



FACULTAD DE POSGRADOS

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA ADOPCIÓN DE UN SERVICIO EN LA NUBE PARA LAS
LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - SEDE
QUITO - CAMPUS SUR

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Magíster en Gerencia de Sistemas y Tecnologías
de Información

Profesor Guía

PhD. Hugo Arcesio Banda Gamboa

Autor

Jaime José Gallardo Zavala

Año

2016

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Hugo Arcesio Banda Gamboa
PhD en Ciencias de la Computación
CI: 1702779503

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL MAESTRANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes

Ing. Jaime José Gallardo Zavala
CI: 170853716-0

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme brindado la oportunidad de vivir.

A mis padres quienes han sido mi guía y apoyo en todas las fases y logros alcanzados en mi vida personal y profesional.

A mi familia Fresia, Andreita y Erick por haber compartido conmigo muchos años de mi vida y quienes han sabido comprender el esfuerzo y horas destinadas a la consecución de este trabajo.

A mi tutor quien ha sabido guiarme en forma adecuada durante el desarrollo del presente trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres, a mi familia Fresia, Andreita y Erick, a mi hermana y su familia y a todos los amigos que supieron darme ánimos y fuerzas para culminar el presente trabajo. En especial a mi hermano Diego quien me brinda su presencia desde lo alto.

A la universidad y los profesores quienes compartieron su conocimiento durante mi periodo como maestrante.

A todos las personas que consideren este trabajo como una guía en sus actividades estudiantiles o profesionales.

RESUMEN

El presente estudio toma como puntos de partida la evaluación de las universidades realizada en el Ecuador en el año 2013 y la necesidad del mejoramiento de la calidad de la educación; desde el punto de vista tecnológico se requiere el apoyo de nuevas tecnologías que permitan el desarrollo de las actividades educativas en la Universidad Politécnica Salesiana.

En base esta necesidad se plantea el estudio de factibilidad para la adopción de un servicio de computación en la nube como una alternativa que apoye al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la universidad y a la mejora tecnológica.

Se identifican los servicios de TI a ser migrados a la nube y se utiliza un marco de referencia para definir el modelo de servicio y el modelo de despliegue de computación en la nube.

En la evaluación técnica se analizan los requerimientos técnicos actuales y futuros para un periodo de 3 años y se evalúan los proveedores de computación en la nube nacionales e internacionales para conocer cuáles pueden cumplir los requerimientos de la universidad.

La evaluación económica permite obtener los costos totales de la solución en la nube y comparar entre proveedores.

La evaluación de riesgos ayuda a identificar las amenazas a las estaría expuesta la universidad en el caso de adoptar el servicio en la nube y qué medidas de seguridad deberían aplicarse.

De acuerdo con la evaluación de factibilidad se selecciona el proveedor de computación en la nube y al final se identifican los beneficios y desventajas frente a una solución en sitio.

ABSTRACT

The present study takes like starting points the evaluation of Ecuadorian universities done in 2013 and the necessity to improve the quality of education; from the technological point of view it is required the support of new technologies to develop the educative activities in the Politecnica Salesiana University.

Based on this, the feasibility study for adopting a cloud computing service is considered as an alternative that helps to the fulfillment of the strategic objectives and technological improvement of the university.

The IT services to be migrated to the cloud are identified and a reference frame is used to select the service model and service deployment of cloud computing.

The technical evaluation analyzes the current and future requirements for a period of 3 years and evaluates the local and international cloud providers to know which are able to fulfill the requirements of the university.

The economic evaluation allows to obtain the total costs of cloud solution and to make the comparison among providers.

The evaluation of risks, allows to identify the threats of adopting cloud computing in the university and to know the security measures to be taken.

According to the feasibility evaluation, the provider of cloud computing is selected and then the benefits and disadvantages are identified against a solution on site.

ÍNDICE

Introducción.....	1
1. Capítulo I. Descripción y objetivos de la investigación ...	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Objetivos de la investigación.....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación de la investigación	5
1.4 Metodología de la investigación.....	5
1.5 Limitaciones y alcance de la investigación.....	5
2. Capítulo II. Dominio del Problema.....	7
2.1 Entorno de la Universidad Politécnica Salesiana	7
2.2 Plan estratégico de la UPS 2014	10
2.3 Resultados de la evaluación institucional de la UPS por el CEAACES	12
2.3.1 Análisis de la tecnología de apoyo al objetivo estratégico relacionado con tecnología	16
2.4 Análisis de la arquitectura actual de TI en las líneas estratégicas de la UPS - Sede Quito - Campus Sur.....	17
2.4.1 Equipos de centro de datos	19
2.4.2 Software Base.....	21
2.4.3 Redes y Telecomunicaciones	28
2.5 Diagrama de red actual de la UPS - Campus sur.....	30
3. Capítulo III. Dominio de la Solución	32
3.1 Marcos de referencia de Computación en la Nube	32
3.1.1 Selección del marco de referencia de Computación en la Nube	35
3.1.2 Marco de Referencia NIST.....	36
3.2 Servicios en la nube.....	43

3.3	Identificación de soluciones de servicios en la nube	44
3.3.1	Selección de servicios de TI a ser migrados.....	44
3.3.1.1	Principios de adopción y uso de servicios en la nube	45
3.3.1.2	Evaluación de los servicios de TI a ser migrados	48
3.3.2	Selección del modelo de servicio en la nube	69
3.3.3	Selección del modelo de despliegue en la nube	70
3.4	Diseño lógico de la solución.....	71
3.5	Diseño físico de la solución.....	72
3.6	Propuesta de la solución.....	73
4.	Capítulo IV. Evaluación de factibilidad	74
4.1	Requerimientos tecnológicos actuales.....	74
4.2	Requerimientos tecnológicos futuros	78
4.3	Evaluación de la factibilidad de la solución	82
4.3.1	Evaluación técnica	82
4.3.1.1	Selección del proveedor de servicios en la nube	83
4.3.1.2	Comparación de resultados de evaluación técnica.....	93
4.3.1.3	Ancho de banda de Internet para servicio en la nube.....	95
4.3.2	Evaluación económica	96
4.3.3	Evaluación de Riesgos	99
4.3.4	Resumen de la evaluación de factibilidad	110
4.4	Evaluación de beneficios	110
4.4.1	Beneficios económicos.....	110
4.4.1.1	Análisis económico de la solución en sitio	111
4.4.1.2	Costo total de Propiedad (TCO).....	113
4.4.1.3	Consideraciones para el cálculo de TCO.....	114
4.4.1.4	TCO de solución en sitio	118
4.4.1.5	TCO de solución IaaS Híbrida	119
4.4.1.6	Comparación de TCO de las 2 soluciones.....	120
4.4.2	Beneficios técnicos	122
4.4.3	Beneficios operativos	125
4.4.4	Beneficios intangibles	125

4.4.5 Desventajas	126
5. Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones	127
5.1 Conclusiones	127
5.2 Recomendaciones	128
REFERENCIAS	130
ANEXOS	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterio de Infraestructura: subcriterios e indicadores	3
Tabla 2. Sedes y campus de la UPS	7
Tabla 3. Carreras de pregrado - Sede Quito	9
Tabla 4. Carreras de pregrado - UPS – Sede Quito - Campus Sur	9
Tabla 5. Áreas de la UPS – Sede Quito – Campus Sur	10
Tabla 6. Objetivos estratégicos de la UPS.	12
Tabla 7. Puntuación de Criterios de Evaluación de la UPS.....	13
Tabla 8. Objetivo estratégico relacionado con infraestructura y TIC	15
Tabla 9. Comparación de tecnologías emergentes	17
Tabla 10. Servidores Campus Sur – Rack B.....	20
Tabla 11. Servidores Campus Sur – Rack C.....	20
Tabla 12. Servidor Campus Sur – Rack D.....	21
Tabla 13. Cantidad de computadoras – Campus Sur.....	21
Tabla 14. Software base de servidores – Rack B.....	23
Tabla 15. Software base de servidores – Rack C (parte 1).....	24
Tabla 16. Software base de Servidores – Rack C (parte 2)	25
Tabla 17. Software base de servidores – Rack C (parte 3).....	26
Tabla 18. Software base de servidores – Rack D	27
Tabla 19. Equipos de red y telecomunicaciones – Rack A.....	29
Tabla 20. Ancho de banda de Internet – Campus Sur – 2012-2016	29
Tabla 21. Características esenciales de computación en la nube.....	37
Tabla 22. Escala de importancia relativa.....	49
Tabla 23. Matriz de comparación por pares para criterios.....	51
Tabla 24. Matriz de comparación por pares normalizada para criterios	53
Tabla 25. Matriz de comparación de alternativas bajo el criterio de Habilitación.....	55
Tabla 26. Matriz de comparación de alternativas bajo el criterio de Costo- Beneficio.....	56
Tabla 27. Matriz de comparación de alternativas bajo el criterio de Riesgo.....	57
Tabla 28. Matriz de comparación de alternativas bajo el criterio de Capacidad	58

Tabla 29. Matriz de comparación de alternativas bajo el criterio de Responsabilidad	59
Tabla 30. Matriz de comparación de alternativas bajo el criterio de Confianza (seguridad)	60
Tabla 31. Matriz de comparación normalizada de alternativas bajo el criterio de Habilitación (estrategia)	61
Tabla 32. Matriz de comparación de alternativas normalizada bajo el criterio de Costo-Beneficio	61
Tabla 33. Matriz de comparación de alternativas normalizada bajo el criterio de Riesgo	62
Tabla 34. Matriz de comparación de alternativas normalizada bajo el criterio de Capacidad	62
Tabla 35. Matriz de comparación de alternativas normalizada bajo el criterio de Responsabilidad	63
Tabla 36. Matriz de comparación de alternativas normalizada bajo el criterio de Confianza	63
Tabla 37. Distribución de vectores prioridad de criterios y alternativas	64
Tabla 38. Distribución de vectores para cálculo de vector prioridad global	65
Tabla 39. Matriz de Prioridades y vector de prioridad global	66
Tabla 40. Prioridad de las alternativas o servicios de TI	67
Tabla 41. Servidores a ser migrados a la nube	69
Tabla 42. Selección del modelo de servicio de nube	70
Tabla 43. Selección del modelo de despliegue en la nube	71
Tabla 44. Nomenclatura de servidores a ser migrados	74
Tabla 45. Capacidad total de discos duros y memorias RAM	74
Tabla 46. Cantidad de CPUs y cups de los servidores	75
Tabla 47. Ocupación actual de discos duros, memorias RAM y CPUs	75
Tabla 48. Máquinas virtuales de los servidores	76
Tabla 49. Ocupación actual de disco duro por máquina virtual	77
Tabla 50. Ocupación actual de memoria RAM por máquina virtual	77
Tabla 51. Ocupación de procesador por máquina virtual	78
Tabla 52. Proyección de ocupación de disco duro por máquina virtual	81

Tabla 53. Proyección de ocupación de memoria RAM por máquina virtual	81
Tabla 54. Proyección de ocupación de procesadores por máquina virtual	82
Tabla 55. Comparación de características de proveedores de IaaS	85
Tabla 56. Evaluación de proveedores de IaaS	86
Tabla 57. Recursos de la UPS con sistema operativo Windows	88
Tabla 58. Recursos de la UPS con sistema operativo Linux	88
Tabla 59. Recursos requeridos - UPS campus sur - primer año	89
Tabla 60. Instancias de máquinas virtuales a usarse con Windows Azure	89
Tabla 61. Recursos a contratar el primer año con Windows Azure	90
Tabla 62. Modelos de instancias de Amazon EC2	91
Tabla 63. Recursos a contratar el primer año con Amazon EC2	91
Tabla 64. Recursos a contratar el primer año con CNT VDC	93
Tabla 65. Costos de la solución IaaS Híbrida de Windows Azure	96
Tabla 66. Costos mensuales de la solución IaaS Híbrida de Amazon WBS	97
Tabla 67. Costos de la solución Híbrida – Amazon Web Services	97
Tabla 68. Costos de la solución IaaS Híbrida de CNT VDC	98
Tabla 69. Fases del proceso de Gestión de Riesgos	99
Tabla 70. Tipos de activos según ISO 27005:2011	101
Tabla 71. Escala cualitativa para la probabilidad	102
Tabla 72. Escala cualitativa de impacto	103
Tabla 73. Escala de niveles de riesgo	104
Tabla 74. Análisis de riesgos (parte 1)	105
Tabla 75. Análisis de riesgos (parte 2)	106
Tabla 76. Evaluación de riesgos (parte 1)	108
Tabla 77. Evaluación de riesgos (parte 2)	109
Tabla 78. Resumen de la evaluación de factibilidad para IaaS Híbrida	110
Tabla 79. Propuesta económica de virtualización en sitio VMware	113
Tabla 80. Cálculo de consumo de energía de equipos de la solución en sitio	115
Tabla 81. Costos de Operación y mantenimiento – solución en sitio	116
Tabla 82. Costo total de Propiedad – Solución VMware en sitio	119
Tabla 83. Costo Total de Propiedad – Solución IaaS Híbrida – CNT	120

Tabla 84. Comparación del TCO de las 2 soluciones	120
Tabla 85. Comparación del TCO con Costos Equivalentes	121
Tabla 86. Nivel de servicio de computación en la nube - CNT	124

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Organigrama funcional de sede – UPS	8
<i>Figura 2.</i> Diagrama de radar para criterios de evaluación.....	13
<i>Figura 3.</i> Hypecycle de Gartner – Julio 2015	16
<i>Figura 4.</i> Organigrama del área de TI de la UPS	18
<i>Figura 5.</i> Crecimiento de ancho de banda de Internet Campus	30
<i>Figura 6.</i> Diagrama de red de la UPS – Campus Sur.....	31
<i>Figura 7.</i> Evolución de computación en la nube.....	34
<i>Figura 8.</i> Arquitectura de Marco de Referencia NIST.....	36
<i>Figura 9.</i> Modelo conceptual de computación en la nube	39
<i>Figura 10.</i> Consumidor de servicios en la nube	40
<i>Figura 11.</i> Proveedor de servicios en la nube	41
<i>Figura 12.</i> Comunicación entre actores de computación en la nube.....	42
<i>Figura 13.</i> Alcance de control de recursos entre proveedor y	42
<i>Figura 14.</i> Cubo de de las soluciones de	43
<i>Figura 15.</i> Modelos de Servicio y división de responsabilidades.....	44
<i>Figura 16.</i> Diseño Lógico de la Solución – IaaS Híbrida	72
<i>Figura 17.</i> Diseño Físico de la Solución – IaaS Híbrida	72
<i>Figura 18.</i> Ocupación actual de recursos de servidores	76
<i>Figura 19.</i> Proyección de ocupación de recursos en el primer año.....	79
<i>Figura 20.</i> Proyección de ocupación de recursos en el segundo año	79
<i>Figura 21.</i> Proyección de ocupación de recursos en el tercer año.....	80
<i>Figura 22.</i> Cuadrante mágico de Gartner de	84
<i>Figura 23.</i> Solución IaaS Híbrida de Windows Azure.....	87
<i>Figura 24.</i> Solución IaaS Híbrida de CNT	92
<i>Figura 25.</i> Comparación de recursos de disco duro a contratar.....	94
<i>Figura 26.</i> Comparación de recursos de RAM a contratar	94
<i>Figura 27.</i> Comparación de recursos de vCPU a contratar.....	95
<i>Figura 28.</i> Comparación de costos anuales con los 3 proveedores	98
<i>Figura 29.</i> Proceso de Gestión de Riesgos de TI.....	100
<i>Figura 30.</i> Cuadrante mágico de proveedores de	111

<i>Figura 31.</i> Esquema de plataforma de virtualización.....	112
<i>Figura 32.</i> Reducción de recursos de disco duro	123
<i>Figura 33.</i> Reducción de recursos de RAM.....	123

INTRODUCCIÓN

El presente estudio de factibilidad está orientado a proponer la adopción de un servicio en la nube para los servicios de TI que se prestan a la comunidad académica de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito - Campus Sur en sus líneas estratégicas de academia, investigación, gestión administrativa y vinculación con la colectividad.

La adopción del servicio en la nube tiene como objetivo garantizar la disponibilidad de los sistemas informáticos de apoyo a la comunidad académica; y además apoyar al cumplimiento de los objetivos estratégicos relacionados con tecnología y al mejoramiento del índice innovación tecnológica que utilizó el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior ([CEAACES], s.f.) para la evaluación y categorización de la Universidad Politécnica Salesiana ([UPS]), s.f.).

En la evaluación de factibilidad se selecciona el servicio en la nube que se adapta de mejor manera al entorno tecnológico del campus sur, cubriendo los requerimientos tecnológicos actuales y futuros y que permita obtener beneficios para la comunidad universitaria.

1. Capítulo I. Descripción y objetivos de la investigación

1.1 Antecedentes

Las instituciones de Educación Superior en el Ecuador están sufriendo cambios profundos debidos a las disposiciones de la Constitución de la República del Ecuador 2008 y a la Ley Orgánica de Educación Superior 2010. Estas reformas han conllevado cambios como el proceso de evaluación y acreditación de las universidades y el examen de ingreso general a las universidades.

La evaluación y acreditación de las universidades en el Ecuador se realiza cada cinco años como lo indica la disposición transitoria vigésima de la Constitución de la República del Ecuador vigente que establece:

En el plazo de cinco años a partir de la entrada en vigencia de esta Constitución, todas las instituciones de educación superior, así como sus carreras y programas y postgrados deberán ser evaluados conforme a la ley. En el caso de no superar la evaluación y acreditación quedarán fuera del sistema de educación superior. (Presidencia de la República, s.f.)

Además la Ley Orgánica de Educación Superior en su disposición transitoria primera establece:

En cumplimiento de la disposición transitoria vigésima de la Constitución de la República del Ecuador, en el plazo de cinco años contados a partir de la vigencia de la Carta Magna, todas las universidades y escuelas politécnicas, sus extensiones y modalidades, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y conservatorios superiores, tanto públicos como particulares, así como sus carreras, programas y posgrados, deberán haber cumplido con la evaluación y acreditación del Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de Educación Superior. (Presidencia de la República, s.f.)

El proceso de evaluación externa del CEAACES inició con la construcción del modelo en Abril 2012 y culminó la evaluación en Noviembre de 2013 en todas sus etapas como son: evaluación documental, visita in situ, informe preliminar, fase de rectificaciones, fase de aplicaciones y audiencias públicas.

(CEAACES, s.f.)

Como resultado de este proceso de evaluación y conforme al artículo 97 de la LOES, el CEAACES culminó con la acreditación y nueva categorización de las universidades y escuelas politécnicas del sistema de educación superior en el Ecuador, ubicando a la Universidad Politécnica Salesiana en categoría B, para lo cual utilizó los criterios de: academia, eficiencia académica, investigación, organización e infraestructura. (UPS, s.f.)

Los criterios de evaluación están formados por subcriterios e indicadores; para el presente estudio se considera el criterio de infraestructura que se presenta en la tabla1.

Tabla 1. Criterio de Infraestructura: subcriterios e indicadores

CRITERIO	SUBCRITERIO	INDICADOR
INFRAESTRUCTURA	BIBLIOTECA	ESPACIO ESTUDIANTES
		LIBROS
		GESTIÓN BIBLIOTECA
		CONSULTA POR USUARIO
	TIC	CONECTIVIDAD
		INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
		COBERTURA ESTUDIANTES
	ESPACIOS DOCENTES	OFICINAS TIEMPO COMPLETO
		OFICINAS MEDIO TIEMPO
		OFICINAS TIEMPO PARCIAL

Adaptado de (CEAACES, s.f.)

Considerando el subcriterio de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y el indicador de Innovación Tecnológica, el presente estudio plantea la adopción de una nueva tecnología como es la computación en la nube, para los sistemas informáticos de la UPS y se enfocará al campus sur de Quito. Este estudio cuenta con la autorización del Vicerrectorado de la UPS Quito tal como se muestra en el Anexo 1.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Realizar un estudio y proponer la adopción de una solución tecnológica de Computación en la Nube para los sistemas de información que soportan a las líneas estratégicas de la universidad como son: docencia, investigación, vinculación con la sociedad y gestión administrativa; tomando como caso de estudio al Campus Sur de la UPS de Quito, de tal forma que garantice la disponibilidad de los sistemas informáticos académicos de apoyo y los servicios suficientes para el desarrollo académico.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar los requerimientos tecnológicos derivados de los objetivos estratégicos de la UPS y de las necesidades de la comunidad universitaria en sus líneas estratégicas de docencia, investigación, vinculación con la comunidad y gestión administrativa.
- Identificar el estado actual de la arquitectura tecnológica de infraestructura y los sistemas informáticos de apoyo a la comunidad universitaria del Campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana de Quito.
- Realizar una proyección para el estado futuro de la arquitectura tecnológica de los requerimientos de infraestructura y sistemas

informáticos de apoyo académico en base a la demanda de la comunidad universitaria del Campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana de Quito.

- Analizar las posibles soluciones para la adopción de una tecnología innovadora basada en un servicio en la nube e identificar y proponer la solución más adecuada.
- Evaluar la factibilidad y los beneficios de adopción de la tecnología de servicio en la nube para los sistemas de información que apoyan a las líneas estratégicas de docencia, investigación, vinculación con la comunidad y gestión administrativa.

1.3 Justificación de la investigación

El deseo de contribuir mediante esta investigación al mejoramiento de los resultados de evaluación institucional en base a la adopción de una nueva tecnología de servicio en la nube y que se verá reflejado la satisfacción de la comunidad universitaria.

1.4 Metodología de la investigación

La metodología a utilizarse en el desarrollo del presente trabajo es el estudio exploratorio y descriptivo y se desarrollará en las siguientes etapas:

- Identificación de requerimientos
- Recopilación de información
- Análisis de estado actual y futuro
- Análisis de alternativas de solución
- Propuesta de solución
- Análisis de beneficios obtenidos

1.5 Limitaciones y alcance de la investigación

- El presente trabajo de investigación tomará como caso de estudio al Campus Sur de Quito de la Universidad Politécnica Salesiana.

- La investigación se limitará a determinar la factibilidad de adoptar un servicio en la nube analizando el estado actual y los requerimientos futuros de la arquitectura tecnológica del campus sur de Quito.
- En base a la arquitectura tecnológica y los servicios de TI que se prestan en el campus sur, se determinarán cuáles son los servicios que pueden ser migrados y cuáles se mantendrán dados los requerimientos propios de la institución.
- Se seleccionará el servicio en la nube que más se adapta los requerimientos de la universidad en base a un análisis técnico y económico.
- Se evaluarán los beneficios y desventajas de adoptar un servicio en la nube.

2. Capítulo II. Dominio del Problema

2.1 Entorno de la Universidad Politécnica Salesiana

La Universidad Politécnica Salesiana forma parte de las Instituciones Salesianas de Educación Superior (IUS), en cuyo marco se concibe como una comunidad académica formada por docentes, estudiantes y personal de gestión, que de forma rigurosa, crítica y propositiva promueve el desarrollo de la persona y del patrimonio cultural de la sociedad, mediante la investigación, la docencia, la formación superior continua y los diversos servicios ofrecidos a la comunidad local, nacional e internacional. (UPS, s.f.)

