



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA



**Uso del sistema de voz sobre Ip para optimizar el servicio de comunicación en
la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto**

Tesis para optar al título profesional de Ingeniero de Sistemas e Informática

AUTOR:

Gianmarco Panduro Mego

ASESOR:

Ing. José Enrique Celis Escudero

CO-ASESOR:

Ing. Mg. Víctor Manuel Vallejos Monja

Tarapoto -Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA



**Uso del sistema de voz sobre Ip para optimizar el servicio de comunicación en
la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto**


AUTOR:

Gianmarco Panduro Mego


Sustentada y aprobada el día 11 de noviembre del 2019, por los siguientes jurados



Ing. Buenaventura Ríos Ríos
Presidente



Ing. Carlos Armando Ríos López
Secretario



Ing. Andy Hirving Rucoba Reátegui
Miembro

Declaratoria de autenticidad

Gianmarco Panduro Mego, con DNI N° 46864420, egresado de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Escuela profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Uso del Sistema de voz sobre Ip para optimizar el servicio de comunicación en la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. Respeto las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 11 de noviembre del 2019



Gianmarco Panduro Mego
DNI N° 46864420



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Pauduro Mezo, Gianmarco	
Código de alumno :	097125	Teléfono: 960984221
Correo electrónico :	gianmarcopm8@gmail.com	DNI: 46864420

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería de Sistemas e Informática
Escuela Profesional de:	Ingeniería de Sistemas e Informática

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(x)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Uso del Sistema de Voz sobre IP para optimizar el servicio de Comunicación en la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(x)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

--

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

21 / 11 / 2019



Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A mi madre por el gran apoyo y esfuerzo que me brinda día a día para realizar este trabajo y a mi padre que desde el cielo me bendice y me guía hacia el camino del bien, asimismo dedico a mi hijita por la alegría y darme esa fuerza para seguir adelante. A mis hermanos por ese pundonor y colaboración mostrada hacia mi persona en todo este tiempo en la elaboración para lograr el éxito.

Agradecimientos

Agradecer en primer lugar a Dios por darnos el bienestar familiar y acompañarnos en todo momento y en toda actividad diaria, por darnos el valor del esfuerzo y dedicación a las labores que nos encomendamos.

Un agradecimiento especial a mi familia (mamá y hermanos) por hacer posible mi carrera profesional, por todos sus apoyos incondicionales y hacer de mí una persona de bien para sobresalir en la sociedad.

También agradecer al Sr. Henry Charles Sánchez del Águila. Ing. Víctor Manuel Vallejos Monja y al Ing. José Enrique Celis Escudero por su apoyo constante en la elaboración y ejecución de esta investigación.

Índice general

Índice de tablas	xi
Índice de figuras.....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Introducción	1
CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1. Antecedentes de la investigación	4
1.1.1. Antecedentes internacionales	4
1.1.2. Antecedentes nacionales.....	5
1.1.3. Antecedentes locales.....	6
1.2. Bases teóricas	8
1.2.1. Comunicación.....	8
1.2.2. Servicio de comunicación.....	9
1.2.2.1. Calidad del servicio.....	9
1.2.2.2. Confiabilidad del servicio	10
1.2.2.2.1. Seguridad	10
1.2.2.2.2. Disponibilidad (<i>Uptime</i>)	10
1.2.2.3. Costos del servicio	11
1.2.3. Sistemas	13
1.2.4. Comunicaciones analógicas y digitales	15
1.2.4.1. Comunicaciones analógicas	15
1.2.4.2. Comunicaciones digitales	15
1.2.5. Sistema voz sobre IP (VOIP).....	15
1.2.5.1. Protocolo IP	17
1.2.5.2. Estándar H.323.....	17
1.2.5.3. Voz sobre el protocolo de Internet.....	18
1.2.5.4. Protocolo SIP	19
1.2.5.5. Parámetros de calidad de servicio en la telefonía VoIP.....	20
1.2.5.5.1. Ancho de banda (<i>Bandwidth</i>).....	20
1.2.5.5.2. Retardo de paquete (<i>Delay</i> o <i>Latencia</i>).....	20
1.2.5.5.3. Tasa de pérdida	21

1.2.5.5.4. Variación de retardo (<i>Jitter</i>).....	21
1.3. Definición de términos básicos	22
CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS	26
2.1. Sistema de variables.....	26
2.2. Operacionalización de variables	26
2.3. Tipo y nivel de investigación	27
2.3.1. Tipo de investigación.....	27
2.3.2. Nivel de investigación	27
2.4. Diseño de la investigación	27
2.5. Población y muestra.....	28
2.5.1. Población	28
2.5.2. Muestra	28
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
2.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	28
2.6.2. Instrumentos de recolección de datos	29
2.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	29
2.7.1. Técnicas de procesamiento de datos.....	29
2.7.2. Análisis de datos.....	29
2.8. Materiales y métodos	30
2.8.1. Materiales	30
2.8.2. Métodos	30
2.9. Diseño del sistema de Voz sobre IP.....	32
2.9.1. Configuración del acceso al panel de administración	32
2.9.2. Configuración de Extensiones y Troncales	33
2.9.3. Teléfonos IP.....	36
2.9.4. <i>Softphones</i>	40
2.9.5. Configuración de los Adaptadores ATA	42
2.9.6. <i>Gateways</i> FXO-FXS.....	45
2.9.7. Configuraciones Realizadas	47
2.9.8. Recursos de Hardware	47
2.10. Prueba de Hipótesis	47
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
3.1. Resultados	50

3.1.1.	Diagnóstico de la infraestructura del Servicio de Comunicación.....	50
3.1.2.	Requerimientos del Servicio de Comunicación.....	50
3.1.3.	Definición y diseño del Sistema de Voz sobre IP	51
3.1.4.	Impacto de la optimización del Servicio de Comunicación	54
3.2.	Discusión.....	63
CONCLUSIONES.....		69
RECOMENDACIONES		71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		72
ANEXOS.....		75

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables	26
Tabla 2 Equipos utilizados para la implementación del sistema de Voz sobre IP	30
Tabla 3 Estadísticas de muestras emparejadas del Nivel de Servicio de Comunicación	48
Tabla 4 Prueba t-Student de muestras emparejadas para la variable Nivel de Servicio de Comunicación	48
Tabla 5 Resumen de análisis de datos en la prueba de calidad de servicio del Sistema de Voz sobre IP.....	53
Tabla 6 Telefonía tradicional vs telefonía IP	54
Tabla 7 Resumen sobre la calidad de servicio telefónico Sin VoIP.....	56
Tabla 8 Resumen sobre la confiabilidad del servicio telefónico Sin VoIP	57
Tabla 9 Resumen sobre la calidad de servicio telefónico Con VoIP.....	58
Tabla 10 Resumen sobre la confiabilidad del servicio telefónico Con VoIP	59
Tabla 11 Costos del servicio de comunicación con telefonía IP	62

Índice de figuras

Figura 1. Grados de disponibilidad de un sistema.....	10
Figura 2. Servicios de telefonía IP en base a perfil de usuario.....	12
Figura 3. Interfaz del Sistema VoIP..	33
Figura 4. Interfaz del Administrador del VoIP.....	34
Figura 5. Creación de Usuario.....	35
Figura 6. Configuración del Teléfono VoIP.....	36
Figura 7. Acceso al Teléfono IP.....	37
Figura 8. Configuración Basica del Teléfono IP	37
Figura 9. Configuración Avanzada del Teléfono IP.....	38
Figura 10. Ingreso para configuración de Teléfono IP.....	39
Figura 11. Estado de la Red – Grandstream.....	39
Figura 12. Configuración Básica – Grandstream.....	40
Figura 13. Configuración del ZOIPER, Softphone y Computadora.....	41
Figura 14. Creación de Nuevo Cliente Zoiper.....	42
Figura 15. Adaptadores ATA – Grandstream – Configuración Básica.....	42
Figura 16. Adaptadores ATA – Configuración del Puerto FXS 01.....	44
Figura 17. Adaptadores ATA – Configuración Correcta de los 2 Puertos.....	45
Figura 18. Gateway FXO.....	46
Figura 19. Curva de distribución t-Student..	49
Figura 20. Infraestructura de teléfonos analógicos.....	50
Figura 21. Diseño de infraestructura del sistema VoIP.....	51
Figura 22. Esquema de equipos y conexiones para pruebas de calidad del Sistema de Voz sobre IP.....	52
Figura 23. Nivel de Servicio de Comunicación (NSC) de la UNSM-T Sin VoIP.....	58
Figura 24. Nivel de Servicio de Comunicación (NSC) de la UNSM-T Con VoIP.....	60
Figura 25. Comparativa cuantitativa del Nivel del Servicio de Comunicación de la UNSM-T, antes y después del Sistema de Voz sobre IP.....	61
Figura 26. Comparativa cualitativa del Nivel del Servicio de Comunicación de la UNSM-T, antes y después del Sistema de Voz sobre IP.....	61

Resumen

La presente tesis titulada: ‘Uso del Sistema de Voz sobre IP para Optimizar el Servicio de Comunicación en la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto’, tuvo como objetivo principal optimizar el servicio de comunicación, implementando un sistema de voz sobre IP en la ciudad universitaria de la UNSM-T utilizando la red de datos de fibra óptica existente. La investigación fue de tipo descriptivo y de nivel explicativo porque abordó los hechos existentes mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. El diseño de investigación fue diseño de campo y para tal efecto se trabajó con una muestra conformada por 15 personas administrativas (usuarios finales) distribuidas en tres facultades, las cuales fueron encuestadas para conocer su percepción sobre el servicio de comunicación antes y después de implementar el sistema de voz sobre IP. Los logros más importantes fueron que el Sistema de Voz sobre IP implementado fue eficiente y con parámetros de calidad óptimos para una telefonía IP adecuada y fiable. Además, desde la percepción de los usuarios, el servicio de comunicación mejoró a un estado de excelente en un 100% con lo cual se ubicó en el punto más alto de optimización al no presentar ningún problema asociado a la calidad del servicio; en cuanto a costos se concluyó que su implementación resulta rentable para la UNSM-T con un ahorro de 11.8%. Finalmente, al comparar las medias del Nivel de Servicio de Comunicación (NSC) antes y después de implementar el sistema de voz sobre IP se encontró una diferencia estadísticamente significativa, esto permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de trabajo.

Palabras clave: Voz sobre IP, servicio de comunicación, Asterisk.

Abstract

The following thesis titled as: 'Use of the Voice over IP System to Optimize the Communication Service at the National University of San Martín - Tarapoto', had as its main objective to optimize the communication service, implementing a voice over IP system in the University Campus of UNSM-T using the existing optical fiber data network. The investigation was descriptive and explanatory, because it addressed the existing facts through the establishment of cause-effect relationships. The research design was field design and for this purpose we worked with a sample made up of 15 administrative workers (end users) distributed in three faculties, which were surveyed to know their perception of the communication service before and after implementing the Voice over IP system. The most important achievements were that the Voice over IP System implemented was efficient and with optimal quality parameters for adequate and reliable IP telephony. In addition, from the users' perception, the communication service improved to a state of excellent 100%, which placed it at the highest point of optimization by not presenting any problems associated with the quality of the service; In terms of costs, it was concluded that its implementation is profitable for UNSM-T with a saving of 11.8%. Finally, when comparing the means of the Communication Service Level (NSC) before and after implementing the voice over IP system, a statistically significant difference was found, this allowed us to reject the null hypothesis and accept the working hypothesis.

Keywords: Voice over IP, communication service, Asterisk.



Introducción

El Proyecto de Investigación titulado ‘Uso del Sistema de Voz sobre IP para Optimizar el Servicio de Comunicación en la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto’, tuvo como objetivo principal optimizar el Servicio de Comunicación en la Universidad Nacional de San Martín usando el Sistema Voz sobre IP, a su vez se tuvo como objetivos específicos, primero, realizar la recopilación y el diagnóstico de información sobre la infraestructura del servicio de comunicación en la Universidad Nacional de San Martín –Tarapoto; segundo, establecer los requerimientos actuales del servicio de comunicación, centralizando la administración de los equipos de comunicación; tercero, definir y diseñar un sistema de voz sobre IP desarrollando la interface que se utilizará para la provisión automática de los servicios que brindará la nueva tecnología VoIP; cuarto, determinar el impacto de la optimización del servicio de comunicación.

La realización de esta investigación estuvo justificada en función de la gran importancia que tiene la telefonía IP para que la universidad esté a la vanguardia tecnológica en cuando a servicios de comunicación aprovechando la red de datos de fibra óptica que posee, pues entre otros, es un factor decisivo que contribuye a una buena calidad de telefonía IP.

El alcance de la investigación estuvo acotada a tres facultades de la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. La hipótesis planteada fue: ‘Mediante el uso del sistema de voz sobre IP, se optimizará el servicio de comunicación en la Universidad Nacional de San Martín – T’, la cual fue aceptada en base a los resultados obtenidos.

La investigación se realizó en cuatro etapas principales: Etapa 1, donde se realizó la recopilación y el diagnóstico de información sobre la infraestructura del servicio de Comunicación en la Universidad Nacional de San Martín –Tarapoto, Etapa 2: donde se estableció los requerimientos actuales del servicio de comunicación, centralizando la administración de los equipos de comunicación, Etapa 3: donde se definió y diseñó un sistema de voz sobre IP desarrollando la interface que se utilizará para la provisión automática de los servicios que brindará la nueva tecnología VoIP y Etapa 4: donde se determinó el impacto de la optimización del servicio de comunicación comparando la

percepción de los usuarios sobre el servicio de comunicación antes y después de implementar el Sistema de Voz sobre IP.

El estudio fue de tipo estructural, el nivel de la investigación fue aplicada, con diseño de campo que tuvo como muestra 15 personas (usuarios finales) distribuidos en tres facultades. Como técnica de recolección de datos, se usó la encuesta (cuestionario con 7 preguntas cerradas) para medir la variable dependiente servicio de comunicaciones, y para medir la variable independiente sistema de voz sobre IP se usó la técnica de la observación directa (cartilla de registro) en donde se anotaron aspectos como eficiencia y calidad del sistema.

Los principales hallazgos de la investigación fueron que: el Sistema de Voz sobre IP implementado fue eficiente con un ancho de banda de 512 Kbps y con parámetros de calidad óptimos para una telefonía IP adecuada y fiable. Además, desde la perspectiva de los usuarios, el servicio de comunicación mejoró a un estado de excelente en un 100% con lo cual se ubicó en el punto más alto de optimización al no presentar ningún problema asociado a la calidad del servicio de telefonía.

Por otra parte, referente a los costos del proyecto de telefonía IP, se concluyó que su implementación resulta rentable para la UNSM-T pues se tendría un ahorro de 11.8% en el pago del servicio de comunicación al descartar el pago por el servicio de telefonía tradicional. Finalmente, al comparar las medias del Nivel de Servicio de Comunicación (NSC) antes y después de implementar el sistema de voz sobre IP se encontró una diferencia estadísticamente significativa, lo que permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de trabajo.

El presente trabajo, consta de tres capítulos principales: Capítulo I Revisión Bibliográfica, en donde se expone los antecedentes más relevantes de la investigación, así como los conceptos generales y básicos para comprender el resto de la investigación, tanto sobre el servicio de comunicación, así como la calidad de servicio desde el punto de vista del usuario y los costos a considerar en un proyecto de telefonía IP; también se aborda el temas sobre el Sistema de Voz sobre IP, así como los parámetros de calidad de servicio de telefonía en la telefonía IP desde el punto de vista técnico.

En el CAPÍTULO II Materiales y métodos, se describe detalladamente los aspectos metodológicos de la investigación, entre ellos el diseño de la investigación y la población considerada para recolectar los datos, las técnicas e instrumentos utilizados y las técnicas que se usaron para procesar los datos y realizar su análisis.

CAPÍTULO III Resultados y discusión, donde se presentan los resultados obtenidos en el servicio de comunicación antes y después de implementar el sistema de voz sobre IP, se realiza el proceso de la verificación de hipótesis y se mide el impacto de la plataforma virtual educativa en el Rendimiento académico.

Finalmente, en base a los capítulos anteriores, se presentan las principales conclusiones y/o logros alcanzados por la investigación.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

Se presentan a continuación sustentos de otros trabajos investigativos que poseen cierta relación con el tema motivo de este trabajo, con los que se apoyará parte de la información teórica.

1.1.1. Antecedentes internacionales

Ostorga (2015) en su tesis de pregrado titulada: ‘Estudio de técnicas de calidad de servicio en redes de Voz sobre IP y su factibilidad de aplicación en la red de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador’, de la Universidad de El Salvador, San Salvador – El Salvador; tuvo como objetivo principal analizar las técnicas de Calidad de servicio (QoS) y su factibilidad de aplicación en la red VoIP de la FIA-UES para mejorar el desempeño de la misma. La metodología usada fue investigación aplicada con diseño ex post facto. Para la recolección de datos se aplicaron técnicas como la encuesta y la observación. Después de realizar un análisis de la percepción de los usuarios de telefonía IP y de realizar pruebas para determinar la calidad de las llamadas IP se elaboró una propuesta de aplicación de técnicas de QoS en la red de VoIP para luego llegar a las siguientes conclusiones: Primero administrar adecuadamente las técnicas de calidad de servicio en una red que soporta VoIP, permite ofrecer un mejor desempeño a los usuarios del mismo, con lo cual se pueden explotar todas las ventajas esperadas de este tipo de aplicaciones, segundo la calidad de servicio que se puede obtener al aplicar las técnicas de QoS no solo abarcan al servicio de VoIP, sino también otras aplicaciones como las bases de datos, las cuales son de mucha importancia para la mediana y gran empresa, o instituciones educativas de gran demanda como la UES, tercero un paso importante para analizar los cambios necesarios en una red de VoIP que convive con otros servicios, es monitorear el tráfico y/o el desempeño de los diferentes componentes de la red, por lo cual es recomendable implementar este tipo de monitoreo, para disponer de mejores herramientas de decisión y cuarto la explotación de todo el potencial asociado al servicio de VoIP, pasa por integrar los diferentes medios de comunicación con que dispone la UES, lo que redundaría en una mayor eficiencia de ciertos procesos, reducción de gastos, satisfacción de usuarios, entre otros.

García, Salcedo, López y Pedraza (2014) en su trabajo de investigación titulada: ‘Evaluación de la Calidad del Servicio para Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP) en Redes WIMAX sobre Ambientes IP/MPLS’, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C. - Colombia; presentan un caso de estudio donde se analiza la calidad de servicio (QoS) que perciben los usuarios Wimax cuando se interconectan a un Core MPLS. Los servicios de voz y video requieren de la asignación de recursos para transferir eficientemente la data, entre los que se encuentran la pérdida mínima de información y la reserva adecuada de ancho de banda. En este trabajo se planteó el desarrollo de dos escenarios haciendo uso del simulador Opnet. Para el primer caso existieron usuarios que se conectaron al núcleo IP sin habilitar criterios de QoS, mientras que en el segundo se garantizó una reserva de variables de red adecuados. Como conclusión principal se llegó a que la asociación de la conmutación de etiquetas junto con los servicios diferenciados permite elevar el rendimiento de la conexión en red (internetworking) mediante un procesamiento eficiente.

1.1.2. Antecedentes nacionales

Chinchazo y James (2016) en su tesis de pregrado titulada: ‘Sistema VoIP basado en Asterisk para la Gestión de Servicios de atención telefónica en la Empresa Pesquera EXALMAR S.A.A.’, de la Universidad César Vallejo, Lima - Perú; detallan el desarrollo e implementación de un Sistema VoIP basado en asterisk para la gestión de servicios de atención telefónica en la empresa Pesquera Exalmar S.A.A. Indican que la situación anterior presentaba muchos problemas, los cuales generaban consecuencias y se veían reflejadas en la mala comunicación por parte de los usuarios, clientes y proveedores, a causa de tener un servicio limitado que reduzca el uso del mismo, ya que no era escalable y presentaba muchas fallas y sabiendo que la comunicación es vital para cumplir los objetivos de una empresa. El objetivo principal del estudio fue determinar la influencia del Sistema VoIP basado en asterisk para la gestión de servicios de atención telefónica en la empresa Pesquera Exalmar S.A.A.. El sistema VoIP basado en asterisk fue desarrollado basándose en el procedimiento CHIPER respaldado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UTI) y como motor de base de datos MySQL, con el fin de mejorar la comunicación, optimizando y utilizando todos los recursos que nos brinda esta tecnología, reduciendo costos y tiempo en todos sus procesos. Se empleó investigación aplicada, experimental y como diseño de investigación se escogió el pre-experimental. En donde se tomó como indicador la tasa de incidencia de fallos que fue para 23 usuarios con

1000 llamadas realizadas, y para la tasa de llamadas completadas que fue para 23 usuarios con 1200 llamadas realizadas, utilizando la prueba de kolmogorov – Smirnov para la validación de las hipótesis propuestas de la tasa de incidencia de fallos y t-student para la tasa de llamadas completadas. Finalmente se demostró que el Sistema VoIP mejoró la gestión de los servicios de atención telefónica en la empresa Pesquera Exalmar S.A.A., debido a que se logra un aumento de efectividad del 90% en la tasa de incidencia de fallos y 85% en la tasa de llamadas completadas, así como se logra un mejor control de todos los servicios.

