad de funcionamiento de la red como son: retardo, ancho de banda, pérdidas, entre otros. Estos dependen del punto o puntos de la red en donde se mide. Las mediciones más comunes podemos mencionar, la medición del retardo que se produce extremo a extremo entre origen y destino, lo cual es nuestro caso, o el retardo en uno de los trayectos por los que atraviesa el tráfico.

Al analizar los requerimientos, ha sido necesario implementar herramientas de software que han permitido obtener lecturas de los niveles de carga que tienen que soportar los enlaces y los servidores. Para el efecto se encuentran instalados los paquetes en el servidor router, correo, web, y de dominio.

Conectividad Global Cía. Ltda., para tener una salida a Internet cuenta con un enlace simétrico de 512 kbps, es decir, que tanto para uplink como para downlink tiene 512 kbps.

2.7 ANÁLISIS DE TRÁFICO.

En las comunicaciones, la telefonía IP, así como otros tipos de aplicaciones, deben tener medidas de tráfico de calidad fiable, y poder de esta manera ofrecer un servicio satisfactorio al cliente.

La audición de la voz depende directamente de las características más comunes de una red en la que se va a transmitir datagramas IP.

Existen distintos valores para poder evaluar la calidad de funcionamiento de la red, señalando las siguientes: retardo, ancho de banda, pérdidas, entre otros. Estos dependen del punto o puntos de la red en donde se mide. Las mediciones más comunes pueden ser: medir el retardo que se produce de extremo a extremo entre origen y destino, o el retardo en uno de los trayectos por los que atraviesa el tráfico.

Al analizar los requerimientos es necesario implementar herramientas de software que permita obtener lecturas de los niveles de carga que tienen que soportar los enlaces y los servidores. Para el efecto se encuentran instalados los paquetes en el servidor router, correo, web, y de dominio.

A continuación se muestra un cuadro en el que se encuentra el promedio de los valores tomados en una semana desde una máquina de usuario a una máquina servidor, el que es servidor de correo. Estos valores fueron tomados gracias al paquete instalado en máquinas linux iperf, que es una alternativa moderna para medir el rendimiento de TCP y UDP en las comunicaciones de las redes de área local.

En el anexo B podemos observar todos los valores obtenidos al realizar las mediciones necesarias para obtener el análisis del tráfico de la red de la empresa Conectividad Global.

Iperf muestra informes de ancho de banda, jitter retraso, pérdida de datagramas. Y que se utiliza como un esquema cliente-Servidor, donde el servidor son las máquinas que hacen de servidor web y correo, y el usuario una máquina de escritorio con sistema operativo linux. Para analizar esas lecturas, se recolectaron los reportes realizados por esta herramienta en un lapso de 10 días, desde el 12 hasta el 22 de Junio del 2009. Estos valores se tomaron en un tiempo menor a 5 minutos cada día y en diferentes horarios, para así poder recolectar en forma más real los diferentes valores que la red de la empresa produciría en el día.

En la tabla 2.6 se observa un Jitter promedio de todos los valores obtenidos en el transcurso de 2 semanas. Este Jitter es bastante pequeño debido a que la red no se está utilizando en toda su capacidad. Se puede apreciar que los valores promedio no superan el valor máximo para una buena transmisión que se utiliza en la red.

UDP buffer size: 108 KByte (default)					
Interval (sec.)	Transfer (MBytes)	Bandwidth (Mbits/s)	Jitter promedio. Iperf automático (ms)	Lost/Total Datagrams	
0.0-10.0	11,9	9,9	0,949	0/ 8488 (0%)	Miércoles 12 Junio-2009
0.0-10.0	11,9	10	0,861	0/ 8502(0%)	Jueves 13 Junio-2009
0.0-10.0	11,8	9,9	0,945	0/ 8445 (0%)	Viernes 14 Junio-2009
0.0-10.0	11,9	10	0,701	0/ 8501 (0%)	Sábado 15 Junio-2009
0.0-10.0	11,8	9,9	0,947	0/ 8432 (0%)	Lunes 17 Junio-2009
0.0-10.0	11,9	9,9	0,872	0/ 8469 (0%)	Martes 18 Junio-2009
0,0-10,0	11,9	10	0,833	0/ 8505 (0%)	Miércoles 19 Junio-2009
0,0-10,0	11,9	10	0,828	0/ 8503 (0%)	Jueves 20 Junio-2009
0,0-10,0	11,9	10	0,926	0/ 8505 (0%)	Viernes 21 Junio-2009
0,0-10,0	11,9	10	0,029	0/ 8505 (0%)	Sábado 22 Junio-2009

Tabla 2.6. Valores de ancho de banda, jitter, datagramas perdidos en la red de Conectividad Global.

Al analizar y observar estos datos que se envían en un tráfico UDP de 108 KBytes se puede decir que esos valores son estables todos los días en que se realizó estas medidas.

Con el fin de visualizar de mejor manera esta información, se presenta la figura 2.2 que muestra las estadísticas del reporte de Jitter cuyos valores se obtuvieron en 10 días. Todos los valores que conforman esta tabla se encuentran en el Anexo B.4., en el cual se observa que los días (sábados) hay menos uso de la red, se tiene un Jitter menor a los días de la semana normales.

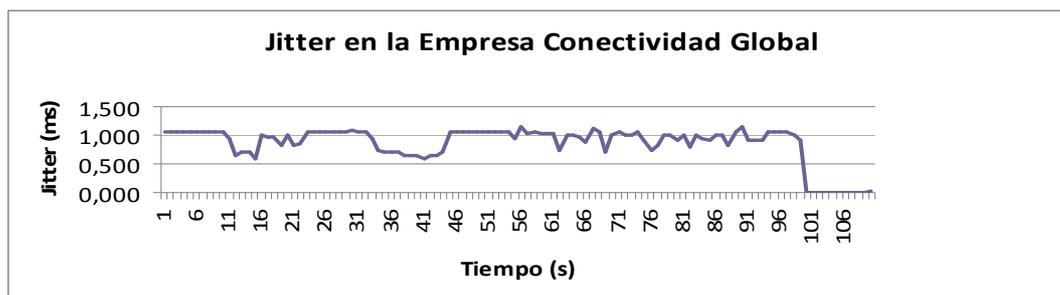


Figura 2.2. Reporte de jitter en la empresa.

En la tabla 2.7, se observan los valores de retardo obtenidos en la red de la empresa, gracias a la herramienta PING. Esta comprueba el estado de la conexión con uno o varios equipos remotos por medio de los paquetes de solicitud de eco y de respuesta de eco (ambos definidos en el protocolo de red ICMP). Se usa para medir la latencia o tiempo que tardan en comunicarse dos puntos remotos. Esta herramienta se la utiliza desde una máquina de un usuario linux a una máquina servidor (Web). Los resultados mostrados son un pequeño resumen estadístico de los paquetes enviados, teniendo el retardo mínimo, promedio y máximo, de un paquete que se transmite al usar el ping.

	RTT (Round Trip Delay Time) mínima (ms.)	RTT Promedio (ms.)	RTT Máximo (ms.)	Num. Paquetes transmitidos	Num. Paquetes recibidos	Paquetes perdidos
Miércoles 12-06-2009	0,28	0,736	1,822	11	11	0%
Jueves 13-06-2009	0,274	0,97	3,384	10	10	0%
Viernes 14-06-2009	0,286	0,581	1,361	10	10	0%
Sábado 15-06-2009	0,185	0,749	1,33	10	10	0%
Lunes 17-06-2009	0,382	0,766	1,774	6	6	0%
Martes 18-06-2009	0,226	0,941	2,209	9	9	0%
Miércoles 19-06-2009	0,193	0,507	1,28	11	11	0%
Jueves 20-06-2009	0,201	0,891	1,29	11	11	0%
Viernes 21-06-2009	0,185	0,684	1,28	9	9	0%
Sábado 22-06-2009	0,186	0,806	1,28	9	9	0%

Tabla 2.7. Valores de retardo, paquetes transmitidos, paquetes perdidos.

De los valores reales obtenidos en la lectura, según se señala en el anexo B, nos arroja el valor promedio del retardo, conforme se puede observar en la tabla 2.7.

Para dar un mayor peso a estas medidas tomadas podemos ver que estos valores se dan debido al retardo que se produce en cada uno de los dispositivos físicos de interconexión, como son los switches que actualmente se utilizan como son el switch DLIN DES-1024D de 24 puertos y el switch DLINK DES-1016D de 16 puertos y el cableado que en este caso es UTP categoría 5e. Donde el retardo en los switches es menor a 1 microsegundos y en el cableado más o menos un retardo de 0,55 microsegundos por cada 100 m. [14]

La siguiente figura nos muestra las estadísticas del reporte de retardo que se presenta en el transcurso de los 10 días que se tomaron estas lecturas.

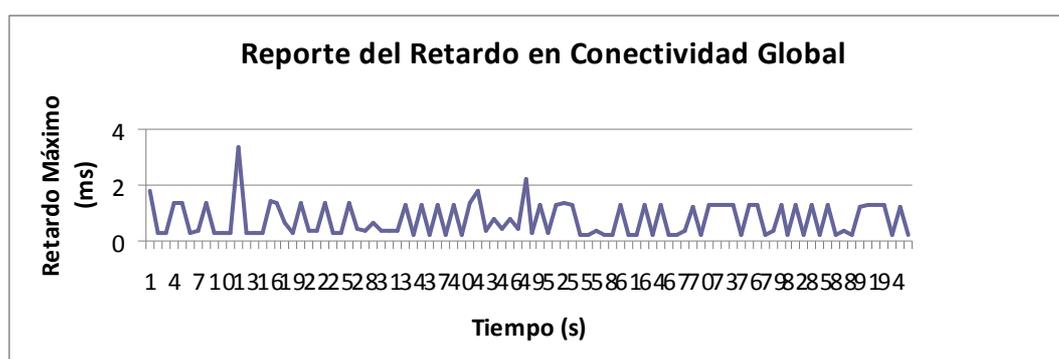


Figura 2.3. Retardo.

2.8 REQUERIMIENTOS.

Con el análisis de los valores que muestran la situación actual de la red en la Empresa Conectividad Global, se puede apreciar que éstos permiten tener un servicio de telefonía IP, tanto al interior como su interacción con el exterior, teniendo los siguientes requerimientos:

- Al hablar del Jitter, se debe intentar mantener el valor que actualmente existe (valores promedios obtenidos anteriormente) de la transmisión de datos de la empresa, para así garantizar que no existan pérdidas. Donde los valores obtenidos gracias a las lecturas tomadas de este no supera el 1ms.

- Igualmente al hablar del retardo, se debe mantener los valores bajos, intentando en lo posible no superar demasiado los valores de indicados, para tener una aceptable conversación. Donde según las lecturas tomadas, el retardo más alto no supera los 5 ms. Este valor no produciría un retardo en la red.
- Un valor importante a mantener es el porcentaje de paquetes perdidos, donde los resultados obtenidos nos muestran un porcentaje de pérdida del 0%.
- Se desea que todos los miembros de la empresa y los técnicos de las instituciones educativas y otras empresas que utilizan los servicios de ésta, tengan una extensión de teléfono desde la cual realizar y recibir llamadas, entre los miembros.
- Todos los usuarios del sistema deberán tener un buzón de voz asociado a su extensión para permitir que se pueda dejar un mensaje en él en caso de que la persona no esté disponible o esté ocupada.
- Debido a que la empresa requiere seguir utilizando las 2 líneas analógicas para poder comunicarse con la red pública de teléfonos, se necesitará un dispositivo que permita asociar estas 2 líneas análogas con la central de telefonía IP, y así los usuarios internos de la empresa puedan realizar y recibir llamadas de la Red Telefónica Pública, a través de sus teléfonos IPs.
- También debido al alto costo que supone hacer llamadas a teléfonos móviles desde las líneas fijas, se utiliza la central celular que dispone la empresa. Así cuando se realice una llamada desde la empresa, se desea que la central telefónica IP realice dicha llamada utilizando la central celular. Para esto se utiliza el mismo módulo para las líneas análogas.
- Por el costo que conlleva la compra de teléfonos IPs físicos para la empresa, para cada uno de los usuarios que utilizarán la central telefónica, se utilizará teléfonos IPs en base a software, que se instalan en el computador personal de cada usuario y realizan la misma función que un teléfono físico.

CAPÍTULO 3

DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL DE TELEFONÍA IP.

3.1 INTRODUCCIÓN.

Para proveer un buen servicio que tenga calidad y disponibilidad se debe tomar en consideración la capacidad de los recursos de hardware de un equipo, plataforma operativa que correrá sobre éstos y el software que permitirá brindar dichos servicios.

El dimensionamiento de la capacidad de un servidor no es puntual, depende de muchos factores aleatorios como el tráfico, el uso, la concurrencia, el peso de las solicitudes y respuestas, entre otras, debido a esto se realizará un cálculo aproximado de los requerimientos de hardware necesarios para proveer los servicios de telefonía.

En el presente capítulo se detallará la forma de instalación más simple del software a utilizar, con los complementos imprescindibles para su funcionamiento, actualizaciones, optimización de parámetros y configuraciones del sistema operativo y herramientas a usar. Se realizará la evaluación de sus respectivas características operacionales de las aplicaciones que se tendrán en este sistema.

Al final se presentará un presupuesto referencial que permita estimar los costos de equipamiento, instalación, configuración de la central telefónica IP para la Empresa Conectividad Global

3.2 SELECCIÓN DEL SOFTWARE PARA LA CENTRAL DE TELEFONÍA IP EN BASE A LA NORMA IEEE 830.

Las especificaciones para tener los requisitos del software que se va a utilizar, va a estar estructurado en base a los criterios planteados en el plan de tesis del proyecto.

Se utilizará la norma IEEE 830 que se encuentra en el ANEXO D para la elección del software. [24]

3.2.1 ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DE LA PLATAFORMA LINUX.

3.2.1.1 INTRODUCCIÓN.

Este documento da la Especificación de Requisitos de Software (ERS), para el sistema operativo GNU / Linux, en cuya plataforma será implementado una central telefónica IP.

3.2.1.1.1 Propósito:

Se define estas especificaciones de forma clara y precisa para poder tener todos los requerimientos, funcionalidades y restricciones del sistema operativo a utilizar, y así especificar un sistema operativo estable, maduro y con un gran repositorio de paquetes de software libre que puede ser configurado dentro de su plataforma. Esto permitirá tener un documento de respaldo de un diseño robusto y confiable.

3.2.1.1.2 Ámbito:

El sistema operativo Linux que se desea implementar a más de ser un sistema estable y robusto basado en software libre, deberá facilitar la implementación de telefonía IP, teniendo ciertas funcionalidades que permitan un mejor desempeño en la red, seguridad en el Internet, y varias aplicaciones utilizables para telefonía.

3.2.1.1.3 Referencias:

- IEEE-STD-830-1998: Especificaciones de los Requisitos del Software.
- Proyecto de Titulación: Dimensionamiento de una central telefónica IP utilizando estándares abiertos y software libre para la empresa Conectividad Global. Caso de estudio: Conectividad Global Cía. Ltda. Marco Vasco.

3.2.1.1.4 Apreciación del documento:

En este documento tenemos dos secciones: En la primera parte se da una pequeña introducción de la visión general de un Documento de Especificación de Requisitos

Software. En la siguiente sección se describe los requisitos que debe satisfacer el sistema.

3.2.1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL.

3.2.1.2.1 Perspectiva del producto.

El sistema operativo podrá ser implementado en cualquier equipo e interactuar con los elementos de red de la que está constituida una empresa.

3.2.1.2.2 Funciones del sistema

Manejar seguridad y estabilidad

Es de fácil instalación, implementación y configuración de software para telefonía IP, manteniendo seguridad propia de la aplicación y del sistema operativo.

Compatibilidad con otro software

Permitir manejar en forma eficiente todo el software, interfaces, aplicaciones.

3.2.1.2.3 Restricciones

El sistema operativo será únicamente software libre (de acuerdo con la licencia GNU-GPL) y debe permitir el uso de otras aplicaciones que igualmente serán libres.

Deberá tener compatibilidad con interfaces Ethernet, con lo cual deberá poder trabajar fácilmente con éstas.

3.2.1.2.4 Atenciones y dependencias

El Software debe trabajar con cualquier tipo de procesador, sea este Intel o AMD.

3.2.1.2.5 Requisitos específicos

Se presentan los requisitos más importantes que deberá tener el sistema operativo, teniendo en cuenta, que deben cumplir el criterio estabilidad, disponibilidad y confiabilidad.

Código	Ítem	Descripción
REQ01	Software Libre	El sistema operativo debe ser libre es decir con licencia GPL o similar.
REQ02	Estabilidad	El software no debe ser de prueba, ni en desarrollo, es decir debe ser una versión estable, y disponible actualmente.
REQ03	Seguridad	Garantizar la seguridad en el acceso al núcleo de memoria.
REQ04	Velocidad del sistema de arranque.	El arranque del sistema debe ser lo más rápido posible, para mantener una red de comunicaciones eficiente.
REQ05	Velocidad de Respuesta del Sistema	La respuesta del sistema operativo ante transferencia y reenvío de paquetes de información debe ser rápida para mantener eficiencia.
REQ06	Documentación	La documentación y ayuda de parte de los desarrolladores del sistema operativo, sea, en las comunidades de Internet, o folletos debe ser variada, para facilitar el aprendizaje y conocimiento.
REQ07	Repositorio de paquetes	Disponer de los paquetes suficientes incluidos para el funcionamiento correcto del sistema operativo y que incluyan sus respectivas licencias GNU GPL.
REQ08	Configuración	El sistema operativo contará con facilidades para que los administradores puedan configurar todas las funcionalidades y funciones por medio de herramientas basadas en consola de texto.
REQ09	Arquitecturas soportadas	El sistema operativo tendrá la facilidad de instalarse en la mayor variedad de arquitecturas presentes actualmente.
REQ10	Requisitos de Hardware	Los requisitos de hardware del sistema operativo deben ser los mínimos. Es decir que no sea tan complicado conseguir ni tampoco muy caro.

Tabla 3.1. Requisitos funcionales para selección de sistema operativo.

	Mandriva	Ubuntu	Centos
REQ01	2	2	3
REQ02	1	2	3
REQ03	1	2	2
REQ04	3	2	3
REQ05	1	3	3
REQ06	2	2	3
REQ07	3	2	1
REQ08	2	3	3
REQ09	2	1	3
REQ10	3	2	3
Total	20	21	27

Tabla 3.2. Elección del sistema operativo.

Una vez realizada la calificación de cada requerimiento se observa que el software que tiene más puntaje es Centos. Tiene una alta madurez y estabilidad que hacen que sea la más óptima para ser empleada como software libre para la telefonía IP.

La instalación del sistema operativo CENTOS 5.2, va a ser realizada en modo texto para mayor seguridad y ahorro de recursos. Mayor seguridad debido a que en este modo el sistema es complicado para personas que no conocen de software libre en este caso Linux, dando mayor seguridad al sistema. También existe ahorro de recursos debido a que al instalar en modo texto se utiliza menor capacidad en disco y con menor procesamiento. En el ANEXO C, se detalla el proceso básico de instalación del sistema operativo Linux Centos.

Después de la instalación del Sistema Operativo se procede a realizar la instalación y actualización de las librerías que van a ser usadas por el software de telefonía IP.

Nombre del paquete	Comando empleado en Centos para instalarlo	Usado por
Bison	yum install bison	Asterisk
GCC	yum install gcc	Asterisk, Asterisk-addons, libpri, Zaptel
GCC C++	Yum install g++	Asterisk
GNU make	Yum install make	Asterisk, Asterisk-addons, libpri, Zaptel
libncurses5-dev	Yum install libncurses5-dev	Asterisk
linux-headers	Yum install linux-headers-`uname -r`	Zaptel
libmysqlclient15-dev	Yum install libmysqlclient15-dev	Asterisk-addons
libnewt-dev	Yum install libnewt-dev	Zaptel
libssl-dev	Yum install libssl-dev	Asterisk
open-ssl	yum install open-ssl	Asterisk
libtool	yum install libtool	Asterisk
unixODBC-dev	yum install unixodbc-dev	Asterisk

Tabla 3.3. Paquetes a utilizarse.

3.2.2 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SOFTWARE DE TELEFONÍA IP.

3.2.2.1 INTRODUCCIÓN.

Este documento de Especificación de Requisitos Software (ERS), es para telefonía IP y que será levantado sobre el sistema operativo Linux. Este software deberá tener

las características necesarias para hacer el mismo trabajo realizado por una central telefónica, debiendo ser de menor costo, innovador que un equipo basado en hardware.

3.2.2.1.1 Propósito:

Estas especificaciones permitirán definir de forma clara y precisa todas las características, funcionalidades y restricciones del software que se va encargarse de realizar la telefonía para la empresa Conectividad Global.

3.2.2.1.2 Ámbito:

El sistema va a permitir tener un equipo basado en software para telefonía tanto interna como externamente para la empresa.

El software debe ser de libre distribución, estable y robusto ya que un objetivo del proyecto es la no utilización de software que requiera de licencias con costo.

El ámbito del equipo va a permitir comunicar a los usuarios con el personal de la empresa, y finalmente se realizará un presupuesto referencial del equipo a utilizar que va a permitir establecer la conveniencia económica del mismo.

3.2.2.1.3 Referencias:

- IEEE-STD-830-1998: Especificaciones de los Requisitos del Software.
- Proyecto de Titulación: Dimensionamiento de una central telefónica IP utilizando estándares abiertos y software libre para la empresa Conectividad Global. Caso de estudio: Conectividad Global Cía. Ltda. Marco Vasco.

3.2.2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL.

3.2.2.2.1 Perspectiva del producto

El software de telefonía realizará el proceso de una central telefónica optimizando el proceso de intercomunicación entre los usuarios y el personal de la empresa. Mientras que el equipo a través de un periférico permite la comunicación a la red telefónica tradicional.

3.2.2.2.2 Funciones del Sistema

Comunicación interna y externa

Permite realizar y recibir llamadas tanto dentro de la empresa, como al exterior de la empresa a través del Internet, usando la telefonía tradicional, y a celulares.

Administración de las llamadas telefónicas

Permite definir las directivas para la recepción de llamadas telefónicas, y poder atender de mejor manera a los clientes.

Optimización y compatibilidad de la Infraestructura

Permite el ahorro de costos de propiedad teniendo un rápido Retorno de la Inversión realizada. Sea fácil de realizar la gestión del software, hardware y de las llamadas telefónicas.

3.2.2.2.3 Restricciones

El sistema operativo deberá ser únicamente software libre (de acuerdo con la licencia GNU-GPL) y deberá permitir el uso de otras aplicaciones que igualmente serán libres.

Deberá tener compatibilidad con interfaces Ethernet, con lo cual deberá poder trabajar fácilmente con éstas.

El sistema basará sus comunicaciones a través de Internet.

3.2.2.2.4 Atenciones y Dependencias

El Software debe trabajar con diferentes tipos de procesadores sean estos Intel o AMD.

3.2.2.2.5 Requisitos específicos

En esta parte se presentan los requisitos necesarios para el funcionamiento eficiente del sistema, los cuales se han especificado teniendo en cuenta, entre otros, los criterios de estabilidad, disponibilidad y confiabilidad.

El sistema será software libre y, por tanto, cualquier componente software que reutilice también deberá ser libre.

Código	Ítem	Descripción
REQ01	Funcionalidades y características	Debe tener la funcionalidad y características para correr como una central telefónica
REQ02	Autores	Los creadores del software deben ser preferiblemente ecuatorianos.
REQ03	Compatibilidad a Periféricos PCI	El software deberá disponer de una amplia lista de compatibilidad de equipos, periféricos y dispositivos de I/O que soporten su implementación.
REQ04	Codecs y Conversores	El software puede trabajar sin problema con una gran cantidad de codecs.
REQ05	Protocolos de señalización	El software deberá levantar diferentes protocolos necesarios para la telefonía sin necesidad de suspender ni retardar los que están levantados.
REQ06	Sistema Operativo	El software debe ser compatible con sistemas operativos basados en Unix, específicamente GNU/Linux.
REQ07	Requisitos de Hardware	Los requisitos de hardware del sistema operativo deben ser los mínimos. Es decir que no sea tan complicado conseguir ni tampoco muy caro.
REQ08	Administración	El software poseerá una consola de administración donde el usuario administrador tendrá una visión global de la infraestructura telefónica: Ancho de banda, hardware, informe de llamadas para poder gestionarla de acuerdo a la necesidad o políticas de la empresa. La administración deberá ser de forma gráfica y mediante línea de comandos.
REQ09	Facilidad de uso	Facilidad con que las personas pueden utilizar la herramienta y sus aplicaciones con el fin de alcanzar una llamada sin dificultad.
REQ10	Flexibilidad	La capacidad para adaptarse a nuevas situaciones, aplicaciones, actualizaciones y software.