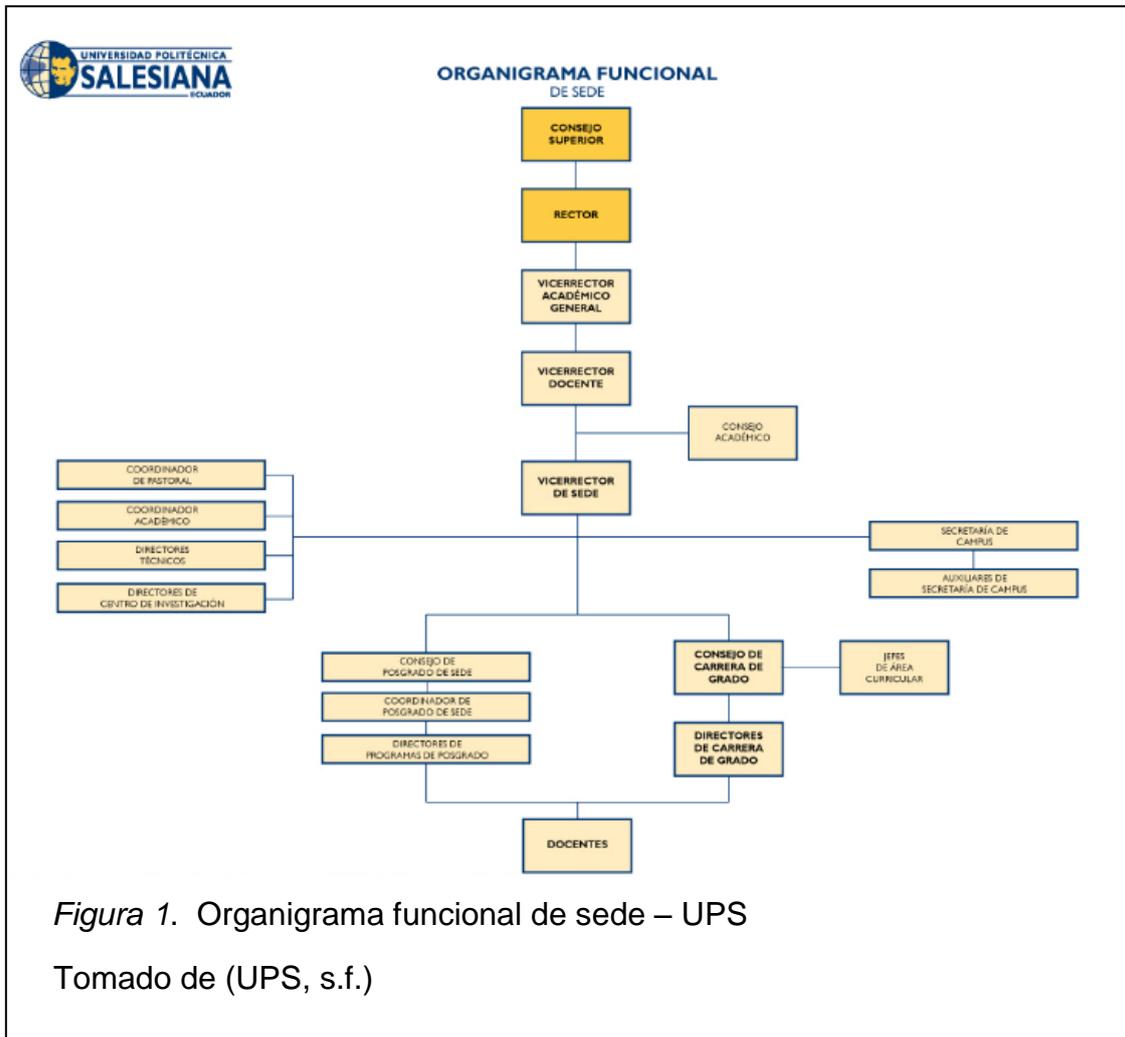
La UPS es un espacio plural, de ejercicio del derecho al aprendizaje, a la creatividad, al desarrollo del conocimiento y la cultura en la perspectiva de contribuir al desarrollo científico y tecnológico y a la búsqueda de sociedades interculturales, equitativas, incluyentes y solidarias. Es una comunidad científica que fundamenta su acción en la producción, reproducción y difusión del conocimiento mediante la investigación, la docencia y la vinculación con la sociedad. (UPS, s.f.)

La Universidad Politécnica Salesiana cuenta con 3 sedes y 7 campus, distribuidos como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Sedes y campus de la UPS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
SEDE	CAMPUS
CUENCA	CUENCA
QUITO	SUR
	KENNEDY
	GIRÓN
GUAYAQUIL	GUAYAQUIL

Cada sede cuenta con un organigrama funcional tal como se muestra en la figura 1.



La UPS ofrece carreras de pregrado y posgrado. La sede de Quito tiene 17 carreras, las mismas que se presentan en la tabla 3:

Tabla 3. Carreras de pregrado - Sede Quito

N.-	CARRERAS UPS - SEDE QUITO
1	ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
2	ANTROPOLOGÍA APLICADA
3	COMUNICACIÓN SOCIAL
4	CONTABILIDAD Y AUDITORÍA
5	EDUCACIÓN INTERCULTURAL Y BILINGÜE
6	FILOSOFÍA Y PEDAGOGÍA
7	GERENCIA Y LIDERAZGO
8	GESTIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE
9	INGENIERÍA AMBIENTAL
10	INGENIERÍA CIVIL
11	INGENIERIA DE SISTEMAS
12	INGENIERÍA ELECTRÓNICA
13	INGENIERÍA ELÉCTRICA
14	INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS NATURALES
15	INGENIERÍA MECÁNICA
16	PEDAGOGÍA
17	PSICOLOGÍA

En el campus sur de Quito se ofrecen las 5 carreras que se muestran en la tabla 4; todas estas carreras comparten la infraestructura tecnológica y los servicios de TI.

Tabla 4. Carreras de pregrado - UPS – Sede Quito - Campus Sur

N.-	CARRERAS UPS - SEDE QUITO CAMPUS SUR
1	GERENCIA Y LIDERAZGO
2	INGENIERÍA AMBIENTAL
3	INGENIERÍA CIVIL
4	INGENIERÍA DE SISTEMAS
5	INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Las áreas o departamentos que desarrollan sus actividades en el campus sur de Quito como soporte a todas las carreras indicadas anteriormente son las que presentan en la tabla 5:

Tabla 5. Áreas de la UPS – Sede Quito – Campus Sur

N.-	ÁREAS
1	SECRETARÍA DE CAMPUS
2	TESORERÍA
3	BIBLIOTECA
4	DIRECCIONES DE CARRERA
5	PASTORAL UNIVERSITARIO
6	GRUPOS DE INVESTIGACIÓN
7	SALAS DE DOCENTES
8	CENTRO DE CAPACITACIÓN Y SERVICIOS INFORMÁTICOS (CECACIS)
9	LABORATORIOS (SISTEMAS, REDES, ELECTRÓNICA, FÍSICA, INGLÉS)

2.2 Plan estratégico de la UPS 2014

Todas las instituciones u organizaciones cuentan con un plan estratégico para el logro de sus metas u objetivos a corto, mediano y largo plazo.

La Carta de Navegación de la UPS 2014 – 2018 indica lo siguiente:

Marco de Acción Institucional, cuya estructura considera: i) la Misión y Visión institucionales; ii) las líneas estratégicas definidas en base a los nuevos requerimientos de la educación superior ecuatoriana; y iii) los objetivos estratégicos por cada una de las líneas. A partir de estos elementos, se desarrolla el Plan Estratégico 2014-2018. (UPS, s.f.)

i) Misión y Visión

• Misión

La Universidad Politécnica Salesiana es una institución de educación superior humanística y politécnica, de inspiración cristiana con carácter católico e índole salesiana; dirigida de manera preferencial a jóvenes de los sectores populares; busca formar “honrados ciudadanos y buenos cristianos”, con capacidad académica e investigativa que contribuyan al desarrollo sostenible local y nacional. (UPS, s.f.)

- **Visión**

La Universidad Politécnica Salesiana tiene como Visión: ser una institución de educación superior de referencia en la búsqueda de la verdad, el desarrollo de la cultura, de la investigación científica y tecnológica; reconocida socialmente por su calidad académica, su responsabilidad social universitaria y su capacidad de incidencia en lo intercultural. (UPS, s.f.)

ii) Líneas estratégicas de la UPS

La UPS realiza sus actividades en la comunidad universitaria y evalúa el cumplimiento de objetivos estratégicos en base a las siguientes líneas estratégicas:

1. Academia: Constitución de una comunidad científica con vocación profesional, comprometida, legítima y consciente de las necesidades del desarrollo local nacional.
2. Eficiencia académica: Innovación y excelencia de la formación en el pregrado y el posgrado que aseguran la permanencia y eficiencia terminal de sus estudiantes.
3. Gestión Política Institucional: Consolidación de una gestión transparente y eficiente de los recursos institucionales, que asegure la definición e impulso de políticas para una educación pertinente con las necesidades del país, de seguimiento de su quehacer educativo, de su presencia en la sociedad y de su propuesta de equidad para lograr inclusión y comunicación de la verdad.
4. Infraestructura: Fortalecimiento de la infraestructura, que garantice las facilidades pedagógicas adecuadas para el desarrollo de las actividades de enseñanza y aprendizaje.

5. Gestión administrativa: Pertinencia y eficacia de la gestión administrativa-financiera. (UPS, s.f.)

iii) Objetivos estratégicos

Los objetivos estratégicos de la UPS están definidos en la Carta de Navegación 2014-2018 y en el plan de Plan de Mejoras 2014; estos objetivos se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Objetivos estratégicos de la UPS.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS - UPS
1. Al 2016, la UPS cuenta con una comunidad académica con vocación profesional comprometida, legítima y consciente de las necesidades del desarrollo local y nacional.
2. Al 2016, la UPS cuenta con un sistema de acompañamiento del proceso formativo de sus estudiantes, que facilita la permanencia y conclusión exitosa de su grado.
3. Al 2016, la oferta académica vigente de la UPS responde a los requerimientos del Sistema de Educación Superior y del País.
4. Al 2016, los resultados de investigación de la UPS son considerados en la formulación de políticas públicas o base para propuestas de formación de cuarto nivel.
5. Al 2016, la UPS incrementa la confianza de la comunidad en su propuesta académica y gestión universitaria.
6. Al 2016, el 100% de la comunidad universitaria cuenta con una infraestructura suficiente y funcional a las actividades que desarrolla.

Tomado de (UPS, s.f.)

A continuación se presentan los resultados de la evaluación institucional de la UPS y la relación con los objetivos estratégicos.

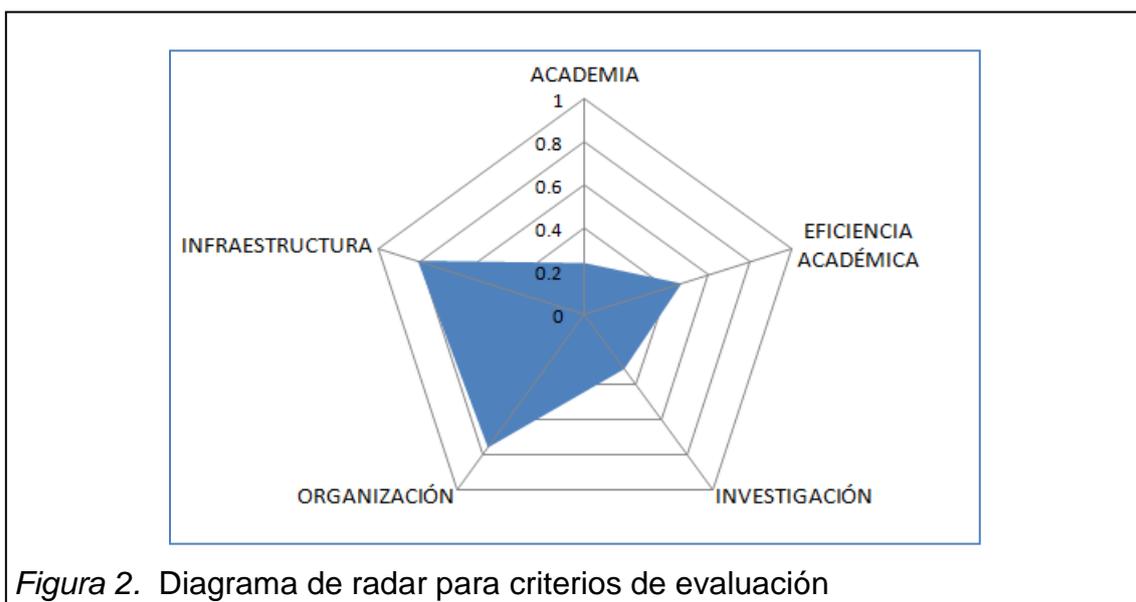
2.3 Resultados de la evaluación institucional de la UPS por el CEAACES

Los criterios de evaluación institucional que son: academia, eficiencia académica, investigación, organización e infraestructura, fueron puntuados en una escala de 0 a 1, cuyos resultados se pueden observar en la tabla 7 y en el diagrama de radar de la figura 2.

Tabla 7. Puntuación de Criterios de Evaluación de la UPS

CRITERIO	PUNTUACIÓN
ACADEMIA	0,24
EFICIENCIA ACADÉMICA	0,47
INVESTIGACIÓN	0,31
ORGANIZACIÓN	0,76
INFRAESTRUCTURA	0,81

Tomado de (UPS, s.f.)



Esta puntuación indica que los criterios no cumplen con el estándar del modelo de evaluación.

Una vez analizado el informe técnico final presentado por la Comisión de Evaluación, Acreditación y Categorización de Universidades y Escuelas Politécnicas, el pleno del CEAACES en virtud de sus atribuciones resolvió:

1. Aprobar el informe final del proceso de evaluación externa realizado por el CEAACES a la Universidad Politécnica Salesiana...

2. Ubicar a la Universidad Politécnica Salesiana en la categoría “B” considerando los resultados obtenidos en la evaluación realizada por el CEAACES. La Universidad Politécnica Salesiana deberá acogerse a las condiciones establecidas para las universidades y escuelas politécnicas ubicadas en categoría “B”, conforme lo norma el Reglamento para la determinación de resultados del proceso de evaluación, acreditación y categorización de las universidades y escuelas politécnicas y de su situación académica e institucional, expedido por el CEAACES.

3. Acreditar a la Universidad Politécnica Salesiana por el período de cinco años, al haber cumplido los estándares de calidad establecidos por el CEAACES. (CEAACES, s.f.)

Además, en cumplimiento al artículo 20 del Reglamento para la determinación de resultados del proceso de evaluación, acreditación y categorización de las universidades y escuelas politécnicas y de su situación académica e institucional, dispone: “Todas las universidades y escuelas politécnicas ubicadas en las categorías “A”, “B” y “C” deberán presentar al CEAACES,, un plan de mejoras que les permita cumplir progresivamente con estándares de calidad establecidos por el Consejo...”. (UPS, s.f.)

Por lo tanto la UPS presentó el Plan de Mejoras 2014-2016 en el cual se plantearon “los objetivos estratégicos que no solo están enfocados en los indicadores que la UPS no cumplió con el estándar del modelo de evaluación, sino en aquellos que se consideran importantes para garantizar la calidad de la educación” (UPS, s.f.).

En relación a los objetivos estratégicos presentados en la tabla 6 se debe indicar que éstos cuentan con: objetivos tácticos, estrategias, acciones e indicadores de evaluación, que la UPS debe cumplir antes de la próxima

evaluación a realizarse en el año 2017; en la tabla 8 solo se presenta el objetivo estratégico relacionado con el criterio de evaluación de infraestructura y las TICs.

Tabla 8. Objetivo estratégico relacionado con infraestructura y TIC

OBJETIVO ESTRATÉGICO			
6. Al 2016, el 100% de la comunidad universitaria cuenta con una infraestructura suficiente y funcional a las actividades que desarrolla.			
OBJETIVO TÁCTICO	ESTRATEGIA	ACCIONES	Indicadores relacionados (modelo de evaluación)
6.1. Al 2016, la UPS aplica un plan de adecuación y mantenimiento para el 100% de su infraestructura.	6.1.1. Garantizar la disponibilidad de recursos y servicios suficientes y pertinentes para el desarrollo adecuado de las actividades de la comunidad universitaria	6.1.1.1 Implementar los espacios de bibliotecas	<ul style="list-style-type: none"> * Calidad de aulas * Espacios de Bienestar * Oficinas TC * Libros * Espacio * Conectividad * Salas para MT/TP * Innovación tecnológica * Cobertura estudiantes * Gestión de Bibliotecas
		6.1.1.2 Incrementar el número de títulos por estudiante	
		6.1.1.3. Garantizar el acceso y movilidad a las personas con discapacidad en las Sedes de la UPS.	
		6.1.1.4. Garantizar la disponibilidad de espacios suficientes y funcionales para los docentes.	
		6.1.1.5. Incrementar el ancho banda de servicio de Internet comercial	
		6.1.1.6. Garantizar el funcionamiento eficiente de los sistemas informáticos de apoyo a la academia y gestión universitaria	

Adaptado de (UPS, s.f.)

Para el presente estudio se toma como punto de partida la acción 6.1.1.6 de la tabla anterior, que plantea garantizar el funcionamiento eficiente de los sistemas informáticos de apoyo a la academia y gestión universitaria, y cuyos indicadores relacionados con tecnología son: innovación, cobertura de estudiantes y conectividad.

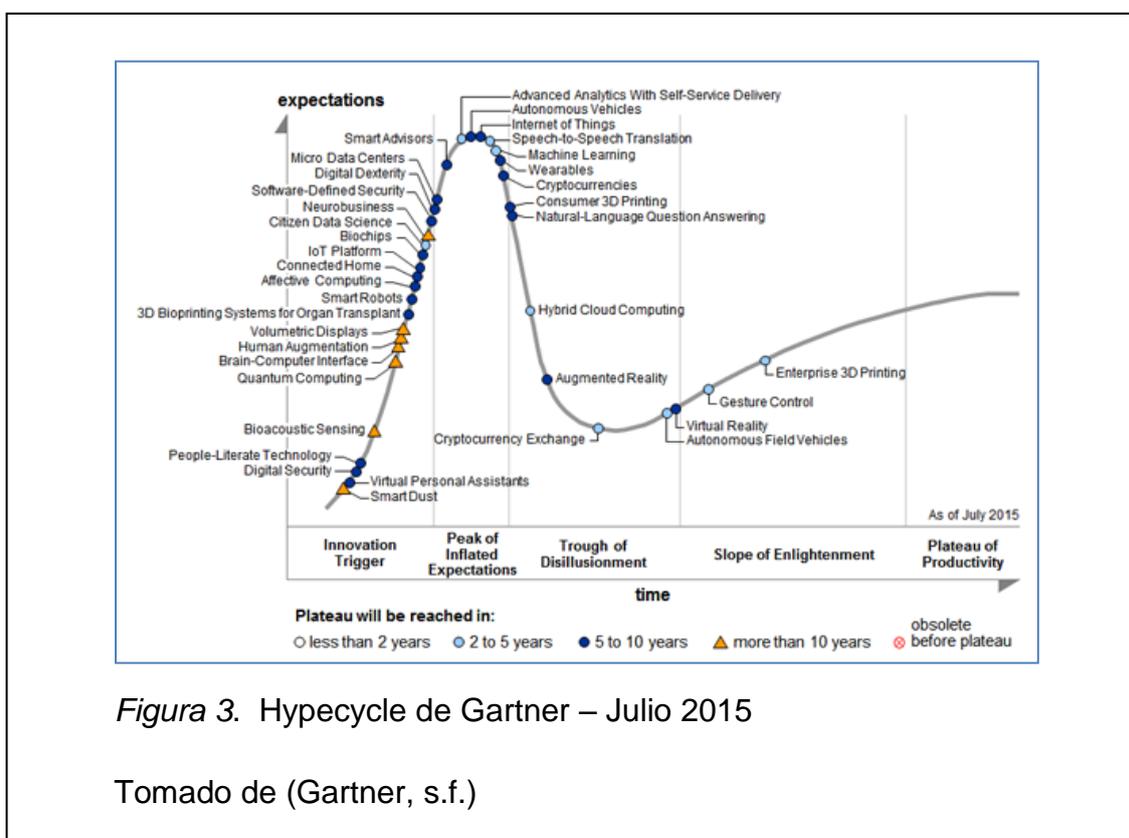
Considerando el indicador de innovación tecnológica, el presente estudio plantea buscar alternativas tecnológicas que permitan apoyar al cumplimiento del objetivo estratégico indicado anteriormente y al mejoramiento del índice de evaluación institucional, razón por la cual se realiza el análisis de las posibles tecnologías.

2.3.1 Análisis de la tecnología de apoyo al objetivo estratégico relacionado con tecnología

Para el análisis de la tecnología de apoyo se utiliza la herramienta llamada el *hypecycle de Gartner*.

Esta herramienta consiste en un reporte proporcionado por la consultora Gartner referente a las tendencias de las nuevas tecnologías en el mercado y que ayuda en la toma de decisiones el momento de escoger una solución tecnológica.

En la figura 3 se presenta el *hypecycle de Gartner* para tecnologías emergentes, publicado en Julio 2015.



De las tecnologías que se observan en la figura anterior, se escogen las que están relacionadas con las TIC y con los requerimientos del presente estudio.

Las 2 tecnologías escogidas son:

- a. Computación en la nube híbrida.
- b. Micro centro de datos.

Para seleccionar la tecnología, se realiza una comparación tomando como base al nivel de madurez que ha alcanzado cada una de ellas como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Comparación de tecnologías emergentes

Tecnología	Tiempo para alcanzar el nivel de madurez alto "Platea" (años)	Fase actual en el hypecycle
Computación en la nube híbrida	2 a 5	Desilusión
Micro Centro de Datos	5 a 10	Transición de fase de inicio a fase de pico de expectativas

Adaptado de (Gartner, s.f.)

En base a los datos de la tabla anterior se concluye lo siguiente:

- Computación en la nube híbrida está más tiempo en el mercado.
- Computación en la nube híbrida es la que más desarrollo tiene.
- Computación en la nube híbrida alcanzará un nivel de madurez alto en un periodo de tiempo más corto de 2 a 5 años.

Como resultado de este análisis, para el presente estudio se sugiere utilizar la tecnología de Computación en la Nube en particular el modelo híbrido.

2.4 Análisis de la arquitectura actual de TI en las líneas estratégicas de la UPS - Sede Quito - Campus Sur

Antes de conocer la arquitectura tecnológica de la UPS es necesario saber cómo está organizada el área de Tecnologías de Información y Comunicación.

La UPS cuenta con el organigrama de TI presentado en la figura 4, el cual es común para todas sus sedes y campus de Quito, Guayaquil y Cuenca.

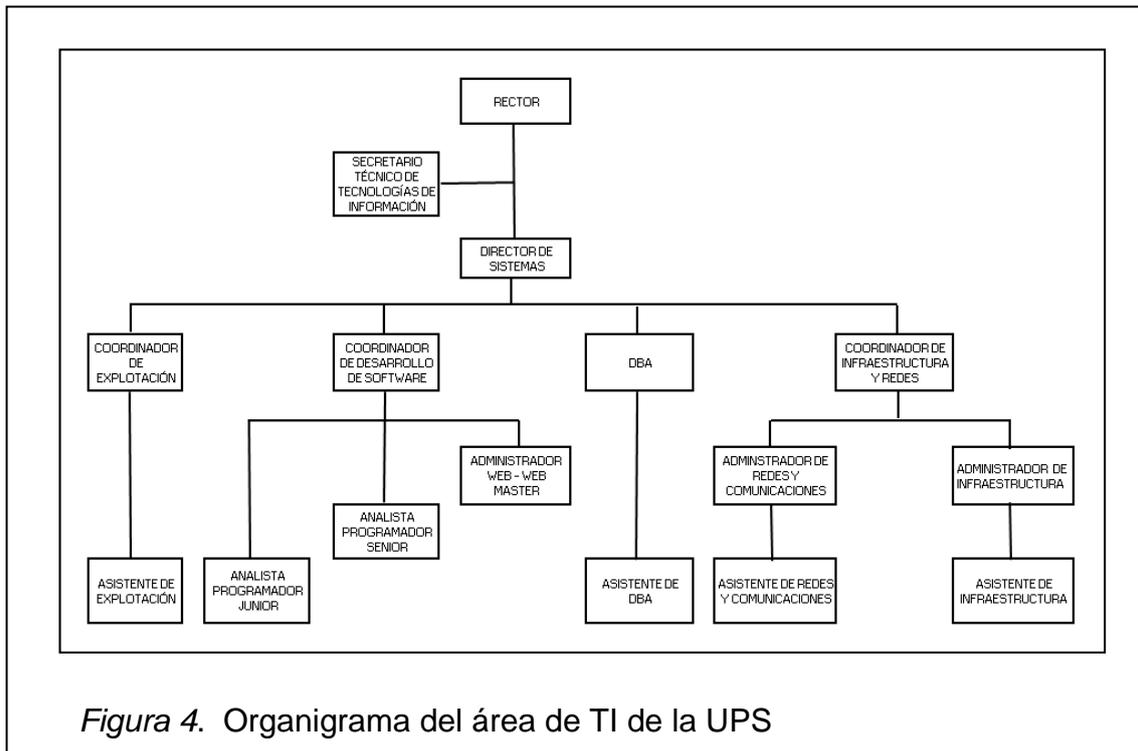


Figura 4. Organigrama del área de TI de la UPS

En el caso de la sede Quito, el Departamento de TI ubicado en el campus Girón y es el responsable de la infraestructuras y los sistemas de información de los 3 campus: Sur, Girón y Kennedy; y cabe mencionar que la información técnica para el presente estudio se la obtuvo del Director de TI de Quito y su grupo de trabajo mediante: reuniones, correos electrónicos y documentación impresa tal como se confirma en el Anexo 3.

