

Alternativas para la Integración de Plataformas Propietarias Heterogéneas de VoIP y Datos en redes LAN

Luis Gonzalo Allauca Peñafiel^a, Lourdes Emperatriz Paredes Castelo^b, Danny Patricio Velasco Silva^a,

^a Universidad Nacional de Chimborazo Facultad de Ingeniería, Avda. Antonio José de Sucre, Km. 1 1/2 Vía a Guano, Riobamba, Ecuador

gallauca@unach.edu.ec, dvelasco@unach.edu.ec

^b Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Panamericana Sur Km 1 1/2, Riobamba, Ecuador
l_paredes@esPOCH.edu.ec

Resumen. La presente investigación estudió alternativas para la integración de las plataformas propietarias heterogéneas de VoIP y Datos sobre el Campus de una red LAN Universitaria con el objetivo principal de implementar un nuevo servicio académico de consulta de aranceles vía telefónica a bajo costo y de nivel aceptable; tal estudio se desarrolló en DOS MOMENTOS. En un primer momento se propuso tres alternativas de integración, en base a características técnicas y funcionales, licenciamiento, escalabilidad, disponibilidad, redundancia y fundamentalmente el costo de los componentes y dispositivos de las infraestructuras necesarios para la integración; eligiéndose la alternativa 3 que involucra en su arquitectura de solución fundamentalmente Elastix, Asterisk, AGI, Webservice y Troncales Lógicas de VoIP, alternativa que obtuvo de acuerdo al total de las ponderaciones establecidas para cada parámetro, la mejor calificación con un valor nominal de 66 puntos sobre 100, superior en 3 puntos a la alternativa 2 y en 22 puntos a la alternativa 1. Esta alternativa seleccionada no representó ningún costo para la institución universitaria donde se implementó la solución. En un segundo momento en base a parámetros como la Calidad de Voz y el Tiempo de Respuesta, y su ponderación según los estándares de la escala MOS y el MODELO E; se ejecutó la muestra calculada de 300 encuestas a estudiantes registrados en el Sistema Académico Institucional y se utilizó teléfonos IP CISCO, 3COM y Softphones que a través de herramientas software como Wireshark (sniffer), Myspeed (monitoreo), se midió y estableció que el servicio académico telefónico implementado es de nivel BUENO con un valor nominal de 4 respecto a la escala MOS, superando el valor nominal esperado de 3 correspondiente a nivel Aceptable en la misma escala.

Palabras Clave: Alternativas de Integración, Plataformas VoIP, Plataformas Datos, Asterisk, Cisco, PHP, Webservice, Protocolo SIP

1 Introducción

En las instituciones de educación superior públicas del Ecuador las tecnologías implementadas en términos de infraestructuras, sistemas, aplicativos y plataformas heterogéneas en general, han sido un problema costoso y complejo al momento de integrarlas para crear o adaptar procesos de gestión y brindar o fortalecer nuevos servicios, estas instituciones desarrollan sus procesos incluidos los académicos, sobre un ambiente tecnológico de plataformas heterogéneas, es así que la plataforma de VoIP en la institución sobre la cual se desarrolla la investigación es propietaria e híbrida(CISCO – 3COM), de la misma forma la plataforma que soporta el funcionamiento del Sistema Académico Institucional y su Sistema de Pago Online de Aranceles de matrícula es propietaria(.NET – SQLSERVER), por lo que; la integración de las mismas necesita considerar varias alternativas de bajo costo y de nivel aceptable; para lograr interconectarlas con el objetivo de implementar un nuevo servicio académico de consulta de aranceles de matrícula vía telefónica.

2 Objetivos.

2.1 Objetivo General

Estudiar alternativas para la integración de plataformas propietarias heterogéneas de VoIP y Datos en la red LAN Universitaria

2.2 Objetivos Específicos.

- Plantear alternativas de integración en términos de Centrales Secundarias Privadas, interfaces físicas, protocolos de voip y codecs de voip aplicables para la integración de las plataformas.
- Definir una arquitectura de integración de las plataformas de VoIP y Datos planteadas.
- Implementar sobre la arquitectura definida el servicio de consulta del costo de matrícula de pregrado del periodo académico vigente vía telefónica mediante el ingreso de su número de cedula

3 Alcance

Se desea integrar las plataformas heterogéneas de VoIP y Datos de la red LAN institución universitaria para permitir implementar un servicio de consulta de costos de matrícula de pregrado del Periodo Académico Vigente en la institución universitaria vía telefónica desde cualquier teléfono convencional o móvil y geográficamente desde cualquier lugar del mundo, mediante el ingreso de su número de cédula. La integración de plataformas de VoIP y Datos en la institución universitaria permitirá diversificar sus servicios académicos

Los estudiantes de pregrado que podrán utilizar el nuevo servicio de consulta de costo de matrícula, serán únicamente aquellos que tengan registrada en el periodo académico vigente una matrícula en estado “PENDIENTE” ó “PROVISIONAL” de pago en el Sistema Académico Institucional.