Chafloque (2016) en su tesis de pregrado titulada: ‘Central de Telefonía IP para el Proceso de las Comunicaciones Telefónicas en la sede Petro Perú San Isidro Lima 2015’, de la Universidad César Vallejo, Lima - Perú; indica que la investigación tuvo como objetivo principal determinar el efecto de una central de telefonía IP en el proceso de las comunicaciones telefónicas en la sede Petro Perú San Isidro. La investigación fue aplicada con diseño pre experimental. La población estuvo formada por 48 registros de la disponibilidad del servicio, se usó como técnica de recopilación de datos la observación que hizo uso como instrumento una ficha de registro. El instrumento de recolección de datos fue validado por medio del juicio de expertos con un resultado de opinión de aplicabilidad. Con respecto de la disponibilidad de servicio se aprecia las observaciones antes es superior con respecto a la media del costo es 18380 con el sistema Pre (sistema analógico) y en la media del servicio luego de implantar el IP es 7651 menor en costo , la media de la disponibilidad con interrupciones en pre es 95.32% y la media luego de aplicar el sistema IP las interrupciones tuvieron una media de 98.97%. Concluyendo que efectivamente la implementación de una central de telefonía IP mejora significativamente la disponibilidad del servicio en el proceso de las comunicaciones telefónicas en la Sede Petro Perú San Isidro a comparación del sistema analógico, ello es menos frecuente de tener interrupciones y sugiere menos necesidad de monitoreo, así como de control y menor necesidad de retroalimentación ya que el servicio funciona sin mayores problemas.

1.1.3. Antecedentes locales

Zamora (2017) en su tesis de pre grado titulada: ‘Implementación de una red VoIP basado en Asterisk para la comunicación entre áreas y sucursales de la empresa CONSELVA S.A – Tarapoto, 2017’, de la Universidad César Vallejo, Tarapoto - Perú; indica que la investigación tuvo como objetivo principal implementar una red VoIP basado en Asterisk para la comunicación entre áreas y sucursales de la empresa, pues en el sistema

de comunicaciones que utilizaba la empresa CONSELVA S.A, se identificó problemas de comunicación interna y entre sucursales de la empresa, con dependencia total de proveedores de telefonía e internet, ocasionando muchas fallas en las comunicaciones por caídas de línea, y costos de facturación altos e injustificados, por tal razón la investigación se hizo con el propósito de mejorar las comunicaciones entre áreas y sucursales de la empresa y reducir costos. Se utilizó un nivel de investigación explicativo y un diseño pre-experimental, con una población de estudio conformada por los trabajadores administrativos (local central y sucursales) de la empresa a la cual se eligió también como muestra, por la naturaleza de la investigación y el criterio del investigador; para los resultados, se utilizó un enfoque estadístico, tanto descriptivo como inferencial, para el grupo pre test y post test, en cuyos resultados se muestra la influencia positiva de la implementación de una red VoIP basado en Asterisk en la comunicación entre áreas y sucursales de la empresa CONSELVA S.A.

Cabrera (2015) en su tesis de pregrado titulada: ‘Tecnología VoIP y su impacto en el Servicio de Comunicación en los colegios del distrito San Hilarión, provincia de Picota, región de San Martín’, de la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto - Perú; indica que tuvo como objetivo general, medir el impacto de la implementación de la tecnología VoIP en el servicio de comunicación de los colegios. Asimismo, tuvo como objetivos específicos: primero analizar los servicios de comunicación en los colegios, segundo implementar la red de comunicaciones entre los colegios y tercero medir los resultados de la implementación de la Tecnología VoIP. Para el levantamiento de información se realizaron técnicas de observación, entrevistas, así como la revisión y evaluación de documentos, para la implementación de la tecnología VoIP que permitió mejorar los servicios de comunicación de los colegios del distrito de San Hilarión, provincia de Picota, región de San Martín. Los resultados principales fueron: Se realizó la implementación de la red de comunicaciones entre 4 colegios del distrito de San Hilarión con Tecnología VoIP, esto permitió implementar la Antena SAN020 – San Hilarión, que mediante fibra óptica proveyó de internet dedicado a estas instituciones educativas, además, se ha instalado la Central PBX Asterisk para realizar llamadas telefónicas entre diferentes dispositivos sin costo adicional. Se realizó la medición de los resultados después de la implementación de la Tecnología VoIP y se ha logrado mejorar los servicios de comunicación a nivel de telefonía fija, telefonía móvil e internet en un 57%.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Comunicación

Aristóteles definió el estudio de la comunicación como la búsqueda de "todos los medios de persuasión que tenemos a nuestro alcance". Analizó las posibilidades de los demás propósitos que puede tener un orador. Sin embargo, dejó muy claramente asentado que la meta principal de la comunicación es la persuasión, es decir, el intento que hace el orador de llevar a los demás a tener su mismo punto de vista. Este tipo de enfoque del propósito comunicativo siguió siendo popular hasta la segunda mitad del siglo XVIII, aunque el énfasis ya no se pusiera sobre los métodos de persuasión, sino en crear buenas imágenes del orador.

En el siglo XVII surgió una nueva escuela de pensamiento que se conocía con el nombre de psicología de las facultades. Esta escuela hacía una clara distinción entre el alma y la mente, atribuyendo diferentes facultades a cada una de éstas.

A fines de siglo XVIII los conceptos de la psicología de las facultades invadieron la retórica. El dualismo alma/mente fue interpretado y tomado como base para dos propósitos independientes entre sí, de la comunicación. Uno de los objetivos era de naturaleza intelectual o cognoscitiva, el otro era emocional. Uno apelaba a la mente y el otro al alma.

De acuerdo con esta teoría, uno de los objetivos de la comunicación era informativo: llamamiento hecho a la mente. Otro era persuasivo: llamado hecho al alma, a las emociones. Y otro más servía de entretenimiento. Se decía que se podría clasificar las intenciones del comunicador y el material que utilizar, dentro de estas categorías.

Una de las críticas hechas al concepto de una triple división del propósito se refiere a la naturaleza del lenguaje. Puede alegarse que existe una razón para creer que todo el uso del lenguaje tiene una dimensión persuasiva, y que la comunicación se hace completamente imposible si ésta, en una forma u otra, carece de intento de persuasión.

La distinción que se hace entre información–persuasión–entretenimiento ha llevado a confusión en otro sentido. Hubo una tendencia a interpretar que estos propósitos son excluyentes. Es decir, que cuando uno está entreteniéndolo no está dando información; que cuando uno está persuadiendo no está entreteniéndolo, y así sucesivamente. Eso no es cierto, pero a pesar de ello esta distinción se hace frecuentemente.

Al considerar un contenido es difícil determinar si su propósito es informar persuadir, así como decir cuál será su efecto en el receptor y cuál la intención de la fuente

al producirlo. Esto puede ser ilustrado por la confusión que nos encontramos en el campo educativo cuando tratamos de definir las humanidades, las artes o las ciencias en términos de contenido en lugar de hacerlo en términos de intención o efectos. Puede ocurrir que relacionemos ciertas características de un mensaje con determinados efectos o intenciones, pero parecería más acertado ubicar el propósito en la fuente y en el receptor, en vez de hacerlo en el mensaje (UOC, s.f.).

1.2.2. Servicio de comunicación

Según TechTarget (2014) el servicio de comunicación son soluciones de comunicación empresariales tercerizadas que se pueden rentar desde un solo proveedor. Estas comunicaciones pueden incluir voz sobre IP (VoIP o telefonía por internet), aplicaciones de mensajería instantánea (IM), colaboración y videoconferencia mediante dispositivos fijos y móviles. El proveedor es responsable de la administración de todo el hardware y software y ofrece calidad de servicio (QoS) garantizada.

Además, Cabrera (2015) indica que el servicio de comunicación son los elementos que permiten las comunicaciones vocales entre sedes diferentes de la misma organización, con conexiones de altas prestaciones, así como la integración de servicios en una única red, con la consiguiente homogeneidad de tecnología y la consecuente reducción de costes.

1.2.2.1. Calidad del servicio

Según Ostorga (2015) al hablar de calidad de servicio desde la perspectiva de los servicios de telecomunicaciones se puede hacer una definición desde un punto de vista técnico o desde un punto de vista de la perspectiva de los usuarios, pero realmente la calidad de servicio de debe observar desde ambos lados. Al hablar de calidad de servicio hay que tener en cuenta los factores humanos, estos describen los alcances y los límites que se deben utilizar. Los límites humanos son factores de tipo sensorial como la audición o sistemas cognoscitivos, que son incambiables y bien entendidos, dichos límites de calidad son proporcionados por el usuario final y aportan una base estable de la calidad de servicio que se debe satisfacer.

Ostorga también indica que la calidad de servicio puede ser representada por el control de diversos parámetros, esto con el fin de mantener una comunicación adecuada y fiable en la telefonía que viaja a través del protocolo de internet, comúnmente llamada Voz sobre IP (VoIP) o en aquellas aplicaciones en tiempo real. En el campo de la telefonía

VoIP se desea mantener en la medida de lo posible una conversación fluida y clara, muchos de estos parámetros dependen del tipo de red y del tráfico que fluye en la red.

1.2.2.2. Confiabilidad del servicio

Según el IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) “la fiabilidad de un sistema es la probabilidad de que ese sistema funcione o desarrolle una cierta función, bajo condiciones fijadas y durante un período de tiempo determinado” (Citado en Moya, 2008). Dos aspectos son fundamentales en la confiabilidad del servicio de telefonía, éstos son: la seguridad y la disponibilidad.

1.2.2.2.1. Seguridad

Como se indica en VoIP (s.f.), la VoIP no es invulnerable a las amenazas de seguridad en la red. Las amenazas existen y son reales. Sin embargo, los riesgos implicados sobre una infraestructura de VoIP en funcionamiento no superan los de una conexión a Internet. VoIP trata comunicaciones de voz como comunicaciones de datos. Por lo tanto, las configuraciones de seguridad básicas que afectan VoIP son las mismas que las que afectan a comunicaciones de datos sobre las redes IP. El primer paso para asegurar las comunicaciones de VoIP es usar los mecanismos de defensa tales como cortafuegos, cifrados, etc (Citado en Zamora, 2017, p.40).

1.2.2.2.2. Disponibilidad (*Uptime*)

Según Moya (2008), la disponibilidad “es una medida del tiempo durante el cual un sistema esta disponible y operativo ininterrumpidamente. Normalmente se usa como una medida de la fiabilidad y estabilidad de un sistema, y podría representar el tiempo durante el que un sistema se podría dejar desatendido sin que caiga/falle”.

Se suele hablar de disponibilidad en término de “nueves”, siendo “cinco nueves” el grado de alta disponibilidad:

Availability %	Tiempo total de caída (Downtime)(HH:MM:SS)		
	por día	por mes	por año
99%	00:14:23	07:18:17	87:39:29
99.9%	00:01:26	00:43:49	08:45:56
99.99%	00:00:08	00:04:22	00:52:35
99.999%	00:00:00.4	00:00:26	00:05:15

Figura 1. Grados de disponibilidad de un sistema. Fuente: (Moya, 2008)

1.2.2.3. Costos del servicio

Según Pelaez (2014) haciendo un análisis de los costos en un proyecto de telefonía, considerando datos promedio, podemos ver el siguiente comportamiento:

- a) Gateways 20%
- b) Teléfonos 25%
- c) Licenciamiento 40%
- d) Infraestructura (servidores) 10%
- e) Implementación y servicios 5%

Teniendo como referencia las cifras anteriores, resulta más fácil hacer un análisis y así conocer dónde se debe hacer los ajustes para reducir el costo del proyecto.

a) Gateways

En los Gateways, la recomendación es que al menos se cubran elementos como:

- Seguridad
- Ruteo de datos
- Soporte de voz
- Alta disponibilidad

También es muy importante tener en cuenta todos los detalles, por ejemplo:

Si se requiere el uso de telefonía analógica, el Gateway debe proveer a los teléfonos el voltaje necesario.

En redes de voz de nueva generación, la interconexión con el proveedor de servicio a la red de telefonía pública puede hacerse a través de SIP. Por ello, es recomendable que pueda hacerse a través del mismo Gateway.

Considerar la convergencia de todos estos servicios con la escalabilidad necesaria, porque si no se tiene en cuenta previamente, el costo del rubro llamado Gateway se puede incrementar de manera importante debido a que se requerirá un dispositivo dedicado para que realice cada una de las funciones antes mencionadas. Sin embargo, si no pudiese hacerlo, tendría que poner varios dispositivos de diferentes marcas, con varias pólizas de mantenimiento, y el desafío sería resolver la interoperabilidad y la administración de todas las plataformas.

b) Teléfonos

Respecto a las terminales telefónicas, conviene comprarlas al mismo fabricante del PBX que adquiera. De esta manera, se tendrá una mayor cantidad de funcionalidades disponibles, ya que la interoperabilidad y la convivencia entre PBX y la terminal estarán garantizadas. Además, es posible habilitar seguridad de una manera más robusta e incluir video o movilidad de forma nativa.

Se puede reducir la cantidad de teléfonos físicos, lo cual es una opción muy viable adaptando el uso de los computadores y terminales móviles. Sin embargo, se recomienda tomar algunas precauciones y considerar el impacto del tráfico en las redes inalámbricas. Antes, se dimensionaba en base a la cobertura pero hoy en día para habilitar servicios tales como voz y video, deberá considerar la densidad y clasificación del tipo de tráfico.

Otro escenario posible para explorar e indagar es el uso de teléfonos basados en SIP. Esto puede reducir de manera significativa los costos, aunque, al mismo tiempo, el licenciamiento tendrá un aumento considerable.

c) Licenciamiento

El licenciamiento es un punto clave en el proyecto –desde la perspectiva económica es considerable– por eso se sugiere crear perfiles para los usuarios, para que cada uno de ellos obtenga los servicios que necesita.

La siguiente tabla es un ejemplo que permite seleccionar servicios en base a un perfil.

Servicio		Platino	Oro	Plata	Bronce
Telefonía	Teléfono IP	Video teléfono pantalla táctil	Teléfono panta táctil	Multiextensión pantalla monocromática	Básico
	Teléfono basado en software para PC				
	Teléfono IP inalámbrico				

Figura 2. Servicios de telefonía IP en base a perfil de usuario. Fuente: (Pelaez, 2014)

d) Infraestructura

Actualmente, los servidores no representan un gasto significativo para el proyecto, ya que a través de la virtualización de aplicaciones es posible tener poca infraestructura y mayor cantidad de aplicaciones, adicional a que aumenta la disponibilidad.

e) Implementación y los servicios de soporte

Finalmente, se debe considerar los costos de la implementación y los servicios de soporte. Estos últimos pueden abarcar desde cambios físicos, resolución de fallas en el software, hasta si la empresa deseara realizar actualizaciones.

La tecnología evoluciona rápidamente y la plataforma que adquirió puede quedar obsoleta en muy poco tiempo, por lo tanto, el pago de servicios le permitirá proteger ampliamente su inversión.

1.2.3. Sistemas

Según Chiavenato (1992) la teoría de sistemas (TS) es un ramo específico de la teoría general de sistemas (TGS). Surgió con los trabajos del alemán Ludwig von Bertalanffy, publicados entre 1950 y 1968. La TGS no busca solucionar problemas o intentar soluciones prácticas, pero sí producir teorías y formulaciones conceptuales que pueden crear condiciones de aplicación en la realidad empírica.

Según von Bertalanffy (1976), los supuestos básicos de la TGS son:

Existe una nítida tendencia hacia la integración de diversas ciencias naturales y sociales.

Esa integración parece orientarse rumbo a una teoría de sistemas.

Dicha teoría de sistemas puede ser una manera más amplia de estudiar los campos no-físicos del conocimiento científico, especialmente en ciencias sociales.

Con esa teoría de los sistemas, al desarrollar principios unificadores que atraviesan verticalmente los universos particulares de las diversas ciencias involucradas, nos aproximamos al objetivo de la unidad de la ciencia.

Esto puede generar una integración muy necesaria en la educación científica.

Además, según Chiavenato, la TGS afirma que las propiedades de los sistemas, no pueden ser descritos en términos de sus elementos separados; su comprensión se presenta cuando se estudian globalmente.

La TGS se fundamenta en tres premisas básicas:

Los sistemas existen dentro de sistemas: cada sistema existe dentro de otro más grande.

Los sistemas son abiertos: es consecuencia del anterior. Cada sistema que se examine, excepto el menor o mayor, recibe y descarga algo en los otros sistemas, generalmente en los contiguos. Los sistemas abiertos se caracterizan por un proceso de cambio infinito con su entorno, que son los otros sistemas. Cuando el intercambio cesa, el sistema se desintegra, esto es, pierde sus fuentes de energía.

Las funciones de un sistema dependen de su estructura: para los sistemas biológicos y mecánicos esta afirmación es intuitiva. Los tejidos musculares por ejemplo, se contraen porque están constituidos por una estructura celular que permite contracciones.

El interés de la TGS, son las características y parámetros que establece para todos los sistemas. Aplicada a la administración la TS, la empresa se ve como una estructura que se reproduce y se visualiza a través de un sistema de toma de decisiones, tanto individual como colectivamente.

Desde un punto de vista histórico, se verifica que:

La teoría de la administración científica usó el concepto de sistema hombre-máquina, pero se limitó al nivel de trabajo fabril.

La teoría de las relaciones humanas amplió el enfoque hombre-máquina a las relaciones entre las personas dentro de la organización. Provocó una profunda revisión de criterios y técnicas gerenciales.

La teoría estructuralista concibe la empresa como un sistema social, reconociendo que hay tanto un sistema formal como uno informal dentro de un sistema total integrado.

La teoría del comportamiento trajo la teoría de la decisión, donde la empresa se ve como un sistema de decisiones, ya que todos los participantes de la empresa toman decisiones dentro de una maraña de relaciones de intercambio, que caracterizan al comportamiento organizacional.

Después de la segunda guerra mundial, a través de la teoría matemática se aplicó la investigación operacional, para la resolución de problemas grandes y complejos con muchas variables.

La teoría de colas fue profundizada y se formularon modelos para situaciones típicas de prestación de servicios, en los que es necesario programar la cantidad óptima de servidores para una esperada afluencia de clientes.

Las teorías tradicionales han visto la organización humana como un sistema cerrado. Eso ha llevado a no tener en cuenta el ambiente, provocando poco desarrollo y comprensión de la retroalimentación (feedback), básica para sobrevivir.

1.2.4. Comunicaciones analógicas y digitales

1.2.4.1. Comunicaciones analógicas

Según Gallo y Hancock (2003) se refiere a cualquier señal o dispositivo físico que puede variar continuamente en intensidad o cantidad, por ejemplo, el voltaje de un circuito. El término comunicación analógica se refiere a cualquier método de comunicación basado en principios analógicos. Típicamente este término está asociado con la transmisión por voz porque los dispositivos de transmisión como teléfono tenían inicialmente una base analógica.

1.2.4.2. Comunicaciones digitales

Según Brijaldo y Urrego (2009) la red digital de servicios integrados, según definición establecida de la UIT-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones), es una red que procede por evolución de la red digital integrada y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otros tipos, y a la que los usuarios acceden a través de un conjunto definido de interfaces normalizados.

Además, según Gallo y Hancock (2003), se refiere a cualquier señal o dispositivo físico que es codificado en una forma binaria. Un código binario es un sistema que usa los dos símbolos 0 y 1 para representar datos. Un solo símbolo ya sea 0 o 1, se designa como dígito binario, que comúnmente se denomina bit.

1.2.5. Sistema voz sobre IP (VOIP)

Según Carballar (2007) la Voz sobre IP (VoIP, *Voiceover IP*), es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos. La telefonía IP es una aplicación inmediata de esta tecnología, de forma que permite la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes utilizando una PC, *gateways* y teléfonos IP. En general, servicios de comunicación – voz,

fax, aplicaciones de mensajes de voz – que son transportadas vía redes IP, Internet normal, en lugar de ser transportados vía la red telefónica convencional.

El procedimiento que sigue al realizar una llamada a través de Internet es: conversión de la señal de voz analógica a formato digital, compresión de la señal a protocolo de Internet (IP) para su transmisión; y en el caso de la recepción se realiza el proceso inverso para poder recuperar de nuevo la señal de voz analógica.

Se pueden realizar tres tipos de llamadas:

PC a PC

PC a Teléfono

Teléfono a Teléfono

La diferencia entre la telefonía normal y la IP se denota en lo siguiente:

En una llamada telefónica normal, la central telefónica establece la conexión permanente entre ambos interlocutores utilizándola para llevar las señales;

En una llamada telefónica IP, los paquetes de datos que contienen la señal de voz digitalizada y comprimida, se envían a través de Internet a la dirección IP del destinatario. Cada paquete puede utilizar un camino para llegar ya que están compartiendo un medio, una red de datos; que cuando llegan a su destino son ordenados y convertidos de nuevo en señal de voz.