Tabla 3.4. Requisitos funcionales para selección de software de telefonía.

	Asterisk	Elastix	Trixbox
REQ01	3	3	3
REQ02	1	2	1
REQ03	2	2	2
REQ04	2	2	1
REQ05	2	2	2
REQ06	2	2	2
REQ07	2	2	1
REQ08	2	2	2
REQ09	1	2	2
REQ10	2	2	2
Total	19	21	18

Tabla 3.5. Selección del software de telefonía.

Una vez realizada la calificación de cada software se observa que el software que tiene más puntaje es Elastix, que gracias a su madurez, estabilidad y por ser un software libre realizado en el país, hacen que sea la más óptima para ser empleada en la central telefónica IP.

3.2.2.3 PROCEDIMIENTO DE INTALACIÓN

Al tener el software Elastix listo para instalar se procede a realizar el siguiente procedimiento básico. [28]

- Se crea un nuevo directorio y monta la imagen. Normalmente en /mnt

```
o mkdir /mnt/elastix-cd
```

```
o mount -o loop /root/Elastix-1.5.2-stable-i386-bin-31mar2009.iso  
/mnt/elasticd
```

- Se copia el contenido del CD montado a una carpeta en /usr/src.

```
o cp /mnt/elasticd/ /usr/src/ -R -v
```

- Ya con la carpeta copiada se instala el kernel que viene en esa imagen. Debido a que algunos drivers de elastix son dependientes del kernel. Por ejemplo, Zaptel.

```
o ls /mnt/elasticd/Elastix/kernel-2.*  
o cd /usr/src/elasticd/  
o rpm -ivh --nodeps /mnt/elasticd/Elastix/kernel-2.6.18-164.el5.i686.rpm
```

Esto instala el Kernel y lo pone como default en el inicio de GRUB, se comprueba al reiniciar el equipo o de la siguiente manera:

```
o cat /boot/grub/menu.lst
```

Con lo cual aparece un listado del kernel como primera instancia. Pero si el sistema ya lo tiene instalado solo continuamos el proceso.

- Se agrega un repositorio de RPMs de forma local, y luego agrega las siguientes líneas:

```
o nano /etc/yum.repos.d/elasticd.repo.  
o [elasticd]  
o name=Elastix RPM Repository for CentOS CD  
o baseurl=file:/usr/src/elasticd  
o gpgcheck=0
```

```
o enabled=1
```

- Ahora se instala los paquetes o el core de elastix siguiendo estos pasos:

```
o cd /usr/src/elastix-cd/  
o yum -y install asterisk* elastix-* freeze fxload kernel-module-rhino*  
libmfcr2 lzop perl-HTML-TokeParser-Simple perl-WWW-Mechanize
```

Se espera a que todas las dependencias se instalen.

- Una vez terminada la instalación es recomendable borrar los archivos repositorios elastix-cd.repo para evitar que se tenga algún conflicto.

```
o rm /etc/yum.repos.d/elastix-cd.repo  
o reboot
```

- Luego se lo configura vía interfaz web a través del navegador

```
o http://ip-hostname/  
o Usuario por default = admin  
o Password = palosanto.
```

3.2.3 SOLUCIÓN A LOS REQUERIMIENTOS PARA LA CENTRAL TELEFÓNICA

Con el software Elastix en el sistema Operativo Centos se procede a resaltar algunos parámetros básicos y muy importantes para la central telefónica de la empresa Conectividad Global.

Para todo esto, se utiliza el enlace de Internet de 512 Kbps el cual sería dedicado para el servicio de telefonía y así poder tener mejor calidad, mayor número de

llamadas entrante y salientes a través de Internet y no perjudicar a las otras aplicaciones de datos que la empresa tiene y que se proveen a través de la red.

La central telefónica va a ser un sistema híbrido debido a que va a permitir la interacción de teléfonos analógicos, teléfonos IPs (físicos o mediante software) permitiendo la voz sobre IP, todo esto utilizando la misma central telefónica.

3.2.3.1 PROTOCOLOS.

Para transportar la voz de un lugar a otro, en una red que transmita tramas, se necesita la ayuda de algunos protocolos.

Donde el protocolo principal a utilizar es sin duda el protocolo IP, usado principalmente por el auge del Internet, donde esta gran red de redes, que utiliza este protocolo para su enrutamiento. Trabaja a nivel de red donde la información se envía en forma de tramas llamados tramas IP, estas tramas pueden tomar diferentes caminos para llegar a destino. Es decir que hay redundancia de caminos y es menos probable que todas las tramas se pierdan. No garantiza que las tramas lleguen a destino, sin embargo se hará lo posible por hacerlos llegar.

El protocolo TCP ayuda en el control de sesiones del sistema elastix. La voz en sí no se envía usando este protocolo, debido a que la voz se transmite en tiempo real y TCP no se usa para esto. Sin embargo TCP juega un rol muy importante en muchos protocolos relacionados con el servidor Elastix. Como el flujos de datos con servicios de red específicos (o protocolos de más alto nivel) utilizando el concepto de puertos. Como es el puerto 80 que se asocia con el servicio de Web o el protocolo http o el puerto 25 que se asocia con el servicio de correo electrónico o protocolo SMTP.

Al no ser necesario incluir mucha información de control en la transmisión de voz en tiempo real, se utiliza el protocolo UDP que es un protocolo más rápido que TCP.

Además para la señalización se utiliza el protocolo SIP para el control de sesiones multimedia en Internet. Es el más común, sencillo y viene habilitado en la mayoría de dispositivos IP (VoIP y ATA).

Para conseguir mantener la calidad en la transmisión de datos y proporcionar la información necesaria de los participantes al iniciarse la sesión se utiliza el protocolo RTP.

Para poder tener acceso a una configuración de la central telefónica Elastix dentro o fuera de la empresa se la realizará vía Web, tan solo abriendo un browser utilizando la dirección IP local en la que estará asignada el servidor, o de forma remota con la IP pública que tendrá configurado el servidor.

3.2.3.2 USUARIOS

Muchas veces los clientes de la empresa Conectividad Global se quejan, debido a que no se les atiende el teléfono. El problema es que las líneas de teléfono se encuentran ocupadas con otras llamadas telefónicas o se estaba recibiendo algún fax. Muchos de los clientes son técnicos de las instituciones educativas o de otras empresas privadas que utilizan los servicios de la empresa. Para evitar estos problemas se realiza lo siguiente:

Los usuarios internos de la empresa y cada institución privada y educativa, van a utilizar la central telefónica IP que se encuentra en las instalaciones de la empresa Conectividad Global. Cada usuario tendrá su respectivo número de extensión para permitir realizar llamadas directamente y sin costo de los técnicos de las otras empresas a la empresa Conectividad Global o viceversa, y así tener una mejor comunicación cliente-empresa. Esta extensión tendrá todas las características de cada usuario, teniendo en cuenta que se va a tener datos personales que deberán guardar la respectiva reserva. Así mismo se creará para cada uno de ellos un buzón de voz.

Las extensiones serán asignadas de la siguiente manera:

Grupo de Usuarios	Número de usuarios actuales	Extensión para los usuarios
Gerencia	1	101
Secretaria/Financiero	2	201
Diseño	1	301
Desarrollo de software	2	305-306
Administración de Red	2	310-311
FAX	1	202
Colegios	51 12 (colegios privados) 39(Instituciones de la red Educativa Metropolitana de Quito)	40(Depende del colegio)
Técnicos	6 (otras instituciones)	500

Tabla 3.6. Extensión de los usuarios a utilizar la central telefónica IP.

Mostrándolo en forma gráfica se plantea el siguiente diseño de red, donde los usuarios están de la siguiente manera:

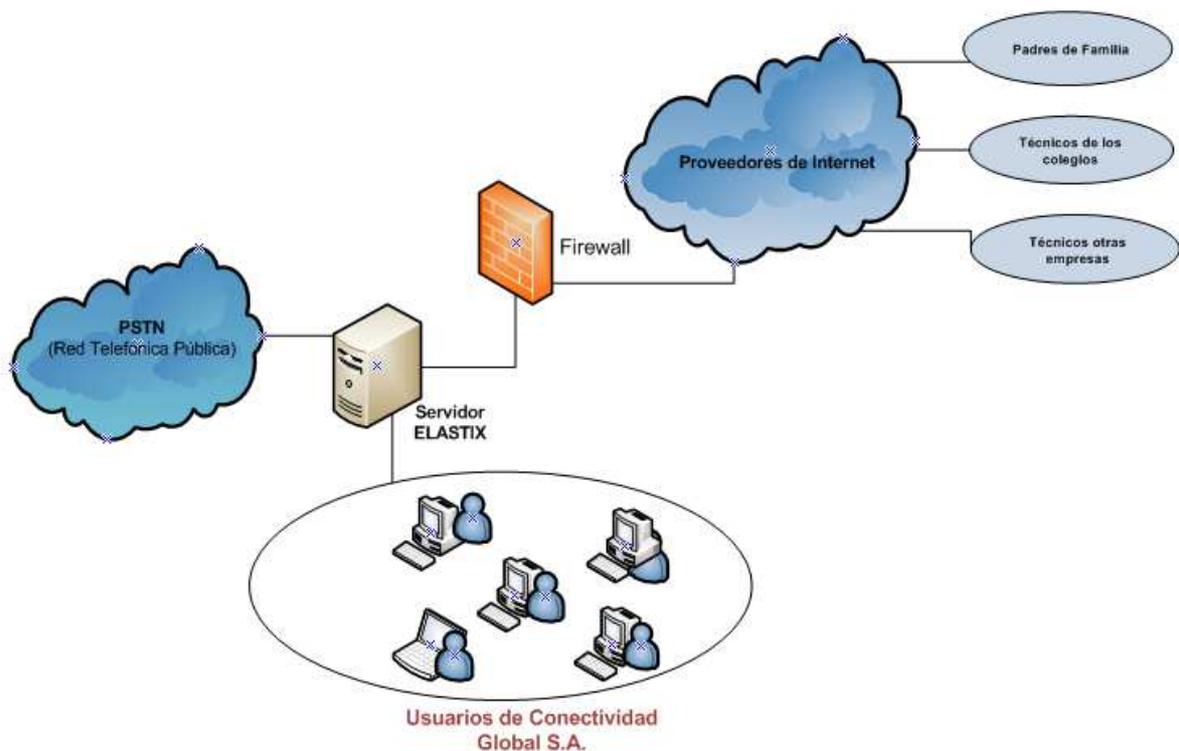


Figura 3.1. Arquitectura para el nuevo sistema telefónico de la empresa.

- El administrador u operador de la central telefónica tendrá acceso a toda la actividad telefónica de manera gráfica y así poder sacar reportes o informes para así llevar un seguimiento de cada llamada telefónica realizada o recibida y además llevar un seguimiento de los incidentes, problemas y soluciones que se dan en cada llamada telefónica, sean recibidas o realizadas por técnicos de las diferentes instituciones a los cuales se les da soporte, padres de familia.
- Se tienen llamadas telefónicas a través de las 2 líneas telefónicas de la Red Telefónica Pública y una línea de celular, que actualmente se encuentran en funcionamiento. Estas líneas se integran a la central telefónica y se procesan dentro de ésta, configurándose para que éstas puedan ir directamente a la extensión del usuario escogido y pueda recibir mensajes de voz para los mismos.

3.2.4 PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO A TRES AÑOS

Previo al dimensionamiento de las capacidades de nuestra central telefónica IP, se debe analizar la proyección de crecimiento de la intranet y conocer quiénes tendrán acceso a los servicios con el fin de proporcionar una visión del número de usuarios futuros. Es importante determinar el crecimiento futuro de la red ya que se debe garantizar la estabilidad del hardware y del software.

Se puede determinar una proyección de futuros usuarios, considerada por el número de usuarios o instituciones que serán integradas a la red de servicios.

En la siguiente tabla se puede observar el número de usuarios e instituciones que se han ido integrando a Conectividad Global durante los años 2007, 2008, 2009 y parte del 2010, gracias a estos valores se puede obtener una tendencia de crecimiento de nuevos usuarios en los siguientes tres años.

Año	2007	2008	2009	Sep. 2010
Centros de la Red de COGL Remq	10	16	29	39
Centros de la Red de COGL privados	4	8	12	12
Otras inst. privadas	4	9	9	6
Empleados de la empresa	16	9	9	8
TOTAL	34	42	59	65

Tabla 3.7. Estadísticas de los usuarios de la intranet y la red de servicios de Conectividad Global. [17]

Periodos	Usuarios de Conectividad Global
2007	34
2008	42
2009	59
Sep. 2010	65

Tabla 3.8. Estadísticas de los usuarios de Conectividad Global.

Pueden considerarse tendencias de crecimiento exponencial, lineal, logarítmico, polinómico y potencial.

Se ha seleccionado una tendencia lineal (mostrada en color rojo en la figura 3,2) debido a que el número de usuarios no a tenido un crecimiento rápido, por lo que se proyecta un crecimiento igual durante los siguientes tres años.

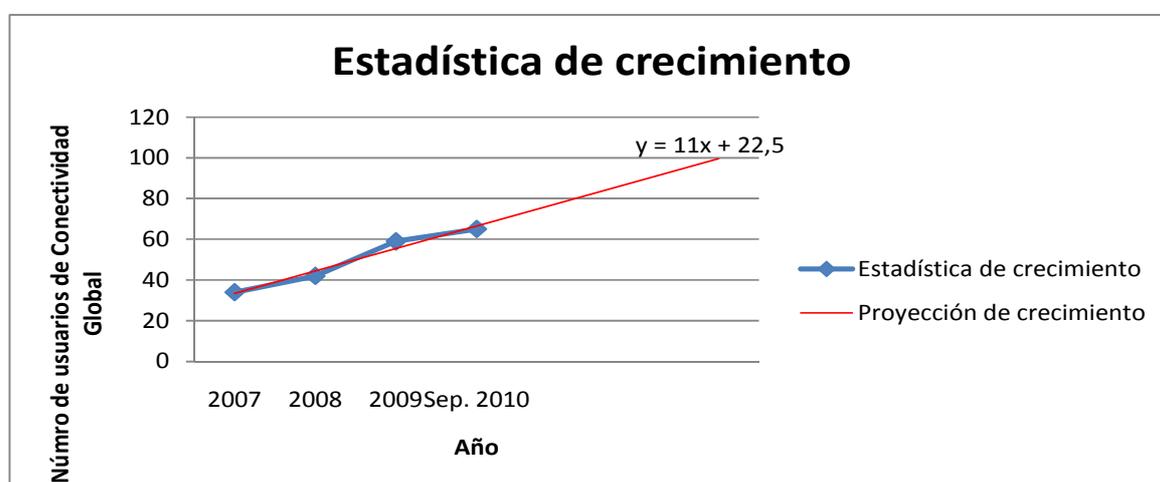


Figura 3.2. Estadísticas y proyección del crecimiento de los usuarios de Conectividad Global.

La línea de proyección obtenida a través de las herramientas de Microsoft Excel esta determinada por la siguiente ecuación:

$$y = 11x + 22,5$$

Ecuación 3.1. Proyección de crecimiento de los usuarios de Conectividad Global.

Donde:

y – Número de usuarios integrados a la red de servicios de Conectividad Global.

x – Año en el que se estima la proyección.

X	Y	Aumento
2007	34	0%
2008	42	19%
2009	59	29%
2010	65	9%
2011	77,5	16.12%
2012	88,5	12%
2013	99,5	11%

Tabla 3.9. Proyección de crecimiento del número de usuarios en Conectividad Global.

Con lo cual se tendrá un número creciente de 100 usuarios en tres años. Dato que se utilizará para realizar el dimensionamiento de la Central Telefónica IP.

3.2.5 SELECCIÓN DEL HARDWARE.

Al seleccionar el hardware, se va a realizar cuidadosamente el diseño total de su sistema y las funcionalidades que va a tener. La selección del equipo va a ser simple ya que es suficiente una plataforma x86; pero complicado en el diseño de la plataforma para su funcionamiento confiable.

Se eligió los sistemas operativos a utilizar en el proyecto, y mediante los requisitos mínimos de hardware establecidos por los fabricantes de cada software se procede a la selección y dimensionamiento del hardware, asegurando la compatibilidad entre los componentes y el adecuado funcionamiento del software.

3.2.5.1 DIMENSIONAMIENTO DEL HARDWARE.

3.2.5.1.1 Codecs.

Para poder dimensionar el hardware de una manera más eficiente, se debe conocer y calcular la cantidad de información que maneja la central telefónica IP, para lo cual se analiza los protocolos que se utilizan en el proceso de telefonía.

Los protocolos transmiten datos adicionales y ocupan ancho de banda extra, como son Ethernet, IP, UDP, RTP.

Así, al utilizar el sistema con alguno de los codecs estudiados podemos iniciar el cálculo de la cantidad de información que se envía en el proceso. Para lo cual se hace una comparación entre los codecs para ver cuál es el más eficiente.

Al utilizar el codec G.711, para transmitir voz, las tramas que maneja tienen una longitud de 160 bytes en una comunicación de 20ms. Esto de acuerdo a la tabla 1.1 del Capítulo 1 de este documento.

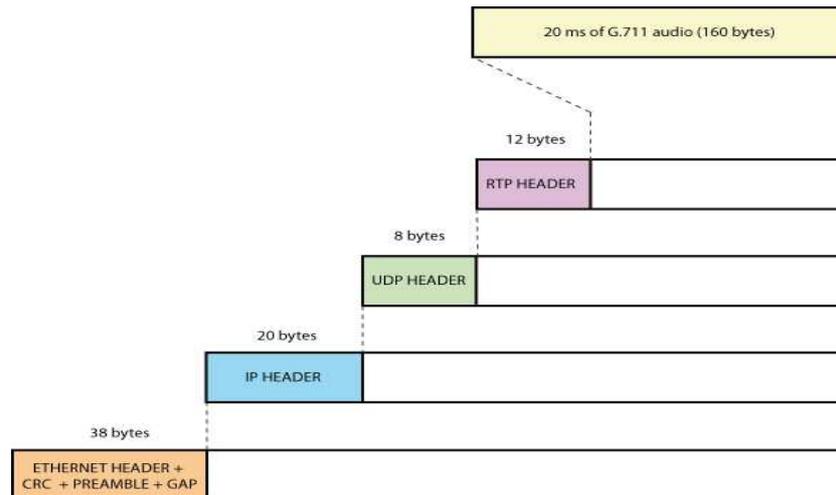


Figura 3.3. Carga al utilizar G.711

Para calcular el ancho de banda en el caso más crítico para G.711, al utilizar cada uno de los protocolos necesarios para la telefonía IP, se suman todos los bytes enviados, por cada protocolo que se tiene en la figura 3.2.

$$\begin{aligned} \text{Bytes transmitidos UDP- RTP- IP cada 20ms} &= 20 + 20 + 12 + 8 \\ &= 40 \text{ bytes} \end{aligned}$$

Ecuación 3.2. Cálculo del número de bytes totales en VoIP.

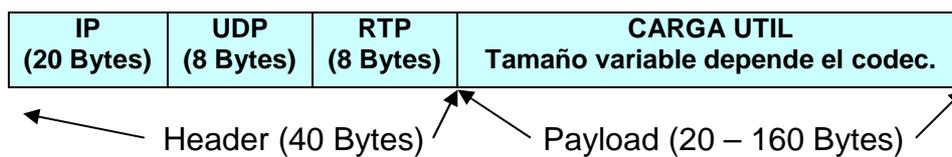


Figura 3.4. Paquete de voz.

Luego se suma el encabezado del tipo de trama de datos que se vaya a utilizar, en este caso una trama Ethernet.

$$\begin{aligned} \text{Bytes transmitidos cada 20ms} &= 38 + 40 + 160 \\ &= 238 \text{ bytes} \end{aligned}$$

Ecuación 3.3. Suma del encabezado de la trama de datos ethernet.

Es necesario convertir el tamaño de cada trama obtenida a bits (1Byte=8bits).

$$\begin{aligned} \text{Bits transmitidos cada 20ms} &= 238 * 8 \text{ bits} \\ &= 1904 \text{ bits} \end{aligned}$$

Ecuación 3.4. Transmisión de bytes a bits

El codec genera 50 tramas por segundo, lo cual se utiliza para realizar el cálculo del ancho de banda que va a tener cada llamada. Este valor lo obtenemos mediante la siguiente formula.

$$\begin{aligned} \text{Paquetes por segundo} &= 64000\text{bps (Velocidad del Codec)} / 1280\text{bits (Payload Codec)} \\ &= 50 \text{ tramas/s.} \end{aligned}$$

Ecuación 3.5. Número de paquetes por segundo.

Para obtener el ancho de banda deseado se multiplica el tamaño de cada trama por la cantidad de tramas que se envían en un segundo.

$$\begin{aligned} \text{Bits transmitidos cada segundo} &= 1904 \text{ bits/trama} * 50 \text{ tramas/s.} \\ &= 95200 \text{ Bits/s.} \end{aligned}$$

Ecuación 3.6. Bits transmitidos en un segundo al realizar una llamada telefónica IP.

Pero debido a que la empresa Conectividad Global tiene un ancho de banda de 512Kbps, al tener llamadas a través del Internet se va a tener un máximo de 6 llamadas simultáneas utilizando el codec G.711, por el ancho de banda consumido en cada llamada al utilizar este códec.

$$\begin{aligned} \text{Número de llamadas simultáneas} &= 512\text{kbps} / 95,2\text{kbps} \\ &= 5,4 \end{aligned}$$

Ecuación 3.7. Número de llamadas simultáneas al utilizar el codec G.711

Al realizar un análisis de los otros codecs, podemos llegar a la conclusión que para tener mayor número de usuarios simultáneos con el enlace de Internet actual (512 kbps) y con una calidad alta y además sin pagar licencia, el códec GSM es la mejor opción.

Codec	Payload (Bytes)	Tramas por segundo	Ancho de banda para llamadas (Kbps)	# de usuarios simultáneos	Bits/Trama
G711	160	50	95.2	5.4	1904
G729	20	50	39.2	13	784
GSM	33	50	44.4	11.5	888

Tabla 3.10. Ancho de banda de los diferentes códecs que se pueden utilizar.

El códec GSM que se encuentra habilitado en Elastix, y en muchos teléfonos IP (sean físicos o en software). Se va tener una buena calidad de voz, pudiendo tener un mayor número de usuarios conectados (11 usuarios conectados concurrentemente).

3.2.5.1.2 Factores que afectan la calidad en telefonía

A través del estudio realizado en el Capítulo 2 del sistema telefónico, se obtuvo que en una hora del día se tiene de 0 a 10 llamadas, donde la mayor cantidad de llamadas son realizadas por técnicos de los colegios para pedir soporte o ayuda a problemas presentados en el sistema (SGA o SGAV). Cada una de estas llamadas telefónicas normalmente dura de 3 a 5 minutos, donde para tener los valores más críticos para la central telefónica utilizaremos el tiempo de 5 minutos.

Al utilizar el códec GSM se tiene que se utiliza 44,4 Kbps por cada llamada. Si el tiempo de cada llamada normalmente demora 5 minutos (300s), se tiene que se envían 13320 Kbps por cada llamada.

Para saber el valor de datos enviados en una trama usando telefonía IP, se divide el número de tramas que puede enviar el códec el cual es 50 tramas por segundo, obteniendo un valor de 266,4 kbits

Este valor se lo multiplican por los 100 usuarios totales que existirían en la empresa Conectividad Global en la de telefonía IP y se obtiene el valor de 26640 kbits

Además con los datos obtenidos en el Capítulo 2, en una transmisión UDP de 10 tramas de con 108KBytes (864Kbits) de datos cada trama, se obtuvieron datos bastante bajos, y aplicando a los datos que produciría una trama que se envía al utilizar VoIP se obtienen los siguientes valores:

- Jitter, los valores obtenidos gracias a las lecturas tomadas no supera el 1ms.

$$864\text{kbits} \Rightarrow 1\text{ms}$$

$$26640\text{kbits} \Rightarrow X$$

$$X = \frac{1\text{ms} \times 26640\text{kbits}}{864\text{kbits}} = 30,83\text{ms}$$

El valor promedio de jitter que se obtiene al utilizar las tramas para VoIP es de 30,83 ms., lo cual sigue dando un valor bajo de jitter.