3.1 Visión General de la Arquitectura de integración para la implementación del servicio académico de consulta de costo de matrícula.

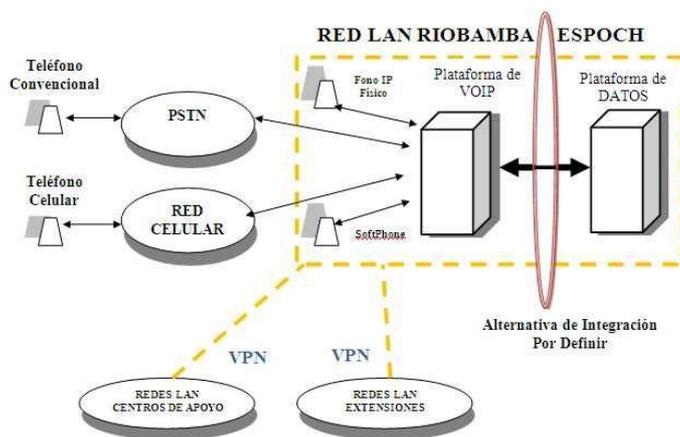


Fig. 1. Visión General de la Arquitectura de Solución de Integración de las Plataformas de VoIP y Datos.

Como podemos observar la implementación del nuevo servicio académico de consulta de aranceles de matrícula vía telefónica a través de la integración de las plataformas de VOIP y Datos; podrá ser accedido desde cualquier teléfono convencional o celular

del mundo puesto que estamos conectados directamente a la PSTN, de igual forma se podrá acceder al servicio desde cualquier teléfonos IP de la intranet de Riobamba o de las intranets de los Programas Carrera o Extensiones conectadas vía VPN; independientemente que los teléfonos sean Cisco o 3COM.

4 Materiales y Métodos

Es imprescindible aclarar antes del planteamiento de las Alternativas de Integración de las plataformas heterogéneas propietarias de Datos y VoIP que los Teléfonos IP tanto de CISCO como 3COM están funcionalmente interconectados entre sí dentro de la intranet, además tienen la posibilidad de recibir llamadas o realizar llamadas desde y hacia la PSTN respectivamente, y tienen implementado un método de redundancia a través del Gateway de VoIP en caso de algún fallo en el Cisco Unified Communications Manager (CUCM), para proporcionar redundancia y por ende disponibilidad.

4.1 Visión Investigativa.

La naturaleza de la investigación propuesta en este documento expone características que direccionan su estudio al uso de un Diseño de la Investigación Cuasi – Experimental, en dos momentos; pues en un primer momento se trabaja con Grupos Intactos como son las Alternativas de Integración Propuestas, de las cuales; se elegirá una sola para integrar las plataformas heterogéneas de voip y datos; considerando para tal efecto varios parámetros pero fundamentalmente el costo económico de la alternativa elegida. En un segundo momento se deberá demostrar la validez de la hipótesis a medida que se demuestre a través de la interoperabilidad de las plataformas la habilitación de un nuevo servicio académico de consulta de aranceles vía telefónica de nivel aceptable.

4.2 Técnicas e Instrumentos Aplicados en la Investigación

Tabla 1. Técnicas e Instrumentos de la Investigación

TECNICA	INSTRUMENTO
Encuestas	Estudiantes de Pregrado registrados en el Sistema Académico Institucional
Revisión y Análisis de Documentación	Guías y Manuales Técnicos de equipos activos de las infraestructuras de VOIP y Datos de la institución universitaria y Presupuesto Institucional asignado.
Pruebas	Webservice del Sistema Académico Institucional, Webservice Sistema de Pagos Online, Infraestructura de VOIP de la red LAN de la institución universitaria, Infraestructura de Datos, Servidor de Pruebas Virtualizado en los BLADES con Linux
Configuración e Implantación.	Sistema de Consulta de Aranceles de Matricula.
Mediciones y Monitoreo	Snnifers (Wireshark),Software Especializado para medir retardo y tiempo de Respuesta (Myspeed),Escala MOS, Modelo E

El grado de medición del dominio específico de las variables definidas para validar la investigación, define la validez de los instrumentos utilizados en la misma. Para tal efecto nos basamos en estándares de la ITU-T como la metodología de evaluación subjetiva MOS (Mean Opinion Score) estandarizada en la recomendación ITU-T P.800 y el Modelo “E” como método objetivo recomendado en ITU-T G.107. Las herramientas software de medición y monitoreo tienen una cuota de mercado amplia y confiable. Los manuales y guías técnicas de los equipos son tomados de publicaciones de los propios fabricantes, el presupuesto asignado para el Departamento de Tecnologías consta como oficio recibido del Departamento Financiero Institucional. Los estudiantes encuestados están registrados en el Sistema Académico Institucional. Los Webservice tanto del Sistema de Pagos en Línea como del Sistema Académico a utilizarse están en producción y sirven al momento de la investigación para poder integrar con otras aplicaciones funcionales de la institución.