Desde hace tiempo, los responsables de comunicaciones de las empresas tienen en mente la posibilidad de utilizar su infraestructura de datos, para el transporte del tráfico de voz interno de la empresa.

Según Caraguay (2011) la Voz sobre IP es una tecnología para la comunicación, que transforma la voz en paquetes de información el cual hace uso del protocolo de Internet, en lugar de los sistemas analógicos tradicionales. La Voz sobre IP actualmente forma parte de una solución idónea para las empresas que cuentan con diversas oficinas o sucursales, donde se interconectan entre sí, y el medio de transmisión puede ser cableado, fibra óptica, radioenlaces o Internet, aprovechando el medio de comunicación para encaminar tanto los datos internos como el tráfico de la voz, abaratando de este modo los costos asociados a las necesidades de comunicación entre oficinas.

1.2.5.1. Protocolo IP

Es un protocolo no orientado a conexión usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados.

Por su parte Huidobro (2006) lo definen como “el protocolo de nivel de red y ofrece un servicio sin garantía de servicio tipo *besteffort*”. Los datos en una red basada en IP son enviados en bloques conocidos como paquetes o datagramas (en el protocolo IP estos términos se suelen usar indistintamente).

Según Huidobro lo define como “una suite de protocolos de audio y video preparada para compartir aplicaciones”

Los primeros sistemas VoIP usaban protocolos de señalización propietaria. El primer inconveniente resultaba que los dos usuarios se podrían comunicar siempre y cuando usaran sistemas del mismo fabricante.

La falta de interoperabilidad entre los propietarios de tecnologías fue el mayor inconveniente para la rápida adopción de la tecnología VoIP, en respuesta a este problema la ITU-T (ITU *Telecommunications Standardization Sector*) desarrolló la recomendación H.323.

1.2.5.2. Estándar H.323

Según Sáez (2007) es un estándar que norma todos los procedimientos para lograr sistemas audiovisuales y multimedios, por lo que engloba varios protocolos y estándares. Uno de esos procedimientos es la señalización de la llamada, lo cual H.323 propone dos tipos de señalización:

Señalización de control de llamada (H.225.0)

Con *Gatekeeper*, se define como un terminal que se registra con él, este proceso se denomina RAS (*Registration Admission and Status*) y usa un canal separado (Canal RAS).

Sin *Gatekeeper*, define la forma como dos terminales pueden establecer o terminar llamadas entre sí.

Señalización de control de canal (H.245)

Una vez establecida la conexión entre dos terminales usando H.225, se usa el protocolo H.245, para establecer los canales lógicos a través de los cuales se transmite la

media. Para ello define el intercambio de capacidades (tasa de bits máxima, codecs, etc.) de los terminales presentes en la comunicación.

El estándar H.323 proporciona la base para la transmisión de voz, datos y vídeo sobre redes no orientadas a la conexión que no ofrecen un grado de calidad del servicio, como son las basadas en IP, de manera tal que las aplicaciones y productos puedan inter operar, permitiendo la comunicación entre los usuarios sin que éstos se preocupen por la compatibilidad de sus sistemas. La LAN sobre la cual las terminales H.323 se comunican puede ser un simple segmento o un anillo, segmentos con una topología compleja, que puede resultar en un grado variable de rendimiento.

H.323 fija los estándares para la comunicación de voz y vídeo sobre redes de área local, con cualquier protocolo que por su propia naturaleza presentan una gran latencia y no garantizan una determinada calidad de servicio (QoS). Para la conferencia de datos se apoya en la norma T.120, con lo que en conjunto soporta las aplicaciones multimedia. Los terminales, equipos conforme a H.323 pueden tratar voz en tiempo real, así como datos y vídeo.

El estándar contempla el control de la llamada, gestión de la información, ancho de banda para una comunicación punto a punto y multipunto, dentro de la LAN, así como define interfaces entre la LAN con otras redes externas, como puede ser la RDSI.

Es parte de una serie de especificaciones para videoconferencia sobre distintos tipos de redes, que incluyen desde la H.323 a la H.324, estas dos válidas para RTB (Red Telefónica Básica) y RTC (Red Telefónica Conmutada), respectivamente.

H.323 establece los estándares para la compresión, descompresión de audio y vídeo, asegurando que los equipos de distintos fabricantes se entiendan. La gestión del ancho de banda disponible para evitar que la LAN se colapse con la comunicación de audio y vídeo, por ejemplo, limitando el número de conexiones simultáneas.

1.2.5.3. Voz sobre el protocolo de Internet

Según Estepa (2002), la voz sobre el protocolo de Internet es una tecnología que usa redes de datos basados en IP para transmitir llamadas telefónicas. Cuando la idea de usar Internet para hacer llamadas telefónicas se hizo realidad por primera vez, un inmenso grupo de compañías presentaron productos con muy poca calidad de reproducción de la voz y directorios telefónicos muy desorganizados como para alcanzar a la gran cantidad de personas que podrían recibir llamadas. El reto que enfrentaba la Telefonía IP es despachar

al mismo. Esto se hace tomando la voz o datos de la fuente, en donde es digitalizado y comprimido, debido al ancho de banda limitado de la Internet, y enviándolos a través de la red, donde se revierte el proceso. Cuando esto no ocurre y los paquetes de datos se pierden o no llegan a tiempo para ser decodificados en el orden correcto, las oraciones se cortan o se produce un efecto de tartamudeo, similar al encontrado en una comunicación de teléfono celular de baja calidad.

Es el proceso de transportar voz por medio de una red de conmutación de paquetes, involucra principalmente la conversión de voz análoga en un flujo de bits que serán enviados en cada paquete de datos que cursará la red, así como su proceso inverso para la recuperación de la voz a partir de un conjunto de bits.

Al dispositivo que efectúa la conversión analógica-digital y viceversa se le conoce con el nombre de “codec” (Coder – DECoder). Existen una gran cantidad de implementaciones de codecs, ya que se han desarrollado diversas técnicas, que permiten un rango de ahorros en ancho de banda.

1.2.5.4. Protocolo SIP

Según Rodríguez (2006) el SIP (*Session Initiation Protocol*); a diferencia del H.323 tiene su origen en la comunicación IP, específicamente en la IETF (*Internet Engineering Task Force*), y no en la industria de las telecomunicaciones (UIT). SIP es similar al http en muchos sentidos, incluso tiene algunos mensajes de error en común, como el “404 no encontrado” y el “403 servidor ocupado”. Sus componentes son:

Agentes de Usuario

Agente de usuario cliente (UAC), genera peticiones SIP y recibe respuestas.

Agente de usuario servidor (AUS), responde a las peticiones SIP.

Servidores SIP

Servidor de Redirección, reencamina las peticiones que recibe hacia el próximo servidor.

Servidor Proxy, corren un programa intermediario que actúa tanto como servidor como cliente, para poder establecer llamadas entre los usuarios.

Servidor de registro, hace la correspondencia entre direcciones SIP y direcciones IP. Este servidor solo acepta mensajes *Register*, lo que hace más fácil la localización de los usuarios.

1.2.5.5. Parámetros de calidad de servicio en la telefonía VoIP

Ostorga (2015) indica que los parámetros más importantes en la telefonía VoIP son:

1.2.5.5.1. Ancho de banda (*Bandwidth*)

Este es un parámetro importante, pues en una red de datos los recursos son limitados y se tiene solo una cantidad máxima de ancho de banda y es importante analizar cómo está siendo utilizada, podría darse la posibilidad de que algunas aplicaciones menos relevantes estén utilizando más recursos que aquellos datos realmente importantes. Este parámetro es medido en bits por segundo (bps).

En la telefonía IP el ancho de banda está fuertemente relacionado con el códec que es el tipo de codificación que se utiliza para digitalizar los datos. Para una comunicación usando el códec G.711 que es el más utilizado, se codifica la voz a 64 Kbps, como se deben añadir cabeceras de enrutamiento e identificación para empaquetar los datos de voz podemos necesitar aproximadamente 80 Kbps de ancho de banda para una sola conversación. La falta del suficiente ancho de banda puede causar que no haya servicio telefónico o que la comunicación se vea afectada en la calidad de la voz.

1.2.5.5.2. Retardo de paquete (*Delay o Latencia*)

El retardo es una medida de tiempo, técnicamente se define como el tiempo que tarda un paquete en viajar desde su origen hasta su destino final. En la telefonía IP este es un parámetro de mucha importancia, para que una comunicación de voz sea fluida se debe detener el menor retardo posible. Se mide, generalmente, en milisegundos (ms).

Para la latencia o retardo se tienen algunas recomendaciones o referencias. La ITU-T G.114 “Tiempo de transmisión en un sentido” que incluye el anexo “directrices sobre el tiempo de transmisión en un sentido para la transmisión de voz sobre el protocolo Internet” En general consideran que no debe superar los 150ms en un sentido. Según estudios el oído humano es capaz de detectar retardos de unos 250ms, 200ms en el caso de personas bastante sensibles, al superar este umbral de retardo la comunicación podría volverse molesta para los usuarios. El retardo es un parámetro, que depende muchas veces de los equipos que atraviesan los paquetes, es decir de la red misma, pues pueden existir equipos bastante antiguos que trabajan con velocidades bajas, esto abonado a una red con bastante tráfico puede propiciar a que el retardo sea un problema significativo.

1.2.5.5.3. Tasa de pérdida

Al parámetro de pérdida de paquetes se le llama tasa de pérdida. Debido a la naturaleza de la telefonía IP, que es enviada a través de un protocolo llamado UDP (Protocolo no orientado a la conexión), los paquetes son enviados sin la seguridad de que puedan llegar a su destinatario, a diferencia de los protocolos orientados a la conexión, estos no serán reenviados si no alcanzan su destino final.

Existe recomendación de pérdida máxima de paquetes para la telefonía IP y para que esta sea óptima la tasa de pérdida no debe ser mayor a 1%, este parámetro depende muchas veces del tipo de codificación o códec, cuanto mayor sea la compresión del codificador este se verá más afectado con la pérdida de paquetes.

Este fenómeno está asociado con la congestión en la red, muchos paquetes son descartados por los dispositivos cuando la red se encuentra saturada. Lo que provoca en la telefonía IP pérdida de información, el usuario final lo percibirá al escuchar una frase o una palabra que se interrumpe por silencios cortos, a lo que podríamos llamar una comunicación entrecortada.

1.2.5.5.4. Variación de retardo (*Jitter*)

La variación de retardo es conocida comúnmente como *jitter*, es perceptible en la redes de datos que no están orientadas a la conexión como lo es la telefonía IP o tecnologías que utilizan el protocolo UDP debido a que la información es dividida en varios paquetes pequeños estos al ser transmitidos pueden seguir rutas distintas, lo que provoca que puedan llegar en diferentes momentos a su destino, por lo tanto algunos paquetes llegan en un orden diferente del que fueron enviados desde su fuente de origen. Para algunas aplicaciones es muy importante que los paquetes lleguen en el orden que fueron enviados, pues no se pueden transmitirse en un orden incorrecto. Este parámetro es medido, generalmente, en milisegundos (ms)

El *jitter* está definido como: la variación de tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión en la red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino.

En telefonía IP el orden de llegada es importante, lo que produce que los dispositivos tengan que esperar para ordenar los paquetes de manera adecuada y luego procesar la información, esto provoca retardos en la comunicación, se puede mencionar que el usuario final percibirá que la persona con la que habla tarda mucho en responder. Cuando el

tiempo del *jitter* es muy elevado el paquete que llega tarde será descartado, pues los paquetes asociados serán procesados y enviados en un tiempo pertinente, lo que también provoca una comunicación entrecortada cuando se descartan muchos paquetes.

1.3. Definición de términos básicos

Asterisk

Asterisk es un sistema de comunicaciones de tipo centralita telefónica, el cual brinda calidad en cuanto a llamadas, distribución en diferentes sectores y registros. Asterisk es interoperable, lo cual permite que se integren a otras aplicaciones de forma efectiva y funcional.

***Gatekeepers* (Control de acceso)**

Es una entidad que representa el punto principal y central, el cual administra las zonas, el ancho de banda y controla la señalización, las autorizaciones de todas las llamadas y los terminales registrados en una zona.

***Gateways* (Pasarela)**

Son entidades llamables y direccionables. Permiten la interconexión entre diferentes tipos de redes, es decir, facilita la comunicación bidireccional en tiempo real entre terminales que se encuentren en redes por paquetes.

Internet

Se trata de redes que conmutan y transmiten datos, que se envían en una secuencia de "paquetes" cada uno de los cuales contiene una cantidad de bites de información. El sistema de "numeración" es alfanumérica, para nombres de dominio y direcciones IP. La red envía cada paquete de datos a la dirección del destinatario. La vía no es dedicada como en la red telefónica y, por lo tanto, esta red utiliza cualquier vía que esté disponible.

ITU-T

Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

Optimizar

Conseguir que algo llegue a la situación óptima o dé los mejores resultados posibles.

PBX

Es la sigla de *PrivateBranch Exchange* (Central secundaria privada automática), es la que gestiona y administrar los teléfonos que se encuentran en una empresa a partir de una sola línea telefónica, sin permitir que los teléfonos tengan una salida independiente hacia la RTC.

Red telefónica conmutada o convencional (RTC)

Es una red conmutada de circuitos tradicional. La RTC abarca el conjunto de redes telefónicas existentes, sobre: La Conmutación es la interconexión necesaria para la comunicación entre dos aparatos telefónicos. Protocolos de señalización para el transporte de Voz sobre redes IP.

Sistema de Comunicación VoIP

Grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de la Internet empleando un protocolo IP (Protocolo de Internet).

***Softphone* (en inglés combinación de Software y de Telephone)**

Es un software que hace una simulación de teléfono convencional por computadora. Es decir, permite usar la computadora para hacer llamadas a otros softphones, a otros teléfonos convencionales o a teléfonos IP.

Terminales

Representan a los dispositivos físicos, que se encuentran en cualquier extremo de la red, los cuales proporcionan la comunicación bidireccional en tiempo real con otro terminal.

Unidades de Control Multipunto (MCU)

Esta entidad representa un extremo de una red, la cual permite que más de dos terminales y pasarelas se encuentren en una conferencia multipunto. Permite conectar dos terminales para llevar a cabo una comunicación punto a punto, la cual puede tender a ser multipunto. La MCU es una entidad direccionable y llamable.

PSTN (Red Telefónica Conmutada Pública)

Son mecanismos de datos e intercambios de segmentos de datos privados, este era proveído a la UNSM-T por la empresa de telecomunicación de Telefónica del Perú.

Central Analógica

Son necesarios para la operación de las llamadas telefónicas. Situada en la Oficina de Fibra Óptica de la UNSM-T, es de marca PANASONIC albergada en uno de los gabinetes de comunicaciones.

Teléfonos Analógicos

Es aquel dispositivo que transfiere información por medio de una señal de audio o visual entre teléfonos, situada en cada facultad inmersos en la tesis, Ingeniería de Sistemas e Informática, Ciencias de la Salud (Escuela Profesional de Enfermería) y Educación y Humanidades (Escuela Profesional de Idiomas).

Servidor de Telefonía IP

Es un sistema de centralita IP, que por su uso en los gigantes tecnológicos como Google, Yahoo, IBM, e incluso el Ejército de EE.UU. para mejorar su comunicación, se optó por esta tecnología para su utilización en la tesis. Para el desarrollo e implementación se utilizó el software Asterisk, que lo convirtió al computador en un servidor sofisticado de comunicaciones VoIP para nuestro caso. Situada en el laboratorio de Sistemas e Informática de la UNSM-T, para que el servidor sea de mayor velocidad, se empleó la tarjeta de red DLINK de 10/100/1000 para lograr la efectividad dentro del servicio.

Tarjeta FXO

Es aquella que se conecta al servidor Asterisk de la UNSM-T con la PSTN, usadas en la tesis para conectar Líneas externas a la UNSM-T. Situada básicamente para llamadas al exterior, fuera de la red interna,

Teléfonos IP

Es aquel dispositivo que hace posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando el protocolo IP (Protocolo de Internet) aprovechando la infraestructura de red en la UNSM-T. Esto significa que se envió la señal de voz en forma digital (paquetes de datos), en lugar de enviarla en forma analógica a través de circuitos utilizables sólo por telefonía convencional, como las redes PSTN. Se instalaron uno (1) en la Facultad de

Ingeniería de Sistemas e Informática, uno (1) en la Facultad de Ciencias de la Salud (Escuela Profesional de Enfermería) y uno (1) en la Facultad de Educación y Humanidades (Escuela Profesional de Idiomas):

Switch

Es un dispositivo que permitió la conexión de computadoras, teléfonos IP y periféricos a la red para poder establecer comunicación entre sí y con otras redes, puesto que está contemplado dentro de la infraestructura tecnológica de red interna de la UNSM-T.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Sistema de variables

Variable dependiente: Servicio de Comunicaciones.

Cabrera (2015) indica que el servicio de comunicación son los elementos que permiten las comunicaciones vocales entre sedes diferentes de la misma organización, con conexiones de altas prestaciones, así como la integración de servicios en una única red, con la consiguiente homogeneidad de tecnología y la consecuente reducción de costes.

Variable independiente: Sistema de Voz sobre IP.

Carballar (2007) señala que la Voz sobre IP, es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos.

2.2. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Escala
Dependiente: Servicio de Comunicaciones	Calidad del servicio	Llamadas completadas	Likert
		Incidencia de fallas	Likert
	Confiabilidad del servicio	Seguridad	Likert
		Disponibilidad	Likert
Costos de servicio	Costos generales	Soles	
Independiente:	Eficiencia	Ancho de Banda	bps
Sistema de Voz sobre IP	Calidad del sistema	Latencia	ms
		Tasa de pérdida	%
		Variación de retardo	ms

Fuente: Elaborado por el autor.

2.3. Tipo y nivel de investigación

2.3.1. Tipo de investigación

Experimental. Porque abordó los hechos existentes mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto, en este caso las causas que llevaron a desarrollar un Sistema Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP) y los efectos que de ellos dieron en los servicios de comunicación dentro de la Universidad. Según Carbajal (2015) indica que “se tratará de ver el comportamiento o alteración de la variable dependiente con el uso de la variable independiente estableciendo una relación de causalidad”.

2.3.2. Nivel de investigación

Aplicada. Fue de tipo aplicada, pues tuvo como finalidad primordial la solución del problema de investigación. Acosta (2011, p. 32), indica que “... brinda características analíticas y de diseño, pensando únicamente en los usuarios, docentes y público en general, con la elaboración de la documentación necesaria y prototipos que garanticen la conformidad ... también para ver sus necesidades, características y objetivos, y solucionar el problema de investigación”.

2.4. Diseño de la investigación

Diseño de campo. Los datos y variables pertenecientes a esta investigación fueron obtenidos únicamente de la mano del investigador. La recolección de datos tanto de la red actual, como de la propuesta de red implementada, fue alcanzada y considerada de forma primaria para el equipo investigador.

El diseño de investigación pre experimental con pre y post test se diagrama así:

G: O1 X O2

O1: Información de la preprueba

X: Aplicación del Sistema de Voz sobre IP

O2: = Información de la postprueba

2.5. Población y muestra

2.5.1. Población

Para determinar la población se tomó como unidad de análisis las facultades de la UNSM-T que suman un total de 10. Según Corbetta, “la unidad de análisis representa el objeto social al que se refieren las propiedades estudiadas” (Citado en Esteban, 2009, p.180). En efecto, los indicadores calidad, confiabilidad y costos del servicio de comunicaciones corresponden a las facultades de la UNSM-T.

2.5.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 3 facultades (unidades de análisis) que representan el 30% de la población. Al respecto, “algunos autores consideran que la muestra debe estar entre 5 y el 10% respecto al tamaño de la población” (Esteban, 2009, p.180). Además, si las variables del problema están relacionadas estrechamente y las características de la población son homogéneas se requieren muestras pequeñas (Taboada Neira, 2012, p.154). Por lo tanto, se puede afirmar que la muestra fue representativa y de un tamaño adecuado al de la población para que las generalizaciones sean válidas.

Finalmente, para conocer la percepción del servicio de comunicación se consideró a 5 personas por facultad. En tal sentido, la muestra final a encuestar estuvo conformada por 15 personas.

- 5 personas (Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática)
- 5 personas (Facultad de Ciencias de la Salud)
- 5 personas (Facultad de Educación y Humanidades)

2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.6.1. Técnicas de recolección de datos

Encuestas. Es una técnica para recoger información que consistió en la formulación de una serie de preguntas que fueron respondidas por la muestra sobre la base de un cuestionario.

Entrevista. Esta técnica fue usada con el fin de evaluar con exactitud al objeto de estudio, esto permitió obtener un panorama importante sobre los problemas que poseía la universidad en cuanto al servicio de comunicación.