Además hay que entender que la arquitectura tecnológica es uno de los dominios de la Arquitectura Empresarial (TOGAF, 2013) y es la que garantiza la operación de los procesos misionales y de soporte de las organizaciones.

De manera general la arquitectura tecnológica está compuesta por:

- Equipos de Centro de Datos
 - Servidores

- Periféricos (impresoras, almacenamiento y respaldos)
- Acondicionamiento eléctrico

- Software base
 - Sistemas operativos
 - Software de virtualización
 - Gestores de bases de datos
 - Plataformas de desarrollo
 - Software de aplicación

- Redes y Telecomunicaciones
 - Conexión a internet
 - Firewalls
 - Ruteadores
 - Cableado estructurado
 - Equipos de acceso

A continuación se detallarán los componentes de la arquitectura tecnológica de la UPS campus Sur y cabe mencionar que su publicación cuenta con el aval del Director de TI.

2.4.1 Equipos de centro de datos

El centro de datos del campus sur está compuesto de: 3 racks y 8 servidores.

En las tablas 10, 11 y 12 se presenta la distribución de los servidores en los 3 racks identificados con las letras B, C y D.

Tabla 10. Servidores Campus Sur – Rack B

SERVIDORES UPS - SEDE QUITO - CAMPUS SUR			
UBICACIÓN	EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	NOMBRE
RACK B	CLON	Core i5-3470 Quad core 3.2 GHz 8 GB RAM 2 Discos SAS 146 GB	Servidor Active Directory: Laboratorios Campus Sur
	PC DELL	Core i5-3470 Quad core 3.2 GHz 8 GB RAM 2 Discos SAS 146 GB	Servidor Roaming Educativo: EDUROAM

Adaptado de (UPS, 2015, p. 4)

Tabla 11. Servidores Campus Sur – Rack C

SERVIDORES UPS - SEDE QUITO - CAMPUS SUR			
UBICACIÓN	EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	NOMBRE
RACK C	IBMSYSTEM X3650	Intel Xeon E5335 Quad core 2.0 GHz 4 GB RAM 2 Discos SAS 73.4 GB	Servidor Active Directory: Campus Sur
	IBMSYSTEM X3650	Intel Xeon E5335 Quad core 2.0 GHz 4 GB RAM 2 Discos SAS 73.4 GB	Servidor de Archivos: Campus Sur
	IBMSYSTEM X3550 M2	Intel Xeon E5335 Quad core 2.4 GHz 48 GB RAM 4 Discos SAS 300 GB 4 Discos SAS 146 GB	Servidor Antivirus
	IBMSYSTEM X3550 M2	Intel Xeon E5335 Quad core 2.0 GHz 2 GB RAM 2 Discos SAS 146 GB	Servidor Proxy : Campus Sur
	HP PROLIANT DL380 G7	Intel Xeon X5650 Six core 2,67GHz 18 GB RAM 2 Discos SAS 146 GB 2 Discos SAS 600 GB	Servidor de Investigación : CIMA

Adaptado de (UPS, 2015, p. 4)

Tabla 12. Servidor Campus Sur – Rack D

SERVIDORES UPS - SEDE QUITO - CAMPUS SUR			
UBICACIÓN	EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	NOMBRE
RACK D	IBMSYSTEM X3650 M3	Intel Xeon E5645 Six core 2.4 GHz 32 GB RAM 2 Discos SAS 600 GB	Servidor SUN

Adaptado de (UPS, 2015, p.5)

Adicionalmente en la tabla 13, se presenta la cantidad de computadoras asignadas a los docentes, personal administrativo y laboratorios en el campus sur.

Tabla 13. Cantidad de computadoras – Campus Sur

USUARIOS	SEDE	CANTIDAD COMPUTADORAS	TOTAL SEDE SUR
ADMINISTRATIVOS	SUR	62	781
DOCENTES	SUR	95	
LABORATORIOS	SUR	624	

Adaptado de (UPS, 2015, p.3)

2.4.2 Software Base

El software base de la UPS campus sur se encuentra instalado en los 8 servidores listados anteriormente y en resumen cuentan con:

- Sistemas operativos
 - Windows Server 2003, 2008 y 2012
 - Centos (varias versiones)
 - Suse Linux
- Software de virtualización
 - VMWare

- Gestores de bases de datos
 - PostgreSQL
 - MySQL

- Software de aplicación
 - Antivirus (F-Secure)
 - Eduroam (Radius)
 - Apache / Tomcat
 - Squid
 - Joomla
 - FGS Mapserver
 - MS4w Map Server
 - PostGIS

En las tablas de la 14 a la 18 se presentan los detalles del software base instalado en cada servidor incluyendo las versiones y las descripciones de los servicios que prestan a la comunidad universitaria del campus sur; esta información fue recibida por correo electrónico.

Tabla 14. Software base de servidores – Rack B

SERVIDORES UPS CAMPUS SUR - SEDE QUITO									
UBICACIÓN	NOMBRE SERVIDOR	SOFTWARE VIRTUALIZACIÓN	SISTEMA OPERATIVO	Bits	APLICACIONES/SOFTWARE INSTALADOS	VERSIÓN	FUNCIÓN	SERVICIO	DESCRIPCIÓN
RACK B	Servidor Active Directory: Laboratorios Campus Sur	N/A	Windows Server 2012 R2	x64	DNS	S/N	Servidor de dominio de nombres	Directorio Activo / DNS	Laboratorios de las carreras existentes en el campus sur
					Active Directory	S/N	Directorio Activo		
	Servidor Roaming Educativo: EDUROAM	N/A	Suse Linux 12.1	x64	Eduroam	3.0	Roaming Educativo / Radius Server / 802.1X	Radius / Roaming educativo	Acceso a red universitaria internacional
					LDAP	S/N	Acceso unificado a recursos de red		

Tabla 15. Software base de servidores – Rack C (parte 1)

SERVIDORES UPS CAMPUS SUR - SEDE QUITO									
UBICACIÓN	NOMBRE SERVIDOR	SOFTWARE VIRTUALIZACIÓN	SISTEMA OPERATIVO	Bits	APLICACIONES/SOFTWARE INSTALADOS	VERSIÓN	FUNCIÓN	SERVICIO	DESCRIPCIÓN
RACK C	Servidor Active Directory: Campus Sur	N/A	Windows Server 2012 R2	x64	DNS	S/N	Servidor de dominio de nombres	Directorio Activo / DNS	Áreas administrativa y de docencia
					Active Directory	S/N	Directorio Activo		
	Servidor de Archivos: Campus Sur	N/A	Windows Server 2003	x86	ServerRAID Manager	8.4	Almacenamiento de archivos	Almacenamiento de archivos	Área administrativa
	Servidor Antivirus y web	VMWare	Windows Server 2008 Standard	x86	F-Secure Policy Manager Console	v11.30.60634	Antivirus	Servidor Antivirus	Campus Sur
			Centos 5.5	x64	Apache	2.4	Servidor web	Servidor web	Página web de exámenes campus sur (sur.ups.edu.ec)
					MySQL	5.6.3	Gestor de Base de Datos		
			Centos 5.5	x64	Apache	2.4	Servidor web	Servidor web	Página web de centro de tesis (sur.ups.edu.ec)
					MySQL	5.6.3	Gestor de Base de Datos		
			Windows Server 2008 R2	x64					Almacenamiento de archivos
	Servidor Proxy - Campus Sur	N/A	Centos 5.5	x86	Squid	3.0 STABLE11	Servidor Proxy	Servidor Proxy	Campus Sur
					SquidGuard	1.4	Filtrado de contenido		
					HTB_GEN	0.8.4	Control de ancho de banda		
DNS						Servidor de dominio de nombres			

Tabla 16. Software base de Servidores – Rack C (parte 2)

SERVIDORES UPS CAMPUS SUR - SEDE QUITO									
UBICACIÓN	NOMBRE SERVIDOR	SOFTWARE VIRTUALIZACIÓN	SISTEMA OPERATIVO	Bits	APLICACIONES/SOFTWARE INSTALADOS	VERSIÓN	FUNCIÓN	SERVICIO	DESCRIPCIÓN
RACK C	Servidor de Investigación : CIMA	VMWare	Centos 6.0	x64	PostgreSQL	9.1.9	Gestor de Base de Datos	Servidor web / Aplicación GIS	Página web para acceso a tesis del grupo de investigación (IDE) para GIS y Geoportales
					FGS MapServer	5.6.0	Aplicación de Sistemas de Información Geográfica(SIG) y Geoportales -Open source		
					Tomcat	7.0.65	Contenedor de Servelets		
					GeoServer	2.0.2	Aplicación para compartir y editar datos geoespaciales		
					Joomla	2.5	Gestor de contenidos web		
			Centos 5.5	x64	Tomcat	7.0.65	Contenedor de Servelets	Servidor web	Página web para acceso a tesis del grupo de investigación geofísico (IAG)
					PostgreSQL	9.1.9	Gestor de Base de Datos		
					Joomla	2.5	Gestor de contenidos web		
			Centos 5.5	x64	Tomcat	7.0.65	Contenedor de Servelets	Servidor Web	Página web para acceso a tesis del grupo de investigación de computación aplicada (EOCA)
					PostgreSQL	9.0.18	Gestor de Base de Datos		
					Joomla	2.5	Gestor de contenidos web		

Tabla 17. Software base de servidores – Rack C (parte 3)

SERVIDORES UPS CAMPUS SUR - SEDE QUITO									
UBICACIÓN	NOMBRE SERVIDOR	SOFTWARE VIRTUALIZACIÓN	SISTEMA OPERATIVO	Bits	APLICACIONES/SOFTWARE INSTALADOS	VERSIÓN	FUNCIÓN	SERVICIO	DESCRIPCIÓN
RACK C	Servidor de Investigación : CIMA	VMWare	Centos 6.0	x64	PostgreSQL	9.0.18	Gestor de Base de Datos	Aplicación GIS	Pruebas de GIS y Geoportales
					FGS MapServer	5.1	Aplicación de Sistemas de Información Geográfica(SIG) y Geoportales -Open source		
					PostGIS	2.2.0	Extensión de PostgreSQL		
					Tomcat	7.0.65	Contenedor de Servelets		
			Windows Server 2008 R2	x64	PostgreSQL	9.0.18	Gestor de Base de Datos	Aplicación GIS	Aplicaciones GIS y Geoportales
					MS4w Mapserver	7.0	Aplicación de Sistemas de Información Geográfica(SIG) y Geoportales -Open source		

Tabla 18. Software base de servidores – Rack D

SERVIDORES UPS CAMPUS SUR - SEDE QUITO									
UBICACIÓN	NOMBRE SERVIDOR	SOFTWARE VIRTUALIZACIÓN	SISTEMA OPERATIVO	Bits	APLICACIONES/SOFTWARE INSTALADOS	VERSIÓN	FUNCIÓN	SERVICIO	DESCRIPCIÓN
RACK D	Servidor SUN	N/A	Centos 5.5	x64	PostgreSQL	9.0.18	Gestor de Base de Datos	Aplicación pruebas	Servidor de pruebas para estudiantes de sistemas
					Aplicación propia desarrollada en Java	N/A	Aplicación de pruebas para estudiantes de sistemas		

Tomando en cuenta la infraestructura de TI y el software base de las tablas anteriores, se hace un resumen general de los servicios que se prestan en el campus sur y que más adelante servirán para seleccionar cuál o cuáles de ellos deberían ser migrados a la nube; estos servicios de TI son:

- Directorio Activo / DNS
- Proxy
- Radius (Roaming educativo)
- Almacenamiento de archivos
- Aplicaciones de Investigación (GIS)
- Aplicaciones de pruebas académicas
- Servicio web (para tesis y documentos de investigación)
- Servicio Antivirus

Cabe mencionar que como parte de los servicios también deben migrarse los sistemas operativos y bases de datos.

2.4.3 Redes y Telecomunicaciones

El campus sur de la UPS cuenta con un rack para la infraestructura de redes y telecomunicaciones cuyas funciones principales son:

- Conectividad entre las sedes y campus.
- Acceso a internet y a redes externas.
- Seguridad de red.

En la tabla 19, se presenta la infraestructura de redes y telecomunicaciones del campus sur.

Tabla 19. Equipos de red y telecomunicaciones – Rack A

EQUIPOS DE RED Y TELECOMUNICACIONES - UPS - SEDE QUITO - CAMPUS SUR			
UBICACIÓN	EQUIPO	MARCA	MODELO
RACK A	Ruteador	CISCO	2851
	Ruteador	CISCO	7606
	Ruteador	CISCO	2800
	Switch	CISCO	C6506
	Firewall	CISCO	ASA 5545
	Firewall	CISCO	ASA 5512
	Puente modelador de paquetes	BLUECOAT	12000
	Sistema de energía	CISCO	RPS 675
	Controlador inalámbrico	CISCO	2504

Tomado de (UPS, 2015, p.7)

Adicionalmente en la tabla 20 se presenta la información del ancho de banda de internet contratado para el campus sur desde el año 2012 al 2016.

Tabla 20. Ancho de banda de Internet – Campus Sur – 2012-2016

DESCRIPCIÓN	AÑO				
	2012	2013	2014	2015	2016
ANCHO DE BANDA (Mbps)	35	72	119	119	269

Adaptado de (UPS, 2015, p.5)

Nota: La información del 2016 fue actualizada por el Director de TI en Junio 2016

En la figura 5 se presenta el crecimiento del ancho de banda de internet desde el año 2012 al 2016, periodo en el cual ha habido un crecimiento del 668%.

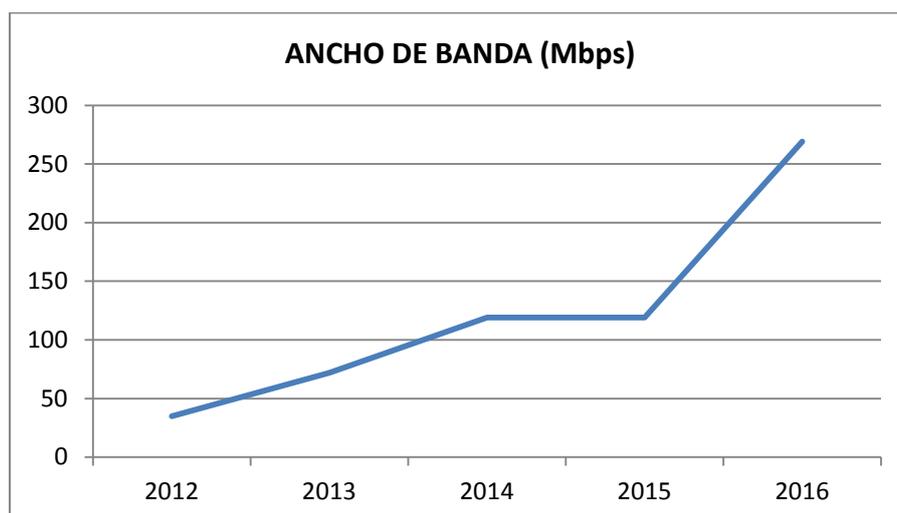


Figura 5. Crecimiento de ancho de banda de Internet Campus Sur 2012-2016

Adaptado de (UPS, 2015, p.5)

Nota: La información del 2016 fue actualizada por el Director de TI en Junio 2016

2.5 Diagrama de red actual de la UPS - Campus sur

En la figura 6 se presenta el diagrama de red actual de la UPS campus sur.

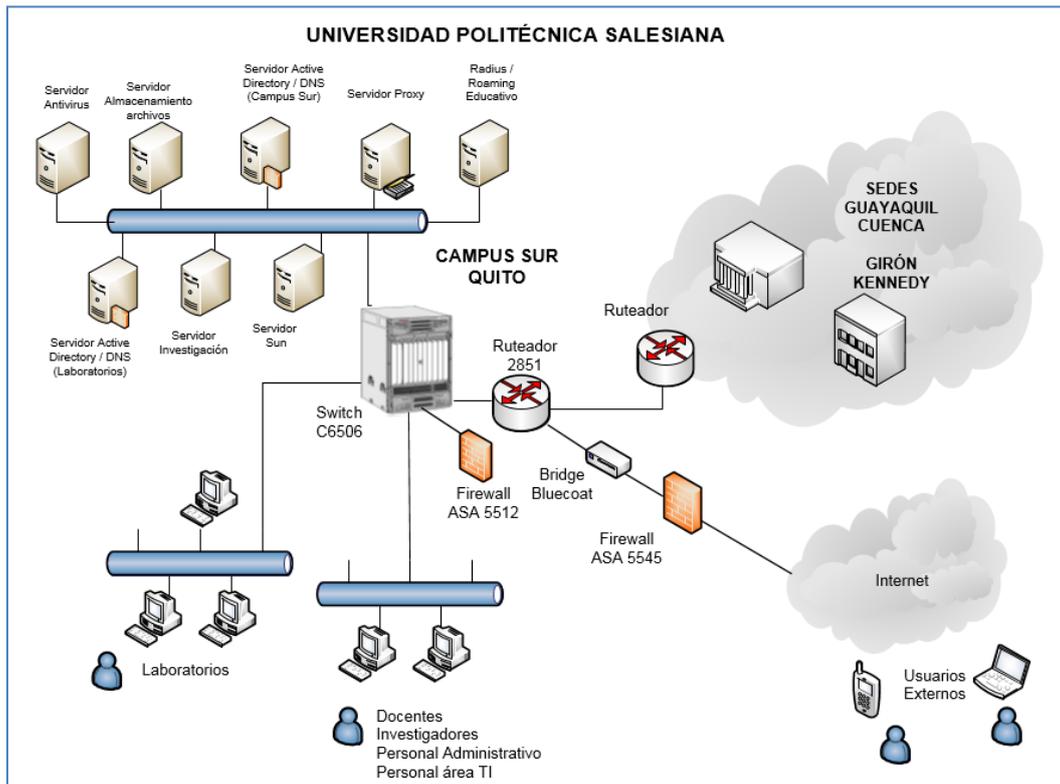


Figura 6. Diagrama de red de la UPS – Campus Sur

3. Capítulo III. Dominio de la Solución

3.1 Marcos de referencia de Computación en la Nube

- **Definición de Computación en la Nube**

Hay varias definiciones de *cloud computing* o computación en la nube, sin embargo la más utilizada es la proporcionada por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de los Estados Unidos ([NIST], s.f.) y que lo define de la siguiente manera:

Computación en la nube es un modelo que permite el acceso bajo demanda a través de la red a un conjunto compartido de recursos de computación configurables (como por ejemplo red, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser rápidamente provisionados con el mínimo esfuerzo de gestión o interacción del proveedor del servicio.

Evolución de Computación en la Nube

La computación en la nube ha evolucionado durante los últimos años y a continuación se presenta un extracto publicado por el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de Información (ONTSI, s.f.) de España.

En las últimas décadas los procesos de deslocalización e internacionalización de las grandes empresas, unidos a la explosión en el uso de tecnologías de información y procesamiento de datos, han hecho que las necesidades de cómputo de las grandes empresas y organizaciones hayan crecido a un ritmo superior al que lo hacía la capacidad de cálculo de los ordenadores personales.

Por este motivo, y para satisfacer las necesidades de los sistemas de computación más exigentes, se ha producido una interesante evolución de las arquitecturas de cálculo, basada fundamentalmente en la ejecución simultánea de procesos en múltiples equipos informáticos.

Debido a las necesidades de cómputo descritas, se ha venido realizando un importante esfuerzo en la investigación de capacidades para la ejecución de procesos en múltiples computadores. Esta tendencia fue impulsada originalmente por la utilización de sistemas abiertos, interoperables y protocolos de comunicación estándar que permitían la comunicación eficiente entre sistemas y tecnologías heterogéneos.

El primer paso de esta evolución fue en gran medida propiciado por los sistemas operativos tipo Unix que permitieron la configuración de *clusters*, es decir, agrupaciones de ordenadores con componentes de hardware comunes que se comportan como un único computador.

Tras varias décadas de investigaciones y desarrollos en estas tecnologías, la irrupción del sistema operativo Linux y sus estándares abiertos permitió implementar *clusters* basados en la arquitectura estándar de los PC, consiguiendo instalaciones de cálculo de alto rendimiento a bajos precios y popularizando esta solución durante la década de 1990.

Estos *clusters* sufrieron un proceso de especialización para proporcionar servicios de cálculo y almacenamiento, fundamentalmente en centros de investigación y universidades. Estos centros comenzaron a ofrecer sus servicios a terceros a través de protocolos estándar, constituyendo la denominada arquitectura de computación *grid*, orientada al procesamiento en paralelo o al almacenamiento de gran cantidad de información.

Estas arquitecturas fueron acogidas en instituciones investigadoras durante la primera mitad de la década de 2000, pero la complejidad para utilizar la infraestructura, las dificultades para utilizar diferentes *grids*, y los problemas de portabilidad entre ellas, hicieron que nunca se popularizara fuera del ámbito de la investigación y académico.

Durante esta misma época comenzaron a popularizarse las tecnologías de virtualización que hacían posible implementar máquinas virtuales que desacoplan el hardware del software y permiten replicar el entorno del usuario sin tener que instalar y configurar todo el software que requiere cada aplicación. Esto tiene ventajas en la distribución y mantenimiento de sistemas de software complejos y permite integrar bajo un mismo entorno un conjunto de sistemas heterogéneos.

Esta nueva arquitectura permitía distribuir carga de trabajo de forma sencilla, lo cual elimina los problemas que presentaba la arquitectura *grid*, abriendo una nueva puerta al cálculo distribuido, llamado computación en la nube. Este nuevo modelo emerge como un nuevo paradigma capaz de proporcionar recursos de cálculo y de almacenamiento que, además, resulta especialmente apto para la explotación comercial de las grandes capacidades de cómputo de proveedores de servicios en Internet.

En la figura 7 se presenta la evolución de computación en la nube.

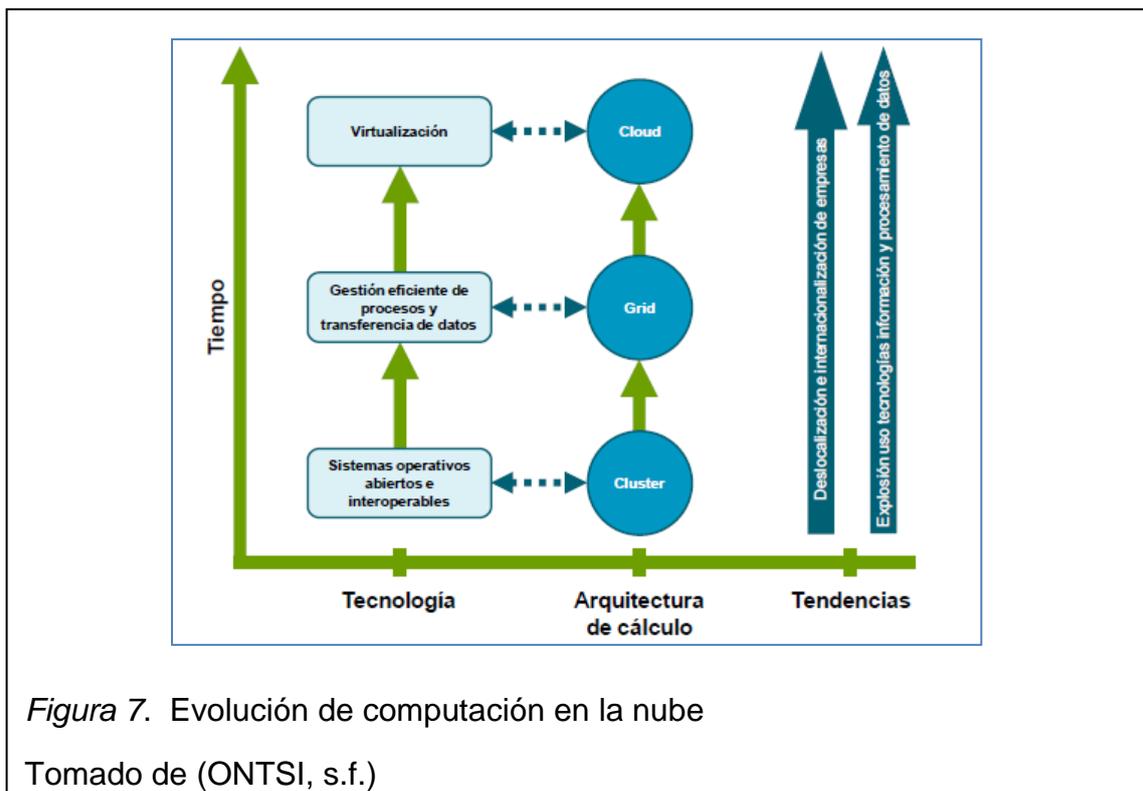


Figura 7. Evolución de computación en la nube

Tomado de (ONTSI, s.f.)