4.4 Planteamiento de la Hipótesis.

La alternativa propuesta para la integración de plataformas heterogéneas de VoIP y Datos de la institución universitaria permitirá a bajo costo habilitar un nuevo servicio académico telefónico institucional de nivel aceptable.

4.4.1 Determinación de las variables.

Variable Independiente.-Alternativa propuesta de integración de plataformas heterogéneas de VoIP y Datos a bajo costo.

Variable Dependiente.- Nuevo servicio académico telefónico institucional de nivel aceptable habilitado.

4.5 Operalización Metodológica de Variables.

Tabla 2. Operalización Metodológica de Variables para la demostración de la hipótesis.

HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<i>La alternativa propuesta para la integración de plataformas heterogéneas de VoIP y Datos de la institución universitaria permitirá a bajo costo habilitar un nuevo servicio académico telefónico institucional de nivel aceptable.</i>	V. Independiente.- Alternativa propuesta de bajo costo para la integración de plataformas heterogéneas de VoIP y Datos de la institución universitaria.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Características Técnicas Funcionales. y ○ Licenciamiento ○ Escalabilidad. ○ Disponibilidad ○ Redundancia. ○ Costo.
	V. Dependiente.- Nuevo servicio académico telefónico Habilitado de nivel aceptable.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tiempo de Respuesta. ○ Calidad de la Voz

4.7 Población y Muestra.

4.7.1 Población y Muestra en el Primer Momento de la Investigación.

En un primer momento, donde intervienen las alternativas de integración, realizamos previamente un estudio general de las características técnicas y funcionales de las plataformas, definiendo de esta manera las alternativas en base a; las opciones que permitan la INTEGRACIÓN DEL CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER CUCM (versión 6.0) AL SISTEMA DE PAGOS INTEGRADO AL

SISTEMA ACADÉMICO INSTITUCIONAL, como resultado de este estudio previo;

planteamos tres alternativas propuestas:

- Integración de forma directa con interfaces lógicas a la base de datos del sistema de pagos online.
- Integración de forma indirecta instalando la PBX Asterisk conectada al Gateway de VoIP mediante una troncal física, y directamente a la base de datos del sistema de pagos vía AGI.
- Integración de forma indirecta instalando Elastix conectado mediante dos troncales lógicas al CUCM y a la PBX Asterisk, que a su vez se conectará indirectamente con Webservice al Sistema de Pagos vía AGI.

4.7.2 Población y Muestra en el Segundo Momento de la Investigación.

En un segundo momento de la presente investigación, se deberá medir los efectos que la variable independiente produce sobre la variable dependiente. Los parámetros tiempo de respuesta y calidad de voz de la variable dependiente “habilitar un nuevo servicio académico telefónico de nivel aceptable”, serán cruciales para evidenciar la interoperabilidad de las plataformas integradas. Para la realización de las encuestas de nivel de satisfacción del usuario, la población es de 17000 estudiantes de pregrado registrados en el Sistema Académico Institucional. El cálculo de la muestra sobre la cual se aplicará las encuestas obtenida a través de la siguiente fórmula es de 300 estudiantes.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2} \quad (1)$$

De donde: n = Tamaño de la muestra, Tamaño de la Población $N = 17000$, Desviación Estándar $\sigma = 0.5$, Límite Aceptable de error muestral $e = 0.05$, Nivel de Confianza $Z = 1.65$ (equivalente al 90% de confianza), obtenido un valor de n de 300 estudiantes.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 ALTERNATIVAS DE INTEGRACIÓN DE LAS PLATAFORMAS DE VOIP Y DATOS.

Las alternativas de integración deberán considerar para la implementación del nuevo servicio telefónico académico de consulta de aranceles de matrícula el proceso siguiente:

- a) Un estudiante realiza una llamada desde cualquier teléfono y desde cualquier parte del mundo (incluido los teléfonos IP de la intranet de la institución universitaria) y marca un número asignado para el efecto.

- b) El sistema implementado emite automáticamente un grabación de voz, solicitando que ingrese como parámetro de consulta su número de cédula.
- c) El estudiante ingresa su número de cédula.
- d) El sistema devuelve un audio correspondiente al valor a cancelar¹ por concepto de arancel de matrícula
- e) El sistema termina la llamada automáticamente.

5.1.1 ALTERNATIVA 1. INTEGRACIÓN DEL CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER (versión 6.0) A LA BASE DE DATOS DEL SISTEMA DE PAGOS INTEGRADO AL SISTEMA ACADÉMICO INSTITUCIONAL, INTEGRACIÓN DE FORMA DIRECTA CON INTERFACES LÓGICAS.