- Retardo, según las lecturas tomadas, el retardo más alto no supera los 5 ms.

Con las medidas obtenidas en el capítulo 2 se tiene que se transmite 64KBytes en cada lectura dando un valor promedio de 5 ms de retardo. Al calcular un valor de retardo para la transmisión de datos de VoIP se obtendrá lo siguiente:

$$512\text{kbits} \Rightarrow 5\text{ms}$$

$$26640\text{kbits} \Rightarrow X$$

$$X = \frac{5\text{ms} \times 26640\text{kbits}}{512\text{kbits}} = 260,16\text{ms}$$

El valor promedio de Retardo que se obtiene al utilizar las tramas para VoIP para el número de usuarios proyectando un crecimiento a tres años es de 260,16ms, éste valor de retardo, según la tabla 1.6. es un valor aceptable permitiendo tener llamadas de baja interactividad.

- Porcentaje de paquetes perdidos, donde los resultados obtenidos nos muestran un porcentaje de pérdida del 0%.

3.2.5.1.3 Recomendación del fabricante de software

Se realiza este estudio para poder obtener los requerimientos mínimos que el fabricante recomienda para que las distintas opciones de hardware funcionen de manera adecuada.

En la siguiente tabla se muestra las recomendaciones dadas por el fabricante del sistema operativo y del fabricante de software de telefonía.

Recomendaciones del fabricante de Centos.	
Arquitecturas:	I386, IA64, AMD64, SPARC, HPPA, S390, POWERPC, ALPHA.
Requisitos de hardware mínimos:	128 MB de RAM.
	1 GB de Disco Duro.
	Procesador: 200 MHz Pentium
Recomendaciones dadas por el fabricante de Software de Telefonía.	
Hardware:	256 MB de RAM
	8 GB de Disco Duro.
	Procesador: 400 MHz Pentium

Tabla 3.11. Recomendación del fabricante de software.

A continuación se muestran algunas directrices básicas de un sistema de comunicación que afectarán en su funcionamiento [29].

Número de canales	Recomendaciones mínimas
No más de 5 usuarios	400Mhz x86, 256MB RAM
De 5 a 10 usuarios	1GHz x86, 512 MB RAM
Hasta 15 usuarios	3GHz x86, 1GB RAM
Más de 15 usuarios	Dual CPU, también es posible utilizar servidores múltiples en arquitecturas distribuidas.

Tabla 3.12. Directivas de requerimientos para la elección del sistema. [29]

Estas directrices son dadas por Asterisk. Con lo cual se comprueba que al haber elegido el hardware con procesador doble se tendrá un buen funcionamiento de la central, que va a poder manejar no solo niveles medios de demanda si no también los máximos, previniendo que los usuarios tengan tiempos de reacción lentos, errores, y procesos rotos.

3.2.5.1.4 Dimensionamiento de los elementos del equipo

Para el dimensionamiento de la capacidad de los dispositivos que tiene la central telefónica IP, se utilizarán ciertas formulas tomadas en el dimensionamiento de un equipo que utiliza Microsoft, junto con algunos valores que igualmente fueron tomados de estudios anteriores realizados en la empresa Conectividad Global.

3.2.5.1.4.1 Dimensionamiento de procesador

El procesador es uno de los componentes más importantes en un ordenador, que permite interpretar instrucciones y procesar datos. También el enrutamiento y manejo de paquetes que en este caso van a ser las tramas de VoIP, para lo cual es importante considerar la frecuencia del procesador para el dimensionamiento de este componente.

Se consideran los siguientes requisitos que va a tener el equipo:

Para usuarios externos:

- El equipo contará con 2 tarjetas de red de 1000 Mbps de capacidad cada una. La una tarjeta de red es para la conexión interna y la otra para conexión a internet. Donde va a manejar una carga máxima de hasta 2000 Mbps.
- Se transmitirán datagramas de VoIP de 111 Bytes, lo que representa 888 bits por trama que usa el codec GSM. Para los 12 usuarios concurrentes que hay al usar el codec GSM se tendrá el valor de 10656 bits.

$$\text{Frecuencia[MHz]} = \frac{\# \text{ Interfaces} \times \text{Tráfico_Máximo[Mbps]}}{\text{Tramas}[b]}$$

Ecuación 3..8. Cálculo de la frecuencia que va a tener el procesador [24]

$$\begin{aligned}
 \text{Frecuencia [MHz]} &= \frac{2 \times 1000 \text{ [Mbps]} }{10656 \text{ [b]}} \\
 &= \frac{2000}{10656} \left[\frac{1M}{s} \right] \\
 &= 0,1877 \text{ [Mhz]}
 \end{aligned}$$

Ecuación 3.9. Cálculo del procesador.

La capacidad de procesador para cada uno de los 12 usuarios externos que pueden utilizar el procesador es de 0,1877Mhz. Teniendo un total de capacidad para el procesador de 2,25MHz.

Para llamadas usando las interfaces PSTN (Red telefónica Pública):

- El equipo contará con 3 interfaces, para conectar las 2 líneas telefónicas (PSTN) y una interfaz para la línea celular.
- Se transmitirán datagramas de VoIP de 333 Bytes, lo que representa 2664 bits. Para las 3 interfaces concurrentes que se utilizan.

$$\begin{aligned}
 \text{Frecuencia [MHz]} &= \frac{3 * 1000 \text{ [Mbps]} }{2664 \text{ [b]}} \\
 &= \frac{3000}{2664} \left[\frac{1M}{s} \right] \\
 &= 1,27 \text{ [Mhz]}
 \end{aligned}$$

Ecuación 3.10. Cálculo del procesador.

La capacidad de procesador para cada una de las 3 llamadas telefónicas a través de las líneas de la Red Pública y la línea celular que pueden utilizar el procesador es de 1,27Mhz. Teniendo un total de capacidad para el procesador de 3,38MHz.

Para usuarios internos:

- El equipo contará con 1 tarjeta de red de 1000 Mbps de capacidad. La tarjeta de red es para la conexión interna.

- Se transmitirán datagramas de VoIP de 888 Bytes, lo que representa 7104 bits. Para los 8 usuarios internos de la empresa

$$\begin{aligned}
 \text{Frecuencia [MHz]} &= \frac{1 \times 1000 \text{ [Mbps]}}{7104 \text{ [b]}} \\
 &= \frac{1000}{7104} \left[\frac{1M}{s} \right] \\
 &= 0,14 \text{ [Mhz]}
 \end{aligned}$$

Ecuación 3.11. Cálculo del procesador.

La capacidad de procesador para cada uno de los 8 usuarios internos que pueden utilizar el procesador es de 0,14Mhz. Teniendo un total de capacidad para el procesador de 1,126MHz.

En total de procesador se va a tener una suma de lo obtenido:

$$\begin{aligned}
 \text{Frecuencia [MHz]} &= \text{Req.S.O.} + \text{Req.Elasti} x + \text{Req. Ex.} + \text{Req. PSTN} + \text{Req. Int.} \\
 &= 200\text{Mhz} + 400\text{Mhz} + 2,25\text{Mhz} + 3,38\text{Mhz} + 1,126\text{Mhz} \\
 &= 606,76 \text{ Mhz}
 \end{aligned}$$

Ecuación 3.12. Total de frecuencia del procesador.

Debido a que se van a manejar 100 usuarios para la central telefónica IP, y según las directivas básicas dadas por Asterisk, es necesario tener un procesador doble núcleo para manejar más de 15 usuarios, con lo cual obtendremos el uso del CPU con la siguiente formula.

$$\text{Uso_CPU} = \text{Util. CPU} * \text{Núm. CPUs} * \text{Frec. CPUs}$$

Ecuación 3.13. Cálculo del uso del CPU.

- Util_CPU= El consumo máximo de procesador para operar durante periodos de carga máxima no deberá superar el 80%. [30]
- Núm_CPUs= Cuantos CPUs se va a utilizar. Como se mencionó antes serán 2.
- Frec_CPUs= La frecuencia del CPU.

$$Uso_CPU = 0,80 * 2 * 606,76 = 970,8MHz$$

Ecuación 3.14. CPU a utilizar.

Por lo tanto se utiliza un procesador dual, de no menos de 1Ghz de frecuencia.

3.2.5.1.4.2 Dimensionamiento de disco duro

El disco duro debido a que es la unidad de almacenamiento de la información, es un componente fundamental para el funcionamiento de cualquier equipo ya que aquí se almacenan todos los componentes de software. Para poder dimensionar este componente se utiliza de igual forma las recomendaciones de los fabricantes del software para así poder tener la capacidad necesaria para el equipo.

Consideraciones:

Software	Espacio en disco recomendada por el fabricante de software
Sistema Operativo CENTOS.	1 GB
Elastix.	8 GB
Log del sistema.	5 GB
TOTAL 1.	14 GB

Tabla 3.13. Cálculo de capacidad de disco duro.

A este valor se le aumenta el tamaño que se utiliza para realizar el almacenamiento de mensajes en un buzón para voz. Este tamaño se lo considera de 3 minutos máximo y 3 segundos mínimo, donde un mensaje menor a 3 segundos no se guardaría y si un mensaje es mayor a 3 minutos solo se guarda los 3 minutos iniciales.

El tamaño lo obtenemos así:

Para el número de 100 usuarios que tendrá Conectividad Global, con la proyección de crecimiento a tres años como se muestra en la tabla 3,9. se dispone de un tamaño especificado de la siguiente manera:

Si se envían 111Bytes en cada trama y para los 100 usuarios totales de la empresa.

Se tiene:

$$\begin{array}{l} 44,4 Kb \rightarrow 1s \\ X bits \rightarrow 3m(180 s) \end{array}$$

$$X = \frac{44,4kbits \times 180s}{1s} = 7992Kbits$$

Ecuación 3.15. Cálculo del número de bits que se envían en 3 minutos.

En los 3 minutos que almacena un buzón de voz, se tiene 7992Kbits, esto multiplicado por el número total de usuarios tenemos un valor de:

$$\begin{array}{l} \text{Tamaño _ Disco} = 7992 * 100(\text{usuarios}) = 799200 (kbits) \\ \text{Tamaño _ Disco} = 799200 / 8 = 99900 KBytes \end{array}$$

Ecuación 3.16. Cálculo del tamaño de disco para almacenamiento del buzón de voz. [30]

El tamaño de disco para almacenamiento del buzón de voz total es de 99,9GB.

$$\text{Tamaño _ Disco} = 99,9GB + 14GB = 113,9GB$$

Ecuación 3.17 Tamaño de disco duro utilizando todas las aplicaciones.

Por lo tanto el tamaño total mínimo del disco de datos a utilizar es de:

$$\text{Tamaño _ Disco} = 113,9GB$$

Ecuación 3.18. Tamaño total del disco duro a utilizar.

3.2.5.1.4.3 Dimensionamiento de la memoria

RAM: Random Access Memory – Memoria de Acceso Aleatorio; el computador guarda los datos que está utilizando; estos datos y programas permanecen en ella mientras la computadora esté encendida o no sea reiniciada, por lo que se lo llama temporales.

Para el dimensionamiento de la memoria del equipo, de igual manera se utiliza los requisitos del fabricante de cada software que se va a utilizar.

Software	Requerimiento de memoria
CENTOS	128 MB
ELASTIX	256 MB
TOTAL	440 MB

Tabla 3.14. Dimensionamiento de memoria.

Según las directivas mínimas para el buen funcionamiento del sistema de Asterisk descritas anteriormente se utiliza una RAM de 256 MB, para 5 usuarios simultáneos.

Donde cada usuario utiliza un promedio de RAM para las aplicaciones de telefonía IP de 51,2MB.

Por lo tanto el tamaño total de la RAM para el equipo es de:

$$\text{Tamaño_RAM} = \frac{(\text{ProRAMApl}) * (\# \text{usuConc}) * (\# \text{AplConc})}{\# _ \text{Servidores}} + \text{RAM_SO.}$$

Ecuación 3.19. Fórmula para el cálculo de memoria RAM. [30]

- ProRAMApl: Promedio de la RAM por usuario que utilice una aplicación.
- #usuConc: Número de usuarios concurrentes que va a tener la empresa.
- #AplConc: Número de aplicaciones concurrentes que maneja cada usuarios.

[30]

- #Servidores: Numero de servidores que va a manejar la aplicación.
- RAM_SO: Cantidad de RAM que utiliza el sistema operativo Linux.

$$Tamaño_RAM = \frac{51,2MB * 11 * 2}{1} + 128 = 1356,8MB$$

Ecuación 3.20. Tamaño de memoria RAM para el Equipo

Por lo tanto el tamaño de memoria RAM a utilizar es de mínimo 1,5 GB.

3.2.5.1.4.4 Tarjetas análogas

Con hardware de telefonía de proveedores reconocidos a nivel mundial como Digium, Sangoma y OpenVox, ciertamente son la mejor alternativa disponible en el mercado para pequeñas y medianas empresas. Pero debido a que OpenVox tiene precios más económicos, son 100% compatibles con las otras marcas como Digium y Sangoma, se utilizará esta marca, pudiéndose combinarlas sin problemas en la placa base.

Este hardware de telefonía es una tarjeta modular con entrada PCI para conectar estaciones análogas del teléfono y líneas análogas a través de una PC. La tarjeta elegida permite la combinación de hasta cuatro estaciones o líneas en los dos puertos FXO y dos puertos FXS, es decir, realiza la conexión de la voz sobre IP con las líneas telefónicas tradicionales, lo cual ampliaría la funcionalidad de la central telefónica para la empresa Conectividad Global, que en este caso tiene 2 líneas telefónicas.



Figura 3.5. Tarjetas de interfaz análogo PCI. [32]

3.2.6 REGLAMENTOS Y POLÍTICAS

Horarios de Trabajo

Se conviene expresamente que el horario es de lunes a viernes de 9: a 18:00 hrs.

El horario señalado podrá ser modificado por la empresa según las necesidades de la misma siendo obligación de esta dar aviso a todos los usuarios de ésta.

Restricciones

Queda prohibido a cada usuario interno de la empresa:

Utilizar el Internet para fines distintos a los de las actividades establecidas. Se prohíbe el acceso a páginas obscenas y aquellas que distraigan sus actividades de trabajo, y otras que consuman recursos de la red, y del equipo para la telefonía IP.

Llamadas telefónicas

Las llamadas deben ser atendidas, sin excepción, de forma expedita, clara y oportuna, es prioritario para la empresa que la comunicación con clientes, proveedores, empleados y cualquier persona que llame, se realice sin pérdidas de información y al momento.

Las llamadas personales realizadas deberán ser limitadas y con tiempo medido.

La responsabilidad primaria de cualquier llamada de entrada es de la Recepcionista y/o Asistente de Socios sin embargo, en caso de saturación de líneas telefónicas, se deberá tener especial interés en contestar cualquier llamada que se tenga la certeza que está siendo abandonada

Por ningún motivo se puede tener una llamada más de un minuto sin respuesta.

En caso de ausencia (corta o larga) el responsable de cada extensión deberá encargar a su compañero, la atención a sus llamadas, evitando con ello la pérdida y saturación del conmutador.

Será responsabilidad del encargado de la extensión el escuchar frecuentemente el servicio de correo de voz para dar respuesta y atención a los mensajes recibidos.

Toda aquella persona que conteste el teléfono, tendrá la obligación de evitar que se pierda la llamada; en caso que ocurra tiene que darle el seguimiento adecuado.

Será responsabilidad de cada empleado el tomar las llamadas que sean canalizadas a su extensión a través de llamada en espera, para evitar que las llamadas entrantes sean perdidas o saturen las líneas telefónicas.

Con la finalidad de no tener los gastos de telefonía muy altos tanto en las líneas de PSTN así como en la línea celular, se presentan las siguientes normas.

Con la finalidad de mantener las líneas fijas disponibles, las llamadas de salida que realizará cada usuario cuentan con servicio limitado de tiempo de cada llamada.

En caso de requerir una llamada (de negocio o emergencia) a celular, será realizada a través de la línea celular en la cual para realizar la llamada se debe ingresar claves personales y confidenciales, que únicamente la tienen el Gerente y la recepcionista para obtener línea debido a que estarán bloqueados las líneas para todos los usuarios internos de la empresa Conectividad Global y así conocer el responsable de la llamada y el tiempo consumido.

Las llamadas locales, deberán ser limitadas a uso de oficina y/o clientes, observando frecuencia y duración razonable.

Valores

Los administradores de red o técnicos deberán realizar un mantenimiento de la Central Telefónica, sea de hardware o software 3 veces al año como se mencionará mas adelante. Esto debido a que se debe obtener valores de jitter, latencia, paquetes perdidos que está teniendo el equipo en las instancias más críticas. Estas instancias no deben superar el 80% de consumo máximo de procesador y de los factores que afectan en la calidad de la telefonía IP.

- Latencia: El valor de latencia no debe superar los 300ms.

- Jitter: El valor de jitter no debe superar los 80ms.
- Pérdida de paquetes: En pérdida de paquetes el valor no debe superar al 4% de paquetes perdidos.

Cuando el jitter, latencia, pérdida de paquetes superen los valores descritos se deberá realizar un aumento de recursos, sea de memoria, procesador, enlace de Internet. Esto puede deberse a que si la cantidad de usuarios aumenta, se esperaría que el tráfico crezca en igual magnitud, por lo que, un equipo a dimensionarse debería proveer capacidad suficiente y disponibilidad al servicio determinado.

3.3 PRESUPUESTO REFERENCIAL

Para poder brindar una solución de bajo costo para pequeñas y medianas empresas, se realiza un presupuesto referencial del equipamiento, instalación, configuración de la central telefónica IP para la Empresa Conectividad Global.

Este proyecto al tener un sistema operativo Linux, que es una plataforma estable, con mayor velocidad en sus aplicaciones y además implementado bajo software libre, permite tener una alternativa confiable y económica para ser distribuido y comercializado en pequeñas y medianas empresas.

3.3.1 ANÁLISIS DE COSTOS

Para estimar el costo del proyecto, se tomará en cuenta 3 parámetros importantes:

- Costo del equipo.
- Costo de la implementación.
- Costo de Mantenimiento y Administración.

3.3.1.1 COSTO DEL EQUIPO

La ventaja del software libre, es que tiene mecanismos de seguridad propios de equipos servidores, sea en máquinas ensambladas o clones, lo que permite asegurar el servicio y verificar la fortaleza del código abierto con licencia GNU/GPL, y fundamentalmente abaratar costos.

3.3.1.1.1 Análisis del costo referencial de los equipos

El soporte, la garantía y la disponibilidad de los repuestos necesarios junto con su personal capacitado, garantizan el buen funcionamiento de los equipos.

La telefonía debe integrar software estable y hardware confiable para garantizar el tráfico de llamadas.

Las marcas más reconocidas a nivel nacional, que poseen un buen soporte y disponibilidad de los equipos necesarios en el mercado local tenemos los siguientes:

Procesador	Memoria	Tarjeta Madre	Disco Duro	Interfaces de Red	Tarjetas PCI	Teléfonos Ip	Headphone
Intel	Kingston	Intel	Samsung	Advantek	Sangoma	ASTRA	Genius
AMD	Markvisión	MSI	Western Digital	Dlink	OpenBox	Grandstream	Maxell
	ADATA	Biostar	Seagate	Intel	Digium	POLICOM	Omega
	Corsair	Asrock	Hitachi	Cnet		ATCom	

Tabla 3.15. Marcas de equipos reconocidos en el mercado local.

Se seleccionarán las marcas de costos más bajos y que cuenten con un soporte a nivel nacional.

En la elección de la marca y tipo de procesador para el equipo, en Intel y AMD, se tiene actualmente la tecnología Dual core, que es el nombre que se le da a la tecnología de doble núcleo. Así que todo procesador que tenga dos núcleos en su interior, sea un core duo, core 2 duo o AMD X2 es llamado dual core. La tecnología core 2 duo es la segunda generación de procesadores INTEL que cuentan con doble núcleo y que tienen soporte para 64 bits, a diferencia de los core duo y otros chips, que son de 32 bits.

El análisis del costo de los equipos se lo realiza tomando en cuenta que se utilizará un equipo CLONE. Actualmente, se conoce como CLONES, a las computadoras

armadas a partir de piezas sueltas, mercadeadas independientemente por los diferentes fabricantes de piezas de computadoras y armados usualmente por el usuario final [33].

Esto debido a que se tiene precios más bajos y existe el personal con el suficiente conocimiento tanto para la selección de los componentes adecuados entre la gran oferta existente como en el armado del equipo.

En la tabla 3.16. se muestra algunas ofertas de los componentes para el armado del equipo:

Procesador		Costo Referencial
Intel	Intel Dual Core E5400 2.9GHz -2Mb 1066Mhz	84,50
	Intel C2D 2.93GHz 1066MHz 3Mb L2 cache E7500	127,85
AMD	AMD ATHLON II X4 620 2.6GHZ 2MB L2	117,00
	AMD ATHLON II X2 245 2.9GHZ 2MB L2	74,00
Memoria		
Kingston	1Gb 800Mhz PC2-6400 kingston	27,95
Markvisión	DIMM MARKVISION 1GB PC-800	25,00
Tarjeta Madre		
Intel	Intel DG31PR 1333 Mhz (red-1gb) (ddr2-800-667) (SON 5.1)(VID)(pci express X16)(PCI EXP 1X)(2 PCI)(4 ptos usb)(4 ptos sata-3.06GB/S)(sop C2D- C2Q- C 400)	61,45
MSI	MSI P45-C51 S775,4 DDR3,LAN,SON	89,00
Disco Duro		
Samsung	160GB SAMSUNG SATA 7200RPM	41,00
	DD 320GB Samsung serial sata	46,45
Wester Digital	DD 160GB Seagate IDE 7200 rpm	49,95
	DD 320GB WD serial ata	46,45
Interfaces de Red		
Universal	Tarj red Universal Gigabit 100/1000	13,50
Dlink	Tarj red Dlink DGE-530T Gigabit 100/1000	20,50
Tarjetas		
Openbox	Openvox A400P - incluye 4 puertos FXO	299
Sangoma	Sangoma B600	685
Headphones		
Genius	Microf. Audif Genius HS-02N de diadema / control de volumen	6,30
Maxell	Microf. Audif.Maxell 346160 Detachable Headset tipo diadema	8,50

Tabla 3.16. Tabla comparativa de precios de equipos de telefonía IP. [32]

Procesador.

Debido a que la marca Intel presta mayor soporte y garantía en el mercado local se escogerá al procesador Intel. Para un mejor rendimiento de la central telefónica, el fabricante recomienda un procesador dual. El procesador dual core que tiene buena racionalidad, rapidez, eficiencia, potencia y es más económico, lo que atribuye más poder al procesamiento de la máquina. Este procesador tiene la característica de ser una tecnología multipolar es decir con dos núcleos de procesamiento.

Memoria

Se escoge la marca markvision debido al precio. Aunque ambas marcas tienen un soporte y garantía alta y eficaz. Es compatible con la mainboard permitiendo brindar mayor rapidez al equipo, debido a que la tarjeta acepta módulos DDR2.

Tarjeta madre.

Se escoge la tarjeta Intel, por el soporte, garantía y el precio. Además porque es compatible con una tecnología de procesador más nueva, que serviría para poder actualizar la máquina y poderla hacer más potente y rápida. Tiene algunas características importantes como son:

- El número de puertos para conectar dispositivos SATA (Serial Advanced Technology Attachment) que son interfaces de transferencia de datos entre la placa base y los discos duros, u otros dispositivos de altas prestaciones. Tiene 4 interfaces. Proporciona mayores velocidades, mejor aprovechamiento cuando hay varios discos, mayor longitud del cable de transmisión de datos y capacidad para conectar discos en caliente (con la computadora encendida).
- Tiene una interfaz ATA IDE (Integrated Drive Electronic) es una interfaz estándar para la conexión de dispositivos de almacenamiento como discos duros, unidades de estado sólido y unidades de CD-ROM en las computadoras.
- Además tiene 4 ranuras de expansión PCI (Peripheral Component Interconnect - Interconexión de Componentes Periféricos; que es un bus para

conectar dispositivos periféricos directamente a su placa base), en las cuales se puede instalar las tarjetas necesarias para el servidor de telefonía IP.

- También tiene 2 bancos para memoria RAM libres DDR2 (Doble Data Rate) que son módulos para memorias (soporta hasta 4GB, según especificaciones técnicas del equipo), permite tener un buen funcionamiento del servidor al realizar los diferentes procesos para las llamadas y sus aplicaciones.

Disco duro.