- **Marcos de Referencia**

Existen varios marcos de referencia para computación en la nube propuestos por grupos de trabajo internacionales formados por organismos o entidades públicas y privadas como son:

- NIST
- CSA
- ISACA

3.1.1 Selección del marco de referencia de Computación en la Nube

La mayor parte de estos marcos de referencia de computación en la nube están basados en NIST tal como se indica a continuación:

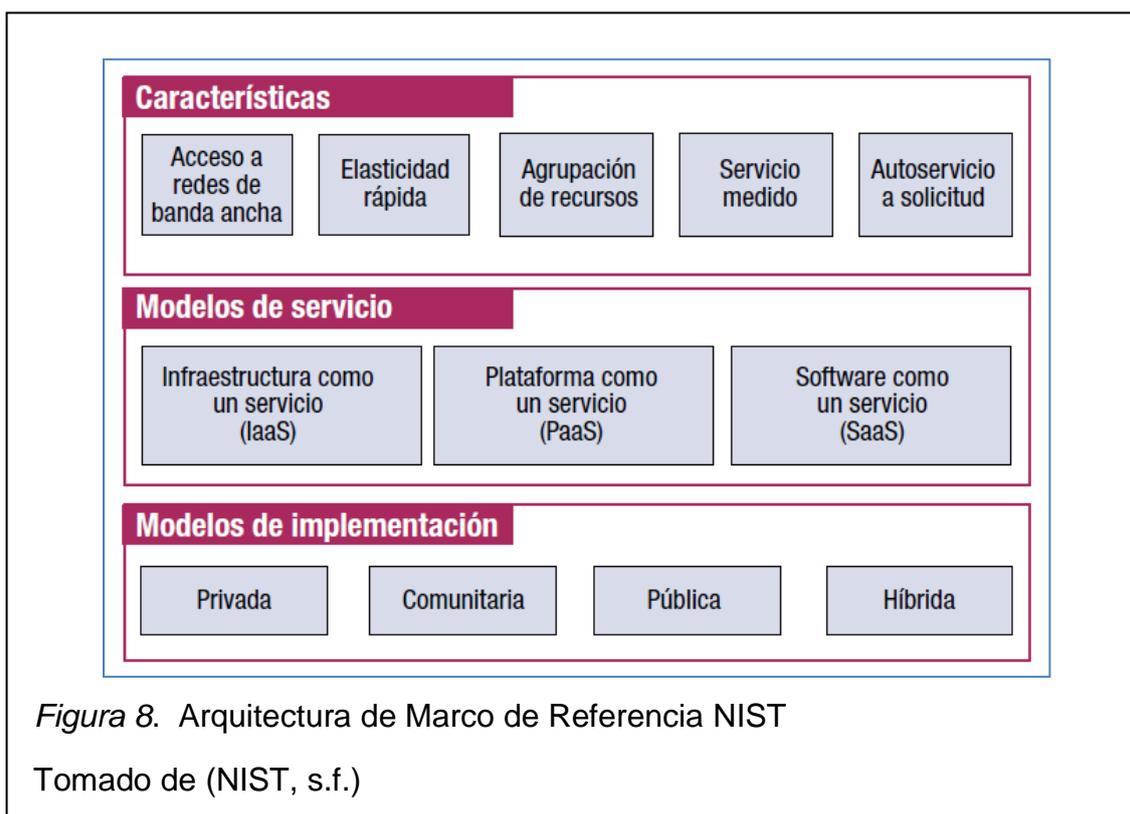
Cloud Security Alliance cuenta con las definiciones basadas en los trabajos publicados por los científicos del National Institute of Standards and Technology (en adelante NIST) y sus esfuerzos en torno a la definición del computación en la nube. Por regla general, la publicación del NIST es bien aceptada, y esta guía se alinea con el Working Definition of Cloud Computing de NIST (en adelante NIST 800-145) para dar coherencia y consenso en torno a un lenguaje común y centrarse en los casos de uso en lugar de centrarse en los matices semánticos. Es importante observar que esta guía está destinada a ser ampliamente utilizable y globalmente aplicable a las organizaciones. (CSA, s.f.)

Uno de los asuntos más confusos que rodean la nube y sus servicios relacionados es la falta de consenso en las definiciones. Tal como ocurre con todas las tecnologías emergentes, la falta de claridad y acuerdo suele dificultar la evaluación general y adopción de esa tecnología. Dos grupos que han ofrecido una línea (baseline) de definiciones son el National Institute of Standards and Technology (NIST) y la Cloud Security Alliance. (ISACA, s.f.)

En base a estas consideraciones en el presente estudio se tomará a NIST como marco de referencia, sin embargo más adelante se usarán algunas recomendaciones de ISACA y CSA.

3.1.2 Marco de Referencia NIST

La arquitectura de este marco de referencia está compuesta por: características esenciales, modelos de servicio y modelos de despliegue o implementación, tal como se muestra en la figura 8.



Las características esenciales definidas por NIST, son las que se presentan en la tabla 21:

Tabla 21. Características esenciales de computación en la nube

CARACTERÍSTICA	DEFINICIÓN
Autoservicio a solicitud	El proveedor de la nube debe poder suministrar capacidades de computación, tales como el almacenamiento en servidores y redes, según sea necesario sin requerir interacción humana con cada proveedor de servicios.
Acceso a redes de banda ancha	Debe ser posible acceder a la red en la nube desde cualquier lugar y por medio de cualquier dispositivo (por ejemplo, teléfono inteligente, laptop, dispositivos móviles, PDA).
Agrupación de recursos	Los recursos informáticos del proveedor se agrupan para prestar servicios a diversos clientes utilizando un modelo de múltiples usuarios, con diferentes recursos físicos y virtuales asignados y reasignados de manera dinámica según la demanda. Existe un sentido de independencia geográfica. Generalmente, el cliente no tiene control o conocimiento de la ubicación exacta de recursos proporcionados. Sin embargo, puede ser capaz de especificar una ubicación en un nivel de abstracción mayor (por ejemplo, país, región o centro de datos). Los ejemplos de recursos incluyen almacenamiento, procesamiento, memoria, ancho de banda de la red y máquinas virtuales.
Elasticidad rápida	Las capacidades se pueden suministrar de manera rápida y elástica, en muchos casos automáticamente, para una rápida expansión y liberar rápidamente para una rápida contracción. Para el cliente, las capacidades disponibles para suministro, con frecuencia, parecen ser ilimitadas, además, se puede adquirir cualquier cantidad de capacidades en cualquier momento.
Servicio medido	Los sistemas en la nube controlan y optimizan el uso de recursos de manera automática utilizando una capacidad de medición (por ejemplo, almacenamiento, procesamiento, ancho de banda y cuentas de usuario activas). El uso de los recursos se puede monitorear, controlar y notificar, lo que proporciona transparencia tanto para el proveedor como para el cliente que utiliza el servicio.

Adaptado de (NIST, s.f.)

Los modelos de servicio definidos por NIST son:

- **Infraestructura como Servicio (IaaS)**

Capacidad para configurar procesamiento, almacenamiento, redes y otros recursos de computación fundamentales, ofreciendo al cliente la posibilidad de implementar y ejecutar software arbitrario, el cual puede incluir sistemas operativos y aplicaciones. Coloca estas operaciones de TI en las manos de un tercero.

- **Plataforma como Servicio (PaaS)**

Capacidad para implementar en la infraestructura de la nube aplicaciones creadas o adquiridas por el cliente que se hayan creado utilizando lenguajes y herramientas de programación que estén respaldados por el proveedor. El cliente no controla o administra la infraestructura de red, servidores, sistemas operativos y almacenamiento.

- **Software como Servicio (SaaS)**

Capacidad para utilizar las aplicaciones del proveedor que se ejecutan en la infraestructura de la nube. Se puede acceder a las aplicaciones desde diferentes dispositivos cliente a través de una interfaz de cliente, como un explorador web. El cliente no controla o administra la infraestructura de red, servidores, sistemas operativos o aplicaciones. (NIST, s.f.)

Los modelos de despliegue definidos por NIST son:

- **Público**

La infraestructura está provista para uso abierto del público en general y se encuentra físicamente en las instalaciones del proveedor.

- **Privado**

La infraestructura es provista para el uso de una organización y puede ser manejada por la misma o un tercero. Físicamente reside en las instalaciones del cliente o del proveedor.

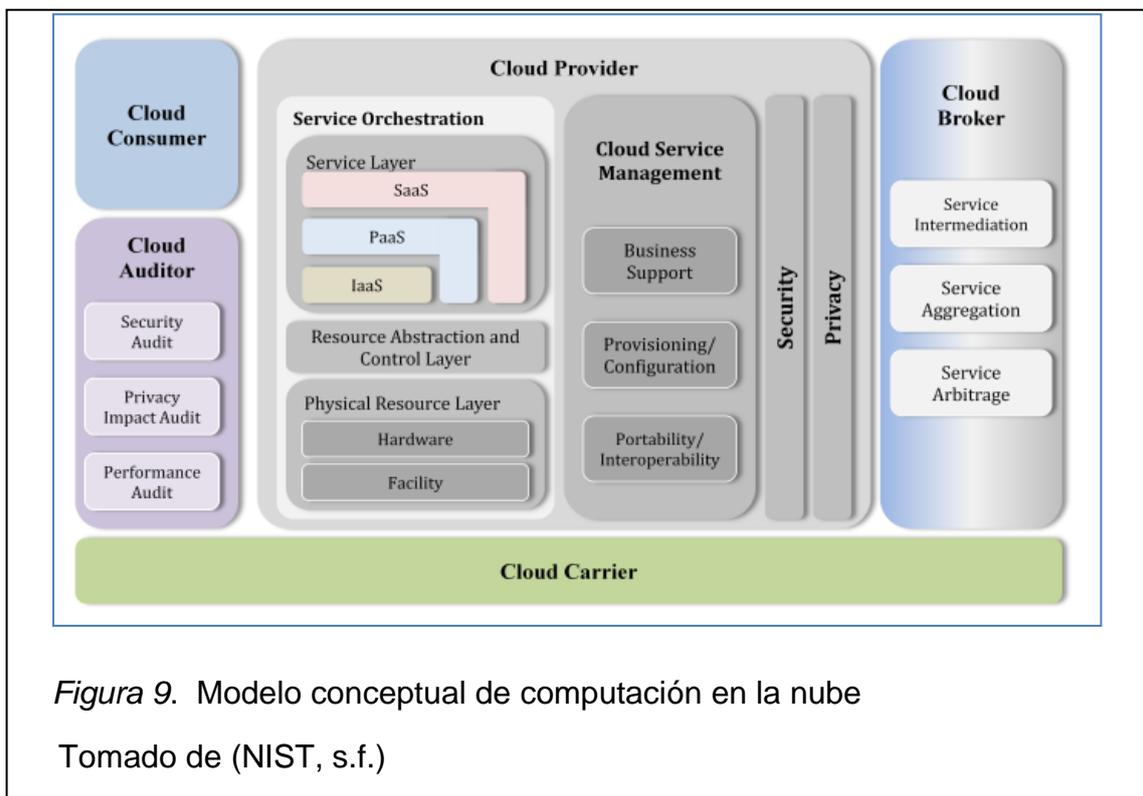
- **Comunitario**

Compartida por varias organizaciones, respalda una comunidad específica que comparte su misión o interés y puede ser manejada por las organizaciones o por un tercero. Físicamente reside dentro o fuera de las instalaciones del cliente o del proveedor.

- **Híbrido**

Una composición de dos o más nubes (privada, comunitaria o pública) que continúan siendo entidades únicas. (NIST, s.f.)

A continuación, en la figura 9 se presenta el modelo conceptual de computación en la nube con los actores y funciones.

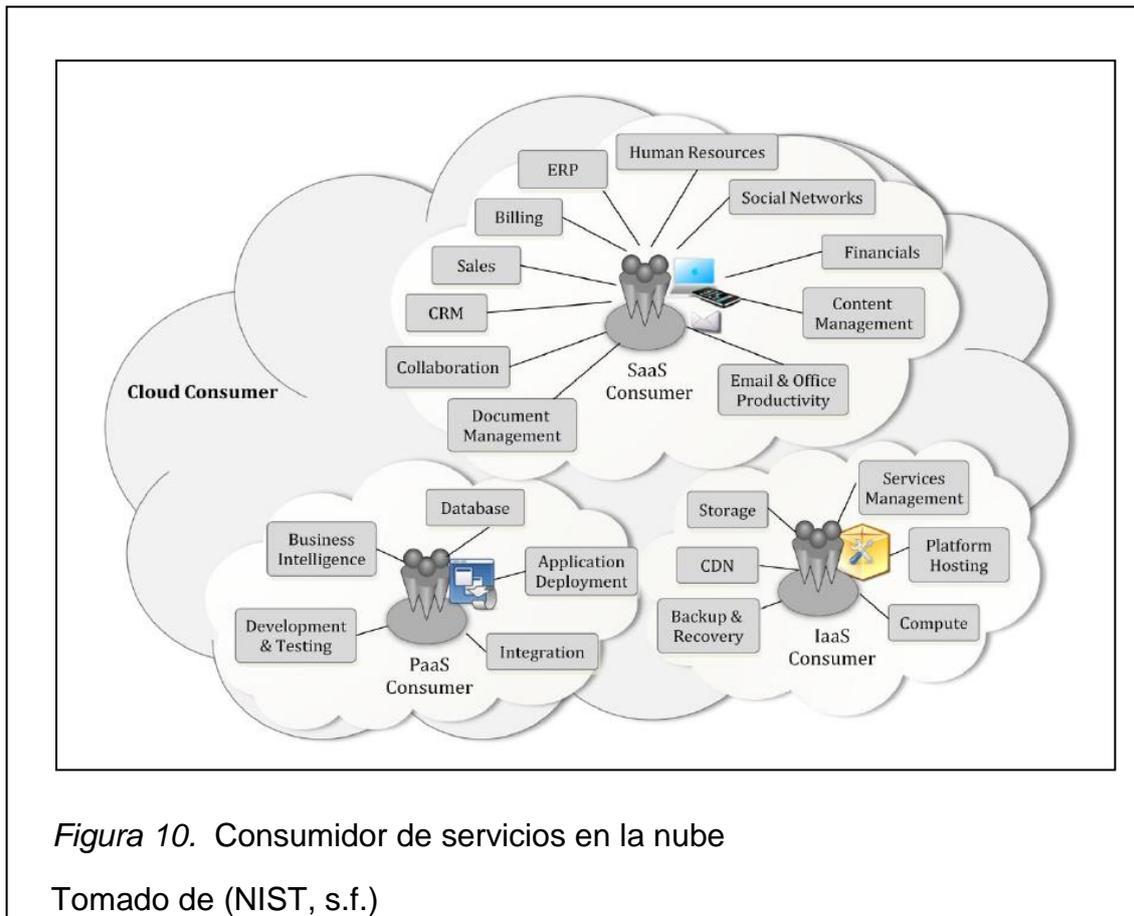


Los actores y las funciones definidas por NIST para computación en la nube son las siguientes:

- **Consumidor de Nube**

Persona u organización que mantiene una relación de negocio con los proveedores de nube y hacen uso del servicio. Se requiere firmar un Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA) que especifique los requerimientos técnicos de desempeño a ser cumplido por el proveedor. Los SLA deben contener términos de calidad de servicio, seguridad y solución de fallas. El usuario o consumidor puede elegir libremente al proveedor. (NIST, s.f.)

En la figura 10 se presenta una descripción de consumidor de servicios en la nube.



- **Proveedor de Nube**

“Persona, organización o entidad responsable de prestar los servicios acordados por las partes” (NIST, s.f.) En la figura 11 se presenta una descripción de proveedor de servicios en la nube.

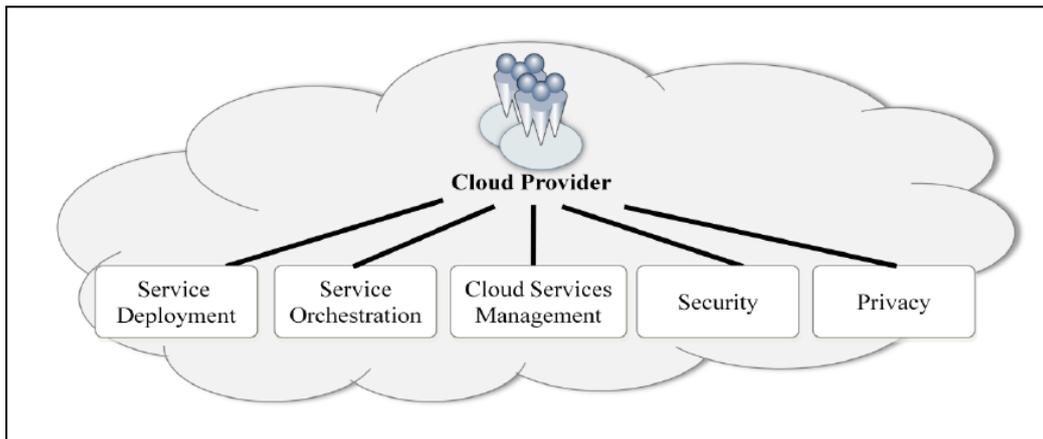


Figura 11. Proveedor de servicios en la nube

Tomado de (NIST, s.f.)

- **Auditor de Nube**

Parte que conduce la evaluación de los servicios de nube, las operaciones, desempeño y seguridad en la implementación de los servicios de nube.

- **Portador de Nube**

Entidad que provee conectividad y transporte de los servicios entre proveedores y consumidores de servicios en la nube.

- **Agente de Nube**

Entidad que administra el uso, entrega y desempeño de los servicios y negocia las relaciones entre los proveedores y consumidores de servicios en la nube. (NIST, s.f.)

En la figura 12 se presenta las vías de comunicación entre los actores de computación en la nube:

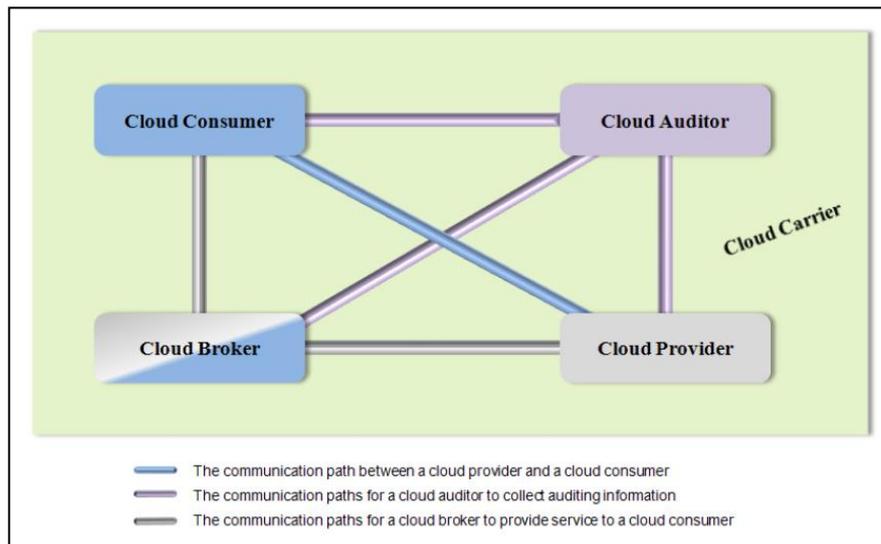


Figura 12. Comunicación entre actores de computación en la nube
Tomado de (NIST, s.f.)

Dependiendo de las interacciones entre los actores de computación en la nube, es necesario conocer el alcance que tiene cada uno de ellos en el control de los recursos del sistema; en la figura 13 se presenta el alcance de control de los recursos.

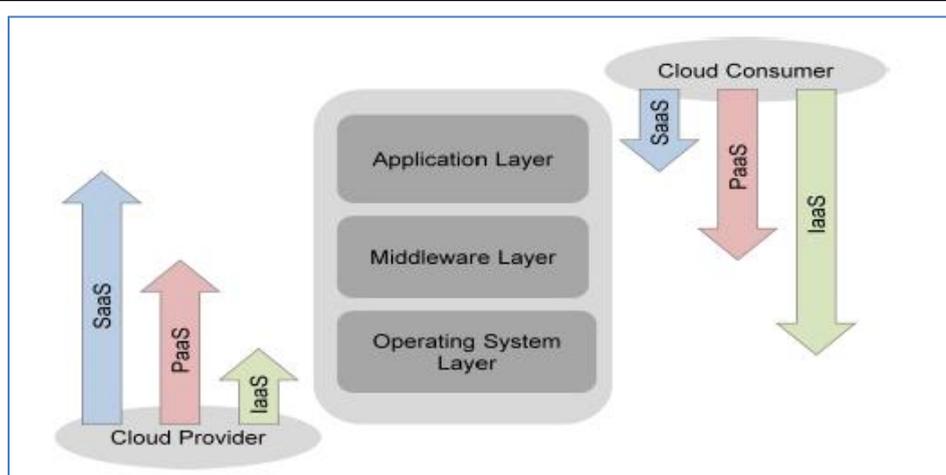


Figura 13. Alcance de control de recursos entre proveedor y consumidor de servicios en la nube

Tomado de (NIST, s.f.)