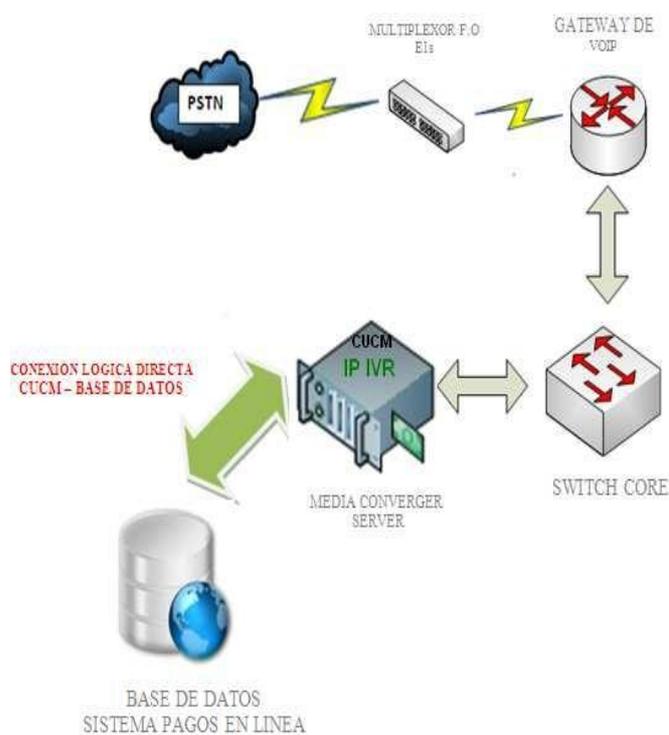


Fig 2. Arquitectura de Solución de Integración Propuesta - Alternativa 1

¹ Devuelve el valor a cancelar, siempre y cuando tenga una matrícula registrada en el Sistema Académico Institucional en estado Pendiente o Provisional.

5.1.2 ALTERNATIVA 2. INTEGRACIÓN DEL CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER (versión 6.0) AL SISTEMA DE PAGOS INTEGRADO AL SISTEMA ACADÉMICO INSTITUCIONAL, INTEGRACIÓN DE FORMA INDIRECTA INSTALANDO LA PBX ASTERISK CONECTADA AL GATEWAY DE VOIP MEDIANTE UNA TRONCAL FÍSICA Y DIRECTAMENTE A LA BASE DE DATOS DEL SISTEMA DE PAGOS VÍA AGI.

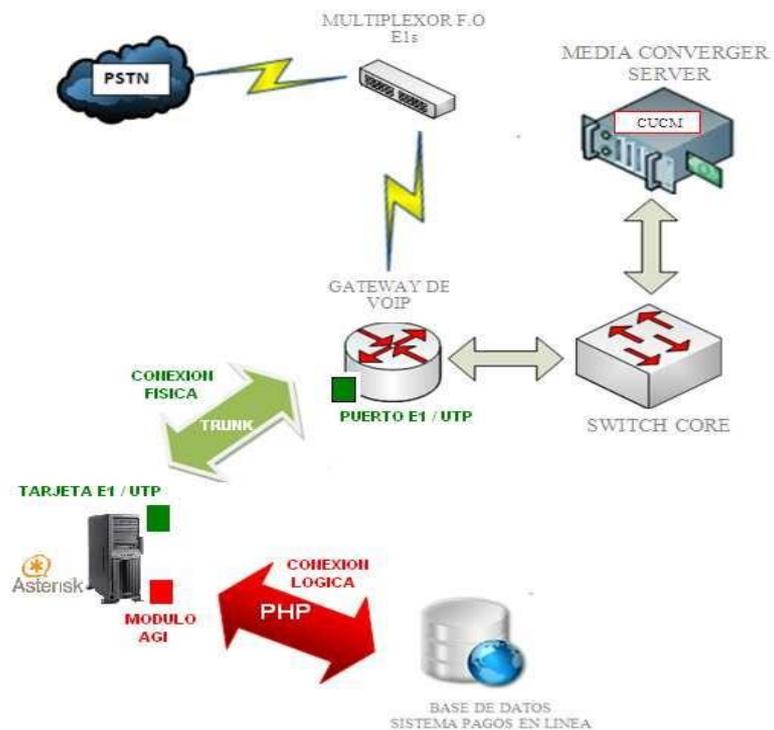


Fig 3. Arquitectura de Solución de Integración Propuesta - Alternativa 2

5.1.3 ALTERNATIVA 3. INTEGRACIÓN DEL CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS MANAGER (versión 6.0) AL SISTEMA DE PAGOS INTEGRADO AL SISTEMA ACADÉMICO INSTITUCIONAL, INTEGRACIÓN DE FORMA INDIRECTA INSTALANDO ELASTIX CONECTADO MEDIANTE DOS TRONCALES LÓGICAS AL CUCM Y A LA PBX ASTERISK, QUE A SU VEZ SE CONECTARÁ INDIRECTAMENTE CON WEBSERVICE AL SISTEMA DE PAGOS VÍA AGI.