Se escoge la marca Samsung con soporte, garantía mayor y más conocida en el medio. Aunque la diferencia del precio que se tiene no es demasiado grande entre un disco de 160GB y uno que es el doble de 320GB, resultará más económico y con lo cual un mejor beneficio en la adquisición del disco de capacidad de 320GB.

Tiene interfaces SATA que se lo conecta con facilidad en la tarjeta madre, dando mayor rapidez y rendimiento en la transmisión de la información.

Interfaces de Red

Debido a que las tarjetas de red Dlink son más conocidas en el medio, con un mayor soporte y garantía de las mismas. Solo se adquirirá una debido a que ya viene incorporada una interfaz de red de 1G en la placa madre.

Tarjetas de interfaz análogo.

Debido a que OpenVox tiene precios más económicos, son 100% compatibles con las otras marcas como Digium y Sangoma, se utilizará esta marca, pudiéndose combinarlas sin problemas en la placa base.

Teléfonos con software o softphone.

Un Soft Phone es un programa informático que proporciona funcionalidades de un teléfono en un dispositivo, tal como una PC o un PDA. Donde el software a usar va a ser Zoiper 3.0. Debido a que los requerimientos para una máquina cliente son pequeños, comparados con los del Xlite.

	Zoiper	Xlite
Procesador	Mínimo Pentium II 300MHz	Minima Intel Pentium III 700 MHz
Memoria	Mínimo 256 MB RAM	Mínimo 256 MB RAM
Sistema Operativo	Windows® 2000, XP and late. Linux	Windows 2000, XP, Vista Mac OS X10.4, X10.5 Leopard
Tarjeta de Sonido	16 bit	Full-duplex, 16-bit
Conexión Internet.	Conexión a la red IP.	Conexión a la red IP.
Codec que soporta	GSM, G.711, G.729, iLBC, Speex	G.711. iLBC, GSM,
Protocolo que soporta	IAX/IAX2, SIP, RTP,	SIP, IAX
Precio	free	free

Tabla 3.17. Requerimientos mínimos para el uso de Zoiper y Xlite. [34]

El único requerimiento es tener un micrófono y parlantes para lo cual se utilizará un Headphone que será de marca Genius que tiene audífonos y micrófono incluido, excelentes para la comunicación en Internet con control de volumen.



Figura 3.6. HeadPhone Genius. [35]

Después del proceso de selección se obtuvo que las características de hardware para el equipo de telefonía IP sean las siguientes:

Ítem	Cantidad	Característica	Costo Referencial
Procesador	1	Intel Dual Core E5400 2.9GHz -2Mb 1066Mhz	84,50
Memoria	2	DIMM MARKVISION 1GB PC-800	50,00
Tarjeta Madre	1	Intel DG31PR 1333 Mhz (ddr2-800-667) (S/V/R) express X16)(PCI EXP 1X)(2 PCI)(4 ptos usb)(4 ptos sata-3.06GB/S)(sop C2D-C2Q- C 400)	61,45
Disco Duro	1	DD 320GB Samsung serial sata	46,45
Red	1	Tarj red Dlink DGE-530T Gigabit 100/1000	20,50
Case	1	Case Combo Altek 6805 teclado multi- mouse opt y parlantes negro plata 650va -24 pines-cable sata	37,00
Tarjetas de interfaz análoga	1	Openvox A400P - incluye 4 puertos FXO	299
softphone	10	Zoiper Classic	free
Headphone	10	Microf. Audif Genius HS-02N de diadema / control de volumen	6,30*9=56,7
Total			655,6

Tabla 3.18. Tabla de partes y precios.

Debido a que en la empresa Conectividad Global se proyecta realizar una reutilización de equipos o recursos existentes, utilizará un servidor existente para la central Telefónica IP, sin requerir la compra de un servidor extra.

Para evitar la compra de teléfonos físicos para cada uno de los usuarios lo cual sería demasiado costoso se implementa el software softphone, para el mejor manejo de las llamadas por parte de los usuarios a través de la computadora, para lo cual es necesario la compra de micrófonos y parlantes para cada uno de los usuarios internos de la empresa.

La tabla siguiente detalla el costo de adquisición del hardware:

Ítem	Cantidad	Característica	Costo Referencial
Tarjetas de interfaz análoga	1	Openvox A400P - incluye 4 puertos FXO	299
Headphone	10	Microf. Audif Genius HS-02N de diadema / control de volumen	57,6
Total			356,6

Tabla 3.19. Detalle de costo total del hardware.

3.3.1.2 COSTO DE IMPLEMENTACIÓN

En el análisis del costo de implementación, se tomará como el parámetro más importante al tiempo, ya que se analizará la instalación y configuración del software.

Para esto se debe tener en cuenta que el hardware se encuentra listo para la instalación del software. El costo del tiempo utilizado para la implementación se define un valor de 20 USD por cada hora, sea de instalación configuración y soporte. Este dato se consultó en empresas, que tienen ese valor por hora para soporte tecnológico. [31]

Valor tomado como referencia del cobro que efectúa la empresa Conectividad Global por éste servicio.

IMPLEMENTACIÓN	TIEMPO (# de horas)
Instalación de sistema operativo	1
Instalación de software de telefonía IP (ELASTIX)	1
Actualización del software	6
Recopilación de kernel y parches	2
Configuración del Software ELASTIX	10
Total	20

Tabla 3.20. Detalle de duración por cada actividad.

3.3.1.3 COSTO DE MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN.

El proceso de Administración y mantenimiento es el parámetro más costoso en el análisis de costos debido al tiempo, conocimientos y esfuerzo por la realización de este proceso. Debido a que las configuraciones son aun básicas, la administración del software sería la más complicada por los conocimientos que se necesitan sobre la telefonía Ip y sobre el software libre.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de un equipo servidor físico es valorizado en 150usd, ya que son realizados los fines de semana para poder apagar las máquinas. [25]

Mantenimiento preventivo del servidor anualmente	Costo
3 mantenimientos preventivos	150

Tabla 3.21. Costo anual de mantenimiento de servidor.

Administración

Administración del servidor	Valor mensual	Valor anual
Administrador del servidor	400	4800

Tabla 3.22. Costo de administración de servidor.

Costo total del Mantenimiento y Administración	
3 mantenimientos preventivos	150
Administrador del servidor	4800
Total	4950

Tabla 3.23. Costo total del mantenimiento y administración anual.

3.3.2 PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PROYECTO

Es necesario realizar la evaluación del presupuesto referencial, para así determinar su viabilidad; y así poder determinar el costo/beneficio para la institución Conectividad Global.

El costo total para el dimensionamiento de la central telefónica, que comprende la elección del hardware y software, la instalación y configuración alcanza los 5985,6 dólares de los Estados Unidos de América (Tabla 3.21), sin considerar el impuesto al valor agregado (IVA).

Parametros	Tiempo (# Horas)	Costo Hora	Costo Referencial (USD)
Costo Equipo			655,6
Costo Implementación	19	20	380,00
Costo Mantenimiento y Administración			4950,00
Total			5985,6

Tabla 3.24. Detalle del presupuesto referencial del proyecto de titulación

Como se mencionó anteriormente la empresa Conectividad Global realiza una reutilización de equipos o recursos existentes, obteniendo es esta manera un servidor para la central Telefónica IP, sin requerir la compra de un servidor extra.

Pero debido a que la implementación se realizaría en otra instancia, y debido a que los servicios profesionales son parte de un proyecto propio de la empresa no tiene ningún costo.

Parametros	Tiempo (# Horas)	Costo Hora	Costo Referencial
Costo Equipo			356,6
Costo Implementación	20	20	0
Costo Mantenimiento y Administración			0
Total			356,6

Tabla 3.25 Detalle del presupuesto referencial del proyecto de titulación

El costo obtenido es bastante bajo, y junto con las ventajas que conllevaría el uso de la central telefónica justificaría plenamente su aplicación, bajo los puntos de vista de tecnología de punta, actualización, velocidad de información, transferencia de información y facilidad de acceso por parte de los clientes de Conectividad Global.

Llevando a cabo un estudio pormenorizado de la situación actual de red y de ésta manera establecer las condiciones y requerimientos futuros necesarios para el buen funcionamiento de la central telefónica, cabe recalcar que se realizará la reutilización los recursos, realizando una selección del servidor óptimo para obtener una equipo con alto rendimiento, disponibilidad al trabajar con telefonía IP. Lo cual permite un ahorro bastante grande a la empresa Conectividad Global.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. El hardware es una parte importante para el funcionamiento adecuado de un equipo, en donde también, el ambiente a ser usado, el tipo de tráfico, los diferentes protocolos a utilizarse, son vitales para un adecuado dimensionamiento, con lo que el equipo propuesto, que a simple vista es un Computador Personal, es un equipo que abastece con mucha facilidad los requerimientos para tráfico intermedio gracias al Sistema Operativo Linux que tiene configuraciones robustas, económicas y seguras, y además dejan tener opciones de redundancia, alta disponibilidad y de un soporte técnico rápido a los requerimientos de los usuarios.
2. En el mercado actual se tienen varias soluciones de software libre, en base al estándar IEEE830 se desarrollaron las Especificaciones de Requisitos de Software que permita tener una herramienta que proporcione comunicación IP flexible, estable y que se adapte a las necesidades futuras. Como resultado de éste análisis se obtuvo que la herramienta Elastix, da estabilidad, eficiencia en memoria y en recursos de la red, le facilita integrarse a cualquier infraestructura existente en una empresa. Debido a que la herramienta admitió definir claramente las especificaciones de los requisitos que el equipo debe cumplir, se pudo reducir los costos de adquisición de equipos nuevos o el de realizar cambios en el equipo, por no definir claramente sus funciones y restricciones.
3. Se realiza el dimensionamiento del equipo para que el servidor pueda lograr la conexión con la red telefónica pública, y además tener un número de 12 usuarios concurrentes, los cuales serían, técnicos de las instituciones que trabajan con la empresa.

4. El desarrollo del presente proyecto de titulación toma en cuenta varios materiales bibliográficos como libros de bibliotecas, tesis y documentos de Internet que posibilitaron fundamentar con bases teóricas científicas el estudio sobre los software Libre (Centos - Elastix), Volp (Estandar SIP), codecs (GSM) los cuales, al terminar el proyecto dieron el resultado deseado y así se pudo tener un trabajo con buenas bases teóricas listas para ser aplicadas en cualquier momento, sea a usuarios residenciales, empresariales que busquen aplicaciones de software libre, que presten servicios de telefonía y posean la flexibilidad de poder adaptarse a diversas situaciones y requerimientos.
5. Para la empresa Conectividad Global representa un ahorro económico, debido a que se utilizará la central telefónica, para realizar llamadas telefónicas a través de Internet, a los técnicos de las diferentes instituciones o cuando estos salgan a dar soporte técnico en cualquier lugar y necesiten mantener una comunicación constante con la empresa, para la realización de configuraciones del producto que se realizan dentro de la empresa, gracias a la dirección IP pública configurada en el equipo Elastix.
6. Para la Empresa Conectividad Global la central telefónica, es un sistema abierto, escalable para la utilización del software libre que genera una oportunidad para el acceso a la tecnología actual, y el ahorro de recursos físicos debido a que se podrá utilizar un equipo existente, sin necesidad de comprar otro, en donde va a estar la central telefónica. Además, en este mismo servidor se puede tener un servidor de correo (cuentas de correo para los usuarios), pudiendo eliminar un equipo físico y tener 2 o más aplicaciones en uno solo, con todas las configuraciones necesarias y una administración agradable hacia el administrador de red.
7. Las soluciones basadas en software libre están incrementándose rápidamente en el mercado, debido a que hacen posible ahorrar costos principalmente de licencias, y también por anuncios del gobierno, por el interés en que toda empresa pública utilice software Libre, lo que permite que mas empresas ofrezcan servicios de desarrollo y soporte a estas herramientas de código abierto, dando una oportunidad muy alta a la aceptación de centrales

telefónicas IPs basados en software libre, admitiendo, que el mercado vea el ahorro en los costos y la obtención de un buen producto.

8. Las pequeñas y medianas empresas con bajos recursos económicos, para la adquisición de equipos tecnológicos que en su mayoría son costosos, buscan opciones más económicas para reemplazarlos, por esta razón se desarrolló el presente proyecto de titulación, como una opción, tener una central telefónica basada en software libre, facilitando así a las empresas que se encuentran en crecimiento con un capital económico muy bajo, pero con un capital humano suficiente y capacitado en el sistema operativo Linux, para la optimización de los recursos y configuración del equipo en base a las necesidades específicas de la empresa.
9. Debido a que los sistemas de telefonía IP, van tomando gran importancia por el fuerte crecimiento e implantación de las redes IP, con técnicas avanzadas, protocolos de transmisión y nuevos estándares para obtener un mejor servicio en las aplicaciones que adquieran, las empresas ven la necesidad de estar en constante actualización de sus sistemas de comunicación, minimizando los costos de producción y mejorando a su vez la competitividad.
10. Los gastos en adquisición de tecnología de la información y la administración de estos recursos informáticos son una variable que puede determinar el futuro de una empresa, pero que se justificaría plenamente su aplicación, bajo los puntos de vista de tecnología de punta, actualización, comunicación, transferencia de información y facilidad de acceso por parte de los usuarios de las instituciones beneficiarias a la aplicación. Permitiendo así, que en el país, las pequeñas y medianas empresas puedan crecer tecnológicamente y económicamente.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Antes de realizar alguna implementación de cualquier tipo de servicio se recomienda realizar una planificación para el buen funcionamiento del servicio o aplicación a utilizar, donde primero se debe evaluar el ambiente donde se va a trabajar y qué servicios va a prestar, con lo cual se planifica la elección del software y hardware a utilizar.
2. Se recomienda aumentar el ancho de banda del servicio de Internet de la empresa Conectividad Global, para poder tener un mayor número de usuarios concurrentes e implementar otras funcionalidades o aplicaciones necesarias para poder utilizar y aplicarlas en beneficio de la empresa.
3. Para tener un funcionamiento adecuado de la central al utilizar llamadas a través de Internet se recomienda conseguir un enlace Internet dedicado para voz y con un ancho de banda superior al actual, con lo que se podrá obtener mayor número de usuarios simultáneos y mayor cantidad de aplicaciones a utilizarse.
4. Se recomienda realizar la compra de todo el paquete de softphone (Adquirir licencias) y poder disponer del servicio de video Llamada, lo cual es muy útil para establecer reuniones con personas que se encuentren en sitios remotos y también el uso del códec G.729 que viene incluido cuando se realiza esta transacción, permitiendo tener un menor consumo de ancho de banda, y lograr un mayor número de llamadas concurrente.
5. Debido a que en Elastix existe la opción de monitoreo de las llamadas se puede utilizar esta aplicación, para tener una historia de todas las llamadas realizadas y recibidas, y poder mantener el seguimiento de algún caso de clientes, confirmar si este caso se ha cerrado satisfactoriamente.
6. Se recomienda realizar la reclasificación de la Calidad del Servicio (QoS) brindando enlaces de entrada redundantes y la separación del tráfico de voz con la utilización de VLANs, mantener una buena calidad del servicio y un buen funcionamiento al trabajar con voz.

7. Se debe realizar una elección minuciosa de todos los recursos y servidor que va a formar parte de la central telefónica, para obtener un dimensionamiento apropiado del host, considerando futuros crecimientos y recursos disponibles para cubrir necesidades de alta disponibilidad.
8. Es importante que el personal encargado de la administración de la red conozca acerca del software libre, de telefonía IP y todos los detalles de la red de la empresa Conectividad Global, así como los sistemas de gestión, los procedimientos de administración y las políticas de seguridad.
9. Se recomienda la implementación y puesta en servicio de políticas de seguridad para la red interna y externa de la empresa Conectividad Global, considerando que es un factor de gran importancia en cualquier empresa, para una adecuada protección de la información y de los equipos, que corren el riesgo de robos, pérdida y daños por virus.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Kioskea (2008), Protocolos. Disponible en: <http://es.kioskea.net/contents/internet/protocol.php3>.
- [2] Tanenbaum, Andrew (2003): Redes de Computadoras. Cuarta Edición. Pearson Educación de México.
- [3] Ing Pablo Hidalgo "Redes de Área Local", Quito Ecuador – 2006
- [4] Calderón Pinchao, Ana Lucía; Paredes Tufiño, María de los Ángeles (2006); Diseño de una red VoIP, utilizando el sistema operativo LINUX, para su implementación sobre la infraestructura existente del ECORAE para brindar telefonía a zonas rurales específicas de la Amazonía Ecuatoriana.
- [5] Anguiano, Eloy; Real Time Transport Protocol; Disponible en: <http://memnon.ii.uam.es/~eloy/media/REDES/Tema7.4-rtp.pdf>.
- [6] Muñoz, Mario (2008). Introducción a RTP y RTCP. Disponible en: http://www.it.uc3m.es/~labsimitis/sesiones/teoria/07_Intro_RTP.pdf
- [7] Escudero P., Alberto; Berthilson, Louise (2006). VoIP para el desarrollo. Una guía para crear una infraestructura de voz en regiones en desarrollo.
- [8] Wikipedia: Skype; Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Skype>
- [9] Wikipedia: Skinny Client Control Protocol; Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Skinny_Client_Control_Protocol.
- [10] VolpForo: Tabla resumen de Codecs; Disponible en: <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>
- [11] CISCO (2006). Voice Over IP - Per Call Bandwidth Consumption. Disponible en: http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk698/technologies_tech_note09186a0080094ae2.shtml

- [12] Voip-Info.org (2004): *GSM Codec*; Disponible en: <http://www.voip-info.org/wiki/view/GSM+Codec>
- [13] Bravo, Sergio (2006). *Estudio y puesta en servicio de una central telefónica – IP Híbrida para la Central Hidroeléctrica Pullinque – subsidiaria de ENEL.*
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfcib826e/doc/bmfcib826e.pdf>
- [14] VoipForo: *Quality of Service Voip (Latencia, Jitter, Eco, Perdida de paquetes).*
Disponible en: http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Latencia.php.
- [15] Hunter, Alex (2007): *Diseño e implementación de experiencias docentes para el servicio de voz sobre IP, mediante la utilización de la plataforma Asterisk IPBX.*
Disponible en:
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmfcih939d/doc/bmfcih939d.pdf>
- [16] Adiptel: *Calidad de servicio.* Disponible en:
http://www.adiptel.com/soluciones/calidad_servicio.php
- [17] Datos de los últimos años de la empresa Conectividad Global Cía. Ltda.
- [18] GNU Operating System. *La definición de software Libre*; Disponible en:
<http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>
- [19] MasAdelante.com. *Definición de Software y Hardware.* Disponible en:
<http://www.masadelante.com/faqs/software-hardware>
- [20] Siderix S.A. (2008). *Programa de entrenamiento LINUX-LPIC (Modulo 1).*
LINUX administración básica.
- [21] Mandrila (2009). *Mandrila Linux 2010 Sprinf.* Disponible en:
<http://www2.mandriva.com/linux/features/>
- [22] Ubuntu (2010). Documentation Team. Disponible en:
<https://wiki.ubuntu.com/DocumentationTeam>
- [23] Centos (2009). *The community enterprise operating system.* Disponible en:
<https://www.centos.org/>

[24] Jiménez Gladys, Pazmiño Carlos (2009). Análisis, implementación y evaluación de un prototipo router dual ipv4/ipv6 con soporte de qos e ipsec sobre linux, usando ahp para la selección del hardware e ieee 830 para la selección del software.

[25] Conectividad Global. Misión Visión: Disponible en: [http://www.conectividadglobal.net/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=34#myGallerySet1-gallery\(1\)-picture\(5\)](http://www.conectividadglobal.net/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=34#myGallerySet1-gallery(1)-picture(5)).

[26] Pita Fernandez, S. (1996). Determinación del tamaño muestra. Disponible en: <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras.asp>

[27] Mena, Christiam; Chavez Denis (2009). Reingeniería de la infraestructura de red del data center de la empresa conectividad global cía. Ltda. Que provee servicios de intranet a las instituciones del proyecto quitoeduca.net.

[28] Elastix Freedom to communicate (2010). How to install elastix from centos5 Disponible en: http://www.elastix.org/index.php?option=com_openwiki&Itemid=27&id=how-to_install_elastix_from_centos5

[29] Meggelen, Jim Van; Madsen Leif; Smith Jared (2005). Asterisk The future of telephony. Second Edition

[30] Microsoft TechNet (2007). Server Sizing Guide. Disponible en: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb608286.aspx>

[31] Referencia Cobros que efectúa la empresa Conectividad Global por el servicio de mantenimiento y soporte de equipos.

[32] Lista de Precios:

Tecnomega Internacional (2010). Lista precios Mayo 2010. Lista distribuidor. Sucursal Colón Quito.

Zona Tecnológica Ecc. (2010). Lista Precios Marzo 2010. Lista Distribuidor. Edmundo Carvajal OE-458 y Av. Brasil (Subida al Bosque), Quito, Ecuador.

VOCIS / todovoip (2010). Cotización de precios. Disponible en: <http://www.vocis.ec/vocis.php?c=1281>

[33] Mijares, José. Clones vs Computadoras de marca. Disponible en: <http://www.bbs.ingedigit.com.ve/articulos/ClonesVsmarca.html>

[34] Teléfonos Softphone

Zoiper (2010). Descarga Zoiper free. Disponible en: <http://www.zoiper.com/softphone>

Xlite (2010). Requirements. Disponible en: <http://www.counterpath.com/x-lite.html>

[35] Genios (2010). Headphone. Disponible en: <http://www.geniusnet.com/wSite/ct?xItem=16662&ctNode=145&mp=1>

OTRA BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

[36] Comer, Douglas (2002). Internetworking with TCP/IP. Vol. I: Principles, Protocols and Architecture. Cuarta Edición. Prentice-Hall, USA.

[37] Thomas L. Saaty (1980). The Analytical Hierarchical Process. Disponible en: http://books.google.com.ec/books?id=rHHhpdWTAisC&printsec=frontcover&dq=Thomas+Saaty&hl=es&ei=JNimS77QE8qutgeblLGNCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CDAQ6AEwAQ#v=onepage&q=&f=false

[38] Wallingford, Ted (2005). Switching to Voip. Primera Edición. Disponible en: http://books.google.com.ec/books?id=vAT8Mfvp8GsC&dq=descarga+wallingford.+switching+to+voip&printsec=frontcover&source=bn&hl=es&ei=QdM8TLWxHoGC8ga_

wO2mBg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CCcQ6AEwAw#v=one
page&q&f=false

MANUALES

- [39] Altadill, Xavier. IPTABLE Manual práctico. Disponible en:
<http://es.tldp.org/Manuales-LuCAS/doc-iptables-firewall/doc-iptables-firewall-html/>
- [40] *Modulo 8 CISCO. Conmutación Ethernet.*
- [41] Norma IEEE-STD-830 (1998): Especificaciones de los requisitos del software.
- [42] Norma IEEE-Std-1233 (1998): Guía para el desarrollo de Especificaciones de Requerimientos de sistemas.

PAGINAS WEB

- [43] Kioskea.net (2010). Protocolo IP. Disponible en:
<http://es.kioskea.net/contents/internet/protip.php3>
- [44] Kioskea.net (2010). Protocolo UDP. Disponible en:
<http://es.kioskea.net/contents/internet/udp.php3>
- [45] Google Html: Codificadores; Disponible en:
<http://74.125.47.132/search?q=cache:0IP8q5w3OwcJ:ocw.ucv.ve/facultad-de-ingenieria/difusion-y-multimedia/materiales/Difus-multimedia04.pps+Codificaci%C3%B3n+CS-ACELP&cd=8&hl=es&ct=clnk&gl=ec&client=firefox-a>
- [46] Wikipedia (2010). Codificación de Voz. Disponible en:
http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Speech_coding
- [47] Gámez Douglas. Estándares de VOIP. SIP vs H.323. Disponible en:
<http://neutron.ing.ucv.ve/comunicaciones/Asignaturas/DifusionMultimedia/Tareas%202005-1/Estandares%20de%20VoIP%20H323%20&%20SIP%20-%20B&W.pdf>

- [48] Ganzábal Julián (2008). Calculo de ancho de banda en VoIP. Disponible en: <http://www.idris.com.ar/lairerent/pdf/ART0001%20-%20Calculo%20de%20ancho%20de%20banda%20en%20VoIP.pdf>
- [49] Proyecto VOIP (2007). VOIP Y CALIDAD DE SERVICIO(QoS). Disponible en: <http://proyectovoip.com/voip.htm>
- [50] Wikipedia: PBXs. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/PBX>
- [51] Wikipedia: Mandriva Linux; Disponible en: http://en.wikipedia.org/wiki/Mandriva_Linux#History
- [52] Wikipedia: Elastix. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Elastix>.
- [53] Zorzoli Pablo Ruiz (2003). Investigación sobre el movimiento del Software Libre. Disponible en: <http://www.z-labs.com.ar/docs/tif/4-licencias.html>
- [54] Conectividad Global (2009). Sistema de gestión académica sgamentor. Disponible en: http://www.sgamentor.com/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=30
- [55] Monografias.com. Métodos de investigación <http://www.monografias.com/trabajos/metoinves/metoinves.shtml>
- [56] Vivanco Manuel (2005). Muestreo Estadístico Diseño y aplicaciones. Primera edición http://books.google.com.ec/books?id=-_gr5l3LbpIC&pg=PA49&lpg=PA49&dq=muestreo+-+Porcentaje+de+estimaci%C3%B3n+de+error+admisible&source=bl&ots=C_fXjv-Jdt&sig=T7cpn0bJT9FYzygvKdCTgfoJkmA&hl=es&ei=PBSyS6KDJcL48Aa53L3bAQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CA8Q6AEwAw#v=onepage&q=&f=false
- [57] Cordova P., María Daniela (2007); Propuesta de una red de telefonía IP para la nueva POLIRED de la Escuela Politécnica Nacional.
- [58] Delgado Cristian (2006). Análisis y evaluación para una óptima calidad de servicio en telefonía IP. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmficid3521a/doc/bmficid3521a.pdf>.