2.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Cuestionario. Para el levantamiento de información se usó los formatos de cuestionario de encuestas realizadas a las 3 facultades de la muestra. Estos formatos de cuestionario brindaron información relevante, pues dio muchos datos que se obvian al momento de hacer la investigación observable. Este instrumento realizado es para obtener información u opinión de los encuestados sobre los aspectos de la realidad

Guía de entrevista. Consistió en una lista de preguntas y tuvo como objeto recolectar datos para la indagación, sirvieron para reunir la información a medida de opinión de los entrevistados.

2.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

2.7.1. Técnicas de procesamiento de datos

Para procesar los datos, se utilizó las siguientes técnicas:

La media aritmética o promedio (M). Estadístico de tendencia central más significativo y que se utilizó para calcular la media de los valores del nivel del servicio de comunicaciones.

Desviación típica o estándar (S). Es el promedio de desviaciones o dispersiones de las puntuaciones respecto a la media o promedio, permitió medir el grado de homogeneidad o heterogeneidad de los valores del nivel del servicio de comunicaciones.

Tabulación. Se organizó los datos en tablas de distribución de frecuencias absolutas y relativas.

Prueba t-Student. Para la verificación de hipótesis se realizó la prueba t-Student para muestras relacionadas (un solo grupo con pre y post test).

Software de procesamiento. Para el procesamiento de los datos se usó el software estadístico IBM SPSS Statistics. Con este software se realizó el procesamiento automatizado de los datos a un nivel descriptivo e inferencial de forma rápida y confiable.

2.7.2. Análisis de datos

Análisis descriptivo. Se caracterizó, describió y extrajo conclusiones sobre la muestra de datos, es decir, se identificó la información correspondiente a cada variable tratándolas aisladamente.

Análisis inferencial. Se estableció la relación entre cada dato obtenido en la información y entre variables y grupos de la muestra.

Método inductivo. Se hizo un análisis completo de la información partiendo de lo particular a lo general para poder responder la pregunta planteada en la investigación.

2.8. Materiales y métodos

2.8.1. Materiales

Encuestas impresas. Se usaron 30 encuestas impresas (una por persona encuestada, 15 en pre test y 15 en post test) para recolectar información referente al servicio de comunicaciones en la UNSM-T (Véase el Anexo A).

Cartillas de registro. Se usaron 3 cartillas de registro (una por facultad) para anotar los parámetros de eficiencia y calidad del sistema de Voz sobre IP (Véase Anexo B)

Lista de preguntas impresa. Se utilizó una lista de preguntas que fueron formuladas a los entrevistados (Véase Anexo C).

A continuación, se muestran los equipos que se usaron para la implementación del sistema de Voz sobre IP:

Tabla 2

Equipos utilizados para la implementación del sistema de Voz sobre IP

Item	Equipo	Modelo	Cantidad
1	PC Servidor	Core i5-650	1
2	Teléfonos VoIP	Grandstream GXP-1100	5
3	Adaptador ATA VoIP	Grandstream ht802	2
4	Tarjetas de Red DLINK	DLINK PCI EXPRESS DGE-560T	2
5	Tarjeta FXO Analog	Grandstream GXW4108 8-Port FXO	1

Fuente: Elaborado por el autor.

2.8.2. Métodos

A continuación, se describen los procedimientos realizados para la consecución de los objetivos planteados empleando un enfoque metodológico en 4 etapas:

Etapa 1. Para realizar la recopilación y el diagnóstico de información sobre la infraestructura del servicio de Comunicación en la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

- a) Se realizó un estudio in situ de la infraestructura actual de la UNSM-T en cuanto al Servicio de Comunicación. Se elaboró una figura donde se representó la situación actual del Servicio de Comunicación.

Etapa 2. Para establecer los requerimientos actuales del servicio de comunicación, centralizando la administración de los equipos de comunicación.

- b) Se realizó un análisis de los requerimientos para la implementación de un servicio de comunicación con telefonía IP. Se generó una lista con los equipos necesarios para la implementación del proyecto de telefonía IP.

Etapa 3. Para definir y diseñar un sistema de voz sobre IP desarrollando la interface que se utilizará para la provisión automática de los servicios que brindará la nueva tecnología VoIP.

- c) Se diseñó e implementó el Sistema de Voz sobre IP con el software Asterisk. Se elaboró una figura para representar el diseño de infraestructura del sistema VoIP.
- d) Se instalaron los teléfonos VoIP en tres facultades en donde se empezó a utilizar el servicio de comunicación con la telefonía VoIP.
- e) Se realizaron pruebas para medir los parámetros de eficiencia y calidad del Sistema de Voz sobre IP. Se elaboró una figura para representar el esquema de equipos y conexiones de la prueba de calidad del Sistema de Voz sobre IP.
- f) Se elaboró una tabla para presentar los datos del análisis de prueba de calidad del Sistema de Voz sobre IP.

Etapa 4. Para determinar el impacto de la optimización del servicio de comunicación.

- g) Se evaluó los indicadores del Servicio de Comunicación antes y después de la implementación del Sistema de Voz sobre IP. Los datos se presentaron en tablas de distribución de frecuencias.
- h) Se estimó el Nivel de Servicio de Comunicación (NSC), para el pre y post test, para ello se sumó el valor de la escala de Likert, de 1 a 3, obtenido en cada respuesta. Las medias del NSC se presentó en una gráfica de columnas agrupadas para hacer una comparativa.
- i) Utilizando el concepto de grupo, se agrupó el NSC, para el pre y post test, en tres niveles, a saber: pésimo, regular, excelente. Estas categorías se presentaron en

gráficos circulares de forma independiente y en un gráfico de columnas apiladas al 100% para hacer una comparativa.

- j) Se comparó las medias del NSC y se analizó si existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Se usó la prueba de t-Student para muestras emparejadas para tal efecto. Esta prueba se usó para la verificación de hipótesis. Para representar la prueba se utilizará un gráfico con la curva de distribución t-Student.

Para realizar estos cálculos se utilizó el software estadístico SPSS 22.

2.9. Diseño del sistema de Voz sobre IP

2.9.1. Configuración del acceso al panel de administración

Cuando arranca el sistema, se nos muestra la pantalla de instalación, pulsamos intro para continuar y seleccionamos el idioma. Después la zona de tiempo, y a continuación establecemos la contraseña de superusuario en este caso establecemos como contraseña “123456”. Después comienza la copia de archivos, para la instalación.

Una vez terminada el sistema reinicia. Este primer arranque será más largo al tener que configurarse muchos aspectos de nuestro sistema. Una vez que ha arrancado el sistema, iniciamos sesión con el usuario root y la contraseña que establecimos en la instalación. Una vez iniciada la sesión se nos muestra la IP actual, y se nos ofrece el prompt, comenzaremos configurando una IP fija para nuestro sistema, que nos permitirá acceder a los servicios que nos ofrece el servidor, y así después también podremos configurar nuestra centralita a través del interfaz Web que esta nos ofrece.

Como tenemos dos tarjetas de red que harán posible la comunicación, para mejor administración (una será para el área local 192.168.4.249 y la otra será para acceso desde afuera 192.168.1.21). Para ello ejecutamos el comando “netconfig”, establecemos la IP 192.168.1.21, la puerta de enlace y el DNS y hacemos un “reboot” del sistema.

Una vez reiniciado y que tenemos conexión a Internet procederemos a actualizar el sistema operativo a la última versión de sus componentes mediante el comando “yum -y update”. Este proceso dependiendo de nuestro acceso a Internet, tardará un tiempo considerable.



Figura 3. Interfaz del Sistema VoIP. Fuente: Sistema de Voz sobre IP.

Con esto hemos terminado la instalación básica de nuestro Free PBX, a partir de este punto podemos pasar a configurar nuestro sistema desde el interfaz web.

La central PBX construida dispone de todas las funcionalidades básicas de una centralita tradicional. Además, se han configurado recursos adicionales para las llamadas provenientes del exterior. Se definieron dos contextos de llamadas entrantes, una operadora automática que dirige las llamadas a un interno digitado por el llamante y un contexto Call Center que provee distribución de llamadas a los agentes disponibles para atención.

2.9.2. Configuración de Extensiones y Troncales

En este apartado vamos a usar el entorno que nos proporciona Free PBX, para dar de alta extensiones que hemos definido en el esquema de nuestro proyecto, así como los troncales que necesitamos.

Empezamos abriendo el interfaz Web de Free PBX, escribiendo en un navegador la IP antes definida para la UNSM-T, entonces se nos muestra la pantalla principal desde donde los usuarios pueden acceder a los buzones de voz (Portal), a las conferencias (Meetme), y al panel de operador (FOP).

Actualmente usamos un IP que es para uso interno (192.168.4.249), y con usuario “admin” y password “admin” ingresamos al portal de nuestro servidor “VoIP” con interfaz

del FreePBX, actualmente estoy configurando los teléfonos que adquiriré y haciendo pruebas con un teléfono convencional usando en ello el Adaptador, y de misma manera es nítido la transferencia de voz, toda configuración realizada en el servidor alojado en el Laboratorio de Sistemas e Informática de la UNSM-T.

The screenshot displays the FreePBX System Status page. The interface includes a navigation menu on the left, a main content area with several status panels, and a server status section at the bottom right. Handwritten annotations in red ink highlight specific elements: 'Se Crean los Usuarios' points to the 'Extensions' menu item, and 'Conectados actualmente' points to the 'IP Phones Online' bar in the FreePBX Connections section.

Total active calls	0
Internal calls	0
External calls	0
Total active channels	0

IP Phones Online	0
------------------	---

Processor	
Load Average	0.04
CPU	0%
Memory	
App Memory	4%
Swap	0%
Disks	
/	0%
/dev/shm	0%
Networks	
eth0 receive	5.16 KB/s
eth0 transmit	1.91 KB/s

Asterisk	OK
Op Panel	OK
MySQL	OK
Web Server	CRITICAL
SSH Server	OK

Figura 4. Interfaz del Administrador del VoIP. Fuente: Sistema de Voz sobre IP

La Figura 4 muestra el IP del Servidor, como crear los nuevos usuarios, conectados actualmente.

¿Cómo crear un nuevo Usuario del sistema? Como ya creamos el usuario Zoiper Free anteriormente, ahora crearemos usuario (extensión) dentro del Sistema VoIP.

The screenshot shows the 'Add an Extension' page in freePBX. The page has a navigation menu at the top with 'Maintenance', 'Setup', 'Reports', and 'Panel'. A sidebar on the left lists various system settings like 'Incoming Calls', 'Extensions', 'Ring Groups', etc. The main content area is titled 'Add an Extension' and contains several sections: 'Account Settings', 'Voicemail & Directory', and 'Email Attachment'. Each field in these sections is annotated with a number and an arrow pointing to it. The annotations are as follows:

- 1.** Tecllea un número de extensión. (points to the 'extension number' field)
- 2.** Tecllea una contraseña para la extensión (points to the 'extension password' field)
- 3.** Ingresa el nombre de usuario de la extensión. (points to the 'full name' field)
- 4.** Habilitar correo de voz a ENABLED (points to the 'Voicemail & Directory' dropdown)
- 5.** Ingresa una contraseña para el buzón de voz de la extensión. (points to the 'voicemail password' field)
- 6.** Ingresar la dirección de correo electrónico en la cual deseas que se mande una copia del mensaje de voz. (points to the 'email address' field)
- 7.** Habilitar a YES Email Attachment si deseas recibir una copia de los mensajes de tu correo de voz (points to the 'email attachment' radio buttons)
- 8.** Play CID: esta opción es para incluir en el msg la extensión del emisor y la hora en que fue mandado (points to the 'Play CID' radio buttons)
- 9.** Play Envelope: esta opción es para agregarle al msg de voz la fecha y hora del msg. (points to the 'Play Envelope' radio buttons)
- 10.** Delete Vmail: si activas esta opción (yes) el msg se borrará del buzón de voz después de haber sido reenviado a tu cuenta de correo (points to the 'Delete Vmail' radio buttons)
- 11.** Presiona con el Mouse en Add Extensión cuando hayas terminado para agregar la extensión, después presionar la barra roja que aparece en la parte superior de la pantalla para actualizar cambios (refresh). (points to the 'Add Extension' button)

At the bottom right, there is a red-bordered box containing the following warning:

Advertencia: Los cambios en la configuración no serán implementados sino hasta que presione la barra roja que aparecerá en la parte superior de la página.

Figura 5. Creación de Usuario. Fuente: Sistema de Voz sobre IP

2.9.3. Teléfonos IP

Básicamente el teléfono IP suele ser un dispositivo hardware con forma de teléfono, aunque con la diferencia que la utilizamos para una conexión de red de datos entre las facultades inmersas en la tesis, en lugar de una conexión de red telefónica que existía en la UNSM-T. Pero los teléfonos IP, actuales nos ofrecen muchas más funcionalidades.

Vamos a describir cual han sido los motivos por los que hemos seleccionado los teléfonos IP GrandStream.

El primero es un teléfono mucho más sencillo y su elección ha sido principalmente basada en su precio, aproximadamente unos S/. 350.00. Pero además de eso, consideramos que es un teléfono bastante completo para su bajo precio. Respecto a sus características más importantes, además de soportar el protocolo SIP:

- Es administrable por web
- Ofrece 8 teclas adicionales de funciones, y un indicador mensajes en buzón de VOZ
- Tiene manos libres, con cancelación de eco.
- Personalización de tonos de llamada.

Configuración de los teléfonos IP

El acceso al teléfono se hace encendiendo como se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Configuración del Teléfono VoIP. Fuente: Sistema de Voz sobre IP.

Al momento de conectar a la corriente continua, la luz de verificación de estado se convierte en color anaranjado, luego cambia a rojo y cuando se apague la luz, allí es donde se levanta el auricular. Levantamos el auricular y presionamos 3 veces “*”, el lenguaje es inglés, presionamos “99” para resetear el aparato, o sea cambiar de configuración dinámica a estática, luego de ello le dan nuevamente 3 veces “*”, y luego uno a uno presionamos “*” hasta que la operadora te indique el IP Address, y lo copian al navegador y le saldrá una pantalla así:



Figura 7. Acceso al Teléfono IP. Fuente: Sistema de Voz sobre IP

La contraseña viene de fabrica, “admin”. Y les aparecerá lo siguiente:

Estado de la Red	
Dirección MAC	00:08:82:54:13:58
Configuración IP	IP Estática
Dirección IPv4	192.168.4.196
Dirección IPv6	0:0:0:0:0:0:0
Máscara de Subred	255.255.240.0
Gateway	192.168.0.112
Servidor DNS 1	8.8.8.8
Servidor DNS 2	4.4.4.4
Tiempo de PPPoE OK	Disabled NAT desconocido
NAT Traversa	
Cuenta 1	No

Copyright © Grandstream Networks, Inc. 2014. Todos los derechos reservados.

Figura 8. Configuración Basica del Teléfono IP. Fuente: Sistema de Voz sobre IP

Grandstream GXP1100 Admin Cerrar sesión | Reiniciar Español

Grandstream Estado Cuentas Ajustes Red Mantenimiento Agenda telefónica Versión 1.0.5.23

Red **Configuración básica**

Configuración básica

AVANZADO

Protocolo de Internet Preferir IPv4 Preferir IPv6

Dirección IPv4 DHCP

Nombre del Host (Opción 12)

Vendor Class ID (Opción 60)

PPPoE

Cuenta PPPoE

Clave PPPoE

Nombre del Servicio PPPoE

Configuración Estática

Dirección IPv4 . . .

Máscara de Subred . . .

Gateway . . .

Servidor DNS 1 . . .

Servidor DNS 2 . . .

Servidor DNS preferido . . .

Dirección IPv6

Completamente estatica

Dirección IPv6 estática

El tamaño del prefijo IPv6

Prefijo estática

Prefijo IPv6 (64 bits)

Servidor DNS 1

Servidor DNS 2

Servidor DNS preferido

Copyright © Grandstream Networks, Inc. 2014. Todos los derechos reservados.

Figura 9. Configuración Avanzada del Teléfono IP. Fuente: Sistema de Voz sobre IP

Indicándonos cuál es la dirección IPv4, que clase de configuración IP.

Luego de esto ingresamos a nuestra dirección 192.168.4.249 para ingresar la configuración del teléfono, creamos nueva extensión y siempre contraseña de configuración es para nuestro caso puse “abcd1234”.

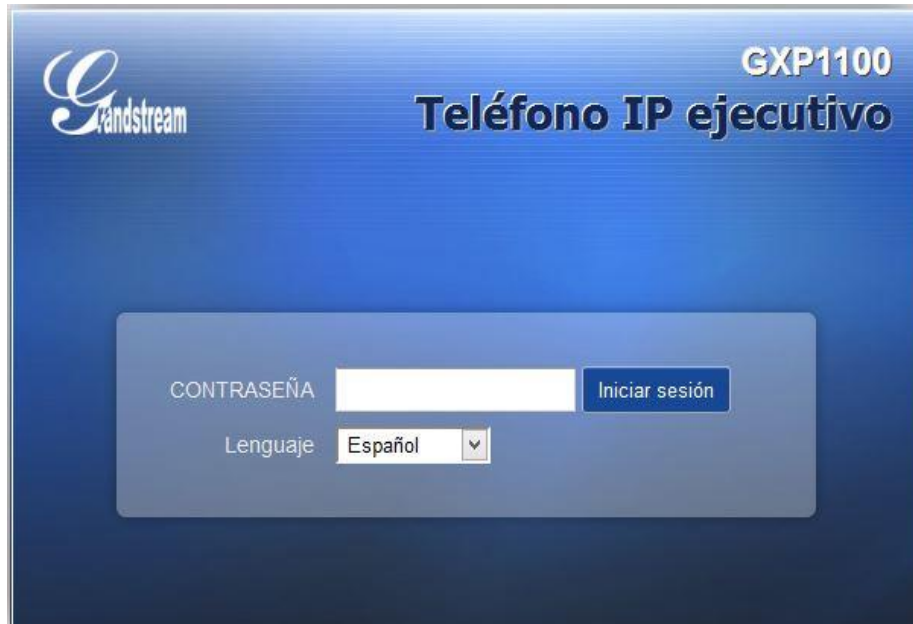


Figura 10. Ingreso para configuración de Teléfono IP. Fuente: Sistema de Voz sobre IP

Estado de la Red	
Dirección MAC	00:08:32:54:13:58
Configuración IP	IP Estática
Dirección IPv4	192.168.4.196
Dirección IPv6	0:0:0:0:0:0:0:0
Máscara de Subred	255.255.240.0
Gateway	192.168.0.112
Servidor DNS 1	8.8.8.8
Servidor DNS 2	4.4.4.4
Tiempo de PPPoE OK	Disabled NAT desconocido
NAT Traversa	
Cuenta 1	No

Copyright © Grandstream Networks, Inc. 2014. Todos los derechos reservados.

Figura 11. Estado de la Red – Grandstream. Fuente: Sistema de Voz sobre IP

Grandstream GXP1100 Admin Cerrar sesión | Reiniciar Español

Grandstream

Estado Cuentas Ajustes Red Mantenimiento Agenda telefónica

Versión 1.0.5.23

Red Configuración básica

AVANZADO

Protocolo de Internet Preferir IPv4 Preferir IPv6

Dirección IPv4 DHCP

Nombre del Host (Opción 12)

Vendor Class ID (Opción 60) Grandstream GXP1100

PPPoE

Cuenta PPPoE

Clave PPPoE

Nombre del Servicio PPPoE

Configuración Estática

Dirección IPv4 192 . 168 . 4 . 196

Máscara de Subred 255 . 255 . 240 . 0

Gateway 192 . 168 . 0 . 112

Servidor DNS 1 8 . 8 . 8 . 8

Servidor DNS 2 4 . 4 . 4 . 4

Servidor DNS preferido 0 . 0 . 0 . 0

Dirección IPv6 Auto-Configuración

Completamente estática

Dirección IPv6 estática

El tamaño del prefijo IPv6

Prefijo estática

Prefijo IPv6 (64 bits)

Servidor DNS 1

Servidor DNS 2

Servidor DNS preferido

Guardar Guardar y aplicar Reiniciar

Copyright © Grandstream Networks, Inc. 2014. Todos los derechos reservados.

Figura 12. Configuración Básica – Grandstream. Fuente: Sistema de Voz sobre IP

2.9.4. Softphones

Normalmente, un *Softphone* es parte de un entorno Voz sobre IP ya que la instalación se limita a instalar un programa en nuestro equipo, existiendo muchos *softphones* para cualquiera de los sistemas operativos más populares.

Los *softphones* necesitan de hardware adicional para poder funcionar en un PC, ya que al menos necesitan un micrófono y un altavoz (para entablar comunicación y desarrollar las pruebas en la UNSM-T), aunque en algunos equipos portátiles ya se encuentran integrados, y ello nos facilitó para las pruebas respectivas.