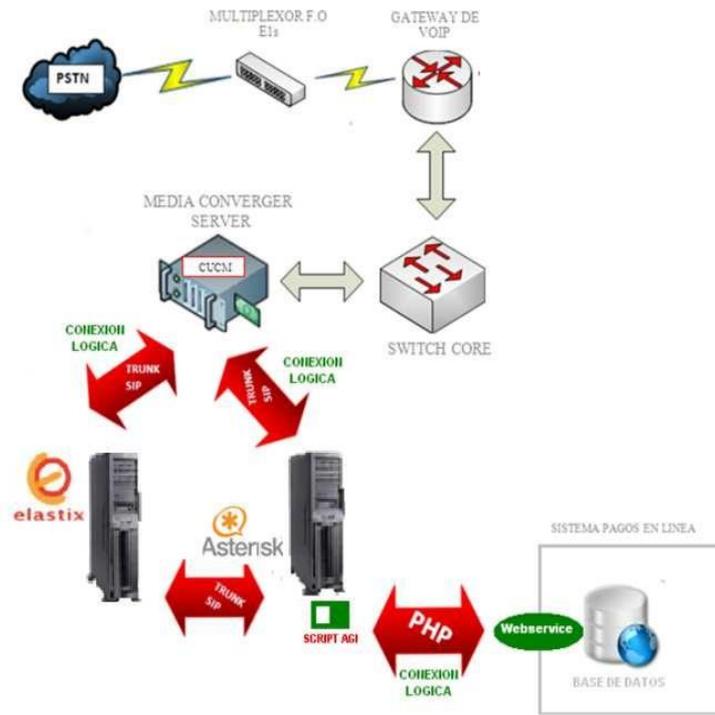


Fig 4. Arquitectura de Solución de Integración Propuesta - Alternativa 3

5.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE INTEGRACIÓN

El análisis de alternativas de integración en esta investigación será descrito en dos momentos, en un primer momento se describe la Selección de la Alternativa de Integración de MENOR COSTO considerando los parámetros de evaluación Disponibilidad, Redundancia, Escalamiento Vertical, Escalamiento Horizontal, Licenciamiento y por supuesto como parámetro transversal a estos parámetros el Costo de la Solución de la Alternativa de Integración. Los criterios de evaluación por parámetro y sus escalas de medición estarán definidas entre 1 – 5 en base a la descripción de la arquitectura de cada alternativa de solución descrita en el literal 5.1. Al final la alternativa con un mayor puntaje se perfilará a ser seleccionada hasta complementarse posteriormente con el valor del inventario de recursos de cada alternativa de solución.

5.2.1 PRIMER MOMENTO – SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA.

Tabla 3. Parámetros para Selección de la Alternativa.

PARÁMETRO	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Licenciamiento	SI	NO	NO
Disponibilidad	SI	SI	SI
Redundancia	SI	SI	SI
Escalabilidad Horizontal	SI	SI	SI
Escalabilidad Vertical	SI	SI	SI

Para la Disponibilidad, los criterios y sus escalas de valoración están definidos en base al estándar TIA-94[1] referente a DATACENTER, guía de dispositivos BLADE HP[2] y la disponibilidad de CUCM[3] integrada con el Gateway de VoIP. Una mejor disponibilidad tendrá un valor mayor entre la escala definida entre 1- 5. Los criterios y escalas de valoración descritas entre paréntesis, se basan si la solución de alternativa *están instalados sobre* DATACENTER, BLADES Y CUCM (5), DATACENTER, BLADES (4), DATACENTER, FUERA DE BLADES (3), FUERA DEL DATACENTER(1). Para la redundancia, una mejor redundancia tendrá un valor mayor en la escala definida entre 1- 5. Los criterios y escalas de valoración descritas entre paréntesis, se basan si la redundancia se implementa: Sobre la CUCM[4](5), Sobre el Gateway de VoIP[5](4), Sobre nuevas PBX integradas (3), Sistemas Integrados de Datos(3), Fluido Eléctrico(5). Para la Escalabilidad Vertical, un menor costo sobre la escalabilidad vertical tendrá un valor mayor entre la escala definida entre 1- 5.

Tabla 4. Criterios y Escalas de Valoración – Escalabilidad Vertical.

CRITERIO	VALORACIÓN	
	SI	NO
Incorporación de Nueva CUCM	2	5
Incorporación Nueva PBX Asterisk	5	0
Enlaces Trunk Físicos	1	4
Enlaces Trunk Lógicos	4	1

Para la Escalabilidad Horizontal, un menor costo sobre la escalabilidad horizontal tendrá un valor mayor entre la escala definida entre 1- 5.

Tabla 5. Criterios y Escalas de Valoración – Escalabilidad Horizontal

CRITERIO	VALORACIÓN	
	SI	NO
Soporte para Softphones Libres	5	0
Soporte para Softphones Propietarios	3	1
Soporte para teléfonos IP de varias marcas	3	2

Tabla 6. Criterios y Escalas de Valoración – Licenciamiento

CRITERIO	VALORACIÓN	
	SI	NO
Actualización de Versiones	2	5
Software Adicional	2	5
Extensiones	1	5
PBX Libres	1	5
	No aplica, toma el valor positivo del criterio respectivo	

5.2.11 Resumen de la valoración de parámetros de selección de las Alternativas de Integración Propuestas.

Tabla 7. Resultados Generales Nominales de Selección de Alternativas de Integración.