ANEXO A.

VALORACIÓN CUANTITATIVA

A.1 VALORACIÓN CUANTITATIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE DISTRIBUCIONES DE LINUX.

El valor cuantitativo es dado comparando los detalles de las características de cada distribución.

Los valores están asignados dependiendo de la cantidad de opciones existentes en cada característica, como dice la norma Norma IEEE-Std-1233 (1998): Guía para el desarrollo de Especificaciones de Requerimientos de sistemas. Que permita definir una prioridad a cada requerimiento.

La valoración se dará de la siguiente forma tomando los siguientes valores:

- Muy Bueno (3): Con la mayor cantidad de características y de extrema importancia que ayudará a un mejor funcionamiento del software y del equipo.
- Bueno (2): Con una cantidad moderada de características e importancia.
- Mala (1): Con una limitada cantidad de características e importancia para el funcionamiento del software.

Característica	Detalles	Valoración
Arquitecturas Soportadas	I386, IA64, AMD64, SPARC, HPPA, S390, POWERPC, ALPHA, POWERPC, ALPHA.	3
	I386, IA64, AMD64, SPARC, HPPA, S390.	2
	I386, IA64, AMD64.	1
Requisitos de Hardware Mínimos	Modo Texto: Procesador: 0 a 300 Mhz, Espacio en disco: 0 a 2 GB, Memoria RAM: 0 a 128 MB.	3
	Modo Gráfico: Procesador: 0 a 500 Mhz, Espacio en disco: 0 a 2 GB, Memoria RAM: 0 a 256 MB.	
	Modo Texto:	2

	<p>Procesador: 300 a 600 Mhz, Espacio en disco: 0 a 3 GB, Memoria RAM: 0 a 256 MB.</p> <p>Modo Gráfico:</p> <p>Procesador: 500 a 800 Mhz, Espacio en disco: 0 a 3 GB, Memoria RAM: 0 a 512 MB.</p>	
	<p>Modo Texto:</p> <p>Procesador: 600 Mhz en adelante, Espacio en disco: 0 a 4 GB en adelante, Memoria RAM: 0 a 256 MB en adelante.</p> <p>Modo Gráfico:</p> <p>Procesador: 800 Mhz en adelante, Espacio en disco: 0 a 4 GB en adelante, Memoria RAM: 0 a 512 MB en adelante.</p>	1
Licencia	GNU / GPL en todos sus componentes	3
	GNU / GPL en su mayoría pero incluye ciertos paquetes de software propietarios	2
	Software Propietario o Licenciado	1
Instalación Global	Debe contar con modo de instalación gráfico y tipo texto, debe permitir la selección entre usuario principiante y experto, debe permitir la selección de paquetes agrupados y bien descritos, pudiendo ser obtenidos desde internet.	3
	Debe contar con modo de instalación gráfico y tipo texto, debe permitir la selección entre usuario principiante y experto, debe permitir la selección de paquetes.	2
	Debe contar con modo de instalación gráfico o tipo texto, la personalización de la instalación no es posible.	1
	46 a 90 minutos.	2
	91 minutos en adelante.	1
Manejo del Sistema Basado en Consola	Contar con herramientas que permitan el manejo integral de equipo.	3
	Contar con herramientas que permitan el manejo del equipo, pero con ciertas limitaciones.	2
	No cuenta con herramientas especializadas.	1

Cantidad de Paquetes	Contar con un repositorio de 12000 a 20000 paquetes disponibles.	3
	Contar con un repositorio de 6000 a 12000 paquetes disponibles.	2
	Contar con un repositorio de 1 a 6000 paquetes disponibles.	1
Velocidad del Sistema de Arranque	1 a 50 segundos.	3
	50 a 90 segundos.	2
	90 segundos en adelante.	1
Velocidad de Respuesta del Sistema	Cuenta con configuraciones especiales de optimización habilitadas manualmente para utilización como servidor o estaciones de trabajo.	3
	No cuenta con optimizaciones.	1
Centro de Seguridad	Herramientas para protección de memoria. Herramientas para protección de kernel o núcleo. Contar con mecanismos de actualización periódicas. Instalación de Cortafuegos en instalación por defecto	3
	Herramientas para protección de memoria. Herramientas para protección de kernel o núcleo. Contar con mecanismos de actualización periódicas.	2
	Pocas herramientas de seguridad	1
Estabilidad y Madurez	Incluir únicamente software bien probado en los paquetes de la distribución.	3
	Incluir software de prueba en los paquetes de la distribución.	2
	Incluye únicamente software de prueba.	1
Documentación	Contar con fuentes de documentación como: páginas oficiales, comunidades adicionales, foros, manuales del sistema, manuales de procedimientos, en español e inglés.	3
	Contar con fuentes de documentación como: páginas oficiales, comunidades adicionales, manuales del sistema, manuales de procedimientos, en inglés.	2
	Contar con fuentes de documentación como: páginas oficiales, manuales de procedimientos en inglés.	1

Tabla A.1.1. Valoración cuantitativa de características técnicas de distribuciones de LINUX.

A.2 VALORACIÓN CUANTITATIVA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE SOFTWARE DE TELEFONÍA IP.

El valor cuantitativo se asigna comparando los detalles de las características de cada software de telefonía.

Los valores están asignados dependiendo de la cantidad de opciones existentes en cada característica, como dice la norma Norma IEEE-Std-1233 (1998): Guía para el desarrollo de Especificaciones de Requerimientos de sistemas. Que permita definir una prioridad a cada requerimiento.

La valoración se dará de la siguiente forma tomando los siguientes valores:

- Muy Bueno (3): Con la mayor cantidad de características y de extrema importancia que ayudará a un mejor funcionamiento del software y del equipo.
- Bueno (2): Con una cantidad moderada de características e importancia.
- Mala (1): Con una limitada cantidad de características e importancia para el funcionamiento del software.

Característica	Detalles	Valoración
Funcionalidades y características	Funcionalidades y características totales de una central telefónica	3
	• Funcionalidades y características medias de una central telefónica.	2
	• Sin funcionalidad ni características	1
Autores	Autores nacionales.	2
	Autores extranjeros.	1
Compatibilidad a Periféricos PCI	Si.	2
	No.	1
Codecs y Conversores	Mas de 8	2
	Menos de 8	1
Protocolos de señalización	Soporta varios protocolos de señalización.	2
	No tiene protocolos de señalización.	1
Sistema	GNU/Linux.	2

Operativo	Otros.	1
Requisitos de Hardware	Espacio en disco: 0 a 8 GB. Memoria RAM: 0 a 256 MB. Adaptadores ethernet: 2 (mínimo). Procesador de 500MHz	1
	Espacio en disco: 0 a 12 GB. Memoria RAM: 256 a 512 MB. Adaptadores ethernet: 2 (mínimo). Procesador de 800MHz	2
Administración	Posee consola para administración	2
	No posee consola	1
Facilidad de uso	Fácil de usar	2
	Complejo	1
Flexibilidad	Alta	2
	Baja	1

Tabla A.1.2. Valoración cuantitativa de características técnicas del software de telefonía.

ANEXO B.

ANÁLISIS DE LA RED ACTUAL DE LA EMPRESA CONECTIVIDAD GLOBAL

B.1 PLANTILLA DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS AL PERSONAL DE CONECTIVIDAD GLOBAL.

ENCUESTA

Nombre: _____
 Cargo: _____
 Fecha: ___/___/____ (día/mes/año)

1. **Cuántas llamadas telefónicas se recibe en una hora en un día normal de trabajo:**
 - a. De 0 a 10
 - b. De 10 a 20
 - c. De 20 a 30
 - d. Más de 30

2. **Cuántas llamadas telefónicas se realizan en una hora en un día normal de trabajo:**
 - a. De 0 a 10
 - b. De 10 a 20
 - c. De 20 a 30
 - d. Más de 30

3. **Qué día en la semana se recibe mayor cantidad de llamadas?**
 - a. Lunes
 - b. Martes
 - c. Miércoles
 - d. Jueves
 - e. Viernes
 - f. Todos

4. **En qué horario hay una mayor cantidad de llamadas recibidas?**
 - a. En la mañana (7:30 – 10:30)
 - b. A medio día (10:30 – 15:30)
 - c. En la tarde (15:30 – 18:30)

Explique.....

5. **Qué duración tienen las llamadas telefónicas?**
 - a. De 0 y 3 minutos
 - b. De 3 a 5 minutos
 - c. De 5 a 10 minutos

d. Más de 10 minutos
 Explique.....

6. Qué personas llaman con mayor frecuencia

- A. Técnicos de colegios B. Padres de familia
 C. Secretarías D. Profesores
 E. Soporte otras empresas

7. A quién se dirigen las llamadas.

Secretaría
 Desarrollo.
 Soporte técnico.
 Diseño grafico.
 Administrativo.

8. El seguimiento de las llamadas en qué forma se realiza?

- a. Manual.
 b. Automática.

Explique.....

9. Qué duración tiene la solución del problema por el que ha ocurrido la llamada?

- a. De 0 y 3 minutos
 b. De 3 a 5 minutos
 c. De 5 a 10 minutos
 d. Más de 10 minutos
 e. Días

Explique.....

10. Qué porcentaje de problemas se resuelven una vez que la empresa aborda el problema?

- a. Nada
 b. 0 – 20%
 c. 20 – 40%
 d. 40 – 70%
 e. 70 – 100%

Explique.....

11. Los incidentes en qué porcentaje de satisfacción por parte del cliente se cierran?

- a. Nada
 b. 0 – 20%
 c. 20 – 40%
 d. 40 – 70%
 e. 70 – 100%

Explique.....

12. Qué problemas hay en mayor porcentaje en las llamadas realizadas por los clientes.

- a. Pérdida de passwords por parte de padres de familia y alumnos.
- b. Soporte en la forma de usar el sistema SGA y SGAV.
- c. Soporte en la programación del sistema.
- d. Por problemas técnicos en el sistema, paginas web.
- e. Soporte en las redes instaladas.
- f. Parte administrativa

B.2 RESULTADOS DE LAS ENCUESTA REALIZADAS AL PERSONAL DE CONECTIVIDAD GLOBAL.

PREGUNTA 1

PARTICIPANTES	0 A 10	10 A 20	20 A30	MÁS DE 30
1	1	0	0	0
2	1	0	0	0
3	1	0	0	0
4	1	0	0	0
5	1	0	0	0
6	1	0	0	0
TOTAL	6	0	0	0

Tabla B.2.1. Cuántas llamadas telefónicas se recibe en una hora en un día normal de trabajo.

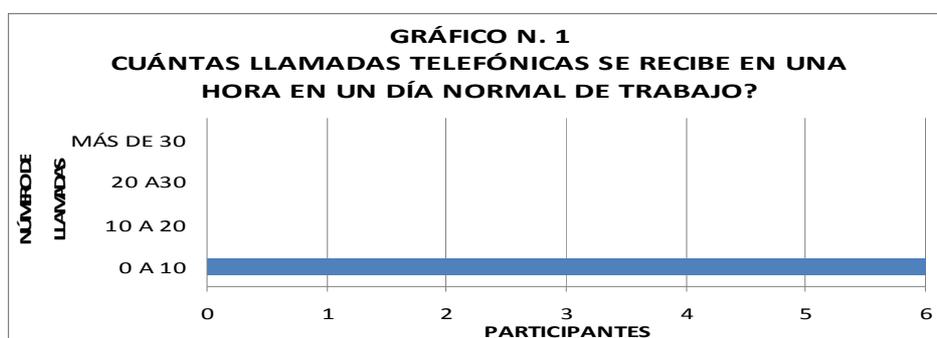


Figura B.2.1. Cuántas llamadas telefónicas se recibe en una hora en un día normal de trabajo.
Elaborado por: Marco Vasco

PREGUNTA 2

PARTICIPANTES	0 A 10	10 A 20	20 A30	MÁS DE 30
1	1	0	0	0
2	1	0	0	0
3	1	0	0	0
4	1	0	0	0
5	1	0	0	0
6	1	0	0	0
TOTAL	6	0	0	0

Tabla B.2.2. Cuántas llamadas telefónicas se realizan en una hora en un día normal de trabajo.

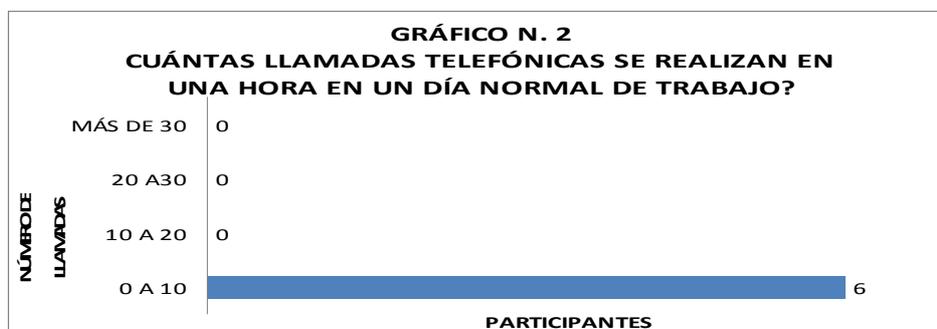


Figura B.2.2. Cuántas llamadas telefónicas se recibe en una hora en un día normal de trabajo.
Elaborado por: Marco Vasco

PREGUNTA 3

PARTICIPANTES	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	TODOS
1	0	0	0	0	0	1
2	1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1
4	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	1
TOTAL	2	0	0	0	0	4

Tabla B.2.3. Qué día de la semana se recibe mayor cantidad de llamadas.

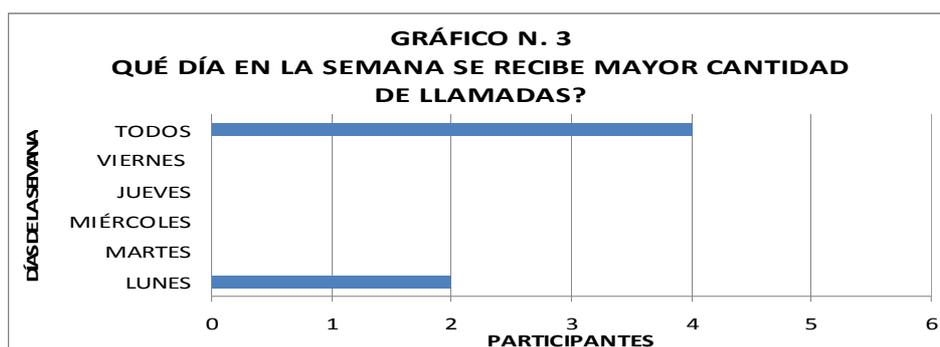


Figura B.2.3. Qué día de la semana se recibe mayor cantidad de llamadas.

Elaborado por: Marco Vasco

PREGUNTA 4

PARTICIPANTES	EN LA MAÑANA	A MEDIO DÍA	EN LA TARDE
1	0	1	0
2	0	0	1
3	0	1	0
4	1	0	0
5	0	1	0
6	0	1	0
TOTAL	1	4	1

Tabla B.2.4. En qué horario hay una mayor cantidad de llamadas recibidas.

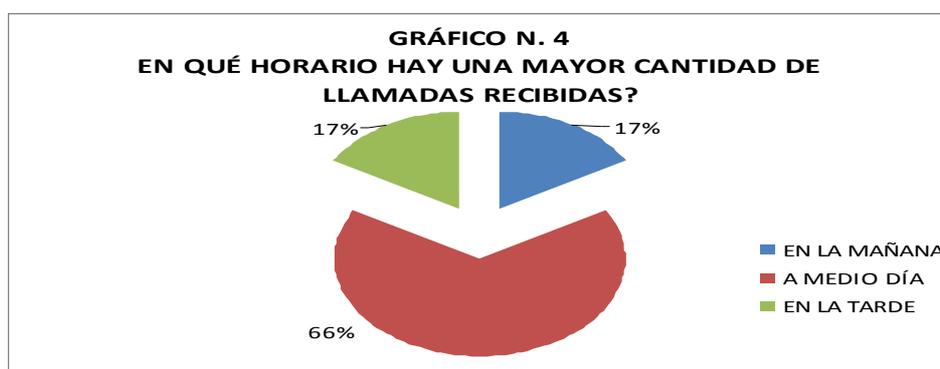


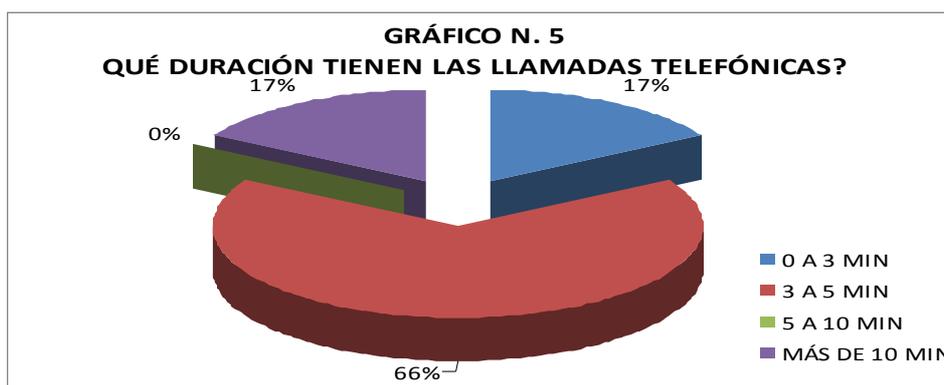
Figura B.2.4. En qué horario hay una mayor cantidad de llamadas recibidas.

Elaborado por: Marco Vasco

PREGUNTA 5

PARTICIPANTES	0 A 3 MIN	3 A 5 MIN	5 A 10 MIN	MÁS DE 10 MIN
1	0	1	0	0
2	0	1	0	0
3	0	1	0	0
4	1	0	0	0
5	0	0	0	1
6	0	1	0	0
TOTAL	1	4	0	1

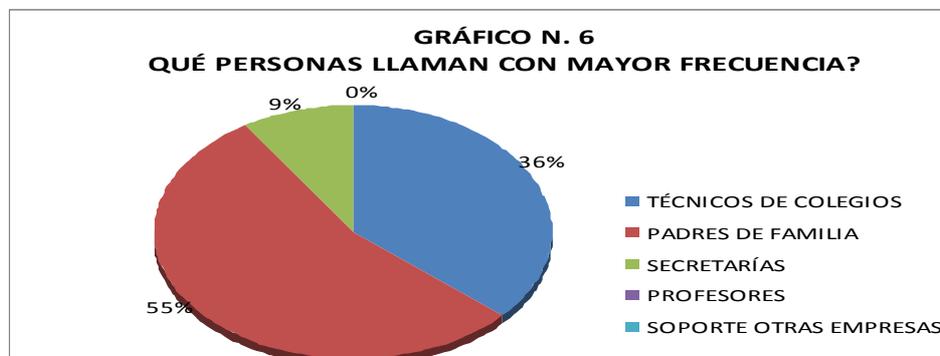
Tabla B.2.5. Qué duración tienen las llamadas telefónicas

Figura B.2.5. Qué duración tienen las llamadas telefónicas
Elaborado por: Marco Vasco

PREGUNTA 6

PARTICIPANTES	TÉCNICOS DE COLEGIOS	PADRES DE FAMILIA	SECRETARÍAS	PROFESORES	SOPORTE OTRAS EMPRESAS
1	1	1	0	0	0
2	0	1	0	0	0
3	1	1	0	0	0
4	0	1	0	0	0
5	1	1	1	0	0
6	1	1	0	0	0
TOTAL	4	6	1	0	0

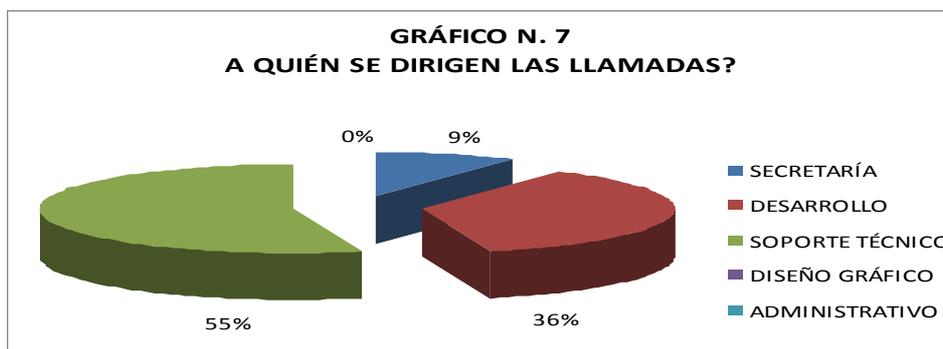
Tabla B.2.6. Qué personas llaman con mayor frecuencia

Figura B.2.6. Qué personas llaman con mayor frecuencia
Elaborado por: Marco Vasco

PREGUNTA 7

PARTICIPANTES	SECRETARÍA	DESARROLLO	SOPORTE TÉCNICO	DISEÑO GRÁFICO	ADMINISTRATIVO
1	0	1	1	0	0
2	0	0	1	0	0
3	0	1	1	0	0
4	0	0	1	0	0
5	1	1	1	0	0
6	0	1	1	0	0
TOTAL	1	4	6	0	0

Tabla B.2.7. A quién se dirigen las llamadas.

Figura B.2.7. A quién se dirigen las llamadas.
Elaborado por: Marco Vasco

PREGUNTA 8

PARTICIPANTES	MANUAL	AUTOMÁTICA
1	1	0
2	1	0
3	1	0
4	1	0
5	1	0
6	0	1
TOTAL	5	1

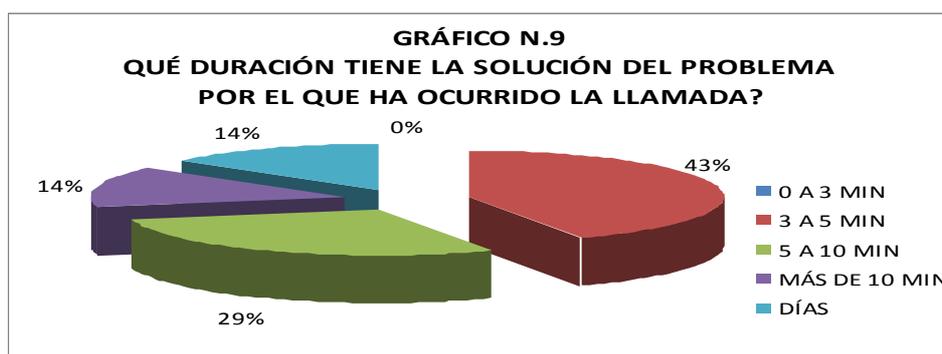
Tabla B.2.8. El seguimiento de las llamadas en qué forma se realiza.

Figura B.2..8. El seguimiento de las llamadas en qué forma se realiza.
Elaborado por: Marco Vasco

PREGUNTA 9

PARTICIPANTES	0 A 3 MIN	3 A 5 MIN	5 A 10 MIN	MÁS DE 10 MIN	DÍAS
1	0	1	0	0	0
2	0	0	1	0	0
3	0	1	0	0	0
4	0	0	1	0	0
5	0	0	0	1	0
6	0	1	0	0	1
TOTAL	0	3	2	1	1

Tabla B.2.9. Qué duración tiene la solución del problema por el que ha ocurrido la llamada.