Algunos de los Softphones más populares son - eyeBeam de CounterPath (anteriormente Xten), Xphone, Zoiper, y SJphone. De los anteriormente nombrados,

hemos seleccionado, para su uso en la tesis, el softphone Zoiper Free, por tres razones principales:

- Es gratuito, se distribuye bajo licencia Freeware.
- Soporta los protocolos IAX2 y SIP.
- Esta principalmente desarrollado para entornos Windows.
- Soporta todas las funcionalidades básicas que necesitamos.



Figura 13. Configuración del ZOIPER, Softphone y Computadora. Fuente: Sistema de Voz sobre IP

Configuración del *Softphones* Zoiper

Una vez configurados los teléfonos IP, vamos a configurar el *softphone*, Zoiper Free. Para configurarlo, debemos acceder a la ventana de opciones haciendo click en el botón, después añadimos una cuenta haciendo click en “Add a new SIP account”.

Los datos necesarios a configurar son:

- Server: 192.168.0.249
- Username: 101
- Password: 1234abcd
- Name Caller: 101
- Caller ID: 101.

Una vez creado, pulsaremos el botón de Register, para que Zoiper se registre en nuestro servidor, si es exitoso el proceso de registro nos lo indicará con (Registered).

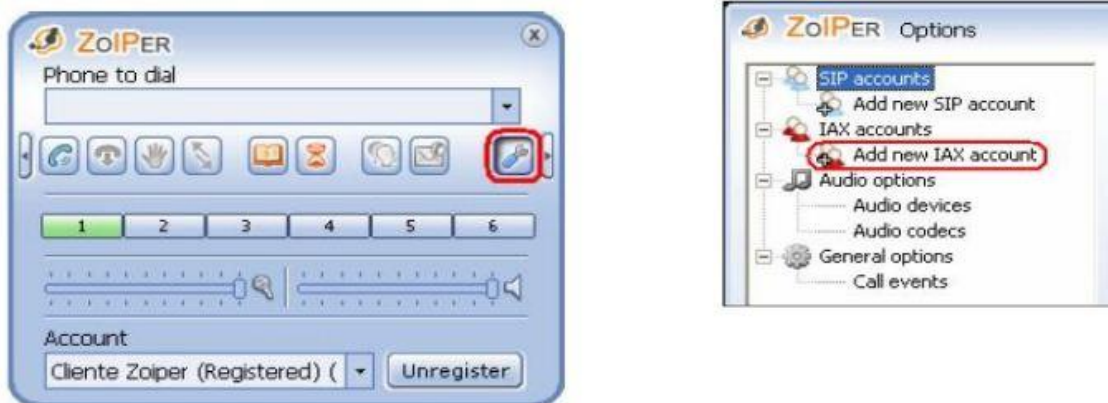


Figura 14. Creación de Nuevo Cliente Zoiper. Fuente: Sistema de Voz sobre IP

2.9.5. Configuración de los Adaptadores ATA

Son aquellos que permiten el cambio de señal analógico al digital, en la figura se muestra las conexiones de entrada y salida de señal (línea ingresa por el RJ11 del teléfono analógico y la salida es RJ45).

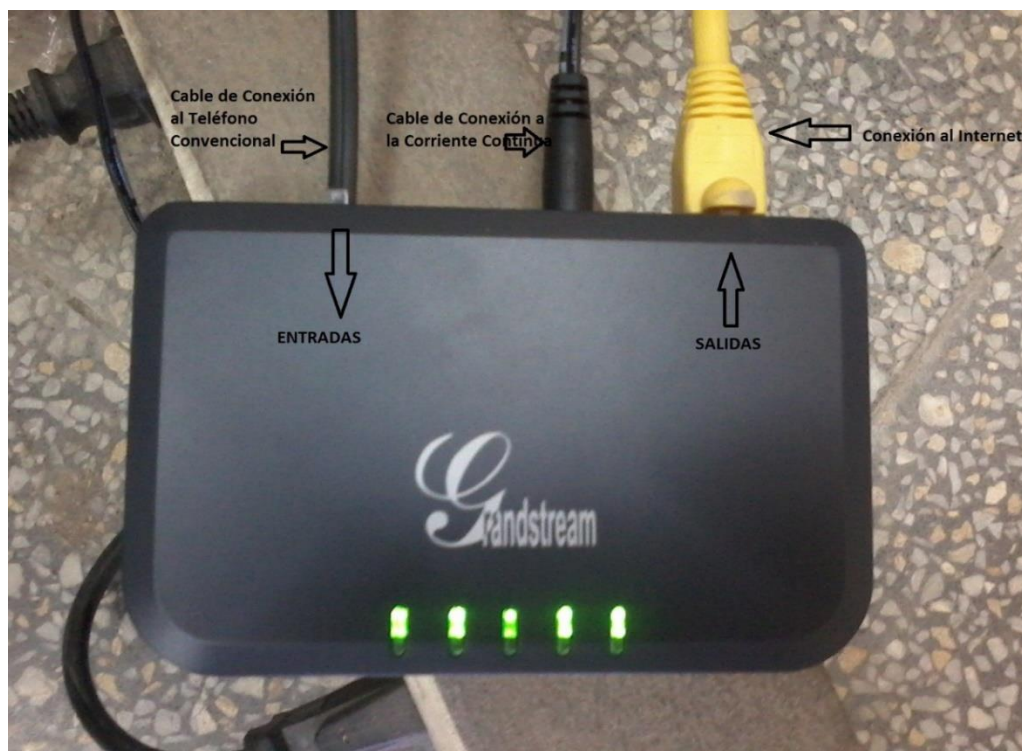


Figura 15. Adaptadores ATA – Grandstream – Configuración Básica. Fuente: El autor.

Como el Adaptador nos brinda dos puertos para ser conectados al teléfono analógico, en la siguiente figura se mostrará la configuración del Puerto 01 con su debida información:

Grandstream Device Configuration	
STATUS	BASIC SETTINGS
Account Active: <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes	
Primary SIP Server:	<input type="text" value="192.168.4.249"/> (e.g., sip.mycompany.com, or IP address)
Failover SIP Server:	<input type="text"/> (Optional, used when primary server no response)
Prefer Primary SIP Server:	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes (yes - will register to Primary Server if Failover registration expires)
Outbound Proxy:	<input type="text"/> (e.g., proxy.myprovider.com, or IP address, if any)
Allow DHCP Option 120(override SIP server):	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
SIP Transport:	<input checked="" type="radio"/> UDP <input type="radio"/> TCP <input type="radio"/> TLS (default is UDP)
NAT Traversal:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Keep-Alive <input type="radio"/> STUN <input type="radio"/> UPnP
SIP User ID:	<input type="text" value="111"/> (the user part of an SIP address)
Authenticate ID:	<input type="text" value="111"/> (can be identical to or different from SIP User ID)
Authenticate Password:	<input type="text"/> (purposely not displayed for security protection)
Name:	<input type="text" value="adaptadorr"/> (optional, e.g., John Doe)
DNS Mode:	<input checked="" type="radio"/> A Record <input type="radio"/> SRV <input type="radio"/> NAPTR/SRV
Tel URI:	<input type="text" value="Disabled"/>
SIP Registration:	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
Unregister On Reboot:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Outgoing Call without Registration:	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
Register Expiration:	<input type="text" value="60"/> (in minutes, default 1 hour, max 45 days)
Reregister before Expiration:	<input type="text" value="0"/> (in seconds, Default 0 second)
SIP Registration Failure Retry Wait Time:	<input type="text" value="20"/> (in seconds, Between 1-3600, default is 20)
Local SIP port:	<input type="text" value="5060"/> (default is 5060 for UDP and TCP; 5061 for TLS)
Local RTP port:	<input type="text" value="5012"/> (even number between 1024-65535, default 5004)
Use Random SIP Port:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Use Random RTP Port:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Refer-To Use Target Contact:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Transfer on Conference Hangup:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Disable Bellcore Style 3-Way Conference:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes (Using star code *23 for 3-way conference)
Remove OBP from Route Header:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Support SIP Instance ID:	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
Validate Incoming SIP Message:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Check SIP User ID for incoming INVITE:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes (no direct IP calling if Yes)
Authenticate incoming INVITE:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Allow Incoming SIP Messages from SIP Proxy Only:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes (no direct IP calling if Yes)
SIP T1 Timeout:	<input type="text" value="0.5 sec"/>
SIP T2 Interval:	<input type="text" value="4 sec"/>
DTMF Payload Type:	<input type="text" value="111"/>
Preferred DTMF method:	Priority 1: <input type="text" value="RFC2833"/> Priority 2: <input type="text" value="SIP INFO"/> Priority 3: <input type="text" value="In-audio"/>
Disable DTMF Negotiation:	<input checked="" type="radio"/> No (negotiate with peer) <input type="radio"/> Yes (use above DTMF order without negotiation)
Send Hook Flash Event:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes (Hook Flash will be sent as a DTMF event if set to Yes)
Enable Call Features:	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes (if Yes, call features using star codes will be supported locally)
Offhook Auto-Dial:	<input type="text"/> (User ID/extension to dial automatically when offhook)
Offhook Auto-Dial Delay:	<input type="text" value="0"/> (0-60 seconds, default is 0)
Proxy-Require:	<input type="text"/>
Use NAT IP:	<input type="text"/> (used in SIP/SDP message if specified)
Use SIP User-Agent Header:	<input type="text"/>
Distinctive Ring Tone:	Ring Tone 1 <input type="text"/> used if incoming caller ID is <input type="text"/> Ring Tone 1 <input type="text"/> used if incoming caller ID is <input type="text"/> Ring Tone 1 <input type="text"/> used if incoming caller ID is <input type="text"/>
Disable Call-Waiting:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Disable Call-Waiting Caller ID:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Disable Call-Waiting Tone:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Disable Receiver Offhook Tone:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes (ROH tone will not be played after offhook for 60 seconds)

No Yes
 Disable Reminder Ring for On-Hold Call:

No Yes
 Disable Visual MWI:

Ring Timeout: (10-300, default is 60 seconds)

Delayed Call Forward Wait Time: (Allowed range 1-120, in seconds.)

No Key Entry Timeout: (in seconds, default is 4 seconds)

Early Dial: No Yes (use "Yes" only if proxy supports 484 response)

Dial Plan Prefix: (this prefix string is added to each dialed number)

Use # as Dial Key: No Yes (if set to Yes, "#" will function as the "(Re-)Dial" key)

Dial Plan:

SUBSCRIBE for MWI: No, do not send SUBSCRIBE for Message Waiting Indication
 Yes, send periodical SUBSCRIBE for Message Waiting Indication

Send Anonymous: No Yes (caller ID will be blocked if set to Yes)

Anonymous Call Rejection: No Yes

Special Feature:

Session Expiration: (in seconds, default 180 seconds)

Min-SE: (in seconds, default and minimum 90 seconds)

Caller Request Timer: No Yes (Request for timer when making outbound calls)

Callee Request Timer: No Yes (When caller supports timer but did not request one)

Force Timer: No Yes (Use timer even when remote party does not support)

UAC Specify Refresher: UAC UAS Omit (Recommended)

UAS Specify Refresher: UAC UAS (When UAC did not specify refresher tag)

Force INVITE: No Yes (Always refresh with INVITE instead of UPDATE)

Enable 100rel: No Yes

Use First Matching Vocoder in 200OK SDP: No Yes

Preferred Vocoder: (in listed order)

choice 1:

choice 2:

choice 3:

choice 4:

choice 5:

choice 6:

G723 Rate: 6.3kbps encoding rate 5.3kbps encoding rate

iLBC Frame Size: 20ms 30ms

iLBC Payload Type: (between 96 and 127, default is 97)

VAD: No Yes

Symmetric RTP: No Yes

Fax Mode: T.38 Pass-Through

Re-INVITE After Fax Tone Detected: Enabled Disabled

Jitter Buffer Type: Fixed Adaptive

Jitter Buffer Length: Low Medium High

SRTP Mode: Disabled Enabled but not forced Enabled and forced

SLIC Setting:

Caller ID Scheme:

DTMF Caller ID: Start Tone Stop Tone

Polarity Reversal: No Yes (reverse polarity upon call establishment and termination)

Loop Current Disconnect: No Yes (loop current disconnect upon call termination)

Loop Current Disconnect Duration: (100 - 10000 milliseconds, Default 200 milliseconds)

Enable Hook Flash: No Yes

Hook Flash Timing: In 40-2000 milliseconds range, minimum: maximum:

On Hook Timing: (In 40-2000 milliseconds range, default is 400)

Gain: TX RX

Disable Line Echo Canceller (LEC): No Yes

Ring Tones (Syntax: c=on1/off1-on2/off2-on3/off3;)

Ring Tone 1:

Ring Tone 2:

Ring Tone 3:

Ring Tone 4:

Ring Tone 5:

Ring Tone 6:

Ring Tone 7:

Ring Tone 8:

Ring Tone 9:

Ring Tone 10:

All Rights Reserved Grandstream Networks, Inc. 2006-2013

Figura 16. Adaptadores ATA – Configuración del Puerto FXS 01. Fuente: Sistema de Voz sobre IP

Y la siguiente figura muestra a los dos puertos activados o registrados correctamente.

Grandstream Device Configuration							
STATUS	BASIC SETTINGS	ADVANCED SETTINGS	FXS PORT1	FXS PORT2			
MAC Address:	WAN-- 00:0B:82:5B:1F:ED (Device MAC)						
IP Address:	192.168.4.198						
Product Model:	HT702						
Hardware Version:	V2.0A Part Number -- 9610002020A						
Software Version:	Program -- 1.0.4.14 Bootloader -- 1.0.0.7 Core -- 1.0.4.4 Base -- 1.0.4.11 CPE --						
System Up Time:	08:46:53 up 1 min						
PPPoE Link Up:	Disabled						
NAT:	Unknown NAT						
Port Status:	Port	Hook	Registration	DND	Forward	Busy Forward	Delayed Forward
	FXS 1	On Hook	Registered	No			
	FXS 2	On Hook	Registered	No			

All Rights Reserved Grandstream Networks, Inc. 2006-2013

Figura 17. Adaptadores ATA – Configuración Correcta de los 2 Puertos. Fuente: Sistema de Voz sobre IP

2.9.6. Gateways FXO-FXS

Un *gateway* es dispositivo que traduce un protocolo a otro, en la red interna de la UNSM-T lo traduce en paquetes de datos desde un protocolo a otro. En nuestro caso, lo que nos permitió es comunicar dos redes, la red de VoIP y la red telefónica conmutada o PSTN.

Por tanto, este *gateway* nos permitió la comunicación en ambos sentidos, para recibir llamadas desde la PSTN, y realizarlas hacía la PSTN, para ello el Gateway necesitó al menos un puerto FXO, para conectar a la PSTN, y un puerto Ethernet para conectar a nuestra Red IP interna de la infraestructura existente en la UNSM-T.

Estos *gateways* existen en dos formatos principalmente: como tarjetas para ser instaladas en un PC, o como dispositivos independientes lo cual es nuestro caso. Por lo cual elegimos Digium, por su gran variedad de estas tarjetas, incluyendo desde tarjetas de un solo puerto, hasta primarios, en digital como en analógico.

La primera decisión gira entorno a seleccionar un dispositivo interno o independiente, se ha optado a seleccionar un dispositivo independiente, por las siguientes razones:

- Se ha preferido seleccionar un dispositivo independiente en vez de una tarjeta porque uno de los objetivos de la tesis era hacer fácilmente portable el sistema. Un dispositivo independiente puede ser fácilmente cambiado de ubicación, ya

solo habría que volver a conectarlo a cualquier punto de red en cualquier de los switch (por la portabilidad, para ser ubicada en cualquier punto de red de la UNSM-T), mientras que una tarjeta, requiere de una instalación física y una posterior instalación de sus drivers.

- Otro motivo es que limitamos la instalación a unas veinte extensiones, y para este volumen no necesitamos muchas líneas de acceso a la red PSTN, ya que si así fuera el caso, se ofrecen tarjetas que soportan muchos más puertos, además de una gama más amplia.
- Por último, el coste de las tarjetas es bastante superior que el de los dispositivos internos.

En este caso el dispositivo seleccionado es el Linksys SPA-3102, que además de lo anterior nos proporciona un puerto FXS, que nos permitió, además de las funciones anteriores tener también una extensión más, aprovechando un teléfono analógico.

Los motivos por los cuales se ha seleccionado este dispositivo de entre los existentes en el mercado, que, aunque numerosos, no existe la variedad que en Teléfonos IP, es por los siguientes motivos:

- Linksys es una marca de reconocido prestigio, y fue una de las precursoras de la VoIP, ya que este dispositivo es una versión mejorada de los antiguos Sipura (que como ya comentamos fue adquirida por Linksys). Por tanto, este modelo es uno que ha existido mucho tiempo en el mercado y ha sido revisado y mejorado (por lo cual fue escogida en la investigación). También comentamos que uno de los principales productores de eco, son los gateways, por lo que es muy importante que este dispositivo sea de calidad para obtener una buena calidad de sonido.
- Existe mucha documentación en Internet, sobre este dispositivo, lo que facilita su instalación y configuración.



Figura 18. Gateway FXO. Fuente: grandstream.com (2018)

2.9.7. Configuraciones Realizadas

Es muy importante, que, una vez finalizada la creación de las extensiones, hagamos click en la barra naranja que aparece en la parte superior “Apply Configuration Changes”, para grabar definitivamente los cambios realizados.

2.9.8. Recursos de Hardware

El PC destinado a realizar las funciones de centralita tiene las siguientes características: placa madre ASUS M2N-X, procesador AM2 Athlon 64B 5400, 2GB de RAM y 80GB de Disco Duro. Se ha dotado al servidor de dos placas de red REALTEK 10/100/1000. Una interfaz de red se conecta a la red local y la otra se conecta a Internet.

Para conectar esta PBX a la red de telefonía PSTN, se ha utilizado una tarjeta analógica TDM04B, que es una tarjeta perteneciente a la familia TDM400P, con 0 módulo FXS y 4 FXO. Para poder hablar y escuchar las llamadas se ha utilizado hardware HeadPhone LOGIT 981 Logitech. Por último, se ha utilizado el dispositivo ATA para la conexión de un teléfono analógico al sistema de telefonía.

2.10. Prueba de Hipótesis

Para la verificación de hipótesis se tomó los datos de la encuesta realizada, preguntas del 1 al 7 (Anexo A y B) para el pre y post test. En el Pre test y Post test se evaluó el estado del Servicio de Comunicación antes y después de la implementación del Sistema de Voz sobre IP respectivamente. La evaluación se realizó mediante la aplicación de una encuesta a 15 empleados de la UNSM-T distribuidos en tres facultades.

Con los datos obtenidos en la encuesta, se estimó el Nivel del Servicio de Comunicación (NSC) tanto para el pre y post test, para ello se sumó el valor de la escala de Likert, de 1 a 3, obtenido en cada respuesta, mediante la siguiente ecuación:

$$NSC = \sum_{j=1}^n r_j$$

Donde r_j es el valor Likert de la pregunta (j) de percepción del servicio de comunicación.

Como resultado se obtuvieron puntajes entre 7 y 21 por cada persona encuestada. Luego, se compararon las medias del NSC y se analizó si existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos, para tal propósito se realizó la prueba t-Student para muestras emparejadas (un solo grupo con pre y post test).

Para un mejor entendimiento de los datos, los resultados obtenidos en el pre test se llamaron ‘Sin VoIP’ y a los obtenidos en el post test ‘Con VoIP’, dichos resultados se muestran a continuación:

Tabla 3
Estadísticas de muestras emparejadas del Nivel de Servicio de Comunicación

Nivel del Servicio de Comunicación	Media (Puntos)	N	Desviación estándar
Con VoIP	21.00	15	0.000
Sin VoIP	17.73	15	2.815

Fuente: Resultados del SPSS.

La Tabla 3 muestra una mejora del Nivel del Servicios de Comunicación, pues Sin VoIP se obtuvo 17.73 puntos y Con VoIP se obtuvo 21.00 puntos, con una desviación estándar de 2.815 Sin VoIP y de 0.000 Con VoIP, lo que significa que se obtuvo puntajes totalmente homogéneos Con VoIP.

Lo anterior es una evidencia empírica de que la media del NSC Con VoIP es mejor que la Sin VoIP, sin embargo, no se sabe si esta diferencia es estadísticamente significativa; la prueba t-Student (ver Tabla 4), resolverá esta duda.

Planteamiento de las hipótesis estadísticas

A: Pre Test $H_0: \mu_A = \mu_B$: La media del NSC en el pre y post test son iguales.

B: Post Test $H_1: \mu_A \neq \mu_B$: La media del NSC del pre y post test son diferentes.

Tabla 4
Prueba t-Student de muestras emparejadas para la variable Nivel de Servicio de Comunicación

Nivel del Servicio de Comunicación	Diferencias emparejadas		t	gl	sig. (bilateral)
	Media	Desv. estándar			
Par 1 Con VoIP – Sin VoIP	3.267	2.815	4.495	14	0.001

Fuente: Resultados del SPSS.