PARÁMETRO	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Disponibilidad	5	4	4
Redundancia	19	13	13
Escalabilidad Vertical	7	15	18
Escalabilidad Horizontal	3	11	11
Licenciamiento	10	20	20
TOTAL VALORACIÓN NOMINAL	44	63	66

5.2.1.2 Inventario de inversiones para la implementación de las alternativas propuestas.

Las inversiones consideradas en esta parte del análisis, son únicamente; las efectuadas para la implementación de la arquitectura de solución de cada una de las tres alternativas de integración propuestas. No se considera en el detalle de gastos la reutilización de recursos tecnológicos disponibles en la infraestructura del DATACENTER institucional. Se realizará el cálculo de costos para habilitar en cada alternativa de integración de UNA EXTENSIÓN DE ATENCIÓN, y además se proyectará a 10 EXTENSIONES DE ATENCIÓN que a futuro pueden ser necesarios por el incremento de la demanda del servicio académico telefónico de consulta de aranceles de matrícula.

Tabla 8. Comparación de Costos de Alternativas de Integración.

	Alternativa 1 (USD)	Alternativa 2 (USD)	Alternativa 3 (USD)
UNA EXTENSIÓN	\$ 3120	\$ 200	\$ 0
DIEZ EXTENSIONES	\$ 4200	\$ 200	\$ 0

La alternativa seleccionada para la integración de las plataformas de VoIP y datos con un COSTO CERO de implementación y un total nominal mayor (66 puntos) entre las tres alternativas, que luego del análisis respectivo; definió los criterios y sus pesos de valoración respectivo tomando en cuenta al costo como un parámetro transversal al resto de parámetros de valoración es la ALTERNATIVA 3, y es sobre la arquitectura de esta alternativa que se realizará la *comprobación de la variable dependiente* en un Segundo Momento de esta investigación.

5.2.2 SEGUNDO MOMENTO – NIVEL DE SERVICIO ACADÉMICO TELEFÓNICO HABILITADO.

Para poder demostrar la hipótesis debemos objetivizar el estudio y la medición del Nivel Aceptable del Servicio de manera cualitativa y cuantitativa, es así que asociaremos fundamentalmente este nivel enunciando en la hipótesis a dos estándares o escalas referenciales estandarizadas por la ITU-T que hacen referencia a la medición de la calidad de voz en una llamada telefónica como son la ESCALA MOS y EL MODELO E a través de las recomendaciones ITU-T P.800 y ITU-T G.107

respectivamente. Complementario al uso de estos dos estándares mediremos el parámetro de *tiempo de respuesta* de la llamada utilizando para la medición subjetiva encuestas y para la medición objetiva el Snnifer Wireshark, estableciendo las mismas escalas de valoración de los estándares anteriores. De esta manera podemos plantear la estrategia o fórmula de medición como el Promedio de la suma de los valores medidos sobre la satisfacción en términos de: tiempo de respuesta y calidad de la

5.2.2.1 RESULTADOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

INDICADOR 1: CALIDAD DE VOZ MEDIDA CON ESCALA MOS

Es un método formal y estandarizado por la ITU-P800 pero subjetivo sobre la calidad de voz en una llamada telefónica, las opciones de percepción y sus valores asignados a los mismos son los siguientes:

Tabla 9. Calificaciones Escala MOS – Modelo E

CALIFICACIÓN MOS	CALIDAD	ESFUERZO
5	Excelente	No hace Falta Esfuerzo alguno
4	Buena	Es necesario prestar atención pero no es necesario un esfuerzo apreciable
3	Aceptable	Esfuerzo Moderado
2	Pobre	Gran Esfuerzo
1	Mala	NO es posible entender la conversación.

Tabla 10. Orígenes y Número de Llamadas - Encuestas.

ORIGEN DE LLAMADA	Número de Llamadas
Convencionales	60
Celular	20
Teléfono IP Cisco	60
Teléfono IP 3com	60
Softphones	100

5.3 Resultados Generales sobre CALIDAD DE VOZ – ESCALA MOS.

Tabla 11. Resultados Generales Calidad de Voz- Encuestas

ORIGEN DE LLAMADA	VALORACIÓN CUALITATIVA*	VALORACIÓN CUANTITATIVA MOS RESPECTO AL MODELO E
Convencionales	Bueno	4.02
Celular	Bueno	4.20
Teléfono IP Cisco	Excelente	4.80
Teléfono IP 3com	Excelente	4.85
Softphones	Excelente	4.90
PROMEDIO GENERAL*		4.55

* La valoración cualitativa se la considera en función al inmediato superior o inferior del valor cuantitativo asociado [6]

○ INDICADOR 1 : CALIDAD DE LA VOZ MEDIDO CON MODELO E

El modelo E fue medido durante 20 días, utilizando el software Myspeed; el mismo que realiza un cálculo automático considerando parámetros como pérdida de paquetes, jitter y retardo producido en la red al momento de realizar una llamada telefónica y nos da como resultado un valor entre 1 y 5 que se asocia con la ESCALA MOS.