Figura B.2.9. Qué duración tiene la solución del problema por el que ha ocurrido la llamada.
Elaborado por: Marco Vasco

PREGUNTA 10

PARTICIPANTES	NADA	0 - 20%	20 - 40%	40- 70 %	70 - 100%
1	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	1
4	0	0	0	1	0
5	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	1
TOTAL	0	0	0	1	5

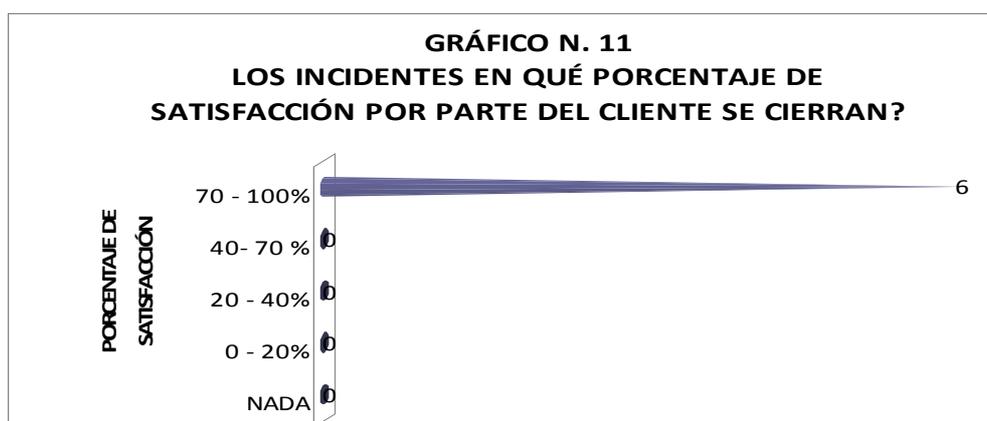
Tabla B.2.2. Qué porcentaje de problemas se resuelven una vez que la empresa aborda el problema.

Figura B.2.10. Qué porcentaje de problemas se resuelven una vez que la empresa aborda el problema.
Elaborado por: Marco Vasco

PREGUNTA 11

PARTICIPANTES	NADA	0 - 20%	20 - 40%	40- 70 %	70 - 100%
1	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	1
TOTAL	0	0	0	0	6

Tabla B.2.3. Los incidentes en qué porcentaje de satisfacción por parte del cliente se cierran.

Figura B.2.11. Los incidentes en qué porcentaje de satisfacción por parte del cliente se cierran.
Elaborado por: Marco Vasco

PREGUNTA 12

PARTICIPANTES ANTES	PÉRDIDA DE PASSWORDS	SOPORTE DE COMO USAR EL SISTEMA SGA Y SGAV	SOPORTE EN LA PROGRAMACION DEL SISTEMA	POR PROBLEMAS TÉCNICOS EN EL SISTEMA	SOPORTE EN LAS REDES INSTALADAS	PARTE ADMINISTRATIVA
1	1	1	0	1	0	0
2	1	1	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0
5	1	1	0	1	1	0
6	1	1	0	1	0	0
TOTAL	5	6	1	3	1	0

Tabla B.2.4. Qué problemas hay en mayor porcentaje en las llamadas realizadas por los clientes.

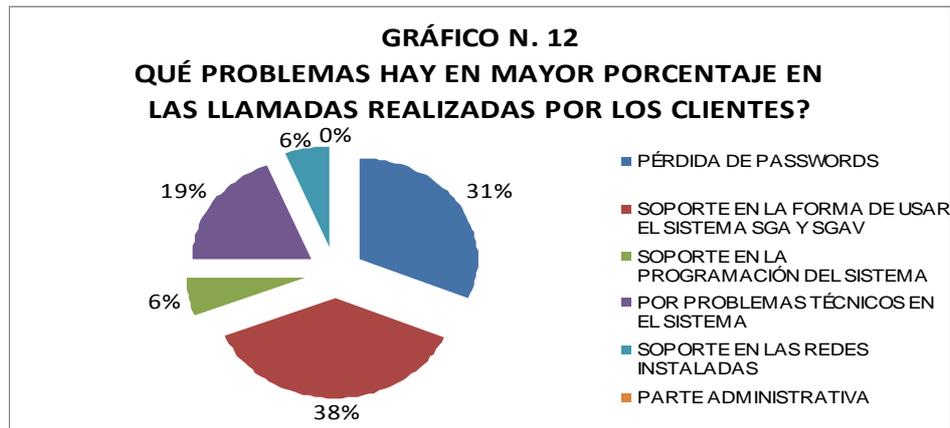


Figura B.2.12. Qué problemas hay en mayor porcentaje en las llamadas realizadas por los clientes.
Elaborado Por: Marco Vasco

B.3 ANÁLISIS DE JITTER, ANCHO DE BANDA, PERDIDA DE PAQUETES.

Con la herramienta Iperf se obtiene los valores de Jitter, Ancho de Banda y pérdida de paquetes utilizando los siguientes comandos:

IPerf en el servidor.

```
> iperf -s -u -f MB -i1
```

```
-----  
Server listening on TCP port 5001  
UDP buffer size: 108 KByte (default)  
-----
```

En este momento **IPerf** se encuentra a la "escucha" en el puerto **5001**.

IPerf en el cliente.

En la máquina cliente **IPerf**, se ejecuta de esta manera:

```
>iperf -c 192.168.1.250 -u -f MB -t 60
```

```
-----  
Client connecting to 192.168.1.250, TCP port 5001  
UDP buffer size: 108 KByte (default)  
-----
```

JITTER - ANCHO DE BANDA				
UDP buffer size: 108 KByte (default)				
Interval (sec.)	Transfer (MBytes)	Bandwidth (Mbits/s)	Jitter (ms)	Lost/Total
0.0- 1.0	1,16	9,75	1,064	0/ 829 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	1,062	0/ 850 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	1,062	0/ 851 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	1,062	0/ 851 (0%)
4.0- 5.0	1,19	10	1,061	0/ 851 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	1,062	0/ 852 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	1,061	0/ 850 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	1,065	0/ 851 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	1,059	0/ 851 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	1,063	0/ 851 (0%)
0.0-10.0	11,9	9,9	0,949	0/ 8488 (0%)
0.0- 1.0	1,19	10	0,66	0/ 850 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	0,7	0/ 851 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	0,7	0/ 850 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	0,6	0/ 850 (0%)
4.0- 5.0	1,19	10	1,01	0/ 851 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	0,96	0/ 850 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	0,98	0/ 850 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	0,817	0/ 850 (0%)
8.0- 9.0	1,19	9,97	1	0/ 848 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	0,812	0/ 850(0%)
0.0-10.0	11,9	10	0,861	0/ 8502(0%)
0.0- 1.0	1,1	9,22	1,059	0/ 784 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	1,065	0/ 851 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	1,061	0/ 851 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	1,065	0/ 851 (0%)
4.0- 5.0	1,19	10	1,068	0/ 851 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	1,063	0/ 851 (0%)
6.0- 7.0	1,19	9,9	1,062	0/ 851 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	1,081	0/ 852 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	1,063	0/ 851 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	1,059	0/ 851 (0%)
0.0-10.0	11,8	9,9	0,945	0/ 8445 (0%)
0.0- 1.0	1,19	9,96	0,732	0/ 847 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	0,713	0/ 850 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	0,715	0/ 851 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	0,71	0/ 851 (0%)
4.0- 5.0	1,19	9,98	0,652	0/ 849 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	0,65	0/ 851 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	0,648	0/ 851 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	0,588	0/ 850 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	0,643	0/ 851 (0%)

9.0-10.0	1,19	9,98	0,651	0/ 849 (0%)	
0.0-10.0	11,9	10	0,701	0/ 8501 (0%)	
0.0- 1.0	1,08	9,07	1,064	0/ 771 (0%)	
1.0- 2.0	1,19	10	1,061	0/ 851 (0%)	
2.0- 3.0	1,19	10	1,062	0/ 851 (0%)	
3.0- 4.0	1,19	10	1,064	0/ 852 (0%)	
4.0- 5.0	1,19	10	1,062	0/ 851 (0%)	Lunes 17
5.0- 6.0	1,19	10	1,065	0/ 850 (0%)	
6.0- 7.0	1,19	10	1,060	0/ 852 (0%)	
7.0- 8.0	1,19	10	1,062	0/ 851 (0%)	
8.0- 9.0	1,19	10	1,067	0/ 851 (0%)	
9.0-10.0	1,19	10	1,061	0/ 851 (0%)	
0.0-10.0	11,8	9,9	0,947	0/ 8432 (0%)	
0.0- 1.0	1,14	9,53	1,137	0/ 810 (0%)	
1.0- 2.0	1,19	10	1,015	0/ 850 (0%)	
2.0- 3.0	1,19	10	1,061	0/ 851 (0%)	
3.0- 4.0	1,19	10	1,039	0/ 851 (0%)	
4.0- 5.0	1,19	10	1,039	0/ 851 (0%)	Martes 18
5.0- 6.0	1,19	10	1,041	0/ 852 (0%)	
6.0- 7.0	1,19	10	0,748	0/ 851 (0%)	
7.0- 8.0	1,19	10	1,012	0/ 851 (0%)	
8.0- 9.0	1,19	10	1,010	0/ 850 (0%)	
9.0-10.0	1,19	10	0,975	0/ 851 (0%)	
0.0-10.0	11,9	9,9	0,872	0/ 8469 (0%)	
0.0- 1.0	1,19	10	1,109	0/ 850 (0%)	
1.0- 2.0	1,19	10	1,061	0/ 851 (0%)	
2.0- 3.0	1,19	10	0,701	0/ 850 (0%)	Miercoles 19
3.0- 4.0	1,19	10	1,007	0/ 850 (0%)	
4.0- 5.0	1,19	10	1,061	0/ 850 (0%)	
5.0- 6.0	1,19	10	1,005	0/ 851 (0%)	
6.0- 7.0	1,19	10	1,005	0/ 850 (0%)	
7.0- 8.0	1,19	10	1,071	0/ 850 (0%)	
8.0- 9.0	1,19	10	0,909	0/ 851 (0%)	
9.0-10.0	1,19	10	0,747	0/ 850 (0%)	
0.0-10.0	11,9	10	0,833	0/ 8505 (0%)	
0.0- 1.0	1,19	10	1,007	0/ 850 (0%)	
1.0- 2.0	1,19	10	1,006	0/ 851 (0%)	
2.0- 3.0	1,19	10	0,906	0/ 850 (0%)	
3.0- 4.0	1,19	10	1,007	0/ 850 (0%)	
4.0- 5.0	1,19	10	0,806	0/ 850 (0%)	Jueves 20
5.0- 6.0	1,19	10	1,005	0/ 851 (0%)	
6.0- 7.0	1,19	10	0,951	0/ 850 (0%)	
7.0- 8.0	1,19	10	0,905	0/ 850 (0%)	
8.0- 9.0	1,19	10	1,004	0/ 851 (0%)	
9.0-10.0	1,19	10	1,005	0/ 850 (0%)	
0.0-10.0	11,9	10	0,828	0/ 8503 (0%)	
0.0- 1.0	1,19	10	1,066	0/ 850 (0%)	

1.0- 2.0	1,19	10	1,155	0/ 851 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	0,905	0/ 850 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	0,907	0/ 850 (0%)
4.0- 5.0	1,19	10	0,907	0/ 850 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	1,06	0/ 851 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	1,06	0/ 850 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	1,06	0/ 850 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	1,06	0/ 851 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	1,005	0/ 850 (0%)
0,0-10,0	11,9	10	0,926	0/ 8505 (0%)
0.0- 1.0	1,19	10	0,007	0/ 850 (0%)
1.0- 2.0	1,19	10	0,006	0/ 851 (0%)
2.0- 3.0	1,19	10	0,006	0/ 850 (0%)
3.0- 4.0	1,19	10	0,006	0/ 850 (0%)
4.0- 5.0	1,19	10	0,006	0/ 850 (0%)
5.0- 6.0	1,19	10	0,005	0/ 851 (0%)
6.0- 7.0	1,19	10	0,005	0/ 850 (0%)
7.0- 8.0	1,19	10	0,005	0/ 850 (0%)
8.0- 9.0	1,19	10	0,005	0/ 850 (0%)
9.0-10.0	1,19	10	0,003	0/ 851 (0%)
0,0-10,0	11,9	10	0,029	0/ 8505 (0%)

Tabla B.3.13. Jitter - Ancho de Banda

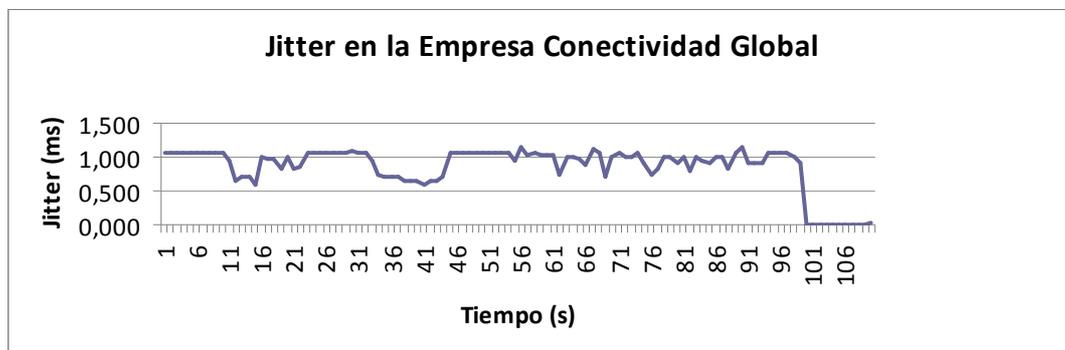


Figura B.3.1. Jitter - Ancho de Banda

B.4 ANÁLISIS DEL RETARDO.

PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.82 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.311 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.307 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.36 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.37 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.297 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.344 ms

64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.39 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.309 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.307 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.282 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
11 packets transmitted, 11 received, 0% packet loss, time 9030ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.280/0.736/1.822/0.600 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=3.38 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.292 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.274 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.277 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.41 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.38 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.667 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.297 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=1.34 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.386 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 8013ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.274/0.97/3.384/1.010 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.335 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.36 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.291 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.286 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.35 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.394 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.373 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.664 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.382 ms
64 kbytes from 172.20.0.45: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.379 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 8002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.286/0.581/1.361/0.421 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.328 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.26 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.187 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.26 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.212 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.28 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.188 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.26 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.185 ms
64 kbytes from 172.20.0.43: icmp_seq=9 ttl=64 time=1.33 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---

10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 8015ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.185/0.749/1.33/0.561 ms
PING 172.20.0.45 (172.20.0.45) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 172.20.0.45: icmp_seq=0 ttl=64 time=1.77 ms
64 bytes from 172.20.0.45: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.382 ms
64 bytes from 172.20.0.45: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.775 ms
64 bytes from 172.20.0.45: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.447 ms
64 bytes from 172.20.0.45: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.791 ms
64 bytes from 172.20.0.45: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.431 ms
--- 172.20.0.45 ping statistics ---
6 packets transmitted, 6 received, 0% packet loss, time 5002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.382/0.766/1.774/0.480 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=2.20 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.252 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.29 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.294 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.30 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.35 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=1.30 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.226 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.235 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 8022ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.226/0.941/2.209/0.673 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.346 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.204 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.193 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.27 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.187 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.216 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=1.28 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.205 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=1.27 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.195 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.212 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
11 packets transmitted, 11 received, 0% packet loss, time 8002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.193/0.507/1.28/0.591 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.326 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.25 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.191 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.26 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.26 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.26 ms

64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=1.26 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.209 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=1.28 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=9 ttl=64 time=1.29 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.201 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
11 packets transmitted, 11 received, 0% packet loss, time 8030ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.201/0.891/1.29/0.523 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.328 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.26 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.187 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.26 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.212 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.28 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.188 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.26 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.185 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 8002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.185/0.684/1.28/0.553 ms
PING 172.20.0.43 (172.20.0.43) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.326 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.186 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=2 ttl=64 time=1.24 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=3 ttl=64 time=1.28 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=4 ttl=64 time=1.27 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=5 ttl=64 time=1.28 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.197 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=7 ttl=64 time=1.25 ms
64 bytes from 172.20.0.43: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.226 ms
--- 172.20.0.43 ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 8012ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.186/0.806/1.28/0.545 ms

Figura B.4.14. Retardo a través del ping.

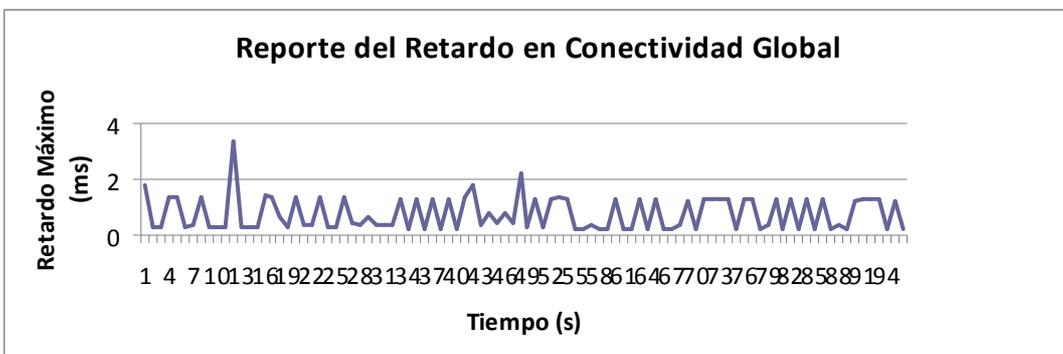


Figura B.4.15. Retardo.

ANEXO C.

INSTALACIÓN DE LA PLATAFORMA CENTOS 5.2.

C.1 INSTALACIÓN

El sistema operativo se instalara para que funcione en modo texto, debido a que va a servir solo como servidor y para un menor consumo de recursos. Se va a instalar únicamente los paquetes básicos, y posteriormente se instalará el software para la telefonía y sus paquetes necesarios para su buen funcionamiento.

De esta manera no se instalarán paquetes innecesarios, manteniendo el máximo control sobre los paquetes que contiene el sistema operativo para generar un equipo muy rápido y ligero.

C.1.1 PROCESO

Se inicia la maquina o PC usando el DVD de CentOS 5.2

Presiona <ENTER> cuando para tener una instalación en modo grafica:

Y así el mismo CentOS detecte tu tipo de hardware y los controladores apropiados para el mismo.

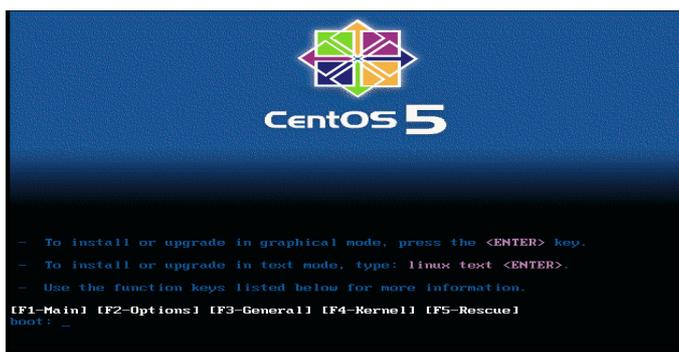


Figura C.1.1.16. Menú de instalación Centos.

Se escoge "Skip" para saltar o Pasar, para que no busque errores físicos en el CD o DVD que va a usas, asumiendo que esta libre de defectos.



Figura C.1.1.2. Opciones para prueba del cd o dvd de instalación.

La pantalla de bienvenida de CentOS, presiona "Next" (siguiente)



Figura C.1.1.3. Pantalla de presentación de Centos.

Aquí se puede escoger el idioma, por cuestiones de compatibilidad con caracteres, sugerimos en ingles.



Figura C.1.1.4. Pantalla de elección del tipo de lenguaje a utilizar.

Selecciona el tipo de teclado, español o ingles dependiendo de que tipo de teclado que se use.

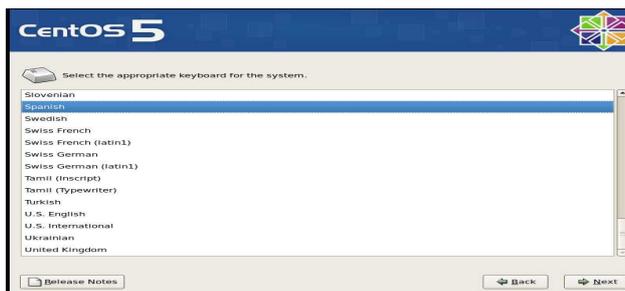


Figura C.1.1.5. Pantalla de elección del tipo de lenguaje de teclado a usar.

Asumimos que se está instalando un servidor desde cero, es decir, que solo será usado como servidor y que no será usado para otro sistema operativo (sea Windows), por lo cual podemos eliminar todas las particiones del disco duro, para instalar CentOS. Escogemos configuración manual.



Figura C.1.1.6. Creación de particiones en forma manual.

Se escoge la configuración manual para poder realizar una configuración personalizada del espacio de memoria que se va a utilizar en el servidor de telefonía IP. Dando unas recomendaciones básicas en la creación de las diferentes particiones que van a ser utilizadas para el uso de la telefonía y sus aplicaciones.

C.1.2 CREACIÓN DE PARTICIONES

La creación de cada sistema de archivos se la realizara para mayor seguridad, debido a que por algún motivo después de un tiempo necesitemos mas espacio en cualquier partición tan solo se la aumenta y no tendrá importancia en el funcionamiento, esto no afectará a las otras particiones del sistema. Y se la realiza de la siguiente forma:

LVM: Logical Volume Management: es una herramienta que proporciona una vista detallada del disco de almacenamiento en un equipo. Esta herramienta permite a un administrador tener mucha más libertad y facilidad en la asignación y administración de almacenamiento a los usuarios y aplicaciones.

Se puede cambiar el tamaño libremente (aumentar o disminuir el espacio en cualquier momento), y sin duda dará una actualización para las herramientas de sistema de archivos. El volumen de gestión también permite la gestión de volúmenes de almacenamiento en grupos definidos por el usuario, permitiendo que el administrador del sistema pueda manejarlos teniendo una fácil navegación y movimiento.

Esta implementación nos permite realizar la migración de datos cuando una unidad física o partición dejó de funcionar y añadir una nueva en el espacio de de almacenamiento disponible.

VG: Volume Group: Es la unión de todos los discos o particiones que se van a usar. De aquí podemos crear nuestras particiones.

PV: Physical Volume: Son cada uno de los dispositivos de almacenamiento que se va a usar. Discos, particiones, etc.

LV: Logical Volume: Son las particiones. Pedazos del VG que asignarás.

Al disco que es el Volumen Físico (PV) lo unimos y lo hacemos formar un grupo de volúmenes (VG) que llamaremos: disk

Particionamos el grupo de Volúmenes (VG) con varios Logical Volumen (LV) que vienen siendo las diferentes particiones a utilizar:

- /home /dev/disk/home

En esta partición se almacena toda la información de los usuarios, con los perfiles de cada cuenta.

- /usr /dev/disk/usr

En este sistema de archivos se encuentran todos los programas instalados en el sistema operativo. Están todos los archivos que provienen de la distribución Linux que hayamos instalado.

- /var /dev/disk/var

En esta partición se van a almacenar todos los datos de correo, web y más servicios que el software elastix usa. También es el lugar donde se van a almacenar todos los logs del sistema. El espacio a asignar es el mayor dependiendo del número de usuarios que va a manejar el sistema.

- /root /dev/disk/root

Es la raíz del sistema de archivos, donde se instalarán todos los componentes del sistema operativo a instalar. Se le llama punto de montaje o raíz. Todos los demás directorios que se hayan particionado en esta opción harán uso del espacio en disco asignado a esta partición. Esta partición tendrá mínimo 750 MB.

- Swap /dev/disk/swap.

Es el espacio de memoria virtual del sistema, se debe asignarle un valor el cual va a ser el igual o el doble del tamaño de la memoria RAM existente en la maquina física.

- /boot.

Contiene el kernel del sistema operativo, así como también los ficheros usados para el arranque del sistema y aplicaciones que interactúan con los periféricos (núcleo, RAM).

Por ultimo seleccionamos la opción Finalizar el particionado y escribir los cambios en disco.

Luego entramos en las opciones para configurar nuestras tarjetas de red.

Donde escogemos Editar para ingresar la dirección IP a utilizarse con su máscara de red, su gateway y servidores DNS.