Para hacer una interpretación gráfica debemos encontrar el t-Student de tabla (Tt) el cual al consultar la tabla de distribución t-Student (Ver Anexo D) a un nivel de significancia de 5% y grados de libertad (gl) 14 tenemos que:

$$T_t=1.761$$

t-Calculada (T_c)=4.495 (Ver Tabla 4)

Interpretación y decisión

Asumiendo un nivel de significancia $\alpha=0.05$ y unos valores críticos de $T_t=1.761$ podemos observar como el valor de $T_c=4.495$ se sitúa en la región de rechazo de la H_0 , por consiguiente, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 . (ver Figura 19)

Entonces:

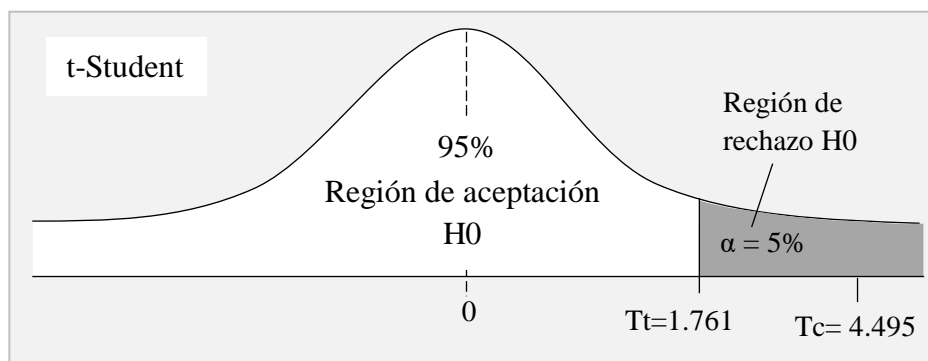


Figura 19. Curva de distribución t-Student. Elaborado por el autor.

Conclusión:

Como $T_c > T_t$ ($4.495 > 1.761$), quiere decir que existe una diferencia estadísticamente significativa en la media del Nivel de Servicio de Comunicación antes y después de la implementación del Sistema de Voz sobre IP. Además, esta diferencia es a favor del NSC Con VoIP. Por lo tanto, se concluye que: MEDIANTE EL USO DEL SISTEMA DE VOZ SOBRE IP, SE OPTIMIZÓ EL SERVICIO DE COMUNICACIÓN EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - T, por lo que se **verifica** la hipótesis de trabajo.

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

En este capítulo se exponen la síntesis de los principales resultados obtenidos, se muestra la parte descriptiva de las variables de la investigación, ver cuánto varían los datos, así como la consecución de los objetivos propuestos.

3.1.1. Diagnóstico de la infraestructura del Servicio de Comunicación

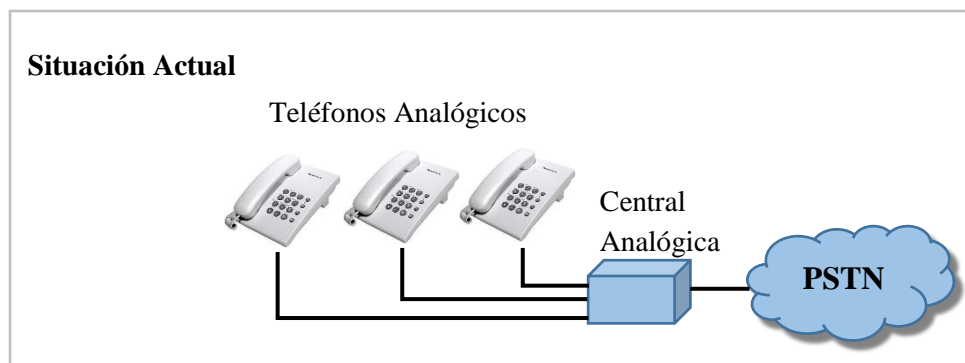


Figura 20. Infraestructura de teléfonos analógicos. Fuente: Elaborado por el autor.

En la Figura 20 se puede observar la estructura que anteriormente la UNSM-T adoptaba para el servicio de comunicación.

Básicamente están pensadas para transmisión de voz, aunque pueden también transportar datos, por ejemplo, en el caso del fax o de la conexión a Internet ADSL. Se basa en un cable de dos hilos finos de cobre por el cual se transmite una señal eléctrica que se convierte en ondas de sonido entre las facultades de la UNSM-T inmersas en la investigación. Estas ondas son las que transmiten la voz cuando hablamos por teléfono.

El proceso es el siguiente, las llamadas entrantes (Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática) son conmutadas y redirigidas al destinatario (Facultad de Ciencias de la Salud) mediante la propia electrónica de la centralita (pequeños conmutadores), conectados con un par de hilos y ello usará las líneas de telefonía básicas RTB (Red Telefónica Básica) para conectarse al exterior de la UNSM-T. Es bastante limitada por funcionalidad.

3.1.2. Requerimientos del Servicio de Comunicación

- 05 Teléfonos IP (03 se instalaron en la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, 1 en la Facultad de Ciencias de la Salud (Escuela Profesional de

Enfermería) y 1 en la Facultad de Educación y Humanidades (Escuela Profesional de Idiomas).

- *Softphones* (situada en cada dispositivo móvil con la aplicación Zoiper Free).
- Adaptadores ATA (situada en la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática y Ciencias de la Salud).
- *Gateways FXO-FXS* (situada básicamente para llamadas al exterior, fuera de la red interna, la cual conecta al servidor Asterisk con la PSTN).
- Infraestructura de red ya existente en la Universidad (Fibra Óptica).
- Teléfonos tradicionales (a este material se reutiliza con los adaptadores ATA, situada en las 03 facultades) y Cables desde el punto de repartición de red (Switch).

3.1.3. Definición y diseño del Sistema de Voz sobre IP

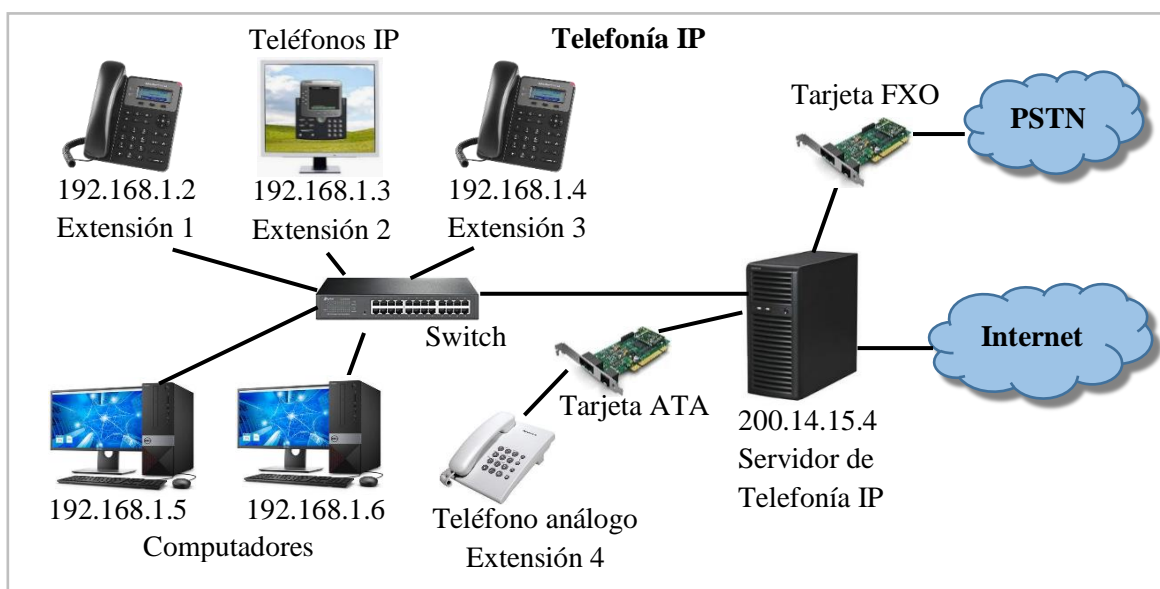


Figura 21. Diseño de infraestructura del sistema VoIP – Para la UNSM-T. Fuente: Elaborado por el autor.

En la Figura 21 se puede observar la estructura propuesta e implementada en la UNSM-T para el servicio de comunicación.

El proceso es el siguiente: A nivel interno, cada teléfono estará conectado a cualquier punto Ethernet, pudiendo compartir la red con los ordenadores. No será necesario un nuevo cableado para teléfonos. Los teléfonos se configuran como extensiones y no importa dónde lo conectemos dentro de la oficina. Así cada usuario tendrá su teléfono y llevarselo a cualquier ubicación.

Hoy en día la mayoría de centralitas son digitales. Técnicamente son parecidas a un servidor (ordenador), donde gestionan las llamadas como si fuesen datos. Por el otro lado, los terminales sí que deben ser digitales. Cada teléfono (ubicado en cada facultad) que le conectemos deberá ir conectados por cable RJ45, donde reciben mucha más información y tienen mayor funcionalidad que no simplemente realizar llamadas.

Parámetros de calidad del Sistema de Voz sobre IP

Para determinar la calidad de las llamadas IP, se realizaron pruebas para tomar los parámetros de eficiencia y calidad al servidor de telefonía IP Asterisk, mediante la red de la UNSM-T, dos teléfonos VoIP, una laptop y el software Wireshark para capturar los datos y analizar el tráfico de las llamadas telefónicas.

La prueba se hizo con un ancho de banda de 512 Kbps configurado en el gateway Mikrotik, una llamada de una facultad a otra con el tráfico que genera la misma universidad y observando la calidad del servicio de comunicación de telefonía IP.

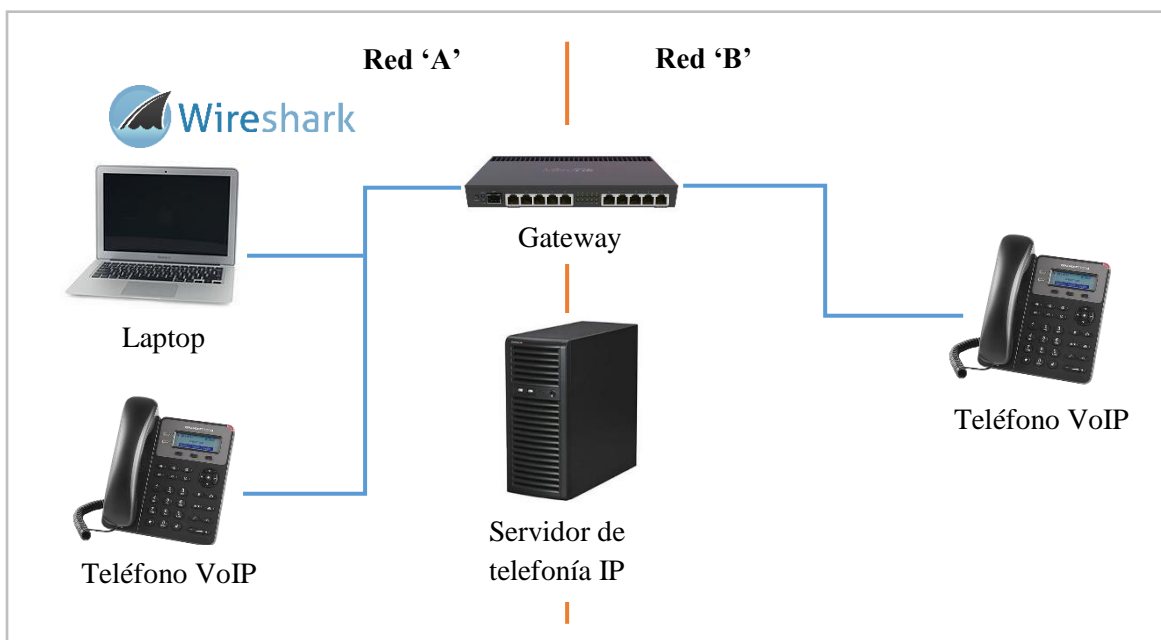


Figura 22. Esquema de equipos y conexiones para pruebas de calidad del Sistema de Voz sobre IP. Fuente: Elaborado por el autor.

La Figura 22 muestra un esquema de conexión, donde se cuenta con un ancho de banda de 512 Kbps asignado a la telefonía VoIP, se realizó una llamada de teléfono IP de una facultad – Sistemas e Informática (Red 'A') hacia el teléfono IP de otra facultad – Ciencias de la Salud (Red 'B').

En la Red 'A' la laptop tuvo instalado el software Wireshark, el cual se inició para tomar los datos de la telefonía IP con la finalidad de analizar la pérdida de datos, latencia y

variación del retardo. Wireshark captura los datos ‘RTP’ que son propios de la telefonía IP, estos datos son almacenados para su posterior análisis una vez finalizada la llamada telefónica.

Wireshark tiene un menú dedicado a telefonía IP al cual se accede para filtrar y conocer únicamente los datos RTP, que es lo que interesa en la prueba. En la sección *Show All Streams* del submenú RTP se muestra un resumen de los paquetes capturados, donde se muestra el resultado de los parámetros de calidad del Sistema de Voz sobre IP que wireshark puede medir, como son: pérdidas (*Lost*), latencia (*Delta*) y *Jitter* promedio.

Se realizaron 5 pruebas por facultad, con un tiempo de entre 15 a 20 minutos por llamada telefónica. A continuación, se muestra una tabla resumen de las pruebas realizadas para determinar la calidad de servicio del Sistema de Voz sobre IP con el tráfico propio de la red de la universidad.

Tabla 5

Resumen de análisis de datos en la prueba de calidad de servicio del Sistema de Voz sobre IP

Ancho de banda: 512 Kbps						
N° de prueba	Duración de la llamada (mm:ss)	Paquetes enviados	Paquetes perdidos	Tasa de pérdida (%)	Máx. latencia (ms)	<i>Jitter</i> medio (ms)
1	20:51	40796	530	1.3	65	5.70
2	15:04	29480	306	1.0	40	3.66
3	16:29	32252	355	1.1	70	4.39
4	19:35	38317	307	0.8	55	3.37
5	16:10	31632	380	1.2	46	5.47
6	15:33	30426	276	0.9	30	4.88
7	17:47	34796	293	0.8	45	6.32
8	17:51	34926	324	0.9	45	6.90
9	15:13	29773	357	1.2	36	3.88
10	20:43	40535	485	1.2	28	5.92
11	18:17	35774	329	0.9	30	5.85
12	15:30	30328	364	1.2	40	2.72
13	17:25	34078	375	1.1	60	4.38
14	20:33	40209	338	0.8	40	3.56
15	19:37	38383	461	1.2	50	4.13
Media	17:47	34780	365	1.1	45	4.74

Fuente: Elaborado por el autor.

La Tabla 5 muestra una serie de pérdidas de paquetes en las pruebas con una tasa de pérdida media de 1.1% que supera por poco al máximo permitido de 1%, lo cual no

debería afectar significativamente la calidad del servicio de comunicación de telefonía IP. Además, vemos una latencia máxima con una media de 45 ms, que está por debajo del recomendado que es 150 ms, y finalmente tenemos una variación del retardo (Jitter) medio de 4.74 que al tener un valor muy bajo nos indica que las latencias fueron muy homogéneas.

Estos parámetros en conjunto indican una buena calidad de servicio del Sistema de Voz sobre IP y que con un ancho de banda de 512 Kbps se desempeña de forma eficiente y la calidad de la telefonía IP no se vería afectado por el tráfico propio de la red de la universidad.

3.1.4. Impacto de la optimización del Servicio de Comunicación

Una de las etapas de la investigación que conllevó a desarrollar uno de los objetivos de la misma consiste en determinar el impacto que esta generó, las ventajas y desventajas que esta tecnología tiene y que soluciones actuales existen en el mercado. Para lograr esto se realizó una exploración sobre el tema que arrojó resultados importantes.

Tabla 6

Telefonía tradicional vs telefonía IP

Telefonía Tradicional	Telefonía IP
La central telefónica establece una conexión permanente entre ambos interlocutores, conexión que utiliza para llevar señales de voz (ubicado en la Fibra Óptica de la UNSM-T).	En una llamada telefónica IP, los paquetes de datos que contiene la señal de voz digitalizada y comprimida se envía a través de internet (aprovechando la infraestructura de la UNSM-T) a la dirección IP del destino. Cada paquete puede utilizar un camino diferente para llegar su destino.
Los recursos destinados para el desarrollo de una conversación telefónica convencional no pueden ser utilizados por otra llamada hasta que la primera no finaliza (directo te redirecciona a la cartilla de voz).	Tiene la capacidad de intercambiar datos, enviar imágenes, gráficas y videos, mientras que se está hablando con alguien. (Algunas funcionalidades no contempla la investigación).

La voz se codifica utilizando 64 kbps y se utiliza un canal full- dúplex con dedicación completa	La voz se puede transmitir sobre una red de paquetes, con calidad equivalente a la telefonía tradicional, con una velocidad de 8kbps sobre un canal semi-duplex y con ahorros durante muchos periodos de silencio.
Los conmutadores de circuitos tradicionales (era analógica en la UNSM-T) son más caros que los routers utilizados en la telefonía IP, solo se dirige por un camino.	Los routers son más cómodos por canal de voz (redes IP), puede ir por diferentes caminos (escoge el más rápido) para llegar al destino.

Fuente: Elaboración propia

Observando la información de la Tabla 6, se puede dar a conocer las múltiples aplicaciones que se obtienen gracias a la Telefonía IP, tales como:

- **Administración inteligente de llamadas:** el usuario escoge cómo reaccionar ante una llamada (Contestar, seleccionar tono de ocupado según quien llame, entre otras).
- **Servicio de Directorio:** Acceso inmediato a los números telefónicos de los integrantes de un grupo o empresa (por tener la visualización a travez del panel de administración).
- **Servicios de Presencia:** Así como una aplicación de mensajería instantánea, avisa a los usuarios que alguien se ha conectado.
- **Centros de contactos y gestión de relaciones con los clientes:** El PBX es muy flexible y permite la administración de Centros de llamada (Call Center) y centros de contactos.
- **Aplicaciones para empresa distribuidas:** Sirve para comunicar sucursales o para usuarios que están viajando constantemente o no permanecen en sus oficinas.
- **Comunicación Multimedia:** Además de la comunicación de voz, dos o más personas pueden intercambiar archivos, simultáneamente.
- **Comunicación desde cualquier lugar:** Le da la opción al usuario de trabajar desde su casa o cualquier otro lugar, y tener la posibilidad de hablar por teléfono desde su equipo.

Luego del análisis sobre la telefonía IP, sus ventajas y modos de uso, se ha evaluado el estado del Servicio de Comunicación de la UNSM-T mediante una encuesta para conocer la percepción de los usuarios finales. La encuesta se realizó a 15 personas distribuidos en 3 facultades, entre ellos secretarías, administrativos que hicieron uso del servicio de telefonía, tanto tradicional como IP. Primero se muestra los resultados de la percepción del Servicio de Comunicación antes de la implementación del sistema de Voz sobre IP el cual lo llamaremos ‘Sin VoIP’, luego se muestran los resultados después de implementar el Sistema de Voz sobre IP, al cual llamaremos ‘Con VoIP’.

Los resultados de la encuesta se muestran a continuación:

Servicio de Comunicación antes del Sistema de Voz sobre IP

Calidad de servicio

Tabla 7

Resumen sobre la calidad de servicio telefónico Sin VoIP

Indicador	Percepción	Frecuencia	Porcentaje
Llamadas completadas			
Problemas de caída del servicio telefónico cuando está hablando	Ninguno	9	60.0%
	Pocas	4	27.0%
	Muchas	2	13.0%
Incidencia de fallas			
Problemas de desvanecimiento en la voz	Ninguno	8	53.0%
	Pocas	7	47.0%
	Muchas	0	0.0%
Problemas de Eco	Ninguno	13	87.0%
	Pocas	2	13.0%
	Muchas	0	0.0%
Problemas de llamadas entrecortadas	Ninguno	8	53.0%
	Pocas	5	34.0%
	Muchas	2	13.0%
Problemas de ruido	Ninguno	9	60.0%
	Pocas	4	27.0%
	Muchas	2	13.0%

Fuente: Elaborado por el autor.

La Tabla 7 muestra la percepción de los usuarios sobre la calidad del servicio telefónico Sin VoIP. Respecto a llamadas completadas, el 60% de usuarios afirmó no haber tenido ningún problema de caída del servicio telefónico cuando estaba hablando, sin embargo, el 27% afirmó sí haber tenido este problema pocas veces y el 13% muchas veces.

En cuanto a la incidencia de fallas, el 53% de usuarios afirmó no haber tenido ningún problema de desvanecimiento en la voz, pero, el 47% afirmó sí haber tenido este problema pocas veces.

Respecto a problemas de eco en las llamadas, el 87% de los usuarios afirmó no haber tenido este problema en ninguna oportunidad, pero, el 13% afirmó sí haber tenido este problema pocas veces.

En cuanto a problemas de llamadas entrecortadas, el 53% de los usuarios afirmaron no haber tenido este problema en ninguna oportunidad, sin embargo, el 34% afirmó sí haber tenido este problema pocas veces y el 13% muchas veces.