3.2 Servicios en la nube

Considerando los modelos de servicio, modelos de despliegue y los agentes intervinientes, se pueden representar en un cubo de tres dimensiones, tal y como se muestra en la figura 14:

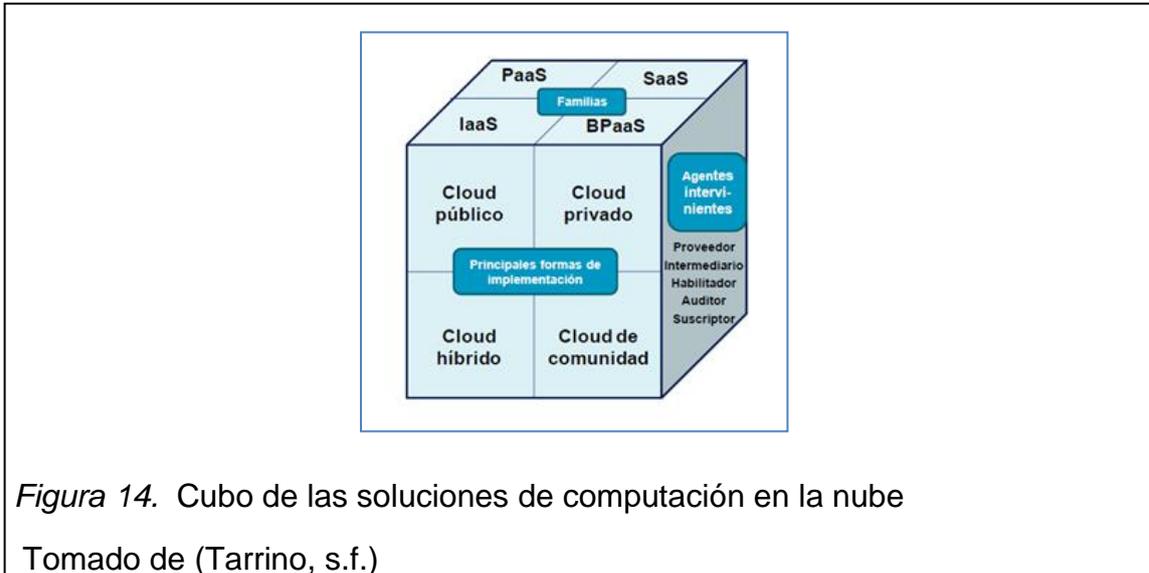
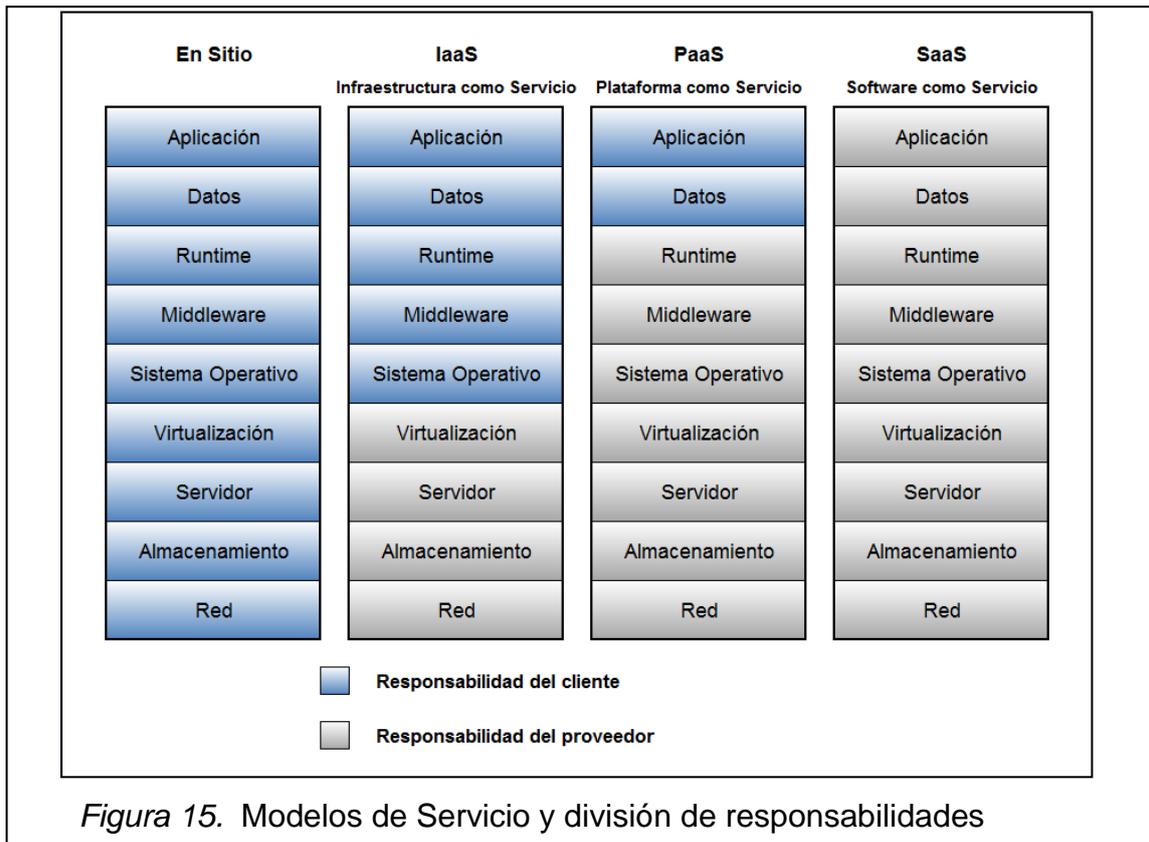


Figura 14. Cubo de las soluciones de computación en la nube

Tomado de (Tarrino, s.f.)

Estos servicios tienen una estructura en la cual hay que diferenciar las responsabilidades que tienen el cliente y el proveedor, las mismas que se presentan en la figura 15.



3.3 Identificación de soluciones de servicios en la nube

Para identificar la posible o posibles soluciones que permitan migrar la infraestructura y los servicios de TI del campus sur a la nube, se realizará lo siguiente:

- Selección de los servicios de TI a ser migrados
- Selección de modelo de servicio en la nube
- Selección del modelo de despliegue en la nube

3.3.1 Selección de servicios de TI a ser migrados

En la sección 2.5.2 se identificaron los servicios de TI del campus sur y que son los siguientes:

- Directorio Activo / DNS

- Proxy
- Radius (Roaming educativo)
- Almacenamiento de archivos
- Aplicaciones de investigación (GIS)
- Aplicaciones para pruebas académicas
- Servicio web (tesis / investigación)
- Servicio Antivirus

Para decidir cuáles de estos servicios pueden migrarse a la nube se realizará la evaluación de los mismos, considerando los 6 principios para la adopción de nube propuestos por ISACA (ISACA, s.f.).

3.3.1.1 Principios de adopción y uso de servicios en la nube

Para guiar a las organizaciones en la adopción de servicios en la nube, ISACA proporciona 6 principios rectores que son:

1. Habilidad estratégica
2. Costo – beneficio
3. Riesgo de la empresa
4. Capacidad
5. Responsabilidad
6. Confianza / Seguridad

A continuación se describen cada uno de estos principios:

1) Principio de Habilidad Estratégica

Considerar la adopción del servicio en la nube como una decisión estratégica de negocio y no como una solución técnica.

Gracias a la agilidad que la nube es capaz de aportar a las empresas, la capacidad de contener y transferir los costos de la tecnología

aprovechando el beneficio de pagar por lo que se utiliza cuando se necesita, así como la compartición de recursos.

La toma de decisiones debe fundamentarse en las necesidades comerciales y operacionales, y en los beneficios que la computación en la nube puede ofrecer.

2) Principio de relación Costo-Beneficio

Las inversiones que realizan las organizaciones en tecnología son altas por lo que antes de invertir deben realizar un análisis de costo – beneficio.

El costo total de computación en la nube debe compararse con las inversiones y costos vigentes de otras soluciones tecnológicas.

El análisis de costos debe ir más allá del ahorro de costos y deben evaluarse los beneficios que la computación en la nube puede aportar como: suministro de recursos, capacidad, gestión de riesgos, escalabilidad, etc.

3) Principio de riesgo para la empresa

Los riesgos relacionados con la nube se centran en los aspectos técnicos de la virtualización, en la exposición de información sensible en un entorno compartido, privacidad, la exportación de información personal y las cuestiones legales vinculadas a los acuerdos de nivel de servicio (SLA).

Además de los aspectos técnicos también hay que considerar la afectación a los procesos y estructura organizacional.

4) Principio de Capacidad

Conocer las capacidades de los recursos humanos y técnicos existentes en la infraestructura actual, y cómo una estrategia de computación en la nube impactará en las necesidades sobre estos u otros recursos.

Definir las capacidades que un proveedor de computación en la nube pondrá a su disposición, así como las restricciones sobre estos recursos, incluyendo los periodos de indisponibilidad o la prioridad de uso.

Asegurarse de que los proveedores de servicios puedan demostrar que el personal comprende los requisitos de seguridad de la información y que son capaces de cumplir con sus responsabilidades de protección.

5) Principio de responsabilidad

Entender las responsabilidades en la estructura organizacional actual y cómo deben ser abordadas en el caso de adoptar el servicio en la nube.

Es indispensable definir claramente las responsabilidades internas como las del proveedor.

Tener en cuenta el riesgo que afronta la organización dentro del marco del programa de gestión de riesgo corporativo y el impacto de los incumplimientos potenciales de las responsabilidades asignadas.

6) Principio de confianza / seguridad

ISACA utiliza el término confianza para definir seguridad por lo tanto se asocia a la confidencialidad, integridad y disponibilidad.

Se debe asegurar que la información privada y sensitiva permanece confidencial, que los flujos de información y los procesos disponen de integridad y que los sistemas e información están disponibles cuando se necesitan.

Los profesionales deben coordinar la gestión de riesgos y la seguridad en el lado del cliente y del proveedor. (ISACA, s.f.)

3.3.1.2 Evaluación de los servicios de TI a ser migrados

La evaluación de los servicios de TI ayuda a determinar la prioridad de los mismos en el entorno de la universidad y a tomar la decisión de migrarlos o no.

Para la evaluación se utilizará el Proceso Analítico Jerárquico (AHP); método propuesto por Thomas Saaty (Vargas, s.f.), para la toma de decisiones multicriterio en las áreas de negocios, tecnología, educación, etc.

Este método se compone de varios pasos que se describen a continuación:

a) Descomponer el problema de decisión

- Objetivo

Determinar la prioridad que tienen los servicios de TI en relación a los principios de adopción y su relevancia en las actividades de la universidad.

- Criterios

Como criterios se toman los 6 principios para la adopción de servicios en la nube mencionados anteriormente y que son: habilitación estratégica, costo-beneficio, riesgo, capacidad, responsabilidad y confianza.

- Alternativas

Las alternativas corresponden a los servicios de TI indicados en la sección 2.4.2 y que son: Directorio Activo / DNS, Proxy, Radius, almacenamiento de archivos, aplicaciones de investigación (GIS), aplicaciones de pruebas académicas, servicio web y antivirus

b) Desarrollar la matriz de comparación por pares para los criterios

Se realiza la comparación por pares, estableciendo la importancia relativa entre ellos. La escala de valoración definida en el método de proceso analítico jerárquico se presenta en la tabla 22.

Tabla 22. Escala de importancia relativa

VALORACIÓN	IMPORTANCIA RELATIVA
1	Igualmente preferida
3	Moderadamente preferida
5	Fuertemente preferida
7	Muy fuertemente preferida
9	Extremadamente preferida

Tomado de (Vargas, s.f.)

Se pueden asignar los valores recíprocos $1/3$, $1/5$, $1/7$ y $1/9$ para indicar que el otro criterio tiene mayor importancia relativa.

En la tabla 23 se presenta la matriz de comparación por pares para los criterios seleccionados; en este caso los criterios son los principios de adopción de nube.

Los valores se asignan considerando el entorno de la universidad y al cumplimiento de los objetivos estratégicos, para lo cual se contó con el apoyo del Director de TI y el personal a su cargo.

- Ejemplo:

Para los objetivos estratégicos de la UPS y el mejoramiento del índice de tecnología, es fuertemente preferido el criterio de habilitación estratégica al de costo-beneficio.

Por tal razón, se asigna el valor de 5 en la celda que relaciona habilitación con costo-beneficio y $1/5$ en la celda que relaciona costo-beneficio con habilitación ya que son recíprocos.

Tabla 23. Matriz de comparación por pares para criterios

CRITERIOS (PRINCIPIOS DE ADOPCIÓN DE NUBE SEGÚN ISACA)	HABILITACIÓN (ESTRATEGIA)	COSTO- BENEFICIO	RIESGO (GESTIÓN)	CAPACIDAD	RESPONSABILIDAD	CONFIANZA (SEGURIDAD)
HABILITACION (ESTRATEGIA)	1	5	5	7	7	3
COSTO-BENEFICIO	1/5	1	1/3	1/3	1/3	1/7
RIESGO (GESTIÓN)	1/5	3	1	5	5	1
CAPACIDAD	1/7	3	1/5	1	1	1/5
RESPONSABILIDAD	1/7	3	1/5	1	1	1/3
CONFIANZA (SEGURIDAD)	1/3	7	1	5	3	1
TOTAL	2.02	22.00	7.73	19.33	17.33	5.68

- c) Desarrollar la matriz de comparación por pares normalizada para los criterios.

Se normalizan los valores de la tabla 23, dividiendo cada uno de ellos por la suma total de la columna, luego se obtiene el promedio de los valores normalizados de cada fila formando de esta manera el vector prioridad, tal como se muestra en la tabla 24.

- Ejemplo:

Para la columna del criterio de habilitación se divide cada valor por 2.02:

$$1 / 2.02 = 0.5$$

$$1/5 / 2.02 = 0.1$$

$$1/7 / 2.02 = 0.07$$

$$1/3 / 2.02 = 0.17$$

Tabla 24. Matriz de comparación por pares normalizada para criterios

CRITERIOS (PRINCIPIOS DE ADOPCIÓN DE NUBE SEGÚN ISACA)	HABILITACIÓN (ESTRATEGIA)	COSTO- BENEFICIO	RIESGO (GESTIÓN)	CAPACIDAD	RESPONSABILIDAD	CONFIANZA (SEGURIDAD)	VECTOR PRIORIDAD
HABILITACION (ESTRATEGIA)	0.50	0.23	0.65	0.36	0.40	0.53	0.44
COSTO-BENEFICIO	0.10	0.05	0.04	0.02	0.02	0.03	0.04
RIESGO (GESTIÓN)	0.10	0.14	0.13	0.26	0.29	0.18	0.18
CAPACIDAD	0.07	0.14	0.03	0.05	0.06	0.04	0.06
RESPONSABILIDAD	0.07	0.14	0.03	0.05	0.06	0.06	0.07
CONFIANZA (SEGURIDAD)	0.17	0.32	0.13	0.26	0.17	0.18	0.20

- d) Desarrollar la matriz de comparación por pares para las alternativas.

Se realiza la comparación de las alternativas para determinar su importancia relativa pero se toma referencia a cada criterio. En este caso las alternativas son los servicios de TI.

La escala de valoración es la misma de la tabla 22.

Los valores se asignan considerando el entorno de la universidad y el cumplimiento de los objetivos estratégicos, para lo cual se contó con el apoyo del Director de TI y el personal a su cargo.

- Ejemplo:

Bajo el criterio de habilitación estratégica, es moderadamente preferido el servicio de directorio activo al servicio proxy dado que la mayor parte de actividades en la universidad dependen del registro de los equipos.

Por tal razón se asigna el valor de 3 en la celda que relaciona directorio activo con proxy y $1/3$ en la celda que relaciona proxy con directorio activo ya que son recíprocos.

En las tablas 25 a 30 se presentan las matrices de comparación de alternativas.

Tabla 25. Matriz de comparación de alternativas bajo el criterio de Habilitación

CRITERIO: HABILITACIÓN (ESTRATEGIA)	Directorio Activo / DNS	Proxy	Servidor web	Servidor Antivirus	Almacenamiento de archivos	Aplicaciones para Investigación	Radius (Roaming Educativo)	Aplicación Pruebas Académicas
Directorio Activo / DNS	1	3	5	5	7	5	7	7
Proxy	1/3	1	5	1	5	3	1	5
Servidor web	1/5	1/5	1	1	5	1/3	1	3
Servidor Antivirus	1/5	1	1	1	3	1/5	3	3
Almacenamiento de archivos	1/7	1/5	1/5	1/3	1	1/7	1/5	1
Aplicaciones para Investigación	1/5	1/3	3	5	7	1	5	7
Radius (Roaming Educativo)	1/7	1	1	1/3	5	1/5	1	3
Aplicación Pruebas Académicas	1/7	1/5	1/3	1/3	1	1/7	1/3	1
TOTAL	2.4	6.9	16.5	14.0	34.0	10.0	18.5	30.0

Tabla 26. Matriz de comparación de alternativas bajo el criterio de Costo-Beneficio

CRITERIO: COSTO - BENEFICIO	Directorio Activo / DNS	Proxy	Servidor web	Servidor Antivirus	Almacenamiento de archivos	Aplicaciones para Investigación	Radius (Roaming Educativo)	Aplicación Pruebas Académicas
Directorio Activo / DNS	1	3	5	5	5	3	5	7
Proxy	1/3	1	1	1	3	1	3	5
Servidor web	1/5	1	1	1	1	1	1	1
Servidor Antivirus	1/5	1	1	1	3	1	3	3
Almacenamiento de archivos	1/5	1/3	1	1/3	1	1/5	1	1
Aplicaciones para Investigación	1/3	1	1	1	5	1	5	5
Radius (Roaming Educativo)	1/5	1/3	1	1/3	1	1/5	1	3
Aplicación Pruebas Académicas	1/7	1/5	1	1/3	1	1/5	1/3	1
TOTAL	2.6	7.9	12.0	10.0	20.0	7.6	19.3	26.0

Tabla 27. Matriz de comparación de alternativas bajo el criterio de Riesgo

CRITERIO: RIESGO	Directorio Activo / DNS	Proxy	Servidor web	Servidor Antivirus	Almacenamiento de archivos	Aplicaciones para Investigación	Radius (Roaming Educativo)	Aplicación Pruebas Académicas
Directorio Activo / DNS	1	5	5	3	3	3	3	5
Proxy	1/5	1	3	3	3	3	3	5
Servidor web	1/5	1/3	1	1/5	3	1/5	3	3
Servidor Antivirus	1/3	1/3	5	1	5	1	3	3
Almacenamiento de archivos	1/3	1/3	1/3	1/5	1	1/3	1	3
Aplicaciones para Investigación	1/3	1/3	5	1	3	1	5	3
Radius (Roaming Educativo)	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1/5	1	3
Aplicación Pruebas Académicas	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1
TOTAL	2.9	7.9	20.0	9.1	19.3	9.1	19.3	26.0

Tabla 28. Matriz de comparación de alternativas bajo el criterio de Capacidad

CRITERIO: CAPACIDAD	Directorio Activo / DNS	Proxy	Servidor web	Servidor Antivirus	Almacenamiento de archivos	Aplicaciones para Investigación	Radius (Roaming Educativo)	Aplicación Pruebas Académicas
Directorio Activo / DNS	1	3	3	1	3	3	3	3
Proxy	1/3	1	1	1	1	1	1	3
Servidor web	1/3	1	1	1	1/5	1	1	1
Servidor Antivirus	1	1	1	1	1/5	1/3	1	1
Almacenamiento de archivos	1/3	1	5	5	1	1/5	3	1
Aplicaciones para Investigación	1/3	1	1	3	5	1	5	3
Radius (Roaming Educativo)	1/3	1	1	1	1/3	1/5	1	1
Aplicación Pruebas Académicas	1/3	1/3	1	1	1	1/3	1	1
TOTAL	4.0	9.3	14.0	14.0	11.7	7.1	16.0	14.0

Tabla 29. Matriz de comparación de alternativas bajo el criterio de Responsabilidad

CRITERIO: RESPONSABILIDAD	Directorio Activo / DNS	Proxy	Servidor web	Servidor Antivirus	Almacenamiento de archivos	Aplicaciones para Investigación	Radius (Roaming Educativo)	Aplicación Pruebas Académicas
Directorio Activo / DNS	1	5	3	3	5	3	3	5
Proxy	1/5	1	3	1	5	1	3	5
Servidor web	1/3	1/3	1	1	5	1/5	1	1
Servidor Antivirus	1/3	1	1	1	3	1/5	1	3
Almacenamiento de archivos	1/5	1/5	1/5	1/3	1	1/3	1/3	1
Aplicaciones para Investigación	1/3	1	5	5	3	1	3	5
Radius (Roaming Educativo)	1/3	1/3	1	1	3	1/3	1	3
Aplicación Pruebas Académicas	1/5	1/5	1	1/3	1	1/5	1/3	1
TOTAL	2.9	9.1	15.2	12.7	26.0	6.3	12.7	24.0

Tabla 30. Matriz de comparación de alternativas bajo el criterio de Confianza (seguridad)

CRITERIO: CONFIANZA (SEGURIDAD)	Directorio Activo / DNS	Proxy	Servidor web	Servidor Antivirus	Almacenamiento de archivos	Aplicaciones para Investigación	Radius (Roaming Educativo)	Aplicación Pruebas Académicas
Directorio Activo / DNS	1	3	7	3	7	5	5	7
Proxy	1/3	1	5	3	5	7	5	5
Servidor web	1/7	1/5	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
Servidor Antivirus	1/3	1/3	3	1	1	1	3	3
Almacenamiento de archivos	1/7	1/5	3	1	1	1/3	1	1
Aplicaciones para Investigación	1/5	1/7	3	1	3	1	3	3
Radius (Roaming Educativo)	1/5	1/5	3	1/3	1	1/3	1	1
Aplicación Pruebas Académicas	1/7	1/5	3	1/3	1	1/3	1	1
TOTAL	2.5	5.3	28.0	10.0	19.3	15.3	19.3	21.3

a) Desarrollar la matriz de comparación por pares normalizada para las alternativas.

Se normalizan los valores de las tablas 25 a 30 tal como se realizó para los criterios.

En las tablas 31 a 36 se presentan las matrices de comparación por pares normalizadas para las alternativas

Tabla 31. Matriz de comparación normalizada de alternativas bajo el criterio de Habilitación (estrategia)

CRITERIO: HABILITACIÓN (ESTRATEGIA)	Directorio Activo / DNS	Proxy	Servidor web	Servidor Antivirus	Almacenamiento de archivos	Aplicaciones para Investigación	Radius (Roaming Educativo)	Aplicación Pruebas Académicas	VECTOR PRIORIDAD
Directorio Activo / DNS	0.42	0.43	0.30	0.36	0.21	0.50	0.38	0.23	0.354
Proxy	0.14	0.14	0.30	0.07	0.15	0.30	0.05	0.17	0.166
Servidor web	0.08	0.03	0.06	0.07	0.15	0.03	0.05	0.10	0.072
Servidor Antivirus	0.08	0.14	0.06	0.07	0.09	0.02	0.16	0.10	0.091
Almacenamiento de archivos	0.06	0.03	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.03	0.027
Aplicaciones para Investigación	0.08	0.05	0.18	0.36	0.21	0.10	0.27	0.23	0.185
Radius (Roaming Educativo)	0.06	0.14	0.06	0.02	0.15	0.02	0.05	0.10	0.076
Aplicación Pruebas Académicas	0.06	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03	0.029

Tabla 32. Matriz de comparación de alternativas normalizada bajo el criterio de Costo-Beneficio

CRITERIO: COSTO - BENEFICIO	Directorio Activo / DNS	Proxy	Servidor web	Servidor Antivirus	Almacenamiento de archivos	Aplicaciones para Investigación	Radius (Roaming Educativo)	Aplicación Pruebas Académicas	VECTOR PRIORIDAD
Directorio Activo / DNS	0.38	0.38	0.42	0.50	0.25	0.39	0.26	0.27	0.357
Proxy	0.13	0.13	0.08	0.10	0.15	0.13	0.16	0.19	0.133
Servidor web	0.08	0.13	0.08	0.10	0.05	0.13	0.05	0.04	0.082
Servidor Antivirus	0.08	0.13	0.08	0.10	0.15	0.13	0.16	0.12	0.117
Almacenamiento de archivos	0.08	0.04	0.08	0.03	0.05	0.03	0.05	0.04	0.050
Aplicaciones para Investigación	0.13	0.13	0.08	0.10	0.25	0.13	0.26	0.19	0.159
Radius (Roaming Educativo)	0.08	0.04	0.08	0.03	0.05	0.03	0.05	0.12	0.060
Aplicación Pruebas Académicas	0.05	0.03	0.08	0.03	0.05	0.03	0.02	0.04	0.041

Tabla 33. Matriz de comparación de alternativas normalizada bajo el criterio de Riesgo

CRITERIO: RIESGO	Directorio Activo / DNS	Proxy	Servidor web	Servidor Antivirus	Almacenamiento de archivos	Aplicaciones para Investigación	Radius (Roaming Educativo)	Aplicación Pruebas Académicas	VECTOR PRIORIDAD
Directorio Activo / DNS	0.34	0.64	0.25	0.33	0.16	0.33	0.16	0.19	0.299
Proxy	0.07	0.13	0.15	0.33	0.16	0.33	0.16	0.19	0.189
Servidor web	0.07	0.04	0.05	0.02	0.16	0.02	0.16	0.12	0.079
Servidor Antivirus	0.11	0.04	0.25	0.11	0.26	0.11	0.16	0.12	0.144
Almacenamiento de archivos	0.11	0.04	0.02	0.02	0.05	0.04	0.05	0.12	0.056
Aplicaciones para Investigación	0.11	0.04	0.25	0.11	0.16	0.11	0.26	0.12	0.144
Radius (Roaming Educativo)	0.11	0.04	0.02	0.04	0.05	0.02	0.05	0.12	0.056
Aplicación Pruebas Académicas	0.07	0.03	0.02	0.04	0.02	0.04	0.02	0.04	0.032

Tabla 34. Matriz de comparación de alternativas normalizada bajo el criterio de Capacidad

CRITERIO: CAPACIDAD	Directorio Activo / DNS	Proxy	Servidor web	Servidor Antivirus	Almacenamiento de archivos	Aplicaciones para Investigación	Radius (Roaming Educativo)	Aplicación Pruebas Académicas	VECTOR PRIORIDAD
Directorio Activo / DNS	0.25	0.32	0.21	0.07	0.26	0.42	0.19	0.21	0.242
Proxy	0.08	0.11	0.07	0.07	0.09	0.14	0.06	0.21	0.105
Servidor web	0.08	0.11	0.07	0.07	0.02	0.14	0.06	0.07	0.078
Servidor Antivirus	0.25	0.11	0.07	0.07	0.02	0.05	0.06	0.07	0.087
Almacenamiento de archivos	0.08	0.11	0.36	0.36	0.09	0.03	0.19	0.07	0.160
Aplicaciones para Investigación	0.08	0.11	0.07	0.21	0.43	0.14	0.31	0.21	0.196
Radius (Roaming Educativo)	0.08	0.11	0.07	0.07	0.03	0.03	0.06	0.07	0.065
Aplicación Pruebas Académicas	0.08	0.04	0.07	0.07	0.09	0.05	0.06	0.07	0.066

Tabla 35. Matriz de comparación de alternativas normalizada bajo el criterio de Responsabilidad

CRITERIO: RESPONSABILIDAD	Directorio Activo / DNS	Proxy	Servidor web	Servidor Antivirus	Almacenamiento de archivos	Aplicaciones para Investigación	Radius (Roaming Educativo)	Aplicación Pruebas Académicas	VECTOR PRIORIDAD
Directorio Activo / DNS	0.34	0.55	0.20	0.24	0.19	0.48	0.24	0.21	0.305
Proxy	0.07	0.11	0.20	0.08	0.19	0.16	0.24	0.21	0.156
Servidor web	0.11	0.04	0.07	0.08	0.19	0.03	0.08	0.04	0.080
Servidor Antivirus	0.11	0.11	0.07	0.08	0.12	0.03	0.08	0.13	0.090
Almacenamiento de archivos	0.07	0.02	0.01	0.03	0.04	0.05	0.03	0.04	0.036
Aplicaciones para Investigación	0.11	0.11	0.33	0.39	0.12	0.16	0.24	0.21	0.208
Radius (Roaming Educativo)	0.11	0.04	0.07	0.08	0.12	0.05	0.08	0.13	0.083
Aplicación Pruebas Académicas	0.07	0.02	0.07	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.040

Tabla 36. Matriz de comparación de alternativas normalizada bajo el criterio de Confianza

CRITERIO: CONFIANZA (SEGURIDAD)	Directorio Activo / DNS	Proxy	Servidor web	Servidor Antivirus	Almacenamiento de archivos	Aplicaciones para Investigación	Radius (Roaming Educativo)	Aplicación Pruebas Académicas	VECTOR PRIORIDAD
Directorio Activo / DNS	0.40	0.57	0.25	0.30	0.36	0.33	0.26	0.33	0.349
Proxy	0.13	0.19	0.18	0.30	0.26	0.46	0.26	0.23	0.251
Servidor web	0.06	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.030
Servidor Antivirus	0.13	0.06	0.11	0.10	0.05	0.07	0.16	0.14	0.102
Almacenamiento de archivos	0.06	0.04	0.11	0.10	0.05	0.02	0.05	0.05	0.059
Aplicaciones para Investigación	0.08	0.03	0.11	0.10	0.16	0.07	0.16	0.14	0.104
Radius (Roaming Educativo)	0.08	0.04	0.11	0.03	0.05	0.02	0.05	0.05	0.054
Aplicación Pruebas Académicas	0.06	0.04	0.11	0.03	0.05	0.02	0.05	0.05	0.051

- b) Desarrollar la matriz de prioridades formada por los vectores prioridad de los criterios y alternativas de las tablas 31 a 36, los mismos que se ordenan como se muestra en la tabla 37.