En la primera tarjeta de red realizamos la configuración una dirección Ip local para que se pueda utilizar dentro de la empresa con los usuarios locales.

En la segunda tarjeta de red realizamos la configuración con una dirección ip pública para que a través de un lugar remoto poder acceder al equipo o poder realizar una llamada telefónica a través de internet.

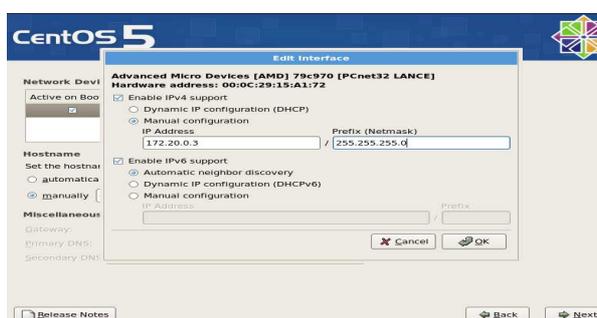


Figura C.1.2.17. Configuración de la Red.

Ingresamos el nombre que va a tener nuestro equipo con su respectivo dominio.



Figura C.1.2.2. Nombre del equipo.

Escogemos la zona horaria que corresponde a nuestro país, para que configuración de la hora y fecha de nuestro equipo.



Figura C.1.2.3. Elección de la zona horaria.

Luego damos una contraseña al administrador del equipo la cual debe ser una contraseña fuerte, es decir, que debe tener al menos seis caracteres, debiendo ser al menos uno de ellos un número. Para mayor seguridad en sus contraseñas se debe utilizar una mezcla de letras, números, y nunca usar palabras comunes, para dificultar los ataques basados en diccionario.



Figura C.1.2.4. Ingreso del password para root.

C.1.3 ELECCIÓN DE PAQUETES A UTILIZAR

Para la instalación del sistema escogemos la opción servidor, y que no tenga interfaz grafica de escrito para mayor seguridad y menos consumo de recursos. Se escoge la opción configurar ahora los paquetes a usarse los cuales van a ser los básicos o mas importantes.

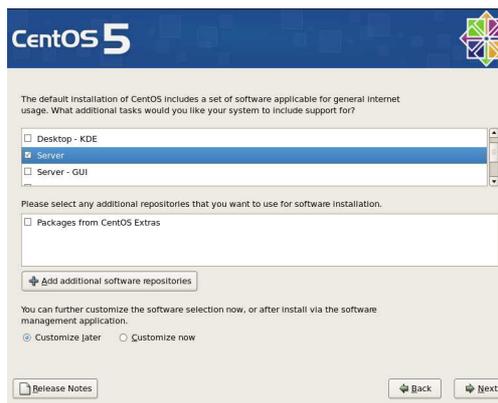


Figura C.1.3.1. Elección del sistema a usar.

Los paquetes a cargar: se mantendrán las opciones seleccionadas por defecto ya que los módulos son los drivers que controlan los dispositivos y se marcan en base al hardware existente en el equipo.

Donde En la parte de aplicaciones por haber escogido que funcione como Servidor vamos a tener solo la opción Editor de texto.

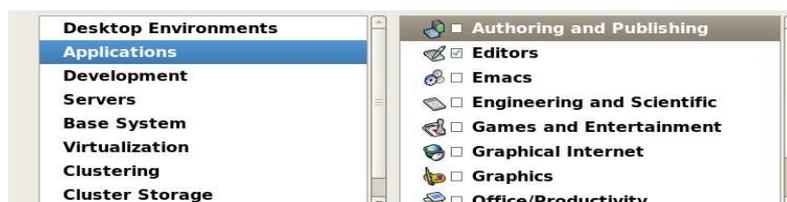


Figura C.1.3.18. Opción aplicación.

En la parte de desarrollo encontramos algunas librerías importantes para el desarrollo de diferentes aplicaciones. Donde vamos a escoger las librerías y herramientas de desarrollo que se utilizan en la instalación de cualquier librería:



Figura C.1.3.3. Opción desarrollo

En la opción de Servidores se deja las opciones escogidas por default, como son las características para servidores de correo, FTP, DNS, de Red, y las configuraciones necesarias para la instalación en modo servidor.



Figura C.1.3.4. Opción servidores

Y por último la base del sistema donde vamos a tener dos opciones importantes a la hora de instalar Elastix, como son las herramientas de Administración y las herramientas del sistema, que permiten tener un mejor manejo de la administración de clientes y el monitoreo de la aplicación.



Figura C.1.3.5. Opción base del sistema.

Las otras 3 opciones no son muy importantes para nuestro caso por lo que no se las toma en cuenta, y además por que por una configuración por default del sistema escogido como servidor no las utiliza.

A continuación procede a formatear las particiones y a formatear el sistema

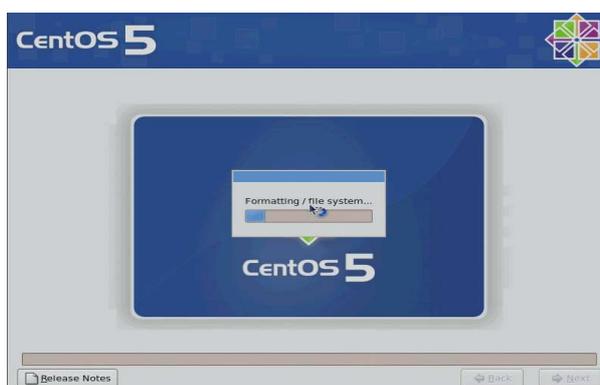


Figura C.1.3.6. Instalación del sistema.

ANEXO D.

IEEE-STD-830-1998: ESPECIFICACIONES DE LOS REQUISITOS DEL SOFTWARE.

D.1 DEFINICIONES

En general las definiciones de los términos usados en estas especificaciones están conforme a las definiciones proporcionadas en IEEE Std 610.12-1990.

D.1.1 CONTRATO

Un documento es legalmente obligatorio y en el estarán de acuerdo las partes del cliente y proveedor. Esto incluye los requisitos técnicos y requerimientos de la organización, costo y tiempo para un producto. Un contrato también puede contener la información informal pero útil como los compromisos o expectativas de las partes involucradas.

D.1.2 CLIENTE

La persona (s) que pagan por el producto y normalmente (pero no necesariamente) define los requisitos. En la práctica el cliente y el proveedor pueden ser miembros de la misma organización.

D.1.3 PROVEEDOR

La persona (s) que producen un producto para un cliente.

D.1.4 USUARIO

La persona (s) que operan o actúan recíprocamente directamente con el producto. El usuario (s) y el cliente (s) no es (son) a menudo las mismas persona(s).

D.2 LAS CONSIDERACIONES PARA PRODUCIR UN BUEN SRS.

Estas cláusulas proporcionan información a fondo que deben ser consideradas al momento de producir un SRS. Esto incluye lo siguiente:

- a) La Naturaleza del SRS;

- b) El Ambiente del SRS;
- c) Las Características de un buen SRS;
- d) La preparación de los Joins del SRS;
- e) La evolución de SRS;
- f) Prototipos;
- g) Generando el diseño en el SRS;
- h) Generando los requisitos del proyecto en el SRS.

D.2.1 NATURALEZA DEL SRS

El SRS son especificaciones para un producto del software en particular, programa, o juego de programas que realizan ciertas funciones en un ambiente específico. El SRS puede escribirse por uno o más representantes del proveedor, uno o más representantes del cliente, o por ambos. La Subclausula 2.4 recomienda ambos.

Los problemas básicos que se presentan al escribir un SRS van dirigidos a lo siguiente:

a) La Funcionalidad.

¿Qué se supone va hacer el software?

b) Las interfaces Externas.

¿Cómo el software actúa recíprocamente con las personas, el hardware de los sistemas, otro hardware, y otro software?

c) La Actuación.

¿Cuál es la velocidad, la disponibilidad, tiempo de la contestación, tiempo de la recuperación de varias funciones del software, etc.?

d) Los Atributos.

¿Qué portabilidad tiene, exactitud, el mantenimiento, la seguridad, las consideraciones etc.?

e) Las restricciones del diseño que impusieron en una aplicación.

¿Hay algún requerimiento Standard, idioma de aplicación, las políticas para la integridad del banco de datos, los límites de los recursos, operando en que ambiente (s).?

D.2.2 AMBIENTE DEL SRS

Es importante considerar la parte que el SRS representa en el diseño del proyecto total que se define en IEEE Std 610.12-1990. El software puede contener toda la funcionalidad del proyecto esencialmente o puede ser parte de un sistema más grande.

En el último caso habrá un SRS que declarará las interfaces entre el sistema y su software modular, y pondrá qué función externa y requisitos de funcionalidad tiene con el software modular.

Otras normas, relacionan a otras partes del ciclo de vida de software para que pueda complementar los requisitos del software.

Desde que el SRS tiene un papel específico en el proceso de desarrollo de software, el que define el SRS debe tener el cuidado para no ir más allá de los límites de ese papel.

Esto significa que:

a) debe definir todos los requisitos del software correctamente. Un requisito del software puede existir debido a la naturaleza de la tarea a ser resuelta o debido a una característica especial del proyecto.

b) no debe describir cualquier plan o detalles de aplicación. Éstos deben describirse en la fase del diseño del proyecto.

c) no debe imponer las restricciones adicionales en el software. Éstos se especifican propiamente en otros documentos.

D.2.3 CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN SRS

Un SRS debe ser:

- a) Correcto;
- b) Inequívoco;
- c) Completo;
- d) Consistente;
- e) Delinear que tiene importancia y/o estabilidad;
- f) Comprobable;
- g) Modificable;
- h) Identificable.

D.2.3.1 CORRECTO

Un SRS es correcto si, y sólo si, cada requisito declarado se encuentra en el software. No hay ninguna herramienta o procedimiento que aseguran la exactitud.

Alternativamente el cliente o el usuario pueden determinar si el SRS refleja las necesidades reales correctamente. Identificando los requerimientos hace este procedimiento más fácil y hay menos probabilidad al error.

D.2.3.2 INEQUÍVOCO

Un SRS es inequívoco si, y sólo si, cada requisito declarado tiene sólo una interpretación. Como un mínimo, se requiere que cada característica de la última versión del producto se describa usando un único término.

En casos donde un término en un contexto particular tenga significados múltiples, el término debe ser incluido en un glosario donde su significado es hecho más específico.

Un SRS es una parte importante del proceso de requisitos del ciclo de vida de software y se usa en el diseño, aplicación, supervisión, comprobación, aprobación y pruebas como está descrito en IEEE Std 1074-1997.

El SRS debe ser inequívoco para aquéllos que lo crean y para aquéllos que lo usan. Sin embargo, estos grupos no tienen a menudo el mismo fondo y por consiguiente no tienden a describir los requisitos del software de la misma manera.

Las Subclases recomiendan cómo evitar la ambigüedad.

D.2.3.2.1 Trampas del idioma natural

Los requisitos son a menudo escritos en el idioma natural (por ejemplo, inglés) el idioma natural es inherentemente ambiguo. Un idioma natural que SRS podría ser revisado por una parte independiente para identificar el uso ambiguo del idioma para que pueda corregirse.

D.2.3.2.2 Idiomas de especificación de requisitos

Una manera de evitar la ambigüedad inherente en el idioma natural es escribir el SRS en un idioma de especificación de requisitos particular. Sus procesadores del idioma descubren muchos errores léxicos, sintácticos, y semánticos automáticamente.

Una desventaja en el uso de tales idiomas es que la premura de tiempo exigió aprenderlos. También, muchos usuarios no-técnicos los encuentran ininteligible. Es más, estos idiomas tienden a ser buenos a expresar ciertos tipos de requisitos y dirigirse a ciertos tipos de sistemas. Así, ellos pueden influir en los requisitos de las maneras sutiles.

D.2.3.2.3 Representación hecha con herramientas

En general, los métodos de requisitos e idiomas y las herramientas que los apoyan entran en tres categorías generales - el objeto, procesos y conductual.

El término objetos-orientados organizan los requisitos en lo que se refiere a los objetos en el mundo real, sus atributos, y los servicios realizados por esos objetos.

El término procesos organizan los requisitos en las jerarquías de funciones que comunican vía el flujo de datos. Los términos conductuales describen conducta externa del sistema por lo que se refiere a alguna noción de lo abstracto, las funciones matemáticas o el estado de las máquinas.

El grado en que se usan estas herramientas y los métodos pueden ser útiles preparando un SRS pero depende del tamaño y complejidad del programa. Aún usando cualquiera de estos términos es mejor retener las descripciones del idioma natural. Así, cliente poco familiar con las anotaciones el SRS puede entender todavía.

D.2.3.3 COMPLETO

Un SRS está completo si, y sólo si, incluye los elementos siguientes:

- a) Los requisitos están relacionados a la funcionalidad, el desarrollo, las restricciones del diseño, los atributos y las interfaces externas. En particular debe reconocerse cualquier requisito externo impuesto por una especificación del sistema y debe tratarse.
- b) La definición de las respuestas del software a todos los posibles datos de la entrada del sistema y a toda clase de situaciones. Una nota que es importante especificar son las contestaciones a las entradas válidas e inválidas a ciertos valores.
- c) Tener todas las etiquetas llenas y referencias a todas las figuras, tablas, diagramas en el SRS y definición de todas las condiciones y unidades de medida.

D.2.3.3.1 Uso de TBDs

Cualquier SRS que usa la frase "para ser determinado" (TBD) no es un SRS completo.

El TBD es, sin embargo, ocasionalmente necesario y debe acompañarse por:

- a) Una descripción de las condiciones que causan el TBD (por ejemplo, por qué una respuesta no es conocida) para que la situación pueda resolverse;
- b) Una descripción de lo que debe hacerse para eliminar el TBD que es responsable para su eliminación y por como debe eliminarse.

D.2.3.4 CONSISTENTE

La consistencia se refiere a la consistencia interior. Si un SRS no está de acuerdo con algún documento del superior-nivel, como una especificación de requisitos de sistema, entonces no es correcto.

D.2.3.4.1 Consistencia interior

Un SRS es internamente consistente si, y sólo si, ningún subconjunto de requisitos individuales genero conflicto en él.

Los tres tipos de conflictos probables en un SRS son:

a) Las características especificadas en el mundo real de los objetos pueden chocar. Por ejemplo,

1) el formato de un informe del rendimiento puede describirse en un requisito como tabular pero en otro como textual.

2) un requisito puede declarar que todas las luces serán verdes mientras otro puede declarar que todas las luces sean azules.

b) puede haber conflicto lógico o temporal entre dos acciones especificadas. Por ejemplo,

1) un requisito puede especificar que el programa sumará dos entradas y otro puede especificar que el programa los multiplicará.

2) Un requisito puede declarar que "A" siempre debe seguir "B", mientras otro puede requerir que "A"y B" ocurran simultáneamente.

c) Dos o más requisitos pueden describir el mismo mundo real del objeto pero uso las condiciones diferentes para ese objeto. Por ejemplo, una demanda del programa para una entrada del usuario puede llamarse una "sugerencia" en un requisito y una "señal" en otro. El uso de terminología normal y definiciones promueve la consistencia.

D.2.3.5 DELINEAR QUE TIENE IMPORTANCIA Y/O ESTABILIDAD

Un SRS debe delinear la importancia y/o estabilidad si cada requisito en él tiene un identificador para indicar la importancia o estabilidad de ese requisito en particular.

Típicamente, todos los requisitos que relacionan a un producto del software no son igualmente importantes. Algunos requisitos pueden ser esenciales, sobre todo para las aplicaciones de vida crítica, mientras otros pueden ser deseables.

Cada requisito en el SRS debe identificarse para representar estas diferencias, aclarar y ser explícito. Identificando los requisitos de la manera siguientes:

- a) Tienen los clientes que dar las consideraciones muy cuidadosamente a cada requisito para que se clarifique cualquier omisión que ellos pueden tener.
- b) Tener diseñadores que hagan diseños correctos y pongan el mismo esfuerzo en todos los niveles del producto del software.

D.2.3.5.1 Grado de estabilidad

Puede expresarse la estabilidad por lo que se refiere al número de cambios esperados a cualquier requisito basado en experiencia o conocimiento de eventos venideros que afectan la organización, funciones y a las personas que apoyan el sistema del software.

D.2.3.5.2 Grado de necesidad

Otra manera de alinear los requisitos es distinguir las clases de requisitos que hay: el esencial, el condicional y optativo.

a) Esencial.

Implica que el software no será aceptable a menos que estos requisitos se proporcionan de una manera convenida.

b) el Condicional.

Implica que éstos son requisitos que reforzarían el producto del software, pero no lo haría inaceptable si ellos están ausentes.

c) Optativo.

Implica una clase de funciones que pueden o no pueden valer la pena. Esto le da la oportunidad de proponer algo que excede el SRS al proveedor.

D.2.3.6 COMPROBABLE

Un SRS es comprobable si, y sólo si, cada requisito declarado es comprobable. Un requisito es comprobable si, y sólo si, allí existe algún proceso rentable finito con que una persona o la máquina puede verificar que el producto del software reúne el requisito. En general cualquier requisito ambiguo no es comprobable.

Los requisitos de No-verificable incluyen las declaraciones como "trabaja bien",

"interfase humana buena" y "normalmente pasará" no pueden verificarse los requisitos de esos porque es imposible de definir las condiciones "bueno," "bien" o

"normalmente". La declaración que "el programa nunca entrará en una vuelta infinita" es el no-verificable porque la comprobación de esta calidad es teóricamente imposible.

Un ejemplo de una declaración comprobable es:

El rendimiento del programa se producirá dentro de 20 seg de evento 60% del tiempo; y se producirá dentro de 30 seg. de evento 100% del tiempo.

Esta declaración puede verificarse porque usa condiciones concretas y las cantidades mensurables.

Si un método no puede inventarse para determinar si el software reúne un requisito particular, entonces ese requisito debe quitarse o debe revisarse.

D.2.3.7 MODIFICABLE

Un SRS es modificable si, y sólo si, su estructura y estilo son tales que puede hacerse cualquier cambio a los requisitos fácilmente, completamente y de forma consistente mientras conserva la estructura y estilo. Para que sea modificable se requiere un SRS que contenga:

- a) Tiene un coherente y fácil de usar en la organización de volúmenes de información, un índice y las referencias cruzadas explícitas;
- b) no sea redundante (es decir, el mismo requisito no debe aparecer en más de un lugar en el SRS);
- c) Exprese cada requisito separadamente, en lugar de intercalarlas con otros requisitos.

La redundancia no es un error, pero puede llevar fácilmente a los errores. La redundancia puede ayudar hacer un SRS más leíble de vez en cuando, pero un problema puede generarse cuando el documento redundante se actualiza. Por ejemplo, un requisito puede alterarse en un solo lugar dónde aparece. El SRS se pone incoherente entonces. Siempre que la redundancia sea necesaria, el SRS debe incluir la cruz explícita - las referencias para hacerlo modificable.

D.2.3.8 IDENTIFICABLE

Un SRS es identificable si el origen de cada uno de sus requisitos está claro y si facilita las referencias de cada requisito en el desarrollo futuro o documentación del mismo. Lo siguiente que se recomiendan dos tipos de identificabilidad:

a) el identificable dirigido hacia atrás (es decir, a las fases anteriores de desarrollo). Esto depende explícitamente en cada requisito la referencia de su fuente en los documentos más antiguos.

b) el identificable delantero (es decir, a todos los documentos desovados por el SRS).

Esto depende en cada requisito en el SRS que tiene un único nombre o número de la referencia. El identificable delantero del SRS es especialmente importante cuando el producto del software entra en el funcionamiento y fase de mantenimiento. Como el código y documentos del plan se modifican, es esencial poder determinar el juego completo de requisitos que pueden afectarse por esas modificaciones.

D.2.4 PREPARACIÓN DE LOS JOIN DEL SRS

El proceso de desarrollo de software debe empezar con el proveedor y con el acuerdo del cliente en lo que el software completado debe hacer. Este acuerdo, en la forma de un SRS, debe prepararse juntamente. Esto es importante porque ni el cliente ni el proveedor son calificables para escribir exclusivamente un buen SRS.

a) Clientes normalmente no entienden bien el diseño del software y proceso de desarrollo bastante bien como para escribir un SRS utilizable.

b) Los Proveedores normalmente no entienden bien el problema de los clientes y campo de acción bastante bien como para que especifique los requisitos para un sistema satisfactorio.

Por consiguiente, el cliente y el proveedor deben trabajar para producir juntos un buen escrito y completamente entendible SRS.

Una situación especial existe cuando el sistema y su software los dos se están definiéndose concurrentemente. Entonces la funcionalidad, interfaces, desarrollo y otros atributos, restricciones del software no son los predefinidos, sino se definen juntamente y están sujetos a la negociación y al cambio. Esto lo hace más difícil, pero no menos importante, para encontrar las características declaradas en 2.3. en

particular, un SRS que no obedece los requisitos de su especificación de sistema de padre es incorrecto.

D.2.5 EVOLUCIÓN DE SRS

El SRS puede necesitar evolucionar así como el desarrollo de las actualizaciones del producto de software. Puede ser imposible de especificar un poco a detalle en el momento que el proyecto se inicia (por ejemplo, puede ser imposible de definir toda la estructura de la pantalla para un programa interactivo durante la fase de requisitos). Los cambios adicionales pueden suceder según como las deficiencias se vayan descubriendo, las limitaciones e inexactitudes en el SRS.

Dos consideraciones en este proceso son las siguientes:

- a) Deben especificarse los requisitos completamente como se es conocido en el momento, aun cuando las revisiones evolutivas pueden preverse como inevitable. El hecho que ellos están incompletos debe ser anotado.
- b) Un proceso de cambio formal debe comenzarse para identificarse, el control, dejar huella e informe de lo que proyectaron los cambios.

Los cambios aprobados en los requisitos deben incorporarse en el SRS de semejante manera acerca de que:

- 1) proporcione un lineamiento de la auditoria exacta y completa de cambios;
- 2) el permiso de la revisión actual y reemplazó de los cambios en SRS.

D.2.6 PROTOTIPOS

Los prototipos frecuentemente se usan durante una fase de los requisitos de un proyecto.

Muchas herramientas existen para generar un prototipo para exhibir algunas características de un sistema, ser creado muy rápidamente y fácilmente.

Los prototipos son útiles por las razones siguientes:

- a) El cliente puede ver el prototipo y reaccionar a él que leer el SRS y reaccionar a él. Así, el prototipo proporciona la regeneración rápida.
- b) El prototipo despliega aspectos de anticiparse a la conducta de los sistemas. Así, no sólo produce las respuestas sino también las nuevas preguntas. Esto ayuda a ver el alcance en el SRS.
- c) Un SRS basado en un prototipo tiende a sufrir menos cambios durante el desarrollo, así se acorta el tiempo de desarrollo.

Un prototipo debe usarse como una manera de sacar los requisitos del software. Pueden extraerse algunas características como pantalla o formatos del reporte directamente del prototipo. Otros requisitos pueden ser inferidos ejecutando los experimentos con el prototipo.

D.2.7 GENERANDO EL DISEÑO EN EL SRS

Un requisito especifica una función externa visible o atributo de un sistema. Un diseño describe un subcomponente particular de un sistema y/o sus interfaces con otros subcomponentes. El diseñador del SRS debe distinguir claramente entre identificar las restricciones del diseño requeridos y proyectar un plan específico. La nota es que cada requisito en el SRS limita las alternativas del plan. Esto no significa, sin embargo, que cada requisito es el plan.

El SRS debe especificar qué funciones serán realizadas, con qué datos, para producir qué resultados, en qué situación y para quien. El SRS se debe enfocar en los servicios a ser realizados. El SRS normalmente no debe especificar los puntos del plan como lo siguiente:

- a) Partir el software en módulos;
- b) Asignando las funciones a los módulos;
- c) Describiendo el flujo de información o controles entre los módulos;
- d) Escogiendo las estructuras de los datos.

D.2.7.1 REQUISITOS DEL PLAN NECESARIOS

En casos especiales algunos requisitos pueden restringir el plan severamente. Por ejemplo, seguridad o requisitos de seguridad pueden reflejarse directamente en el plan como la necesidad a:

- a) Guarde ciertas funciones en los módulos separadamente;
- b) El permiso sólo limitó la comunicación entre algunas áreas del programa;
- c) La integridad de datos mediante chequeos para las variables críticas.

Los ejemplos de restricciones del diseño válidos son requisitos físicos, requisitos del desarrollo, normas de desarrollo de software y software de calidad según los estándares.