Respecto a problemas de ruido en las llamadas, el 60% de los usuarios afirmaron no haber tenido este problema en ninguna oportunidad, mientras que el 27% afirmó sí haber tenido este problema pocas veces y el 13% muchas veces.

Confiabilidad del servicio

Tabla 8

Resumen sobre la confiabilidad del servicio telefónico Sin VoIP

Indicador	Percepción	Frecuencia	Porcentaje
Seguridad			
Problemas de filtración de llamadas (chuponeo)	Ninguno	9	60.0%
	Pocas	2	13.0%
	Muchas	4	27.0%
Disponibilidad			
Problemas de falta del servicio telefónico	Ninguno	10	67.0%
	Pocas	5	33.0%
	Muchas	0	0.0%

Fuente: Elaborado por el autor.

La Tabla 8 muestra la percepción de los usuarios sobre la confiabilidad del servicio telefónico Sin VoIP. Respecto a la seguridad, el 60% de usuarios afirmó no haber tenido ningún problema de filtración de llamadas, sin embargo, el 13% afirmó sí haber tenido este problema pocas veces y el 27% muchas veces.

En cuanto a la disponibilidad, el 67% de los usuarios afirmó no haber tenido ningún problema de falta de servicio telefónico, sin embargo, el 33% afirmó sí haber tenido este problema pocas veces.

Nivel del Servicio de Comunicación (NSC)

Los indicadores presentados anteriormente permiten mostrar las características del Servicio de Comunicación de forma independiente, sin embargo, para poder evaluarlo en su conjunto se hizo necesario recurrir a la variable estimada Nivel del Servicio de Comunicación que nos brinda un puntaje total del Servicio de Comunicación, y, con el cual se hizo una evaluación cualitativa.

Utilizando el concepto de grupo, se agrupó el Nivel del Servicio de Comunicación (NSC) -cuya estimación se describe en el subcapítulo 2.8- en tres niveles, a saber: pésimo [0-7], regular [8-14], excelente [15-21]. Estas categorías se presentan a continuación:

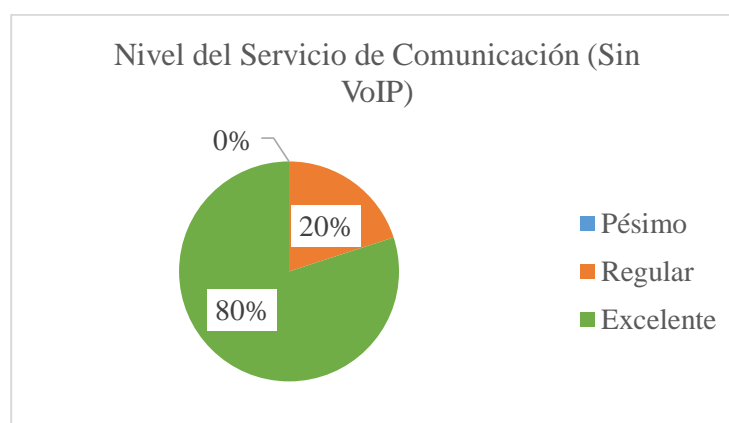


Figura 23. Nivel de Servicio de Comunicación (NSC) de la UNSM-T Sin VoIP. Fuente: Elaborado por el autor.

Como se observa en la Figura 23 el Nivel de Servicio del Comunicación de la UNSM-T antes de la implementación del Sistema de Voz sobre IP era regular en un 20% y Excelente en un 80%.

Servicio de Comunicación después del Sistema de Voz sobre IP

Calidad de servicio

Tabla 9

Resumen sobre la calidad de servicio telefónico Con VoIP

Indicador	Percepción	Frecuencia	Porcentaje
Llamadas completadas			
Problemas de caída del servicio telefónico cuando está hablando	Ninguno	15	100.0%
	Pocas	0	0.0%
	Muchas	0	0.0%
Incidencia de fallas			
Problemas de desvanecimiento en la voz	Ninguno	15	100.0%
	Pocas	0	0.0%

	Muchas	0	0.0%
Problemas de Eco	Ninguno	15	100.0%
	Pocas	0	0.0%
	Muchas	0	0.0%
Problemas de llamadas entrecortadas	Ninguno	15	100.0%
	Pocas	0	0.0%
	Muchas	0	0.0%
Problemas de ruido	Ninguno	15	100.0%
	Pocas	0	0.0%
	Muchas	0	0.0%

Fuente: Elaborado por el autor.

La Tabla 9 muestra la percepción de los usuarios sobre la calidad del servicio telefónico Con VoIP. Respecto a llamadas completadas, el 100% de usuarios afirmó no haber tenido ningún problema de caída del servicio telefónico cuando estaba hablando.

En cuanto a la incidencia de fallas, el 100% de usuarios afirmó no haber tenido ningún problema de desvanecimiento en la voz.

Respecto a problemas de eco en las llamadas, el 100% de los usuarios afirmó no haber tenido este problema en ninguna oportunidad.

En cuanto a problemas de llamadas entrecortadas, el 100% de los usuarios afirmaron no haber tenido este problema en ninguna oportunidad.

Respecto a problemas de ruido en las llamadas, el 100% de los usuarios afirmaron no haber tenido este problema en ninguna oportunidad.

Confiabilidad del servicio

Tabla 10
Resumen sobre la confiabilidad del servicio telefónico Con VoIP

Indicador	Percepción	Frecuencia	Porcentaje
Seguridad			
Problemas de filtración de llamadas (chuponeo)	Ninguno	15	100.0%
	Pocas	0	0.0%
	Muchas	0	0.0%
Disponibilidad			
Problemas de falta del servicio telefónico	Ninguno	15	100.0%
	Pocas	0	0.0%
	Muchas	0	0.0%

Fuente: Elaborado por el autor.

La Tabla 10 muestra la percepción de los usuarios sobre la confiabilidad del servicio telefónico Con VoIP. Respecto a la seguridad, el 100% de usuarios afirmó no haber tenido ningún problema de filtración de llamadas.

En cuanto a la disponibilidad, el 100% de los usuarios afirmó no haber tenido ningún problema de falta de servicio telefónico.

Finalmente se hace la evaluación cualitativa del Servicio de Comunicación haciendo uso del Nivel del Servicio de Comunicación Con VoIP.

Nivel del Servicio de Comunicación (NSC)

Nuevamente, utilizando el concepto de grupo, se agrupó el Nivel del Servicio de Comunicación (NSC) en tres niveles, a saber: pésimo [0-7], regular [8-14], excelente [15-21]. Estas categorías se presentan a continuación:

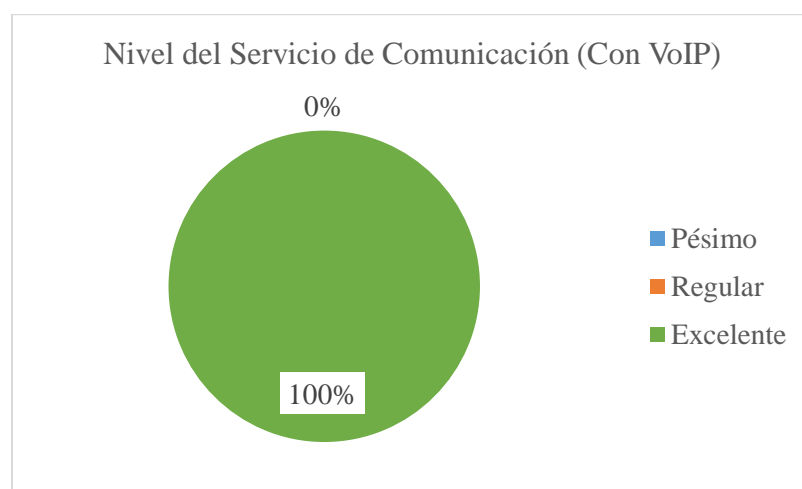


Figura 24. Nivel de Servicio de Comunicación (NSC) de la UNSM-T Con VoIP. Fuente: Elaborado por el autor.

Como se observa en la Figura 24 el Nivel del Servicio de Comunicación de la UNSM-T después de la implementación del Sistema de Voz sobre IP fue excelente en un 100%.

Servicio de Comunicación antes y después del Sistema de Voz sobre IP.

A continuación, se hace una comparativa del estado del Servicio de Comunicación de la UNSM-T antes y después de la implementación del Sistema de Voz sobre IP, para ello se compara el Nivel del Servicio de Comunicación (NSC) sin y con VoIP, esta comparación se hace desde un punto de vista cuantitativo y cualitativo.

Haciendo una reseña de la prueba de hipótesis (subcapítulo 2.8), en ella se estimó el Nivel del Servicio de Comunicación obteniendo puntajes entre 7 y 21 por cada usuario

encuestado tanto para el pre y post test; pues bien, al comparar las medias del NSC se encontró que en el pre test se obtuvo un NSC de 17.73 puntos, mientras que en el post test se obtuvo un NSC de 21.00 puntos, esto es un incremento de 3.27 puntos, es decir, el NSC se incrementó en un 18.42% (Ver Figura 25).

Cabe precisar que 21 puntos es el máximo puntaje que se podía obtener al aplicar la encuesta, por lo que se puede decir que en el post test (Con VoIP) se obtuvo un puntaje perfecto al medir los indicadores de la variable Servicio de Comunicación.

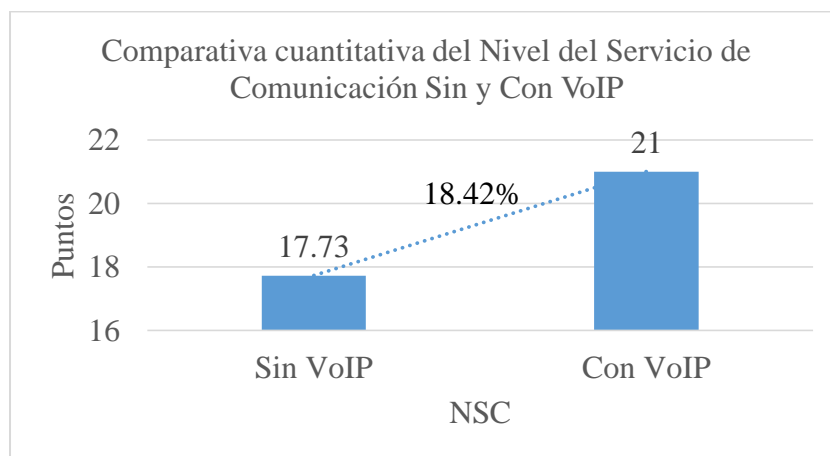


Figura 25. Comparativa cuantitativa del Nivel del Servicio de Comunicación de la UNSM-T, antes y después del Sistema de Voz sobre IP. Fuente: Elaborado por el autor.

Para la comparativa cualitativa se agrupó el NSC en tres niveles: pésimo, regular y excelente, antes y después del Sistema de Voz sobre IP, encontrándose que, Sin VoIP se tuvo un NSC excelente en un 80%, mientras que Con VoIP se tuvo un NSC excelente en un 100% (Ver Figura 26).

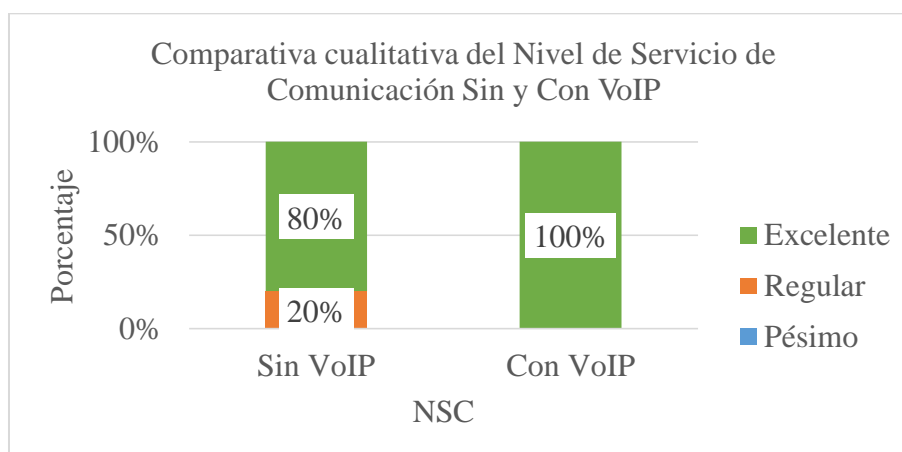


Figura 26. Comparativa cualitativa del Nivel del Servicio de Comunicación de la UNSM-T, antes y después del Sistema de Voz sobre IP. Fuente: Elaborado por el autor.

Adicionalmente, se realizó una entrevista a los usuarios finales para conocer su percepción de la telefonía convencional vs la telefonía IP. La entrevista se llevó a cabo con cuatro preguntas que se resumen a continuación:

Sobre el número de llamadas, indicaron que realizan un promedio de 30 llamadas al día, de las cuales 17 son dentro de la misma facultad. Respecto a la preferencia de uso telefónico, el 70% dijo que prefiere usar el teléfono IP porque brinda mayores beneficios y una mejor calidad de servicio, el 20% el teléfono analógico porque es más fácil de usar y el 10% ambos teléfonos.

Costos del servicio de comunicación antes y después del Sistema de Voz sobre IP.

Tal como lo propone Pelaez (2014) se hizo un análisis de los costos del proyecto de telefonía IP y se comparó con los costos de mantener la telefonía tradicional, estos datos se muestran a continuación:

Tabla 11
Costos del servicio de comunicación con telefonía IP

Nro	Ítem	Descripción	Cantidad	Total (S/.)
1	Gateways	Mikrotik*	1	0.00
2	Teléfonos	Teléfonos VoIP	5	1,750.00
		Adaptador ATA VoIP	2	640
3	Licenciamiento	Licencia estándar de teléfonos	5	0.00
		Central telefónica Asterisk	1	0.00
4	Infraestructura	PC Servidor	1	2,000.00
		Tarjetas de Red DLINK	2	300
		Tarjeta FXO Analog	1	410
5	Implementación y servicios	Instalación de equipos,	2	0.00
		configuración y mantenimiento**		
			Total	5,100.00

Fuente: Elaboración propia. Nota: *Existente en la UNSM-T. **La UNSM-T cuenta con personal técnico de la Oficina de Informática que puede realizar estas labores.

Como se muestra en la Tabla 11, los costos de comunicación con telefonía IP, implementado para 3 facultades es de S/. 5,100.00. Estos costos son básicamente de la adquisición de teléfonos e infraestructura, pues los costos de *gateway*, licenciamiento,

implementación y servicios no tienen costo alguno. Según esto, el 53% de los costos fue en infraestructura, seguido de un 47% en teléfonos. Sin embargo, para dotar a toda la universidad del servicio de telefonía IP, solo sería necesario incrementar el número de teléfonos VoIP para cubrir las 10 facultades, esto se podría lograr con 16 teléfonos VoIP, con lo cual los costos totales se incrementarían a S/. 8,950.00, el cual sería un costo único para dotar a toda la ciudad universitaria del servicio de comunicación con telefonía IP.

Por otra parte, la universidad incurre en gastos mensuales de S/. 2,690.00 por telefonía tradicional y de S/. 20,000.00 por servicio de internet, haciendo un total de S/. 22,690.00 mensuales. Sin embargo, con la implementación de telefonía VoIP se incurriría en un costo inicial de S/. 8,950.00 el cual equivale a aproximadamente 4 meses de pago de telefonía tradicional. Por consiguiente, de implementar la telefonía IP, a partir del quinto mes resultaría rentable para la UNSM-T, pues se tendría un ahorro mensual de S/. 2,690.00 (pago de telefonía tradicional), que representaría un ahorro mensual del 11.86% en el servicio de comunicación.

3.2. Discusión

Sobre el diagnóstico de la infraestructura y requerimientos del Servicio de Comunicación.

Se encontró que la UNSM-T cuenta con el servicio de telefonía tradicional para el servicio de comunicación con el uso de teléfonos analógicos. Según Pelaez (2014) para un proyecto de telefonía IP se necesita *gateways*, teléfonos, licenciamiento, infraestructura y la implementación y servicios; en ese orden de cosas, para dar un salto a la telefonía IP en la UNSM-T se identificó el requerimiento de teléfonos VoIP y un servidor de telefonía IP que encajan en las categorías de teléfonos e infraestructura, que menciona Pelaez, no siendo necesario los *gateways*, licenciamiento, ni personal adicional para la implementación y servicios, pues son recursos con los que cuenta la universidad.

De todo lo anterior se pudo determinar que la UNSM-T, está en disposición de recibir capacitaciones y consultorías especializadas sobre el uso de la tecnología VoIP y sobre todo cuando su implementación resulta en términos económicos favorable y se puede lograr beneficios de maximización en la producción y o prestación de los servicios actuales y futuros.

Sobre la definición y diseño del Sistema de Voz sobre IP.

Se implementó un servidor de telefonía IP con el software Asterisk de licencia libre, el servidor fue implementado en un ordenador Core i5, se utilizó la propia red de fibra óptica de la ciudad universitaria para la conexión de la red de telefonía, se usaron además 5 teléfonos VoIP, de ellos, 3 se instalaron en la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, 1 en la Facultad de Ciencias de la Salud (Escuela Profesional de Enfermería) y 1 en la Facultad de Educación y Humanidades (Escuela Profesional de Idiomas).

Una vez realizadas las configuraciones se realizó pruebas para medir los parámetros de eficiencia y calidad del Sistema de Voz sobre IP tales como: ancho de banda, tasa de pérdida de datos, latencia y variación del retardo (*Jitter*), encontrándose lo siguiente:

En cuanto al ancho de banda Ostorga (2015) indica que el ancho de banda requerida para una sola conversación es de 80 Kbps, por consiguiente, para las pruebas de eficiencia el ancho de banda utilizado fue de 512 Kbps, con lo cual se garantizó la disponibilidad del servicio telefónico y la calidad de la voz.

En cuanto a la tasa de pérdida de datos se tuvo una tasa de pérdida media de 1.1%, al respecto Ostorga indica que, en telefonía IP para que ésta sea óptima la tasa de pérdida no debe ser mayor a 1%, por tanto, se tiene que la tasa de pérdida obtenida en las pruebas sobrepasó al límite recomendado por solo 0.1%, siendo esta una mínima diferencia. Cabe precisar también que en el 47% de los casos la tasa de pérdida estuvo por debajo del 1%, razón por la cual en la práctica la tasa de pérdida no afectó la calidad de las llamadas telefónicas, como así lo demostró la encuesta realizado a los usuarios sobre la percepción de la calidad del servicio.

Respecto a la latencia, en las pruebas se tuvo una latencia máxima con una media de 45 ms que estuvo por debajo de lo recomendado por la ITU-T G.114 que considera que el retardo no debe sobrepasar los 150 ms pues al superar este umbral de retardo, la comunicación puede volverse molesta para el usuario. Según esto, en las pruebas se tuvo un retardo o latencia muy óptimo para la una telefonía IP.

En cuanto a la variación del retardo o *Jitter*, se tuvo un valor medio de 4.74 ms que al tener un valor muy bajo nos indica que las latencias fueron bastante homogéneas en cada prueba. En análisis de este parámetro es importante pues, como indica Ostorga, si el tiempo del *jitter* es muy elevado el paquete que llega tarde será descartado provocando una

comunicación entrecortada, en tal sentido, en las pruebas realizadas se tuvo un *Jitter* muy bajo que se vio reflejado en una mínima pérdida de datos.

Todo lo anterior permite afirmar que las pruebas realizadas arrojaron parámetros óptimos de calidad de servicio de telefonía VoIP, lo cual indica que el Sistema de Voz sobre IP implementado fue eficiente y de calidad para la telefonía IP.

Sobre el impacto de la optimización del Servicio de Comunicación.

En primer lugar al referirnos al impacto del Sistema de Voz sobre IP en el servicio de comunicación, analizamos las ventajas de la telefonía IP con respecto a la tradicional en la UNSM-T, encontrando que el nuevo escenario de servicio de comunicación con telefonía IP aprovecha la red de datos de fibra óptica de la universidad, pues la voz se puede transmitir sobre la red de paquetes con la misma calidad a la telefonía tradicional y adicionalmente tener mayores beneficios como la administración inteligente de llamadas, servicio de directorio, comunicación multimedia, entre otros.

En segundo lugar, se ha evaluó el Servicio de Comunicación de la UNSM-T desde la perspectiva del usuario final, para ello se realizó una encuesta a 15 personas distribuidos en tres facultades; en esta encuesta se evaluó la percepción de los usuarios referente al servicio telefónico en dos etapas: primero un pre test con el servicio telefónico tradicional al cual se llamó ‘Sin VoIP’; segundo un post test con el servicio telefónico IP al cual se llamó ‘Con VoIP’.

Calidad del servicio

En esta dimensión del Servicio de Comunicación se evaluó las llamadas completadas y la incidencia de fallas.