Tabla 37. Distribución de vectores prioridad de criterios y alternativas

ALTERNATIVAS	CRITERIOS					
	Criterio 1	Criterio 2	.	.	.	Criterio m
	Vector prioridad de criterios					
Alternativa 1	Vector prioridad de alternativas 1	Vector prioridad de alternativas 2	Vector prioridad de alternativas 3	Vector prioridad de alternativas 4	Vector prioridad de alternativas 5	Vector prioridad de alternativas 6
Alternativa 2						
Alternativa 3						
Alternativa 4						
.						
.						
.						
Alternativa n						

- Se calculan los valores del vector de prioridad global (p_n), multiplicando el vector prioridad de criterios por cada uno de los vectores fila y obteniendo la suma de estas multiplicaciones, tal como se muestra en la tabla 38.

Tabla 38. Distribución de vectores para cálculo de vector prioridad global

ALTERNATIVAS	CRITERIOS						VECTOR PRIORIDAD GLOBAL
	Criterio 1	Criterio 2	.	.	.	Criterio m	
	Vector prioridad de criterios						
Alternativa 1	Vector fila 1						p1
Alternativa 2	Vector fila 2						p2
Alternativa 3	Vector fila 3						p3
Alternativa 4	.						.
.	.						.
.	.						.
.	.						.
Alternativa n	Vector fila n						pn

En la tabla 39 se presenta la matriz de prioridades y el vector de prioridad global.

Tabla 39. Matriz de Prioridades y vector de prioridad global.

ALTERNATIVAS (SERVICIOS DE TI)	CRITERIOS (PRINCIPIOS)						VECTOR PRIORIDAD GLOBAL
	HABILITACIÓN (ESTRATEGIA)	COSTO- BENEFICIO	RIESGO (GESTIÓN)	CAPACIDAD	RESPONSABILIDAD	CONFIANZA (SEGURIDAD)	
	0.44	0.04	0.18	0.06	0.07	0.20	
Directorio Activo / DNS	0.35	0.36	0.30	0.24	0.31	0.35	0.333
Proxy	0.17	0.13	0.19	0.10	0.16	0.25	0.182
Servidor web	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.03	0.066
Servidor Antivirus	0.09	0.12	0.14	0.09	0.09	0.10	0.104
Almacenamiento de archivos	0.03	0.05	0.06	0.16	0.04	0.06	0.049
Aplicaciones para Investigación	0.19	0.16	0.14	0.20	0.21	0.10	0.162
Radius (Roaming Educativo)	0.08	0.06	0.06	0.07	0.08	0.05	0.067
Aplicación Pruebas Académicas	0.03	0.04	0.03	0.07	0.04	0.05	0.037

- Ejemplo:

Con los valores de la tabla anterior se realiza el cálculo de p1 para el servicio de Directorio Activo:

$$p1 = 0.44 \times 0.35 + 0.04 \times 0.36 + 0.18 \times 0.30 + 0.06 \times 0.24 + \\ + 0.07 \times 0.31 + 0.20 \times 0.35$$

$$p1 = 0.333$$

- c) Ordenar las alternativas y los valores del vector prioridad de mayor a menor.

En la tabla 40 se ordenan las alternativas con sus respectivos valores de prioridad calculados en la tabla 39.

Tabla 40. Prioridad de las alternativas o servicios de TI

ALTERNATIVAS (SERVICIOS DE TI)	VECTOR PRIORIDAD GLOBAL
Directorio Activo / DNS	0.333
Proxy	0.182
Aplicaciones para Investigación	0.162
Servidor Antivirus	0.104
Radius (Roaming Educativo)	0.067
Servidor web	0.066
Almacenamiento de archivos	0.049
Aplicación Pruebas Académicas	0.037

d) Toma de decisiones

En base a la prioridad y a los objetivos planteados en el método del proceso analítico jerárquico se toman las decisiones relacionadas con el presente estudio.

Los resultados de la tabla 40 indican que los servicios más prioritarios para las actividades universitarias del campus sur son: Directorio Activo y Proxy, por lo que su migración merece un análisis más profundo.

A continuación se presentan algunas razones para no migrar estos 2 servicios:

- Directorio Activo / DNS
 - Es crítico porque si queda fuera de servicio ningún usuario tendría acceso a los recursos de red en el campus.
 - Es de alto riesgo ya que este servidor contiene la información de todos de usuarios y sus claves.
 - Se requerirá una conexión permanente al internet con un acuerdo de nivel de servicio adecuado por parte del proveedor.
 - Al poner en la nube el Directorio Activo pueden aparecer riesgos adicionales basados en las vulnerabilidades existentes en Windows Server. (Kirsch, s.f.)
 - Técnicamente es recomendable mantenerlo en las instalaciones del centro de datos.

- Proxy
 - El servidor Proxy es necesario para dar salida al internet a todos los usuarios del campus sur; si queda fuera de servicio ningún usuario podría navegar.

- Se requerirá una conexión permanente al internet con un acuerdo de nivel de servicio adecuado por parte del proveedor.
 - El tener este servicio en la nube provocaría problemas de retardo y ancho de banda por lo tanto la comunicación no sería óptima. (INTERXION, s.f.)
 - Técnicamente es recomendable mantenerlo en las instalaciones del centro de datos.
- Los servicios de TI que son menos prioritarios y que no requieren de mayor análisis para su migración a la nube son:
 - Aplicaciones para investigación
 - Antivirus
 - Radius (Roaming Educativo)
 - Servicio web
 - Almacenamiento de archivos
 - Aplicaciones para pruebas
 - Los servidores que fueron detallados en las tablas 14 a la 18 y que serían migrados a la nube se presentan en la tabla 41.

Tabla 41. Servidores a ser migrados a la nube

NOMBRE DEL SERVIDOR	SERVICIOS DE TI
ROAMING EDUCATIVO - EDUROAM	Radius
SERVIDOR ARCHIVOS - CAMPUS SUR	Almacenamiento de archivos
SERVIDOR ANTMIRUS	Antivirus , servicio web y almacenamiento de archivos
INVESTIGACIÓN - CIMA	Aplicaciones para investigación y servicio web
SERVIDOR SUN	Aplicaciones para pruebas

3.3.2 Selección del modelo de servicio en la nube

Siguiendo el marco de referencia de NIST, se procede a la selección del modelo de servicio tomando en cuenta los requerimientos de la UPS para los servicios de TI del campus sur; estos requerimientos fueron proporcionados por el Director de TI.

En la tabla 42 se analiza si los modelos de servicio cubren los requerimientos de la UPS o si lo hacen en forma parcial o nula y en base a eso se selecciona el modelo.

Tabla 42. Selección del modelo de servicio de nube

REQUERIMIENTOS DE LA UPS	MODELO DE SERVICIO		
	IaaS	PaaS	SaaS
Instalación y ejecución de Aplicaciones	SI	SI	SOLO EJECUCIÓN
Instalación y ejecución de software para desarrollo de aplicaciones	SI	SI	NO
Almacenamiento de documentos y archivos	SI	SI	SI
Control y acceso a documentos y archivos	SI	SI	SI
Instalación, ejecución y administración de sistemas operativos	SI	SOLO ADMINISTRACIÓN	NO
Instalación y administración de bases de datos	SI	SOLO ADMINISTRACIÓN	NO
Asignación de recursos de hardware (CPU, RAM, Disco Duro)	SI	SI	SI

El análisis anterior da como resultado que el modelo de servicio que cumple con todos los requerimientos de la UPS campus sur es: **IaaS**.

3.3.3 Selección del modelo de despliegue en la nube

Para seleccionar el modelo de despliegue en la nube se analizan los requerimientos definidos por los responsables de la infraestructura y servicios de TI de la UPS.

En la tabla 43 se identifican los requerimientos de la UPS para cada servicio de TI y en base a este análisis se determina el modelo de despliegue más adecuado.

Tabla 43. Selección del modelo de despliegue en la nube

REQUERIMIENTOS DE LA UPS PARA DESPLIEGUE	SERVICIO DE TI					
	APLICACIONES INVESTIGACIÓN	SERVICIO ANTIVIRUS	RADIUS (ROAMING EDUCATIVO)	SERVICIO WEB (INVESTIGACIÓN / TESIS)	ALMCENAMIENTO ARCHIVOS	APLICACIONES PRUEBAS ACADÉMICAS
Seguridad física equipos	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Seguridad lógica	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Escalabilidad programada de recursos	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Flexibilidad automática de recursos	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Medición de consumo de recursos	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Monitoreo de disponibilidad de recursos	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Acceso público	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Disponibilidad	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Alto número de usuarios internos	SI	SI	SI	NO	SI	SI
Administración de recursos propios o por terceros	SI	SI	SI	SI	SI	SI
MODELO DE DESPLIEGUE QUE CUMPLE	PRIVADO	PRIVADO	PRIVADO	PÚBLICO	PRIVADO	PRIVADO

El análisis anterior indica que se requieren los dos modelos: público y privado; por lo tanto el modelo de despliegue a adoptarse es el **Híbrido**.

3.4 Diseño lógico de la solución

Una vez que se seleccionaron los servicios de TI a migrarse y los modelos de servicio y despliegue, en la figura 16 se presenta el diseño lógico de la solución donde se observan las componentes en el lado de la UPS y en el del proveedor del servicio en la nube.

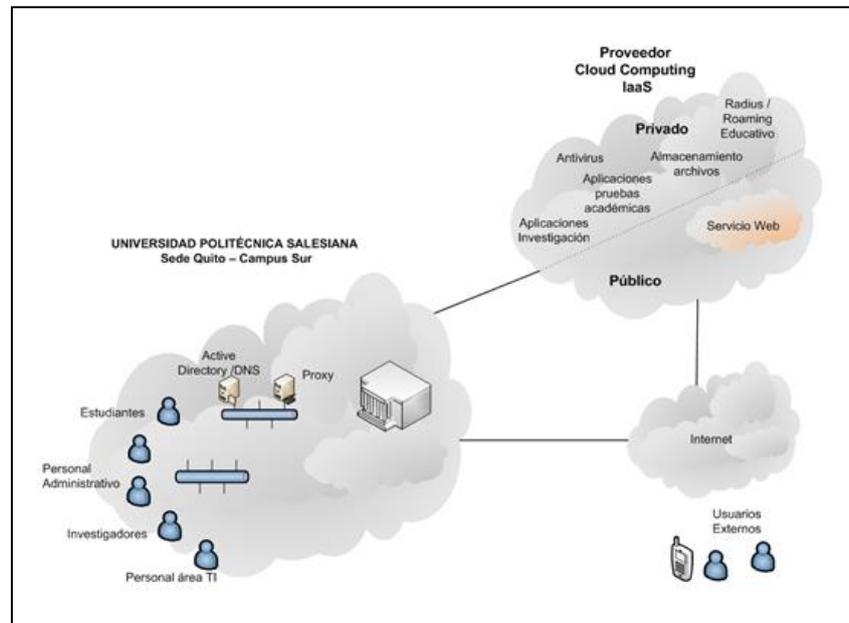


Figura 16. Diseño Lógico de la Solución – IaaS Híbrida

3.5 Diseño físico de la solución

En la figura 17 se presenta el diseño físico de la solución, en base al diagrama lógico anterior.

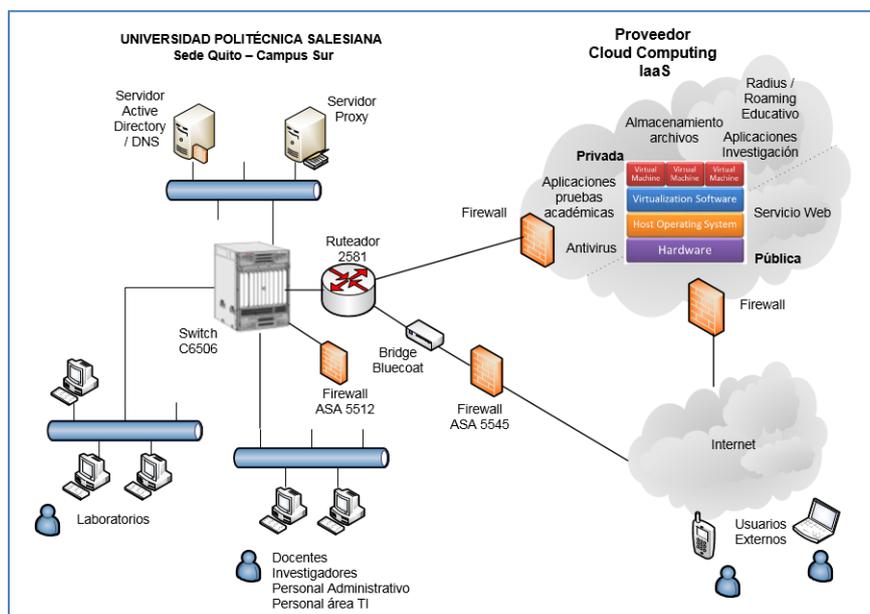


Figura 17. Diseño Físico de la Solución – IaaS Híbrida

3.6 Propuesta de la solución

Tomado los resultados de las secciones 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3, la propuesta de solución es:

- Modelo de servicio : IaaS
- Modelo de despliegue: Híbrido
- Servicios que se sugiere migrarlos:
 - A la nube pública:
 - Servicio web
 - A la nube privada:
 - Radius (Roaming Educativo)
 - Aplicaciones para investigación (GIS)
 - Aplicaciones para pruebas académicas.
 - Almacenamiento de archivos
 - Antivirus
- Servicios que no se sugiere migrarlos:
 - Directorio Activo / DNS
 - Proxy

4. Capítulo IV. Evaluación de factibilidad

4.1 Requerimientos tecnológicos actuales

Para la evaluación de factibilidad de adoptar un servicio en la nube se deben considerar los requerimientos tecnológicos actuales de los servidores del campus sur como son: procesamiento, memoria RAM y disco duro. Cabe mencionar que esta información fue proporcionada por el departamento de TI.

Para mayor facilidad en la forma de presentar la información de los servidores que serán migrados, se asigna la nomenclatura indicada en la tabla 44.

Tabla 44. Nomenclatura de servidores a ser migrados

NOMENCLATURA	NOMBRE DEL SERVIDOR	SERVICIOS
S1 - RO	ROAMING EDUCATIVO - EDUROAM	RADIUS
S2 - FS	SERVIDOR ARCHIVOS - CAMPUS SUR	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS
S3 - AV	SERVIDOR ANTIVIRUS	ANTIVIRUS / WEB / ALMACENAMIENTO ARCHIVOS
S4 - IN	INVESTIGACIÓN CIMA	WEB / APLICACIONES
S5 - PR	SERVIDOR SUN	APLICACIONES

La capacidad total de discos duros y memorias RAM de cada servidor se presenta en la tabla 45, para lo cual se usan los datos de las tablas 10,11 y 12.

Tabla 45. Capacidad total de discos duros y memorias RAM

NOMENCLATURA	NOMBRE SERVIDOR	DISCO DURO (ACTUAL)	RAM (ACTUAL)
		CAPACIDAD TOTAL (GB)	CAPACIDAD TOTAL (GB)
S1 - RO	ROAMING EDUCATIVO - EDUROAM	292	8
S2 - FS	SERVIDOR ARCHIVOS - CAMPUS SUR	146.8	4
S3 - AV	SERVIDOR ANTIVIRUS	1784	48
S4 - IN	INVESTIGACIÓN CIMA	1492	18
S5 - PR	SERVIDOR SUN	1200	32
TOTAL		4914.8	110

La cantidad de CPUs físicos y CPUs virtuales (vCPU) que tiene cada uno de los servidores, se presenta en la tabla 46:

Tabla 46. Cantidad de CPUs y cups de los servidores

NOMENCLATURA	NOMBRE SERVIDOR	CPU (ACTUAL)	
		CANTIDAD CPU	CANTIDAD vCPU
S1 - RO	ROAMING EDUCATIVO - EDUROAM	1	1
S2 - FS	SERVIDOR ARCHIVOS - CAMPUS SUR	1	1
S3 - AV	SERVIDOR ANTIVIRUS	1	4
S4 - IN	INVESTIGACIÓN CIMA	1	5
S5 - PR	SERVIDOR SUN	1	1
TOTAL		5	12

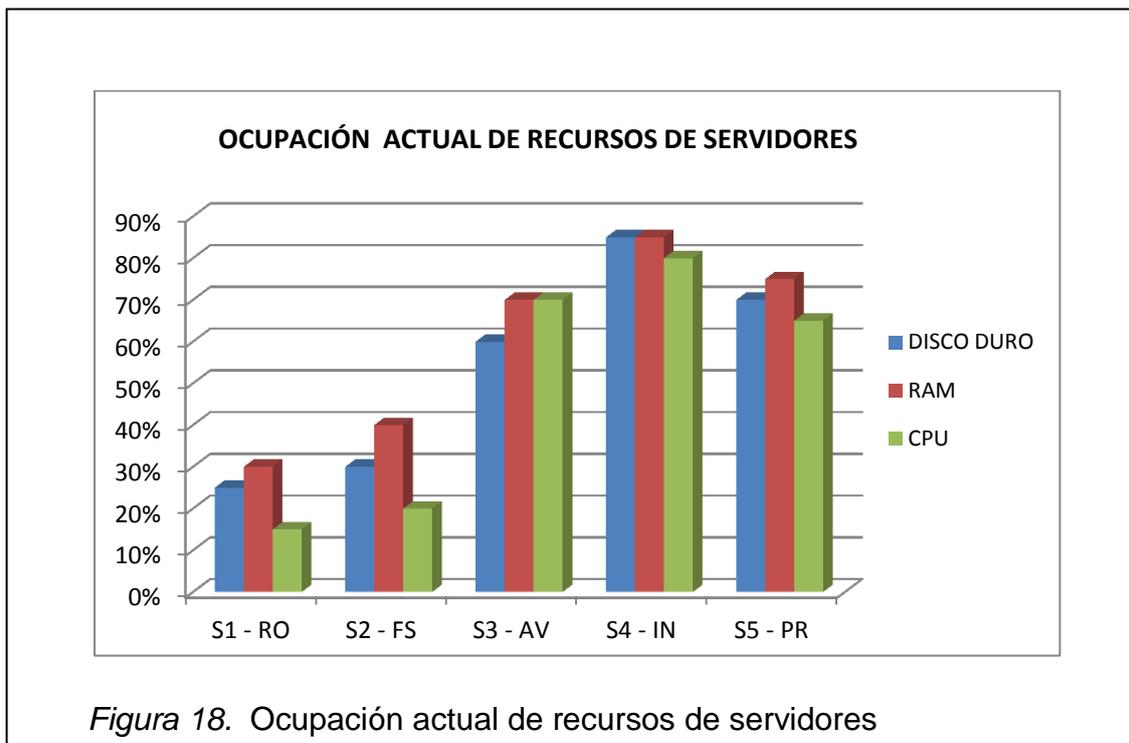
Para conocer el estado actual de ocupación de los recursos de discos duros, memorias RAM y procesadores se procede a hacer una estimación basada en el conocimiento y experiencia del personal del departamento de TI, dado que en la actualidad no cuentan con un servidor o aplicación para el monitoreo de uso de recursos.

En la tabla 47 se encuentra la estimación de porcentajes de ocupación actual de los recursos de cada uno de los servidores en horas de mayor tráfico:

Tabla 47. Ocupación actual de discos duros, memorias RAM y CPUs

NOMENCLATURA	NOMBRE DEL SERVIDOR	PORCENTAJE DE OCUPACIÓN ACTUAL		
		DISCO DURO	RAM	CPU
S1 - RO	ROAMING EDUCATIVO - EDUROAM	25%	30%	15%
S2 - FS	SERVIDOR ARCHIVOS - CAMPUS SUR	30%	40%	20%
S3 - AV	SERVIDOR ANTIVIRUS	60%	70%	70%
S4 - IN	INVESTIGACIÓN CIMA	85%	85%	80%
S5 - PR	SERVIDOR SUN	70%	75%	65%

En la figura 18 se presentan los porcentajes de ocupación de recursos en base a los datos de la tabla 47.



Considerando que la mayoría de servidores están virtualizados, se entenderá que cada CPU y vCPU está asociado a una máquina virtual y a un servicio, tal como se indica en la tabla 48.

Tabla 48. Máquinas virtuales de los servidores

SERVIDOR	MÁQUINA VIRTUAL	CPU / vCPU	SERVICIOS
S1 - RO	MV1	CPU-1	RADIUS
S2 - FS	MV2	CPU-2	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS
S3 - AV	MV3	vCPU-3	ANTIVIRUS
	MV4	vCPU-4	SERVICIO WEB
	MV5	vCPU-5	SERVICIO WEB
	MV6	vCPU-6	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS
S4 - IN	MV7	vCPU-7	WEB / APLICACIONES
	MV8	vCPU-8	SERVICIO WEB
	MV9	vCPU-9	SERVICIO WEB
	MV10	vCPU-10	APLICACIONES
	MV11	vCPU-11	APLICACIONES
S5 - PR	MV12	vCPU-12	APLICACIONES
TOTAL	12	12	

En la tabla 49 se presentan los recursos de disco duro asignados a cada máquina virtual y su ocupación actual, para lo cual se usan los porcentajes de la tabla 47.