Tabla 12. Resultados Generales MODELO E - Myspeed.

DÍAS DEL PERÍODO DE MATRICULACION	VALOR MODELO E (ASOCIADO CON MOS)
1	4.1
2	4.2
3	4.1
4	4.1
5	4.1
6	4.3
7	4.5
8	4.5
9	4.5
10	4.5
11	4.1
12	4.1
13	4.1
14	4.4
15	4.5

16	4.5
17	4.1
18	4.1
19	4.1
20	4.1
PROMEDIO GENERAL	4.25

○ **INDICADOR 2: TIEMPO DE RESPUESTA.**

El tiempo de respuesta ha sido medido aplicando encuestas y utilizando el Sniffer Wireshark. La encuesta respectiva fue realizada conjuntamente con la encuesta de calidad de voz (ESCALA MOS) y fue dirigida a la misma muestra calculada de estudiantes.

Tabla 13. Resultados Generales Tiempos de Respuesta Medido con Encuestas.

ORIGEN DE LLAMADA	VALORACIÓN CUALITATIVA	VALORACIÓN CUANTITATIVA MOS RESPECTO AL MODELO E
Convencionales	Aceptable	3.00
Celular	Aceptable	3.05
Teléfono IP Cisco	Excelente	4.88
Teléfono IP 3com	Excelente	4.95
Softphones	Excelente	4.96
PROMEDIO GENERAL		4.17

Tabla 14. Criterios y Calificaciones de Tiempos de Respuesta Medidos con Sniffer.

CALIFICACIÓN	CRITERIO	TIEMPO DE RESPUESTA
5	Excelente	<=1ms
4	Bueno	<=2MS
3	Aceptable	<=5ms
2	Malo	<=10ms
1	Pésimo	>10ms

Tabla 15. Resultados Generales Tiempo de Respuesta Medidos con Wireshark.

DÍAS DEL PERÍODO DE MATRICULACIÓN	VALOR TIEMPO DE RESPUESTA	CALIFICACIÓN
1	2ms	4

2	1ms	5
3	2ms	4
4	2ms	4
5	2ms	4
6	2ms	4
7	2ms	4
8	2ms	4
9	2ms	4
10	2ms	4
11	1ms	5
12	1ms	5
13	1ms	5
14	2ms	4
15	2ms	4
16	2ms	4
17	2ms	4
18	2ms	4
19	2ms	4
20	2ms	4
PROMEDIO GENERAL		4.2

6. DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE: *ALTERNATIVA PROPUESTA DE BAJO COSTO PARA LA INTEGRACIÓN DE PLATAFORMAS HETEROGÉNEAS DE VOIP Y DATOS*

Los rangos y los porcentajes de inversión en la investigación fueron establecidos conjuntamente entre el Director del Departamento de Tecnologías y el investigador, de acuerdo a las prioridades del Plan Operativo Anual y al Presupuesto asignado para el Departamento de Tecnologías que fue de veinte mil dólares.

De acuerdo al presupuesto asignado al Departamento de Tecnologías y Tabla 8 las alternativas de integración 2 y 3, son de **BAJO COSTO**, pero se eligió la **alternativa 3** basados en la ventaja nominal mostrada en la Tabla 7 referente al resumen general de valoración de parámetros de selección de las Alternativas de Integración Propuestas”, pues la alternativa 3 obtuvo un valor total nominal de 66 puntos, superior a los 63 puntos de la alternativa 2 y 44 puntos de la alternativa 1. Se evidencia de esta forma que para la alternativa de solución de integración número 3, no se invirtió ningún valor; ni para adquirir nuevo hardware ni software, pues la integración de las plataformas se la realizó con software libre y con el mismo hardware existente previo el inicio de la investigación.

6.2 VARIABLE DEPENDIENTE: *NUEVO SERVICIO ACADÉMICO TELEFÓNICO HABILITADO DE NIVEL ACEPTABLE.*

Los resultados finales obtenidos para la variable dependiente, analizando los criterios respecto a CALIDAD DE VOZ y TIEMPO DE RESPUESTA de las llamadas están dentro de los valores de la escala MOS válidos para aceptar la hipótesis y se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 15. Resultados Finales de Calidad de Voz y Tiempo de Llamada.