Por consiguiente, los requisitos deben declararse de un punto de vista completamente externo. Al usar a modelos para ilustrar los requisitos, recuerda que el modelo sólo indica la conducta externa, y no especifica un plan.

D.2.8 REQUISITOS DEL PROYECTO GENERADOS EN EL SRS

El SRS debe dirigir el producto del software, no el proceso de producir el producto del software.

Los requisitos del proyecto representan una comprensión entre el cliente y el proveedor sobre materias contractuales que pertenecen a la producción de software y así no deben ser incluidos en el SRS. Éstos normalmente incluyen los puntos como:

- a) el Costo;
- b) Los tiempos de la entrega;
- c) Informando los procedimientos;
- d) Los métodos de desarrollo de Software;
- e) La convicción de Calidad;

- f) La Aprobación y criterio de la comprobación;
- g) Los procedimientos de aceptación.

Se especifican los requisitos del proyecto en otros documentos, generalmente en un plan de desarrollo de software, un software de calidad o una declaración de trabajo.

D.3 LAS PARTES DE UN SRS

Estas partes se colocan en una Figura 1 en un contorno que puede servir como un ejemplo por escribir un SRS.

Un SRS no tiene que seguir este contorno o usar los nombres dado aquí para sus partes, un buen SRS debe incluir toda la información que se mencionó aquí.

Tabla de Contenidos

1. Introducción

1.1 Propósito

1.2 Alcance

1.3 Definiciones, siglas, y abreviaciones

1.4 Referencias

1.5 Apreciación global

2. Descripción global

2.1 Perspectiva del producto

2.2 Funciones del producto

2.3 Características del usuario

2.4 Restricciones

2.5 Atención y dependencias

3. Los requisitos específicos (Vea del 3.3.1 al de 3.3.8)

Apéndices

Índice

Figure 1 - el Prototipo el contorno de SRS

D.3.1 INTRODUCCIÓN (SECCIÓN 1 DEL SRS)

La introducción del SRS debe proporcionar una apreciación global del SRS completo.

Debe contener las subdivisiones siguientes:

- a) el Propósito;
- b) el Alcance;
- c) las Definiciones, siglas, y abreviaciones;
- d) las Referencias;
- e) la Apreciación global.

D.3.1.1 PROPÓSITO (1.1 DEL SRS)

Esta subdivisión debe:

- a) Delinear el propósito del SRS;
- b) Especifique a que público intencional va dirigido el SRS.

D.3.1.2 ALCANCE (1.2 DEL SRS)

Esta subdivisión debe:

- a) Identifique el producto (s) del software para ser diseñado por el nombre (por ejemplo, Anfitrión DBMS, el Generador del Reporte, etc.);

- b) Explique eso que el producto (s) del software que hará y que no hará.
- c) Describe la aplicación del software especificándose los beneficios pertinentes, objetivos, y metas;
- d) Sea consistente con las declaraciones similares en las especificaciones de niveles superiores (por ejemplo, las especificaciones de los requisitos del sistema), si ellos existen.

D.3.1.3 DEFINICIONES, SIGLAS, Y ABREVIACIONES (1.3 DEL SRS)

Esta subdivisión debe proporcionar las definiciones de todas las condiciones, las siglas, y abreviaciones que exigen interpretar el SRS propiamente. Esta información puede proporcionarse por la referencia a uno o más apéndices en el SRS o por la referencia a otros documentos.

D.3.1.4 REFERENCIAS (1.4 DEL SRS)

Esta subdivisión debe:

- a) Proporcione una lista completa de todas las referencias de los documentos en otra parte en el SRS;
- b) Identifique cada documento por el título, número del reporte (si es aplicable), fecha, y publicación de la organización;
- c) Especifique las fuentes de las referencias de donde se obtuvieron.

Esta información puede proporcionarse por la referencia a un apéndice o a otro documento.

D.3.1.5 APRECIACIÓN GLOBAL (1.5 DEL SRS)

Esta subdivisión debe:

- a) Describa lo que el resto del SRS contiene;
- b) Explica cómo el SRS es organizado.

D.3.2 DESCRIPCIÓN GLOBAL (SECCIÓN 2 DEL SRS)

Esta sección del SRS debe describir los factores generales que afectan el producto y sus requisitos. Esta sección no declara los requisitos específicos. En cambio, mantiene un fondo de esos requisitos que se definen en detalle en Sección 3 del SRS y les hacen más fácil entender.

Esta sección normalmente consiste en seis subdivisiones, como sigue:

- a) la perspectiva del Producto;
- b) las funciones del Producto;
- c) las características del Usuario;
- d) las restricciones;
- e) las Asunciones y dependencias;
- f) Prorratao de requisitos.

D.3.2.1 PERSPECTIVA DEL PRODUCTO (2.1 DEL SRS)

Esta subdivisión del SRS debe poner el producto en la perspectiva con otros productos relacionados. Si el producto es independiente y totalmente autónomo, debe declararse que así es. Si el SRS define un producto que es un componente de un sistema más grande, como frecuentemente ocurre, entonces esta subdivisión debe relacionar los requisitos de ese sistema más grande a la funcionalidad del software y debe identificar las interfaces entre ese sistema y el software.

Un diagrama del bloque que muestra los componentes mayores del sistema más grande, las interconexiones, y las interfaces externas pueden ser útiles.

Esta subdivisión también debe describir cómo el software opera dentro de las varias restricciones. Por ejemplo, estas restricciones podrían incluir:

- a) las interfaces del Sistema;
- b) las interfaces del Usuario;

- c) las interfaces del Hardware;
- d) las interfaces del Software;
- e) las interfaces de Comunicaciones;
- f) la Memoria;
- g) los Funcionamientos;
- h) los requisitos de adaptación del Site.

D.3.2.1.1 INTERFACES DEL SISTEMA

Esto debe listar cada interfaz del sistema y debe identificar la funcionalidad del software para lograr el requisito del sistema y la descripción de la interfaz para empatar el sistema.

D.3.2.1.2 INTERFACES CON EL USUARIO

Esto debe especificar a lo siguiente:

- a) Las características lógicas de cada interfaz entre el producto del software y sus usuarios.

Esto incluye las características de la configuración (por ejemplo, formatos de la pantalla requeridos, página o esquemas de la ventana, los reportes o menús o disponibilidad de llaves de la función programables) necesario para lograr los requisitos del software.

- b) Todos los aspectos para perfeccionar la interfaz con la persona que debe usar el sistema.

Esto puede comprender una lista de lo que hace y no hace simplemente delante de cómo el sistema aparecerá al usuario. Un ejemplo puede ser un requisito para la opción de mensajes de error largos o cortos. Como todos, estos requisitos deben ser comprobables, debe especificarse en los Atributos de Sistema de Software bajo una sección tituló Facilidad de Uso.

D.3.2.1.3 INTERFACES CON EL HARDWARE

Esto debe especificar las características lógicas de cada interfaz entre el producto del software y los componentes del hardware del sistema. Esto incluye las características de la configuración (el número de puertos, la instrucción set, etc.), también cubre como qué dispositivos serán apoyados, cómo ellos serán apoyados y protocolos. Por ejemplo, el apoyo de las terminales puede especificarse cuando tienen full-screen.

D.3.2.1.4 INTERFACES CON EL SOFTWARE

Esto debe especificar el uso de otros productos del software requeridos (por ejemplo, un sistema de dirección de datos, un sistema operativo o un paquete matemático) e interfaces con otros sistemas de la aplicación (por ejemplo, la unión entre el Sistema de Cuentas, el Sistema por Cobrar y un Sistema del Mayor General). Para cada uno el producto del software requirió proporcionarse:

- El nombre;
- El código mnemotécnico;
- El número de la especificación;
- El número de la versión;
- La fuente.

Para cada interfaz, lo siguiente debe proporcionarse:

- La discusión del propósito de la interfaz del software en relación con el producto del software.
- La definición de la interfaz por lo que se refiere a los mensajes contenidos y formatos.

No es necesario detallar cualquiera bien la documentación de la interfaz, pero una referencia al documento que define la interfaz se requiere.

D.3.2.1.5 INTERFACES DE COMUNICACIONES

Esto debe especificar las varias interfaces a las comunicaciones como los protocolos de las redes locales, etc.,

D.3.2.1.6 RESTRICCIONES DE MEMORIA

Esto debe especificar cualquier característica aplicable y límites en la memoria primaria y la memoria secundaria.

D.3.2.1.7 FUNCIONAMIENTOS

Esto debe especificar los funcionamientos normales y especiales requeridos por el usuario como:

- a) Los varios modos de funcionamientos en la organización del usuario (por ejemplo, los funcionamientos de iniciar el usuario);
- b) los Periodo de funcionamientos interactivos y periodo de funcionamientos desatendido;
- c) Datos que procesan las funciones de apoyo;
- d) el Apoyo y funcionamientos de la recuperación.

La NOTA - Esto a veces se especifica como la parte del User Interfaces Sección.

D.3.2.1.8 REQUISITOS DE ADAPTACIÓN DEL SITE

Esto debe:

- a) Defina los requisitos para cualquier dato o la secuencia de inicialización que son específico a un sitio dado, la misión o el modo operacional (por ejemplo, los límites de seguridad, etc.);
- b) Especifique el sitio o los rasgos que se deben relacionar que deben modificarse para adaptar el software a una instalación particular.

D.3.2.2 FUNCIONES DEL PRODUCTO (2.2 DEL SRS)

Esta subdivisión del SRS debe proporcionar un resumen de las funciones mayores que el software realizará.

Por ejemplo, un SRS para un programa de contabilidad puede acostumbrar esta parte a dirigirse al mantenimiento de Cuenta de Cliente, declaración del cliente y preparación de la factura sin mencionar la inmensa cantidad de detalle que cada uno de esas funciones requiere.

A veces el resumen de la función que es necesario para esta parte puede tomarse directamente de la sección de la especificación en el nivel superior (si uno existe) eso asigna las funciones particulares al producto del software. Note que eso es por causa de la claridad.

- a) Las funciones deben organizarse en cierto modo eso hace la lista de funciones entendible al cliente o a cualquiera nada más leyendo el documento la primera vez.
- b) Pueden usarse los métodos Textuales o gráficos para mostrar las funciones diferentes y sus relaciones.

No se piensa que el diagrama muestra un diseño de un producto, sino simplemente muestra la relación lógica entre las variables.

D.3.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL USUARIO (2.3 DEL SRS)

Esta subdivisión del SRS debe describir esas características generales de los usuarios intencionales del producto que incluye nivel educativo, experiencia, y la especialización técnica.

D.3.2.4 RESTRICCIONES (2.4 DEL SRS)

Esta subdivisión del SRS debe proporcionar una descripción general de cualquier otro punto que limitará las opciones de los diseñadores. Éstos incluyen:

- a) las políticas reguladoras;
- b) las limitaciones del Hardware;

- c) las Interfaces a otras aplicaciones;
- d) el funcionamiento Paralelo;
- e) las funciones de la Auditoría;
- f) las funciones de Control;
- g) los requisitos de lenguaje;
- h) los protocolos Señalados (por ejemplo, XON-XOFF, ACK-NACK);
- i) los requisitos de Fiabilidad;
- j) Credibilidad de la aplicación;
- k) la Seguridad y consideraciones de seguridad.

D.3.2.5 ATENCIONES Y DEPENDENCIAS (2.5 DEL SRS)

Esta subdivisión del SRS debe listar cada uno de los factores que afectan los requisitos declarados en el SRS.

Estos factores no son las restricciones del diseño en el software pero son, más bien, cualquier cambio a ellos eso puede afectar los requisitos en el SRS. Por ejemplo, una suposición puede ser que un sistema operativo específico estará disponible en el hardware designado para el producto del software. Si, de hecho, el sistema operativo no está disponible, los SRS tendrían que cambiar de acuerdo con entonces.

D.3.2.6 PRORRATEAR LOS REQUISITOS (2.6 DEL SRS)

Esta subdivisión del SRS debe identificar requisitos que pueden tardarse hasta las versiones futuras del sistema.

D.3.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS (SECCIÓN 3 DEL SRS)

Esta sección del SRS debe contener todos los requisitos del software a un nivel de detalle suficiente para permitirles a los diseñadores diseñar un sistema para satisfacer esos requisitos, y a los auditores a probar que el sistema satisface esos

requisitos. A lo largo de esta sección, cada requisito declarado debe ser externamente perceptible por los usuarios, operadores u otros sistemas externos. Estos requisitos deben incluir por lo menos una descripción de cada entrada (el estímulo) en el sistema, cada salida (la contestación) del sistema, y todas las funciones realizadas por el sistema en la salida a una entrada o en el apoyo de la salida. Esta es la parte más grande y más importante del SRS, los principios siguientes aplican:

- a) deben declararse los requisitos específicos en la conformidad con todas las características descritas en 2.3.
- b) los requisitos específicos deben tener referencias cruzadas a documentos más actuales que los relacionan.
- c) Todos los requisitos deben ser singularmente identificables.
- d) debe prestarse la atención debida a organizar los requisitos para aumentar al máximo la legibilidad.

Antes de examinar maneras específicas de organizar los requisitos es útil entender los varios puntos como que comprenden los requisitos descritos en 3.3.1 a través de 3.3.7.

D.3.3.1 INTERFACES EXTERNAS

Ésta debe ser una descripción detallada de todas las entradas y salidas del sistema del software. Debe complementar las descripciones de la interfaz en 3.2 y no debe repetirse la información allí.

Debe incluir ambas entradas/salidas y debe estructurarse como sigue:

- a) el nombre de artículo;
- b) la descripción de propósito;
- c) la fuente de entrada o destino de salida;
- d) el rango válido, exactitud, y/o tolerancia;

- e) las unidades de medida;
- f) tiempos;
- g) las relaciones a otras entradas/salidas;
- h) el formato de pantalla /organización;
- i) el formato de ventanas/organización;
- j) los formatos de los datos;
- k) los formatos de los comandos;
- l) fin de mensajes.

D.3.3.2 FUNCIONES

Los requisitos funcionales deben definir las acciones fundamentales que deben tener lugar en el software, aceptando y procesando las entradas, procesando y generando las salidas. Éstos generalmente se listan como "debe" declaraciones que empiezan con "El sistema debe...."

Éstos incluyen:

- a) verificar la validez sobre las entradas
- b) la secuencia exacta de las operaciones
- c) las contestaciones a las situaciones anormales, incluyendo
 - 1) overflow
 - 2) facilidades de comunicación
 - 3) manejo de errores y recuperación
- d) el efecto de parámetros
- e) la relación de salidas a las entradas, incluyendo

- 1) las secuencias de entrada/salidas
- 2) las fórmulas de entrada y su conversión a la salida

Puede ser apropiado dividir los requisitos funcionales en subfunciones o subprocesos.

Esto no implica que el plan del software también se dividirá así.

D.3.3.3 REQUISITOS DEL DESARROLLO

Esta subdivisión debe especificar los requerimientos estáticos y dinámicos que se pusieron en el software o en la interacción humana con el software en conjunto. Los requisitos estáticos pueden incluir a lo siguiente:

- a) El número de terminales a ser apoyadas;
- b) El número de usuarios simultáneos ser apoyados;
- c) La cantidad y tipo de información que se maneja.

A veces se identifican los requisitos estáticos bajo una sección separada titulada la Capacidad. Por ejemplo, los requisitos dinámicos pueden incluir los números de transacciones, tareas y la cantidad de datos a ser procesado dentro de ciertos periodos de tiempo para las condiciones del trabajo normales y máximas.

Todos que estos requisitos deben declararse en las condiciones mensurables. Por ejemplo,

95% de las transacciones se procesarán en menos de 1 seg.

La NOTA - normalmente se especifican límites numéricos aplicados a una función específica como la parte de la descripción de subinciso de proceso de esa función.

D.5.3.4 REQUISITOS DEL BANCO DE DATOS LÓGICOS

Esto debe especificar los requisitos lógicos para cualquier información que será puesta en un banco de datos. Esto puede incluir a lo siguiente:

- a) los tipos de información usadas por varias funciones;
- b) la frecuencia de uso;
- c) accediendo las capacidades;
- d) las entidades de los datos y sus relaciones;
- e) las restricciones de integridad;
- f) requerimientos en la retención de datos.

D.3.3.5 RESTRICCIONES DEL DISEÑO

Esto debe especificar las restricciones del diseño que pueden imponerse por otros estándares, las limitaciones del hardware, etc.,

D.3.3.5.1 Aceptación de las normas

Esta subdivisión debe especificar los requisitos derivados de estándares existentes o regulaciones. Ellos pueden incluir a lo siguiente:

- a) el formato del reporte;
- b) los nombres de los datos;
- c) los procedimientos de contabilidad;
- d) los lineamientos de la Auditoría.

Por ejemplo, esto podría especificar los requisitos para el software y rastrear la actividad del proceso. Se necesita rastrear algunas aplicaciones para encontrarse al menos las normas reguladoras o financieras. Por ejemplo, un requisito de rastro de auditoría puede declarar que deben grabarse todos los cambios a un banco de datos de la nómina en un archivo del rastro con los valores antes del proceso y después del proceso.

D.3.3.6 ATRIBUTOS DEL SOFTWARE DEL SISTEMA

Hay varios atributos del software que puede servir como los requisitos. Es importante que los atributos se especifiquen para que su logro pueda verificarse objetivamente. Subclauses 3.3.6.1 a través de 3.3.6.5 proporcionan una lista parcial de ejemplos.

D.3.3.6.1 Fiabilidad

Esto debe especificar que los factores exigieron establecer la fiabilidad requerida del sistema del software al momento de la entrega.

D.3.3.6.2 Disponibilidad

Esto debe especificar que los factores exigieron garantizar un nivel de disponibilidad definido para el sistema como un punto de control, la recuperación y al iniciar.

D.3.3.6.3 Seguridad

Esto debe especificar los factores que protegen el software del acceso accidental o malévolo, uso, modificación, destrucción o descubrimiento. Los requisitos específicos en esta área podrían incluir la necesidad a:

- a) Utilice ciertas técnicas de encriptamiento;
- b) Tenga Log de entrada o históricos de datos;
- c) Asigne ciertas funciones a módulos diferentes;
- d) Restrinja las comunicaciones entre algunas áreas del programa;
- e) La integridad de datos se verifique para variables críticas.

D.3.3.6.4 Mantenimiento

Esto debe especificar atributos de software que relaciona a la facilidad de mantenimiento del propio software. Puede haber algún requisito con toda seguridad de modularidad, interfaces, la complejidad, etc. no deben ponerse los requisitos aquí.

D.3.3.6.5 Portabilidad

Esto debe especificar atributos de software que relaciona a la facilidad de poner el software a otro servidor y/o sistemas operativos. Esto puede incluir a lo siguiente:

- a) el Porcentaje de componentes con código cliente-servidor;
- b) el Porcentaje de código del cliente-servidor;
- c) el Uso de un idioma portátil probado;
- d) el Uso de un compilador particular o subconjunto de lenguajes;
- e) el Uso de un sistema operativo particular.

D.3.3.7 ORGANIZAR LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS

Por algo los requisitos detallados de los sistemas triviales tienden a ser extenso. Por esta razón, se recomienda que sean cuidadosos de organizar éstos de una manera óptima para que sean entendibles.

D.3.3.7.1 Modo del sistema

Algunos sistemas se comportan diferentes dependiendo del modo de operación. Por ejemplo, un sistema de control puede tener juegos diferentes de funciones que dependen de su control: entrenando, normal o emergencia. Al organizar esta sección por el modo, el contorno en A.1 o A.2 debe usarse. La opción depende de las interfaces y del desarrollo que son dependientes del modo de acceso.

D.3.3.7.2 Clases de usuario

Algunos sistemas proporcionan juegos diferentes de funciones a las clases diferentes de usuarios. Por ejemplo, un sistema de mando de ascensor presenta las capacidades diferentes a los pasajeros, obreros de mantenimiento y bomberos. Al organizar esta sección por la clase del usuario, el contorno en A.3 debe usarse.

D.3.3.7.3 Objetos

Los objetos son entidades del mundo real que tienen una contraparte dentro del sistema.

Por ejemplo, en un sistema que supervisa pacientes, los objetos incluyen a los pacientes, los sensores, enfermeras, los cuartos, médicos, las medicinas, etc. Asociado con cada objeto un juego de atributos a está (de ese objeto) y funciones (realizadas por ese objeto). Estas funciones también se llaman servicios, métodos o procesos. Al organizar esta sección por el objeto, el contorno en A.4 debe usarse. Nota que al poner los objetos puede compartir atributos y servicios. Éstos se agrupan como las clases.

D.3.3.7.4 Rasgo

Un rasgo es un servicio externamente deseado por el sistema que puede exigir a una secuencia de entradas efectuar el resultado deseado. Por ejemplo, en un sistema del teléfono, los rasgos incluyen la llamada local, llamada remitida y llamada en conferencia. Cada rasgo generalmente se describe en una secuencia de estímulocontestación.

D.3.3.7.5 Estímulo

Algunos sistemas pueden organizarse mejor describiendo sus funciones por lo que se refiere a los estímulos. Por ejemplo, pueden organizarse las funciones de un avión automático que aterriza, el sistema en las secciones para la pérdida del control, esquivación del viento, el cambio súbito en el destino, la velocidad vertical excesiva, etc. Al organizar esta sección por el estímulo, el contorno en A.6 debe usarse.

D.3.3.7.6 Contestación

Algunos sistemas pueden organizarse mejor describiendo todas las funciones en el apoyo de la generación de una contestación. Por ejemplo, pueden organizarse las funciones de un sistema del personal en secciones que corresponden a todas las funciones asociadas con los sueldos generados, todas las funciones asociadas con generar una lista actual de empleados, etc. El contorno en A.6 (con todas las ocurrencias de estímulo reemplazadas con la contestación) debe usarse.

D.3.3.7.7 Jerarquía Funcional

Cuando ninguno de los esquemas orgánicos anteriores demuestra ser útil, la funcionalidad global puede organizarse en una jerarquía de funciones organizada por cualesquier entradas comunes, rendimientos comunes o el acceso de los datos interiores común. Los datos fluyen pueden usarse diagramas y diccionarios de datos para mostrar las relaciones entre las funciones y datos. Al organizar esta sección por la jerarquía funcional, el contorno en A.7 debe usarse.

D.3.3.8 COMENTARIOS ADICIONALES

Siempre que un nuevo SRS se contemple, más de una de las técnicas organizacionales dadas en 3.3.7.7 pueden ser apropiadas. En tal caso, organice los requisitos específicos para jerarquías múltiples detalladas a las necesidades específicas del sistema bajo la especificación.

Hay muchas anotaciones, métodos y herramientas de apoyo automatizadas disponibles para ayudar en la documentación de requisitos. La mayor parte, su utilidad es una función de organización. Por ejemplo, al organizar por el modo, máquinas de estado finitas o los mapas estatales pueden demostrar utilidad; al organizar por el objeto, el análisis objeto-orientado puede demostrar utilidad; al organizar por el rasgo, las secuencias de estímulo-contestación pueden demostrar utilidad y al organizar por la jerarquía funcional, los datos fluyen según los diagramas y los diccionarios de datos pueden demostrar también utilidad.

En cualquiera de los contornos dados A.1 a través de A.8, esas secciones llamadas "Requisito Funcional" puede describirse en el idioma nativo (por ejemplo, inglés), en el pseudo código, en un idioma de definición de sistema, o en cuatro subdivisiones tituladas: La introducción, Entradas, Proceso, y Rendimientos.

D.3.4 INFORMACIÓN DE APOYO

La información de apoyo hace más fácil al SRS para usarse. Incluye a lo siguiente:

- a) Tabla de contenidos;
- b) Índice;

c) Apéndice.

D.3.4.1 TABLA DE CONTENIDOS E ÍNDICE

La tabla de contenidos e índice es bastante importante y debe seguir las prácticas de las composiciones generales.

D.3.4.2 APÉNDICES

Los apéndices no siempre son considerados parte del SRS real y no siempre son necesarios. Ellos pueden incluir:

- a) Ejemplos de formatos de las entradas/salidas, las descripciones del análisis del costo que se estudiaron o resultados de estudios del usuario;
- b) Apoyando o dando información a fondo que puede ayudar a los lectores del SRS;
- c) Una descripción de los problemas a ser resuelto por el software;
- d) las instrucciones del empaquetamiento especiales para el código y los medios de comunicación para reunir la seguridad, exportar la carga inicial u otros requisitos.

ANEXO E.

**ENCUESTAS REALIZADAS AL PERSONAL DE LA
EMPRESA CONECTIVIDAD GLOBAL.**