Tabla 49. Ocupación actual de disco duro por máquina virtual

SERVIDOR	DISCO DURO (TOTAL)	ASIGNACIÓN DE DISCO DURO					
		MÁQUINA VIRTUAL (MV)	CPU / vCPU	SERVICIOS	DISCO DURO ASIGNADO POR MV	OCUPACIÓN ACTUAL POR MV	
	GB				%	GB	
S1 - RO	292	MV1	CPU-1	RADIUS	200	25%	50
S2 - FS	146.8	MV2	CPU-2	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS	120	30%	36
S3 - AV	1784	MV3	vCPU-3	ANTIVIRUS	400	60%	240
		MV4	vCPU-4	SERVICIO WEB	300		180
		MV5	vCPU-5	SERVICIO WEB	300		180
		MV6	vCPU-6	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS	600		360
S4 - IN	1492	MV7	vCPU-7	WEB / APLICACIONES	500	85%	425
		MV8	vCPU-8	SERVICIO WEB	200		170
		MV9	vCPU-9	SERVICIO WEB	200		170
		MV10	vCPU-10	APLICACIONES	200		170
		MV11	vCPU-11	APLICACIONES	200		170
S5 - PR	1200	MV12	vCPU-12	APLICACIONES	500	70%	350
TOTAL	4914.8	12	12		3720		2501

En la tabla 50 se presenta la asignación de recursos de memoria RAM por máquina virtual y su ocupación actual, para lo cual se utilizan los porcentajes de la tabla 47.

Tabla 50. Ocupación actual de memoria RAM por máquina virtual

SERVIDOR	RAM (TOTAL)	ASIGNACIÓN DE MEMORIA RAM					
		MÁQUINA VIRTUAL (MV)	CPU / vCPU	SERVICIOS	RAM ASIGNADA POR MV	OCUPACIÓN ACTUAL POR MV	
	GB				%	GB	
S1 - RO	8	MV1	CPU-1	RADIUS	6	30%	1.8
S2 - FS	4	MV2	CPU-2	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS	3	40%	1.2
S3 - AV	48	MV3	vCPU-3	ANTIVIRUS	10	70%	7
		MV4	vCPU-4	SERVICIO WEB	8		5.6
		MV5	vCPU-5	SERVICIO WEB	6		4.2
		MV6	vCPU-6	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS	8		5.6
S4 - IN	18	MV7	vCPU-7	WEB / APLICACIONES	6	85%	5.1
		MV8	vCPU-8	SERVICIO WEB	2		1.7
		MV9	vCPU-9	SERVICIO WEB	2		1.7
		MV10	vCPU-10	APLICACIONES	4		3.4
		MV11	vCPU-11	APLICACIONES	2		1.7
S5 - PR	32	MV12	vCPU-12	APLICACIONES	15	75%	11.25
TOTAL	110	12	12		72		50.25

En la tabla 51 se presentan los recursos de procesador asignados a cada máquina virtual y su ocupación actual, para lo cual se utilizan los porcentajes de la tabla 47.

Tabla 51. Ocupación de procesador por máquina virtual

SERVIDOR	ACTUAL (CPU / vCPU)					
	MÁQUINA VIRTUAL (MV)	CPU / vCPU	SERVICIOS	CAPACIDAD PROCESADOR (GHz)	OCUPACIÓN	CAPACIDAD DE PROCESADOR USADA POR MV (GHz)
					%	
S1 - RO	MV1	CPU-1	RADIUS	3.2	15%	0.48
S2 - FS	MV2	CPU-2	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS	2	20%	0.40
S3 - AV	MV3	vCPU-3	ANTIVIRUS	2.4	70%	0.42
	MV4	vCPU-4	SERVICIO WEB			0.42
	MV5	vCPU-5	SERVICIO WEB			0.42
	MV6	vCPU-6	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS			0.42
S4 - IN	MV7	vCPU-7	WEB / APLICACIONES	2.67	80%	0.43
	MV8	vCPU-8	SERVICIO WEB			0.43
	MV9	vCPU-9	SERVICIO WEB			0.43
	MV10	vCPU-10	APLICACIONES			0.43
	MV11	vCPU-11	APLICACIONES			0.43
S5 - PR	MV12	vCPU-12	APLICACIONES	2.4	65%	1.56
TOTAL	12	12		12.67		6.26

4.2 Requerimientos tecnológicos futuros

Una vez que se han determinado los requerimientos actuales es necesario proyectar a futuro los recursos de los servidores. En la actualidad el departamento de TI no cuenta con una herramienta de monitoreo que provea datos históricos de consumo de recursos históricos que permitan realizar una proyección; por lo tanto el presente estudio se basará estimaciones proporcionadas por el director de TI y su grupo de trabajo; quienes consideran un crecimiento del 5 al 15% anual dependiendo de las características de los servicios de TI y se realizará para un periodo de 3 años tal como se muestra en las figuras 19, 20 y 21.

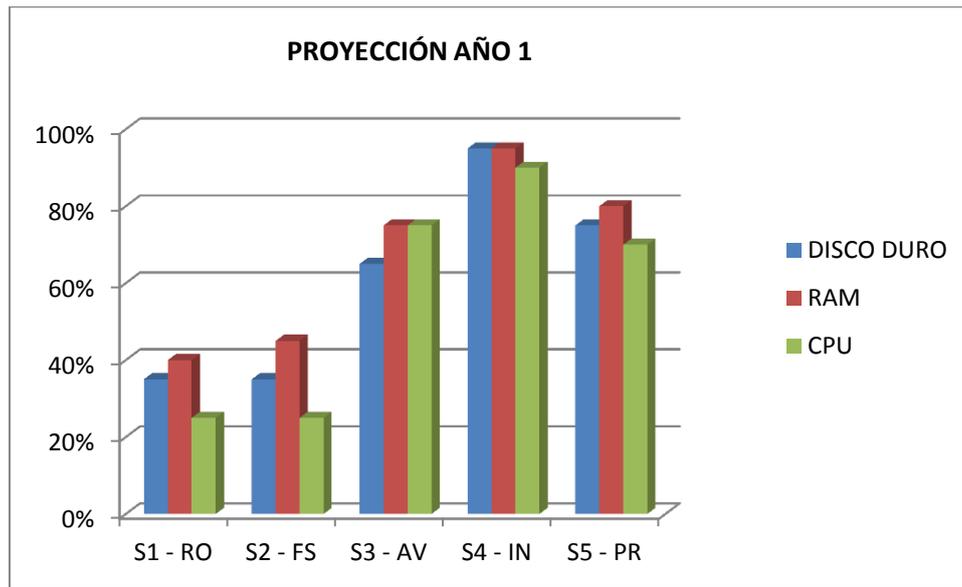


Figura 19. Proyección de ocupación de recursos en el primer año

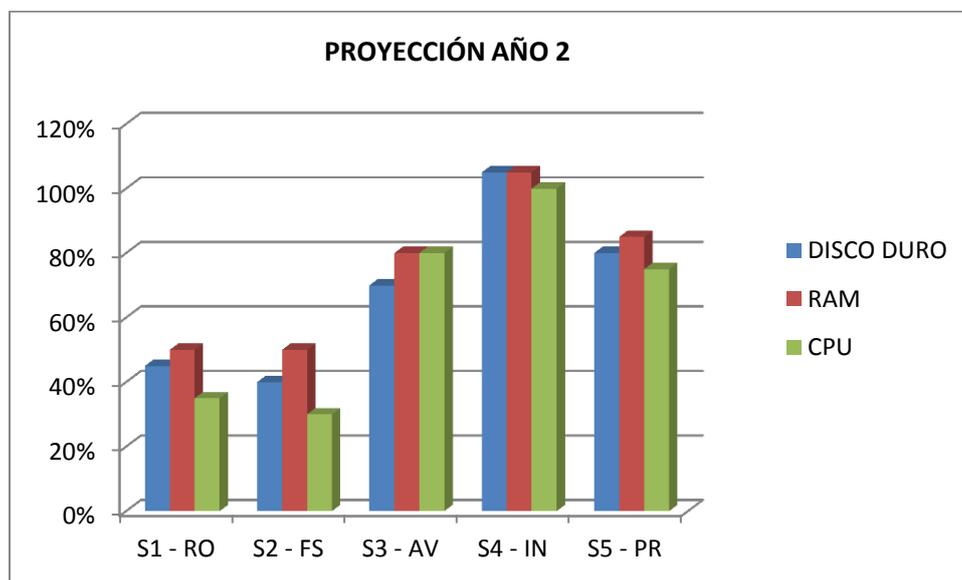
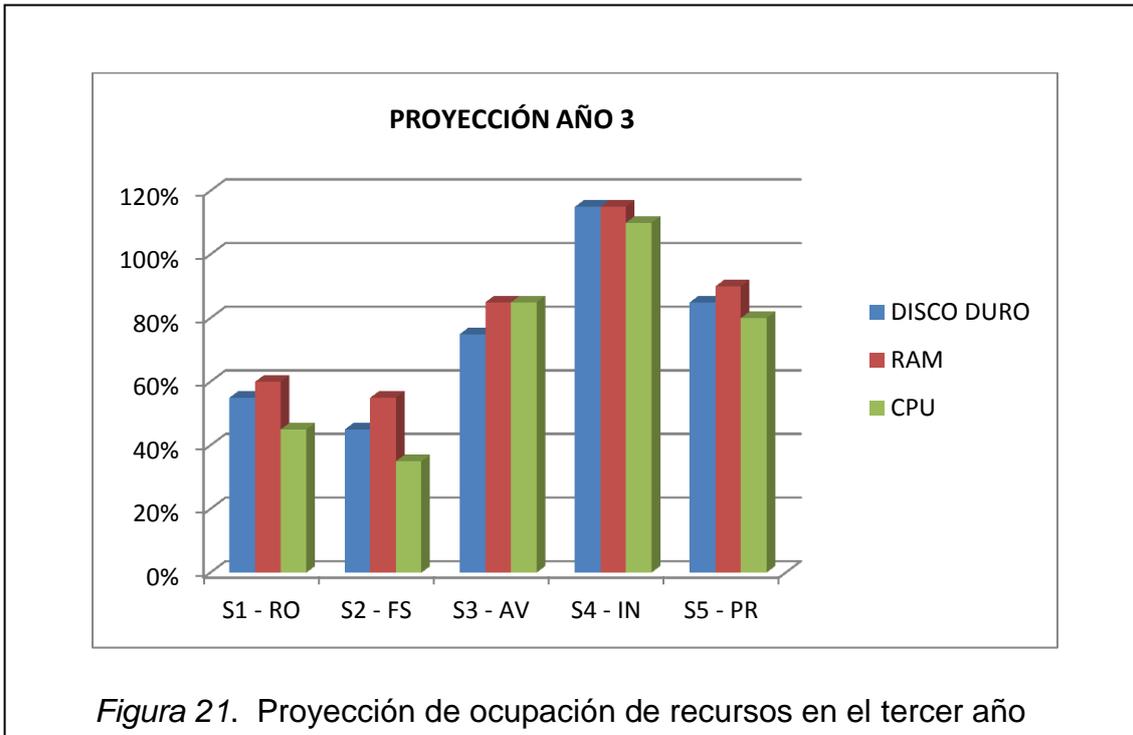


Figura 20. Proyección de ocupación de recursos en el segundo año



Como resultado de la proyección se puede evidenciar que el servidor de Investigación (S4-IN) llegará a ocupar más del 100% de su capacidad actual instalada en el periodo de 3 años.

Una vez que se ha realizado la proyección a 3 años para cada servidor, es necesario calcular la ocupación de recursos por máquina virtual en este periodo de tiempo.

En la tabla 52 se presentan la proyección de ocupación de discos duros por cada máquina virtual considerando un crecimiento del 5 al 15% respectivamente.

Tabla 52. Proyección de ocupación de disco duro por máquina virtual

SERVIDOR	DISCO DURO (TOTAL)	ACTUAL (DISCO DURO)				PROYECCIÓN (DISCO DURO)			
		MÁQUINA VIRTUAL (MV)	CPU / vCPU	SERVICIOS	OCUPACIÓN POR MV	CRECIMIENTO ANUAL %	CAPACIDAD FUTURA (GB)		
	GB				Año 1		Año 2	Año 3	
S1 - RO	292	MV1	CPU-1	RADIUS	50	10%	55	60	65
S2 - FS	146.8	MV2	CPU-2	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS	36	5%	38	40	41
S3 - AV	1784	MV3	vCPU-3	ANTIVIRUS	240	5%	252	264	276
		MV4	vCPU-4	SERVICIO WEB	180		189	198	207
		MV5	vCPU-5	SERVICIO WEB	180		189	198	207
		MV6	vCPU-6	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS	360		378	396	414
S4 - IN	1492	MV7	vCPU-7	WEB / APLICACIONES	425	10%	468	510	608
		MV8	vCPU-8	SERVICIO WEB	170		187	204	243
		MV9	vCPU-9	SERVICIO WEB	170		187	204	243
		MV10	vCPU-10	APLICACIONES	170		187	204	243
		MV11	vCPU-11	APLICACIONES	170		187	204	243
S5 - PR	1200	MV12	vCPU-12	APLICACIONES	350	5%	368	385	403
TOTAL	4914.8	12	12		2501		2684	2867	3193

En la tabla 53 se presentan la proyección de ocupación de memoria RAM por cada máquina virtual considerando un crecimiento del 5 al 15% respectivamente.

Tabla 53. Proyección de ocupación de memoria RAM por máquina virtual

SERVIDOR	ACTUAL (MEMORIA RAM)				PROYECCIÓN (MEMORIA RAM)			
	MÁQUINA VIRTUAL (MV)	CPU / vCPU	SERVICIOS	OCUPACIÓN POR MV	CRECIMIENTO ANUAL %	CAPACIDAD FUTURA (GB)		
				GB		Año 1	Año 2	Año 3
S1 - RO	MV1	CPU-1	RADIUS	1.8	5%	1.9	2.0	2.1
S2 - FS	MV2	CPU-2	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS	1.2	10%	1.3	1.4	1.6
S3 - AV	MV3	vCPU-3	ANTIVIRUS	7	10%	7.7	8.4	9.1
	MV4	vCPU-4	SERVICIO WEB	5.6		6.2	6.7	7.3
	MV5	vCPU-5	SERVICIO WEB	4.2		4.6	5.0	5.5
	MV6	vCPU-6	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS	5.6		6.2	6.7	7.3
S4 - IN	MV7	vCPU-7	WEB / APLICACIONES	5.1	15%	5.9	6.6	8.5
	MV8	vCPU-8	SERVICIO WEB	1.7		2.0	2.2	2.8
	MV9	vCPU-9	SERVICIO WEB	1.7		2.0	2.2	2.8
	MV10	vCPU-10	APLICACIONES	3.4		3.9	4.4	5.7
	MV11	vCPU-11	APLICACIONES	1.7		2.0	2.2	2.8
S5 - PR	MV12	vCPU-12	APLICACIONES	11.25	10%	12.4	13.5	14.6
TOTAL	12	12		50.25		56	61	70

En la tabla 54 se presentan la proyección ocupación de procesadores por cada máquina en GHz considerando un crecimiento de 5 al 15% respectivamente.

Tabla 54. Proyección de ocupación de procesadores por máquina virtual

SERVIDOR	ACTUAL (CPU / vCPU)				PROYECCIÓN (CPU/vCPU)			
	MÁQUINA VIRTUAL (MV)	CPU / vCPU	SERVICIOS	CAPACIDAD DE PROCESADOR USADA POR MV (GHZ)	CRECIMIENTO ANUAL %	OCUPACIÓN FUTURA POR MV (GHZ)		
				Año 1		Año 2	Año 3	
S1 - RO	MV1	CPU-1	RADIUS	0.48	15%	0.55	0.62	0.70
S2 - FS	MV2	CPU-2	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS	0.40	5%	0.42	0.44	0.46
S3 - AV	MV3	vCPU-3	ANTIVIRUS	0.42	10%	0.46	0.50	0.55
	MV4	vCPU-4	SERVICIO WEB	0.42	10%	0.46	0.50	0.55
	MV5	vCPU-5	SERVICIO WEB	0.42	10%	0.46	0.50	0.55
	MV6	vCPU-6	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS	0.42	10%	0.46	0.50	0.55
S4 - IN	MV7	vCPU-7	WEB / APLICACIONES	0.43	10%	0.47	0.51	0.56
	MV8	vCPU-8	SERVICIO WEB	0.43	10%	0.47	0.51	0.56
	MV9	vCPU-9	SERVICIO WEB	0.43	10%	0.47	0.51	0.56
	MV10	vCPU-10	APLICACIONES	0.43	10%	0.47	0.51	0.56
	MV11	vCPU-11	APLICACIONES	0.43	10%	0.47	0.51	0.56
S5 - PR	MV12	vCPU-12	APLICACIONES	1.56	10%	1.72	1.87	2.03
TOTAL	12	12		6.26		6.9	7.5	8.1

4.3 Evaluación de la factibilidad de la solución

Una vez determinados los requerimientos tecnológicos actuales y futuros se debe evaluar la factibilidad para determinar si la solución propuesta es viable y si permite alcanzar las metas y objetivos de la institución, apoyándose en los aspectos: técnicos, económicos y de riesgos

4.3.1 Evaluación técnica

Consiste en evaluar si los recursos técnicos actuales son suficientes, si deben complementarse, mejorarse o reemplazarse y si hay la disponibilidad tecnológica en el mercado para cumplir con los requerimientos de la institución

En relación a los recursos técnicos actuales se debe mencionar que el Plan de Renovación de Infraestructura Tecnológica del campus sur (UPS, 2015, p. 3) indica que los servidores actuales están obsoletos, sin garantía y sin soporte técnico, por lo que el departamento de TI concluye que los equipos deben ser renovados.

Esta necesidad de renovación lleva a analizar si se debe continuar con el esquema tradicional de servidores o utilizar otra alternativa.

En una publicación del 2015, Gartner indica que la tendencia actual ya no es continuar con soluciones tradicionales de centros de datos en las que se adquieren servidores acorde a las necesidades, sino el adoptar otras tecnologías como son:

- Computación en la nube
- Consolidación de servidores

Por estas razones y de acuerdo con los objetivos del presente estudio, se realiza la evaluación técnica para adoptar un servicio en la nube y no para la renovación de servidores de la forma tradicional.

Una vez que se han definido: el modelo de servicio, el modelo de despliegue, los servicios de TI a ser migrados y los requerimientos tecnológicos actuales y futuros, el siguiente paso es seleccionar el proveedor.

4.3.1.1 Selección del proveedor de servicios en la nube

Tal como se determinó en las secciones 3.3.2 y 3.3.3 que el servicio en la nube a adoptarse en el presente estudio es: IaaS Híbrida, se debe evaluar a los proveedores y seleccionar el que cumpla con los requerimientos de la universidad.

A nivel mundial existe un gran número de proveedores de servicios en la nube y entre los más destacados están:

- Amazon
- Microsoft
- Google
- IBM
- Rack Space
- VMware

En Ecuador también hay proveedores de servicios en la nube como son:

- CNT E.P
- Telconet
- Cloud IT
- New Access

Para iniciar la evaluación y selección del proveedor se utiliza una herramienta llamada cuadrante mágico de Gartner, la misma que ubica a los proveedores en cuatro cuadrantes para dar una idea de cuáles son los mejores posicionados y en base a eso tomar una decisión; la publicación de Gartner de mayo 2015 referente a proveedores de IaaS se presenta en la figura 22.

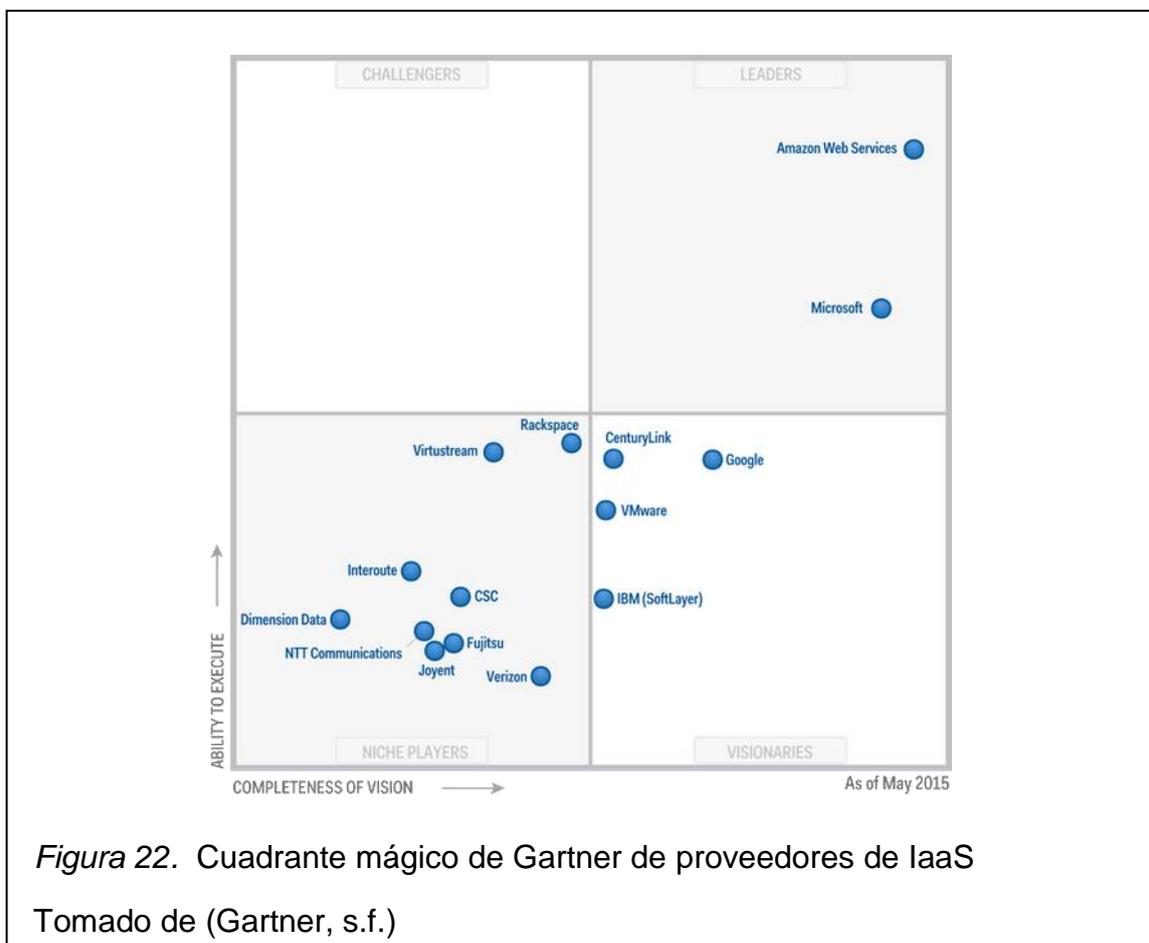


Figura 22. Cuadrante mágico de Gartner de proveedores de IaaS
Tomado de (Gartner, s.f.)

En base a la información que proporciona el cuadrante mágico de la figura anterior, se escogen los 2 proveedores del grupo de los líderes: Amazon y Microsoft, uno del grupo de los visionarios: Google, y además uno local: CNT; con el objetivo de analizar cuál es el proveedor que más se ajusta a los requerimientos de la universidad.

En la tabla 55 se presenta un cuadro comparativo de las características que ofrecen los 4 proveedores.