	ENCUESTAS	MEDICIONES TÉCNICAS	PROMEDIO TOTAL
CALIDAD DE VOZ	4.55	4.25	4.4
TIEMPO DE RESPUESTA	4.17	4.2	4.19

Obtenidos los valores promedios finales tanto de CALIDAD DE VOZ (4.4) y de TIEMPO DE LLAMADA (4.19) procedemos a aplicar la fórmula de Nivel de Satisfacción de Usuario planteada en la investigación que nos permita para calcular y obtener el valor nominal final del nivel de satisfacción del usuario, resultado de la presente investigación respecto al nuevo servicio de consulta de aranceles de matrícula vía telefónica. Nivel de Satisfacción de los Usuarios = $\text{Tiempo de Respuesta} + \text{Calidad de Voz} / 2$, obteniendo el valor de 4,3 que equivale en la escala MOS referencial de ponderación utilizada en la presente investigación a un NIVEL BUENO superior a ACEPTABLE, por lo que se acepta la hipótesis como válida.

7 CONCLUSIONES.

Los resultados del servicio de consulta de aranceles de matrícula medida a través de encuestas (ESCALA MOS) cuando se utilizaron tanto teléfonos celulares como teléfonos convencionales externos a la red de VoIP institucional obtuvieron del total de encuestados entre el 70% y 75% con una calificación de BUENA respecto a la CALIDAD DE VOZ y entre 65% y 90% del total de encuestados opinaron que el tiempo de respuesta es ACEPTABLE. Los resultados de la calidad de voz del servicio de consulta de aranceles de matrícula medida a través de encuestas (MOS) fueron catalogados entre el 81% y 93% de los encuestados como un nivel EXCELENTE cuando se utilizaron teléfonos IP físicos y softphones conectados a la infraestructura de VoIP interna de la institución, mientras que el Tiempo de Respuesta fue catalogado como EXCELENTE por un porcentaje de entre 88% y 96% del total de encuestados

en teléfonos IP físicos y softphones. La valoración general obtenida a través de encuestas respecto a la Calidad de Voz y Tiempo de Respuesta del servicio es considerada por más del 65% de los encuestados entre ACEPTABLE y EXCELENTE. Mientras que en las pruebas técnicas se obtuvieron valores superiores al 55% que indican una valoración de BUENA tanto a la calidad de voz como al tiempo de respuesta del servicio implementado.

Agradecimientos

A las autoridades de la Universidad Nacional de Chimborazo por hacer posible la participación en el TICAL 2015 con la ponencia del presente artículo.

Citas

[1] Revisar la Guía de BLADES HP en la página número 11 de la URL:

<http://admin.itcm.es/Archivos/itcm/HP/4AA0-7504SPL%20Lowres.pdf>

[2] Características técnicas del CUCM 6.0 revisadas en la URL :

<http://www.cisco.com/en/US/products/ps7240/index.html>

[3] Características técnicas del CUCM 6.0 revisadas en la URL :

<http://www.cisco.com/en/US/products/ps7240/index.html>

[4] Valoración definida en base a características técnicas del Anexo 1, Router Gateway CISCO 7604

[5] Características técnicas del CUCM 6.0 revisadas en la URL :

<http://www.cisco.com/en/US/products/ps7240/index.html>

[6] Valoración definida en base a características técnicas del Anexo 1, Router Gateway CISCO 7604

Referencias

1. James VAN MEGELLEN , JARED SMITH AND LEIF MADSEN; Asterisk: THE FUTURE OF TELEPHONY, Primera Edición, Estados Unidos de Norte América USA: Editorial O'reilly, 2005, 350p – 113, 117, 158-25.
2. JOSÉ MANUEL HUIDOBRO, DAVID ROLDÁN MARTÍNEZ; Tecnología VoIP y Telefonía IP, Primera Edición, en Español, Inglaterra: Editorial Alfaomega – Creaciones, 2006, 314 p – 140-148, 201, 202, 284-300.
3. Foster, OLIVIER HEURTEL, Php 5.3: Desarrollar Un Sitio Web Dinámico E Interactivo, Segunda Edición, ENI, 2011, 495 p – 128, 129, 140, 301-325
4. Cisco. Guía Técnica de CUCM VERSION 6.0. [en línea]. Consultado 03/06/2013
http://www.cisco.com/en/US/docs/voice_ip_comm/cucm/admin/6_0_1/ccmsys/accm.pdf

5. Gil Cabezas Jesús. Protocolo de transporte en Tiempo Real – RTP.
<http://www.uco.es/~i62gicaj/RTP.pdf>
6. Edgar Landivar, Volumen 1. Comunicaciones Unificadas con Elastix.
http://www.razametal.org/asterisk/elastix/ElastixBook-Comunicaciones_Unificadas_con_Elastix_Vol1_v0.8.pdf
7. IRONTEC. Curso Asterisk AGI Y PHP – Módulo 2
http://documentacion.irontec.com/Curso_EGhost_Universidad_Deusto_Julio_2007/CursoAsterisk-AGI.pdf
8. MSDN. Guía de interoperabilidad de los protocolos de servicios web.
<http://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms734776.aspx>
9. Lourdes Tajés Martíne. WSDL Construcción de servicios web.
<http://www.di.uniovi.es/~falvarez/WSDL.pdf>
- 10 Wireshark. Videos y presentaciones. <http://www.wireshark.org/docs/>