Referente a las llamadas completadas, Sin VoIP el 60% de usuarios afirmó no haber tenido ningún problema de caída del servicio telefónico cuando estaba hablando, mientras que Con VoIP el 100% de los usuarios afirmó no haber tenido este problema. Chinchazo y James encontraron un valor similar con un 85% en la tasa de llamadas completadas en su estudio de Sistema de VoIP del 2016 en la ciudad de Lima.

En cuanto a la incidencia de fallas, Sin VoIP el 53% de usuarios afirmó no haber tenido ningún problema de desvanecimiento en la voz, pero, Con VoIP el 100% de los usuarios afirmó no haber tenido este problema. Referente a problemas de eco en las llamadas, Sin VoIP el 87% de los usuarios afirmó no haber tenido este problema en

ninguna oportunidad, pero, Con VoIP el 100% de los usuarios afirmó no haber tenido este problema. En cuanto a problemas de llamadas entrecortadas, Sin VoIP el 53% de los usuarios afirmaron no haber tenido este problema en ninguna oportunidad, mientras que Con VoIP el 100% de los usuarios afirmó no haber tenido este problema. Referente a problemas de ruido en las llamadas, Sin VoIP el 60% de los usuarios afirmaron no haber tenido este problema en ninguna oportunidad, mientras que Con VoIP el 100% de los usuarios afirmó no haber tenido este problema. Si comparamos estos resultados con lo obtenido por Chinchazo y James se observa que obtuvieron valores similares con un 90% de efectividad en la tasa de incidencia de fallos.

De todo lo anterior se puede concluir que la calidad del servicio telefónico se optimizó con el Sistema de Voz IP, pues con la telefonía IP el 100% de los usuarios afirmaron no haber tenido ningún problema de comunicación.

Confiabilidad del servicio

En esta dimensión del Servicio de Comunicación se evaluó seguridad y la disponibilidad.

Con respecto a la seguridad en las llamadas, Sin VoIP el 60% de usuarios afirmó no haber tenido ningún problema de filtración de llamadas, mientras que Con VoIP el 100% de los usuarios afirmó no haber tenido este problema.

En cuanto a la disponibilidad del servicio telefónico, Sin VoIP el 67% de los usuarios afirmó no haber tenido ningún problema de falta de servicio telefónico, mientras que Con VoIP el 100% de los usuarios afirmó no haber tenido este problema. Chafloque, en su estudio de Central de Telefonía IP del 2016, encontró un valor similar con un 98.97% de disponibilidad de servicio sin interrupciones.

De lo anterior se puede concluir que la confiabilidad del servicio telefónico se optimizó con el Sistema de Voz sobre IP, pues el 100% de los usuarios afirmaron no haber tenido ningún problema de seguridad o disponibilidad.

Nivel de Servicio de Comunicación (NSC)

Para poder evaluar el Servicio de Comunicación de manera integral, se estimó la variable calculada denominada NSC que resume todos los indicadores anteriores, esto permitió hacer un análisis cuantitativo y cualitativo del servicio de comunicación de la UNSM-T Sin VoIP y Con VoIP.

Cuantitativamente se encontró que el NSC se incrementó de 17.73 puntos Sin VoIP a 21 puntos Con VoIP, es decir, se incrementó un 18.42%. Además, cabe indicar que 21 puntos es el máximo puntaje que se podía obtener.

Por otra parte, cualitativamente el NSC mejoró de excelente en un 80% Sin VoIP a excelente al 100% Con VoIP.

Si tenemos en cuenta que la definición de optimizar es: conseguir que algo dé los mejores resultados posibles, del análisis anterior podemos concluir que el Servicio de Comunicación de la UNSM-T se situó en un estado óptimo. También es pertinente indicar que si se observa la calidad del servicio telefónico desde el punto de vista técnico y desde el punto de vista de los usuarios, como lo propone Ostorga (2015), se tiene que ambos casos se obtuvo muy buenos resultados, pues desde el punto de vista técnico se puede decir que el Sistema de Voz sobre IP implementado se comportó de forma eficiente y con parámetros de calidad favorables para una comunicación adecuada y fiable, esto a su vez influyó de manera positiva en la calidad del servicio telefónico, desde el punto de vista de los usuarios, pues el servicio de comunicación de telefonía IP se situó en un nivel excelente al 100%. Este resultado es concordante con Zamora en 2017 pues su investigación muestra la influencia positiva de la implementación de una red VoIP en la comunicación entre áreas y sucursales de la empresa Conselva S.A.

Costos del servicio de comunicación

Se realizó un análisis de los costos del servicio de comunicación en dos escenarios. En el primer escenario con telefonía tradicional la UNSM-T tenía un gasto mensual de S/. 22,690.00 por concepto de internet y telefonía tradicional. En el segundo escenario con la implementación del Sistema de Voz sobre IP se tendría un costo inicial de S/. 8,950.00 el cual es equivalente a 4 meses de pago de telefonía tradicional. En consecuencia, con la telefonía IP, a partir del quinto mes solo se pagaría el concepto de S/. 20,000.00 por internet siendo esto rentable para la UNSM-T pues se tendría un ahorro del 11.8% en el servicio de comunicación. Chafloque por su parte encontró un menor costo del servicio en un 41.6% luego de implantar la telefonía IP.

Adicionalmente, se determinó que el 53% de los costos de implementación fueron de infraestructura que incluye el servidor, tarjetas de red y tarjetas FXO, y el 47% de los costos fue en teléfonos VoIP y adaptadores ATA VoIP. Estos datos no son concordantes con lo que propone Pelaez (2014) que indica que los costos de infraestructura representan

el 10% y teléfonos el 25%, esta diferencia se debe a que en el caso de la UNSM-T esta ya contaba con *gateways* y no fue necesario gastos de licenciamiento de los teléfonos VoIP ni tampoco costos de implementación y servicios pues se cuenta con personal de la Oficina de Informática que puede realizar esas funciones.

Verificación de hipótesis

Haciendo uso de la prueba de t-Student de muestras emparejadas, se comparó las medias del Nivel de Servicio de Comunicación (NSC) encontrando, a un nivel de significancia del 5%, una diferencia estadísticamente significativa entre el NSC sin VoIP (17.73 puntos) y el NSC con VoIP (21 puntos), esto permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de trabajo. Por lo tanto, se concluye que: Mediante el uso del Sistema de Voz sobre IP, se optimizó el Servicio de Comunicación en la Universidad Nacional de San Martín – T.

CONCLUSIONES

En concordancia a los objetivos propuestos en esta esta investigación se obtuvo las siguientes conclusiones:

- Se realizó la recopilación y el diagnóstico de la información sobre la infraestructura del servicio de comunicación en la UNSM-T, la cual contaba con un servicio de comunicación basado en la telefonía tradicional con el uso de teléfonos análogos en las diferentes facultades de la ciudad universitaria conectadas a una central analógica interna con salida a la Red Telefónica Conmutada Pública (PSTN). Básicamente se usaba para transmisión de voz, uso de fax y/o conexión a Internet ADSL.
- Se estableció los requerimientos del servicio de comunicación basado en telefonía IP lo cual se requería básicamente de un servidor de telefonía IP y teléfonos VoIP. La infraestructura de red ya lo tenía implementado la universidad mediante una red de fibra óptica.
- Se definió y diseñó el sistema de voz sobre IP basado en el software Asterisk de licencia libre, desarrollando la interfaz que se utilizó para la provisión automática de los servicios que brinda la nueva tecnología VoIP, y haciendo uso de la red de fibra óptica existente se conectaron teléfonos IP para dotar del servicio de telefonía IP a tres facultades de la ciudad universitaria. También del análisis de los datos se concluyó que el Sistema de Voz sobre IP implementado fue eficiente con un ancho de banda de 512 Kbps y con parámetros de calidad óptimos para una telefonía IP adecuada y fiable, pues se tuvo una tasa de pérdida media de 1.1%, una latencia media de 45 ms y una variación de retardo de 4.74 ms.
- Se determinó el impacto de la optimización del servicio de comunicación donde cuantitativamente aumentó un 18.42% y cualitativamente mejoró a un estado de excelente en un 100% con lo cual se ubicó en el punto más alto de optimización. Esto desde la perspectiva de los usuarios se vio reflejado en una mejora en la calidad y confiabilidad del servicio al 100%. También del análisis de los costos, se concluye que la implementación del servicio de telefonía IP para la UNSM-T sería rentable pues se tendría un ahorro del 11.8% en el servicio de comunicación.

- Se optimizó el servicio de comunicación en la UNSM-T, puesto que la prueba de t-Student para muestras emparejadas a un nivel de significancia $\alpha=0.05$ y unos valores críticos de $T_t=1.761$ podemos observar como el valor de $T_c=4.495$ se sitúa en la región de rechazo de la H_0 (Hipótesis Nula), por consiguiente, se acepta la hipótesis alternativa “MEDIANTE EL USO DEL SISTEMA DE VOZ SOBRE IP, SE OPTIMIZÓ EL SERVICIO DE COMUNICACIÓN EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN – T”.

RECOMENDACIONES

A continuación, se formulan las siguientes recomendaciones:

1°. Que, la Oficina de Informática realice un estudio para determinar qué teléfonos análogos se pueden reutilizar con la telefonía IP, según perfiles de usuarios y necesidades, y así aminorar aún más los costos.

2°. Que, la Oficina de Informática considere en todo momento la compatibilidad entre el servidor de telefonía IP y los teléfonos VoIP, así como otros dispositivos, para garantizar un funcionamiento eficiente y óptimo.

3°. Que, la Oficina de Informática realice un respaldo de la central Asterisk, de sus configuraciones como extensiones, troncales y demás, para que ante cualquier evento fuera del desempeño normal, lograr una respuesta rápida e íntegra para restablecer oportunamente las comunicaciones.

4°. Que, la Oficina de Informática o el ente responsable de la telefonía IP aplique técnicas de Calidad de Servicio (QoS) para garantizar un eficiente desempeño del sistema y que la percepción de los usuarios finales, sobre el servicio de comunicación, no se vea afectado en el futuro por incremento del tráfico de datos de la red.

5°. Que, la Oficina de Informática realice capacitaciones al personal usuario para el uso adecuado del servicio de comunicación con telefonía IP y aprovechar al máximo los beneficios que esta tecnología ofrece.

6°. Que, la UNSM-T adopte la tecnología de telefonía IP por ser rentable para la institución.

7°. Que, la Oficina de Informática realice un análisis de los servicios de comunicación de las sedes y locales de la Universidad, para así lograr centralizar las actividades. Para la interconexión con las sedes, se recomienda instalar más centrales (servidor VoIP) PBX Asterisk para poder realizar llamadas entre dispositivos sin costos adicionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Montes, J. L. (2011). *Propuesta de Implementación de un Portal Web para Brindar Información a los Docentes de la Unidad Degestión Educativa Local de San Martín Tarapoto*. Perú: Universidad Nacional de San Martín.
- Brijaldo Rojas, J. A., & Urrego Angel, J. A. (2009). *Implementación de Voz sobre IP en Opticentro Internacional*. Bogotá: Politécnico Grancolombiano.
- Cabrera Bardales, J. (2015). *Tecnología VoIP y su impacto en el Servicio de Comunicación en los colegios del distrito de San Hilarión, provincia de Picota, región de San Martín*. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín.
- Caraguay Loarte, N. (2011). *Solución de Voz sobre IP para Comunicaciones Unificadas en las PYMEs*. Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Carbajal Arévalo, D. (2015). *Uso de un Modelo de Gestión del Conocimiento y su Influencia en la Producción de Investigación Científica de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto*. Perú: Universidad Nacional de San Martín.
- Carballar, J. A. (2007). *VoIP. La telefonía de Internet*. Editorial Paraninfo.
- Chafloque Beltrán, J. M. (2016). *Central Telefónica IP para el Proceso de las Comunicaciones Telefónicas en la sede Petro Perú San Isidro Lima 2015*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Chiavenato, I. (1992). *Introducción a la Teoría General de la Administración* (Tercera ed.). McGraw-Hill.
- Chinchazo, L., & James, J. L. (2016). *Sistema VoIP basado en Asterisk para la gestión de servicios de atención telefónica en la Empresa Pesquera EXALMAR S.A.A.* Lima: Universidad César Vallejo.
- Estepa Alonso, R. M. (2002). *Contribuciones al soporte de calidad en redes de voz sobre IP*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Gallo, M., & Hancock, W. (2003). *Comunicación entre computadoras y Tecnologías de redes*. Sao Paolo: Pioneira Thomson Learning.

- García, R. C., Salcedo, O. J., López, D. A., & Pedraza, L. F. (2014). Evaluación de la Calidad del Servicio para Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP) en Redes WIMAX sobre Ambientes IP/MPLS. *Información Tecnológica*, 24-38. doi:10.4067/S0718-07642014000200004
- Huidobro, R. (2006). *Tecnología VoIP y la Telefonía IP - La telefonía por internet*.
- Moya Catena, A. (Noviembre de 2008). La fiabilidad en los sistemas de telecomunicaciones. España. Recuperado el 28 de Setiembre de 2017, de https://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=ab700294-7d00-457d-a34a-488aada2d12c&groupId=10128
- Ostorga Lobato, M. I. (2015). *Estudio de técnicas de calidad de servicio en redes de Voz sobre IP y su factibilidad de aplicación en la red de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador*. San Salvador: Universidad de El Salvador. Recuperado el 24 de Mayo de 2019, de <https://docplayer.es/72635646-Universidad-de-el-salvador-facultad-de-ingenieria-y-arquitectura-escuela-de-ingenieria-electrica.html>
- Pelaez, O. (Agosto de 2014). *Identificando los costos en su proyecto de telefonía IP*. Recuperado el 18 de Julio de 2017, de Blog Cisco Latinoamérica: <https://gblogs.cisco.com/la/identificando-los-costos-en-su-proyecto-de-telefonía-ip/>
- Rodríguez Martínez, R. (2006). *Metodología para el diseño de una red "VoIP" de alto tráfico y "QoS"*. Tijuana: Instituto Politécnico Nacional.
- Sáez Incertis, A. (2007). *Grupo de Red de Computadores*. Recuperado el 16 de Marzo de 2016, de Universidad Politécnica de Valencia: [http://www.grc.upv.es/docencia/tadm/trabajos2007/Abel_H.323%20vs%20SIP%20\(1\).pdf](http://www.grc.upv.es/docencia/tadm/trabajos2007/Abel_H.323%20vs%20SIP%20(1).pdf)
- TechTarget. (17 de Julio de 2014). *Comunicaciones como servicio*. Recuperado el 18 de Mayo de 2017, de Search Data Center en Español: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/foto-articulo/2240224756/10-definiciones-de-modelos-de-servicios-en-la-nube-que-debe-conocer/6/Comunicaciones-como-servicio-CaaS>

UOC. (s.f.). *Teorías de la comunicación*. Recuperado el 12 de Febrero de 2016, de
Universitat Oberta de Catalunya:
http://cv.uoc.edu/UOC/a/moduls/90/90_332/web/main/m4/web/main/m1/2.html

von Bertalanffy, L. (1976). *Teoría general de los sistemas: : fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. Fondo de Cultura Económica.

Zamora Coral, E. (2017). *Implementación de una red VoIP basado en Asterisk para la comunicación entre áreas y sucursales de la empresa CONSELVA S.A – Tarapoto, 2017*. Tarapoto Perú: Universidad César Vallejo.

ANEXOS

ANEXO A

Instrumento de recolección de datos para medir la variable servicio de comunicaciones

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN.

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA

ENCUESTA (PRE TEST)

Objetivo: Evaluar el Servicio de Comunicaciones de la UNSM-T con el uso de la telefonía convencional.

Consideraciones:

- Debe responder todas las preguntas.
- Debe marcar sólo una alternativa.
- No existen respuestas correctas o incorrectas, menos capciosas, lo importante es su percepción actual acerca de los aspectos considerados.

En primer lugar, se le pide conteste las cuestiones generales; después se presentan preguntas relacionadas con el Servicio de comunicaciones con el uso de la telefonía convencional de la UNSM-T. Responda según su experiencia marcando con una equis o check,

ASPECTOS GENERALES:

Facultad: _____

Escuela: _____

Cargo: _____

Fecha: _____

I. SOBRE EL SERVICIO DE COMUNICACIONES**SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO****Sobre las llamadas completadas**

1. ¿Ha tenido problemas de caída del servicio telefónico cuando está hablando?
a) Ninguno b) Pocas c) Muchas

Sobre la incidencia de fallas

2. ¿Ha tenido problemas de desvanecimiento en la voz?
a) Ninguno b) Pocas c) Muchas
3. ¿Ha tenido problemas de Eco?
a) Ninguno b) Pocas c) Muchas
4. ¿Ha tenido problemas de llamadas entrecortadas?
a) Ninguno b) Pocas c) Muchas
5. ¿Ha tenido problemas de ruido?
a) Ninguno b) Pocas c) Muchas

SOBRE LA CONFIABILIDAD DEL SERVICIO**Sobre la seguridad**

6. ¿Ha tenido problemas de filtración de llamadas (chuponeo)?
a) Ninguno b) Pocas c) Muchas

Sobre la disponibilidad

7. ¿Ha tenido problemas de falta del servicio telefónico?
a) Ninguno b) Pocas c) Muchas

¡MUCHAS GRACIAS!

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN.
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA
ENCUESTA (POST TEST)

Objetivo: Evaluar el Servicio de Comunicaciones de la UNSM-T con el uso de la telefonía IP.

Consideraciones:

- Debe responder todas las preguntas.
- Debe marcar sólo una alternativa.
- No existen respuestas correctas o incorrectas, menos capciosas, lo importante es su percepción actual acerca de los aspectos considerados.

En primer lugar, se le pide conteste las cuestiones generales; después se presentan preguntas relacionadas con el Servicio de comunicaciones con el uso de la telefonía IP de la UNSM-T. Responda según su experiencia marcando con una equis o check,

ASPECTOS GENERALES:

Facultad: _____

Escuela: _____

Fecha: _____

II. SOBRE EL SERVICIO DE COMUNICACIONES

SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO

Sobre las llamadas completadas

1. ¿Ha tenido problemas de caída del servicio telefónico cuando está hablando?
 - a) Ninguno
 - b) Pocas
 - c) Muchas

Sobre la incidencia de fallas

2. ¿Ha tenido problemas de desvanecimiento en la voz?

- a) Ninguno b) Pocas c) Muchas

3. ¿Ha tenido problemas de Eco?

- a) Ninguno b) Pocas c) Muchas

4. ¿Ha tenido problemas de llamadas entrecortadas?

- a) Ninguno b) Pocas c) Muchas

5. ¿Ha tenido problemas de ruido?

- a) Ninguno b) Pocas c) Muchas

SOBRE LA CONFIABILIDAD DEL SERVICIO**Sobre la seguridad**

6. ¿Ha tenido problemas de filtración de llamadas (chuponeo)?

- a) Ninguno b) Pocas c) Muchas

Sobre la disponibilidad

7. ¿Ha tenido problemas de falta del servicio telefónico?

- a) Ninguno b) Pocas c) Muchas

¡MUCHAS GRACIAS!

ANEXO B**Instrumento de recolección de datos para medir la variable Sistema de voz sobre IP**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN.

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA

CARTILLA DE REGISTRO (SOLO POST TEST)

Objetivo: Anotar los indicadores de eficiencia y calidad del Sistema de Voz sobre IP.

Facultad: _____						
Ancho de banda: _____ () Gbps () Mbps () Kbps						
Número de prueba	Duración de la llamada (mm:ss)	Paquetes enviados	Paquetes perdidos	Porcentaje (%)	Latencia (ms)	Variación del retraso (ms)
1						
2						
3						
4						
5						
Media						

ANEXO C

Formato de entrevista para investigar sobre el uso de la telefonía convencional e IP.

Objetivo: Conocer la percepción de los usuarios de telefonía tanto convencional como IP. Investigar el uso de la telefonía convencional e IP.

Consideraciones: La entrevista se realizará después de la implementación de la telefonía IP para conocer la preferencia de los usuarios.

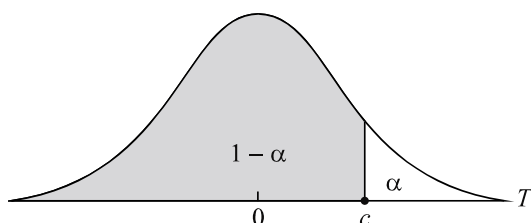
FORMATO PARA LA ENTREVISTA

1. En promedio ¿Cuántas llamadas realiza y recibe al día?
2. ¿Cuántas llamadas se realizan dentro de su facultad al día?
3. ¿Cuál de los dos teléfonos prefiere utilizar para realizar llamadas?
4. ¿Por qué prefiere usar ese teléfono?

ANEXO D

Tabla de la distribución t-Student

La tabla da áreas $1 - \alpha$ y valores $c = t_{1-\alpha, r}$, donde, $P[T \leq c] = 1 - \alpha$, y donde T tiene distribución t-Student con r grados de libertad.



1 - α

r	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797

25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576