Tabla 55. Comparación de características de proveedores de IaaS

CARACTERÍSTICAS	Proveedor / Herramienta			
	Amazon EC2	Microsoft Windows Azure	Google Compute Engine	CNT VDC (Vmware)
Escalabilidad automática (auto scaling)	Si, a través de Amazon CloudWatch	Si, a través de Azure Cloud Services	Si, a través de Autoscaler API de Compute Engine	Si, con solución Vmware
Soporta Sistema operativo Windows	<ul style="list-style-type: none"> Windows Server 2003 R2 Windows Server 2008 Windows Server 2008 R2 Windows Server 2012 	<ul style="list-style-type: none"> Windows Server 2012 Datacenter Windows Server 2008 R2 SP1 	<ul style="list-style-type: none"> Windows Server 2008 R2 Windows Server 2012 R2 	<ul style="list-style-type: none"> Todas las distribuciones virtualizables
Soporta Sistema operativo Linux	<ul style="list-style-type: none"> Oracle Linux 6.6 SUSE Linux Enterprise Server 11 Red Hat Enterprise Linux 7 Centos 7 Ubuntu server 14.04 	<ul style="list-style-type: none"> Open SUSE 13.1 Red Hat Enterprise Linux 7.1 Ubuntu 15.10 CoreOS CentOS 7.0 Oracle Linux 7.0 Debian 8.2 Suse Linux 13.1 	<ul style="list-style-type: none"> Centos 6 -7 Debian 7-8 RHEL 6-7 Suse Linux 11-12 Ubuntu 12-14-15 	<ul style="list-style-type: none"> Todas las distribuciones virtualizables
Soporte para almacenamiento de datos	<ul style="list-style-type: none"> Amazon Aurora Oracle Microsoft SQL Server PostgreSQL MySQL MariaDB No SQL Amazon RDS Amazon DynamoDB Amazon SimpleDB IBM DB2 Informix 	<ul style="list-style-type: none"> SQL Server My SQL PostgreSQL Oracle 	<ul style="list-style-type: none"> No relacionales MySQL Google Cloud SQL 	<ul style="list-style-type: none"> MySQL SQL Server PostgreSQL
Servidor Web	<ul style="list-style-type: none"> Apache IIS Nginx 	<ul style="list-style-type: none"> Apache IIS 	<ul style="list-style-type: none"> Apache 	<ul style="list-style-type: none"> Apache IIS
Sistema de almacenamiento de archivos	<ul style="list-style-type: none"> Network File System v4 (NFSv4) 	<ul style="list-style-type: none"> NFS 	<ul style="list-style-type: none"> NFS 	<ul style="list-style-type: none"> NFS
Alternativas de hipervisores	<ul style="list-style-type: none"> XEN Hyper-V VMware 	<ul style="list-style-type: none"> Hyper-V Virtualbox KVM VMWare 	<ul style="list-style-type: none"> XEN KVM 	<ul style="list-style-type: none"> VMware

Nota: Los datos de proveedores mundiales fueron obtenidos de las páginas web de cada uno de ellos y en el caso de CNT se obtuvo por correo electrónico del personal que labora en el centro de datos.

En base a la información de la tabla anterior y a los requerimientos de la UPS, en la tabla 56 se presenta la evaluación de los 4 proveedores.

Tabla 56. Evaluación de proveedores de IaaS

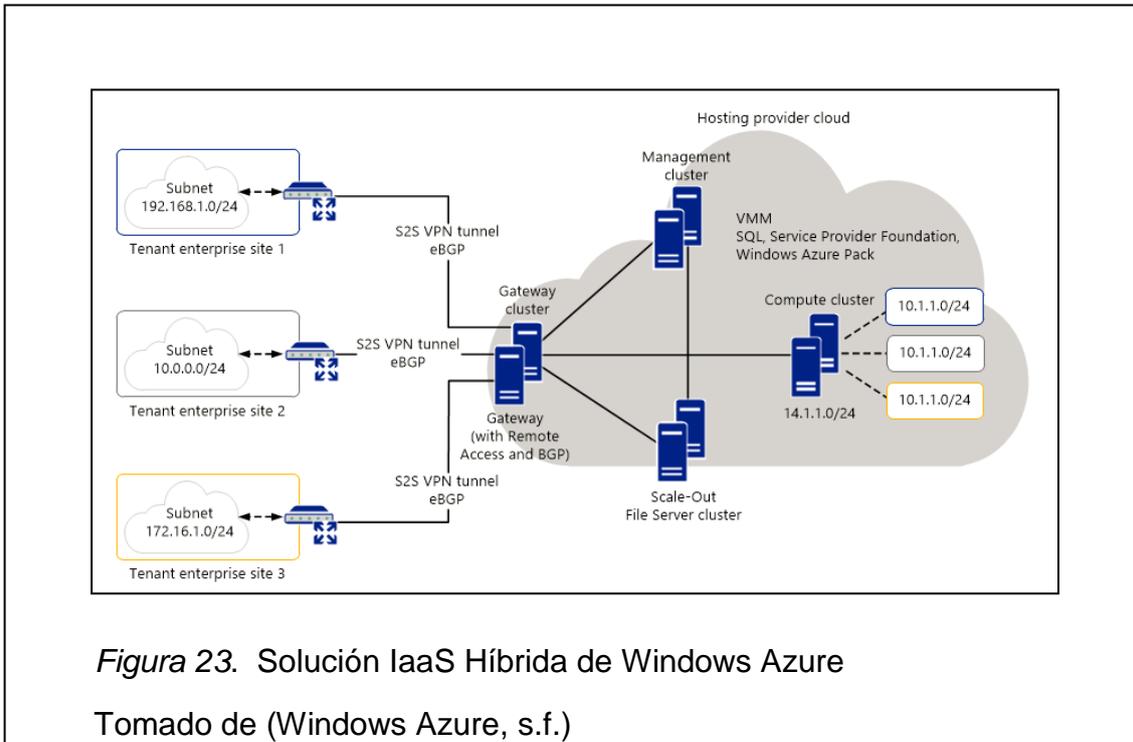
CARACTERÍSTICAS	Proveedor / Herramienta			
	Amazon EC2	Microsoft Windows Azure	Google Compute Engine	CNT VDC (Vmware)
Soporta sistemas operativos Windows requeridos por la UPS	SI	SI	SI	SI
Soporta sistemas operativos Linux requeridos por la UPS	SI	SI	SI	SI
Soporta almacenamiento de datos (bases de datos) requeridos por la UPS	SI	SI	NO	SI
Soporta Servidor Web requerido por la UPS	SI	SI	SI	SI
Soporta hypervisor requerido por la UPS	SI	SI	NO	SI
Soporta IaaS Híbrido	SI	SI	NO	SI

Como resultado de la evaluación anterior se concluye que los 3 proveedores cuyas soluciones se ajustan a los requerimientos de la UPS son: Amazon, Microsoft y CNT.

A continuación se presentan detalles técnicos de las soluciones de cada uno de estos proveedores.

- **Caso 1 : Microsoft Windows Azure**

La solución de IaaS Híbrida de Microsoft se la conoce como Windows Azure *Multitenant*, la misma que se presenta en la figura 23.



Windows Azure ofrece planes que deben ser adaptados a las necesidades de los clientes, los mismos que están configurados de la siguiente manera:

- **Máquinas virtuales**
 - Instancia : núcleos de vCPU, memoria RAM y disco duro HD o SSD.
 - Tipo de sistema operativo: Windows o Linux
- **Direcciones IP por instancia**
Direcciones IP privadas asignadas una por instancia
- **Direcciones IP reservadas**
4 direcciones IP sin costo
- **Puerta de enlace de aplicaciones**
 - Horas de puerta de enlace por enlace por instancia
 - Datos procesados en TB.
 - Transferencia de datos de salida en TB.
- **Ancho de banda en TB.**
Windows Azure no mide el ancho de banda en Mbps sino en cantidad de información transferida.

- **Disponibilidad (Nivel de acuerdo de servicio - SLA):** 99.9%
- **Soporte:** Remoto

Dado que este proveedor ofrece sus planes diferenciado si el sistema operativo en cada máquina virtual es Windows o Linux, se hace la clasificación de recursos necesarios para el primer año, tal como muestra en las tablas 57 y 58.

Tabla 57. Recursos de la UPS con sistema operativo Windows

SERVIDOR	SERVICIOS	SISTEMA OPERATIVO	AÑO 1			
			MV	HD (GB)	RAM (GB)	# vCPU
S2 - FS	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS	WINDOWS	MV2	38	1	1
S3 - AV	ANTIVIRUS	WINDOWS	MV3	252	8	1
	ALMACENAMIENTO ARCHIVOS	WINDOWS	MV6	378	6	1
S4 - IN	APLICACIONES	WINDOWS	MV11	187	2	1
TOTAL			4	855	17	4

Tabla 58. Recursos de la UPS con sistema operativo Linux

SERVIDOR	SERVICIOS	SISTEMA OPERATIVO	AÑO 1			
			MV	HD (GB)	RAM (GB)	# vCPU
S1 - RO	RADIUS	LINUX	MV1	55	2	1
S3 - AV	SERVICIO WEB	LINUX	MV4	189	6	1
	SERVICIO WEB	LINUX	MV5	189	5	1
S4 - IN	WEB / APLICACIONES	LINUX	MV7	468	6	1
	SERVICIO WEB	LINUX	MV8	187	2	1
	SERVICIO WEB	LINUX	MV9	187	2	1
	APLICACIONES	LINUX	MV10	187	4	1
S5 - PR	APLICACIONES	LINUX	MV12	368	12	1
TOTAL			8	1829	39	8

En resumen, los recursos necesarios para el primer año se presentan en la tabla 59:

Tabla 59. Recursos requeridos - UPS campus sur - primer año

REQUERIMIENTOS - AÑO 1 - UPS				
SISTEMA OPERATIVO	MAQUINAS VIRTUALES	DISCO DURO	MEMORIA RAM	# vCPU
	#	GB	GB	#
WINDOWS	4	855	17	4
LINUX	8	1829	39	8
TOTAL	12	2684	56	12

En base a estos requerimientos, se escogen los planes que se ajustan a las necesidades de la UPS; estos planes están publicados en la página web y Windows Azure los identifica como instancias. En la tabla 60 se presentan las instancias útiles para el presente estudio.

Tabla 60. Instancias de máquinas virtuales a usarse con Windows Azure

SISTEMA OPERATIVO	NOMBRE DE INSTANCIA	NÚCLEOS (por instancia)	RAM (por instancia)	DISCO DURO (por instancia)
			GB	GB
WINDOWS	D3 V2	4	14	200
LINUX	D3	4	14	200

Tomado de (Windows Azure, s.f.)

Considerando que las instancias de la tabla anterior son fijas, se toma el número necesario de ellas para cumplir con los requerimientos de la tabla 59 y en base a eso contratar los recursos con Windows Azure, tal como se indica en la tabla 61.

Tabla 61. Recursos a contratar el primer año con Windows Azure

A CONTRATAR CON WINDOWS AZURE - AÑO 1						
SISTEMA OPERATIVO	MÁQUINAS VIRTUALES	NOMBRE DE INSTANCIA	INSTANCIAS TOTALES	NÚCLEOS TOTALES	RAM TOTAL	DISCO DURO TOTAL
	cantidad				GB	GB
WINDOWS	4	D3 V2	4	16	56	800
LINUX	9	D3	9	36	126	1800
TOTAL	13		13	52	182	2600

Adicionalmente, para la solución IaaS híbrida se debe contratar:

- Direcciones IP de instancia: 13
 - Direcciones IP reservadas : 4 (para servicio web)
 - Puerta de Enlace :
 - Horas de puerta de enlace por instancia: 13 x 744h
 - Datos Procesados: 1 TB (plan básico)
 - Transferencia de datos de salida: 1TB (plan básico)
 - Ancho de banda: 1 TB (datos procesados).
- **Caso 2: Amazon Web Services (AWS)**

La solución IaaS híbrida de Amazon está compuesta de tres servicios que son

- **Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)**
Servidores virtuales: Recursos de CPU, RAM y Disco duro
- **Amazon Virtual Private Cloud (VPC)**
Aprovisiona una sección aislada de forma lógica y permite controlar los rangos de direcciones IP públicas y privadas, tablas de enrutamiento y puertas de enlace.
- **AWS Direct Connect**
Permite la conexión de red dedicada desde las instalaciones de la institución hasta el centro de datos de Amazon con un ancho de banda definido y un volumen de transferencia de datos.

- **Disponibilidad (Nivel de acuerdo de servicio - SLA):** 99.95%
- **Soporte:** Remoto

Para la configuración de servidores virtuales, Amazon EC2 tiene planes definidos que deben ser adaptados a las necesidades de los clientes y además diferencian si el tipo de sistema operativo a utilizar es Windows o Linux; estos planes se encuentran en la página web de Amazon Web Services.

En la tabla 62 se presentan los planes o modelos de instancias que se ajustan a los requerimientos de la UPS.

Tabla 62. Modelos de instancias de Amazon EC2

Modelo	vCPU	Memoria (GiB)	Almacenamiento (GB)
i2.xlarge	4	30,5	1 x 800 SSD
i2.2xlarge	8	61	2 x 800 SSD
i2.4xlarge	16	122	4 x 800 SSD
i2.8xlarge	32	244	8 x 800 SSD

Tomado de (Amazon, s.f.)

En base a las instancias de la tabla anterior, la configuración para cubrir los requerimientos de la UPS del primer año se presentan en la tabla 63.

Tabla 63. Recursos a contratar el primer año con Amazon EC2

A CONTRATAR CON AMAZON EC2 - AÑO 1					
MODELO	SISTEMA OPERATIVO	CANTIDAD	vCPU	RAM (GiB)	DISCO DURO (GB)
i2.2xlarge	Windows	1	8	61	1600
i2.4xlarge	Linux	1	16	122	3200
TOTAL		2	24	183	4800

Adicionalmente, para la solución IaaS híbrida se debe contratar:

- AWS Virtual Private Cloud
Tiempo de uso de VPN: 744 horas al mes
- AWS Direct connect
Ancho de banda: plan básico
Transferencia de datos saliente: 100 GB promedio

- **CASO 3 : CNT – Virtual Data Center (VDC)**

La solución IaaS de CNT se la conoce como Virtual Data Center y está basada en plataforma de VMware. Para la solución híbrida se requieren una conexión directa con el cliente para la parte privada y una conexión a internet para la parte pública, tal como se muestra en la figura 24.

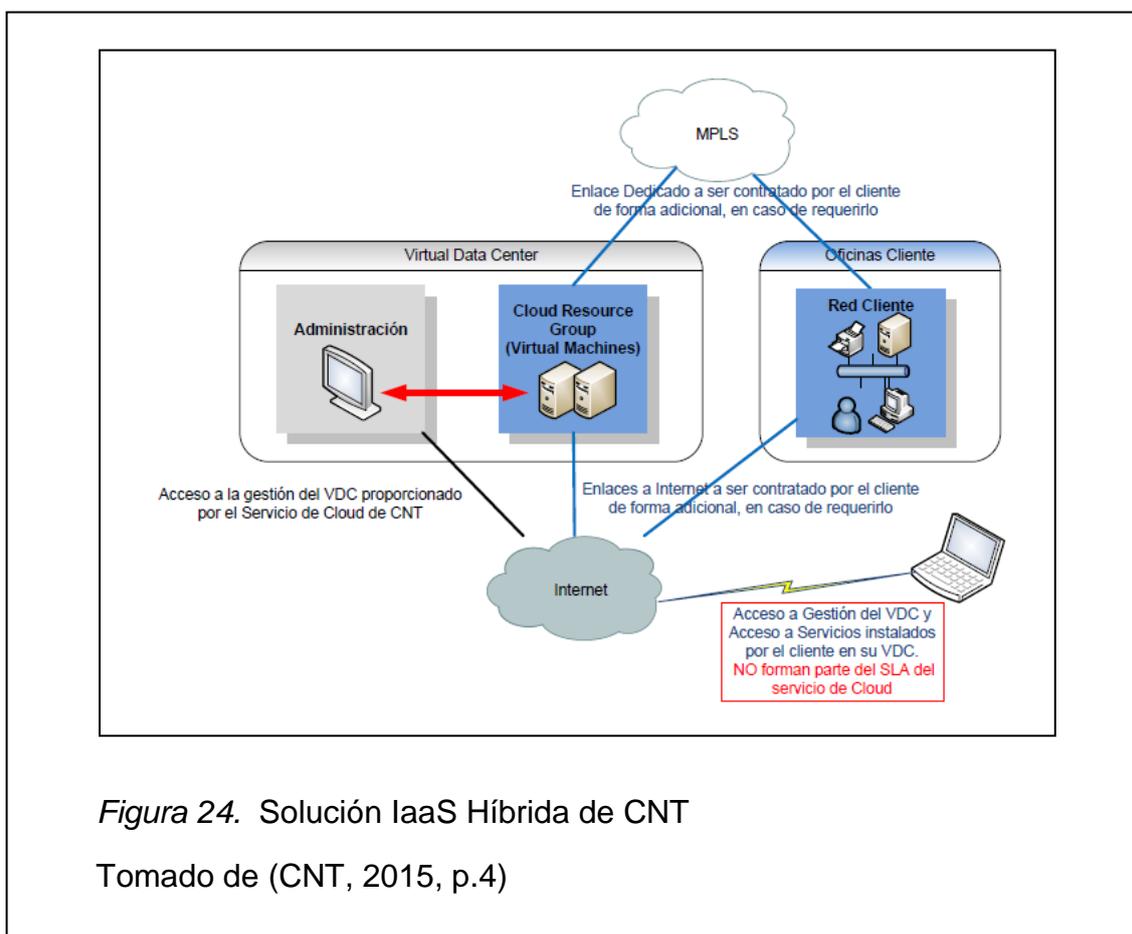


Figura 24. Solución IaaS Híbrida de CNT

Tomado de (CNT, 2015, p.4)

Para la contratación del servicio, se requiere configurar lo siguiente:

- **Capacidad total de procesamiento en GHz**
Se distribuye entre todas las máquinas virtuales.
- **Capacidad de memoria RAM en GB**
Se distribuye entre todas las máquinas virtuales.
- **Capacidad de almacenamiento en disco duro**
Se distribuye entre todas la máquinas virtuales.
- **Direcciones IP públicas**
Para los servicios que lo requieren.
Disponibilidad (Nivel de acuerdo de servicio - SLA) : 99.98%
- **Soporte:** Local remoto

En base a las proyecciones de las tablas 52, 53 y 54, en la tabla 64 se presentan los recursos a ser contratados con CNT VDC para el primer año y considerando que CNT solicita la capacidad procesamiento en GHz, el número de vCPUs y no diferencia el tipo de sistema operativo utilizado.

Tabla 64. Recursos a contratar el primer año con CNT VDC

A CONTRATAR CON CNT - AÑO 1				
DISCO DURO	RAM	PROCESAMIENTO	vCPU	DIRECCIONES IP PÚBLICAS
GB	GB	GHz	CANTIDAD	CANTIDAD
2684	56	7	12	5

4.3.1.2 Comparación de resultados de evaluación técnica

Con los resultados de las tablas 61, 63 y 64 se presenta la comparación de resultados de la evaluación técnica de los proveedores, tal como se muestra en las figuras 25, 26 y 27.



Figura 25. Comparación de recursos de disco duro a contratar

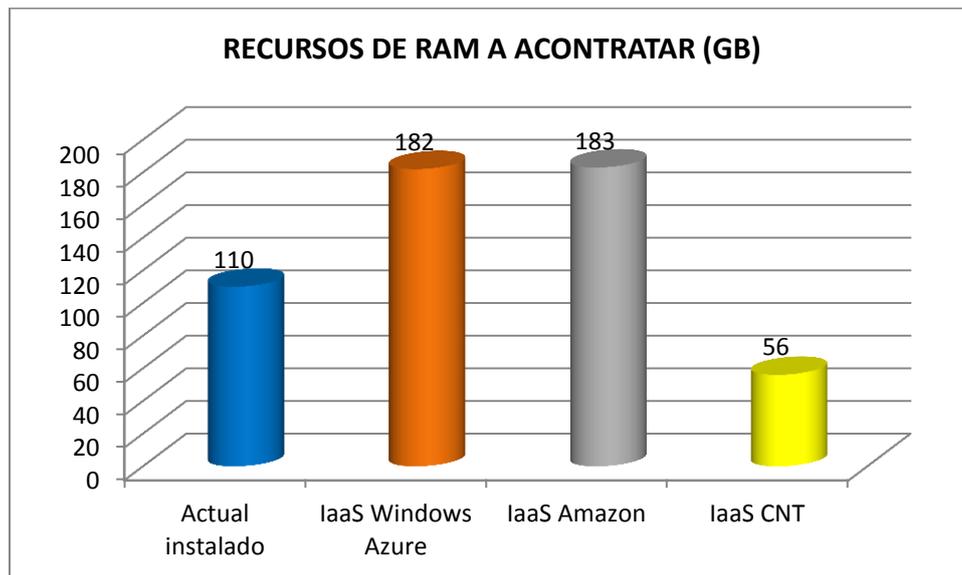
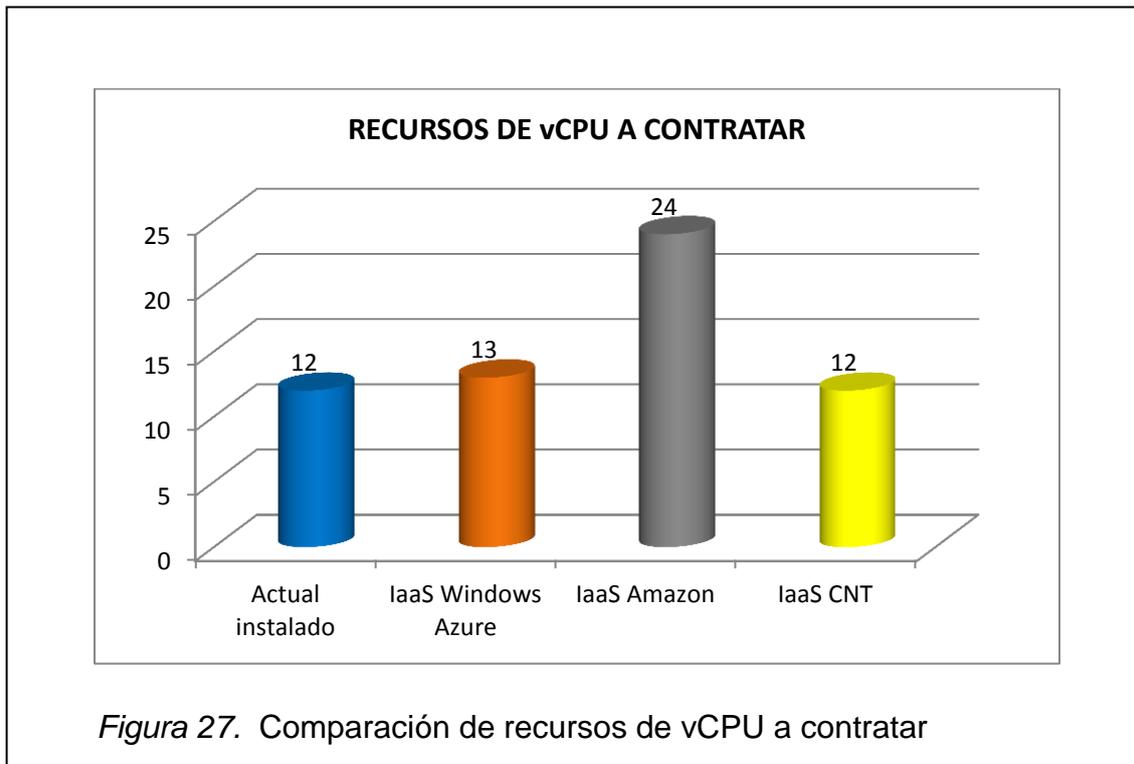


Figura 26. Comparación de recursos de RAM a contratar



De esta manera se concluye que la solución de CNT es la que más optimiza recursos. En los casos de Windows y Amazon no se optimizan recursos de RAM y vCPU, dado que las configuraciones o planes que tienen no son flexibles.

4.3.1.3 Ancho de banda de Internet para servicio en la nube

Considerando que al migrar los servicios a la nube se requieren más recursos técnicos como una conexión de internet con mayor ancho de banda, se estima un crecimiento del 10% por el uso de servicios en la nube para el primer año.

Tomando en cuenta que el ancho de banda de internet del campus sur para el año 2016 es de 269 Mbps, al calcular el 10% se obtiene un incremento de 26.9 Mbps por uso de servicios en la nube, por lo que para el presente estudio se dará inicio con un plan de 20 Mbps.

El ancho de banda para los siguientes 2 años deberá ajustarse conforme a los datos reales de ocupación.

4.3.2 Evaluación económica

Se refiere a determinar los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo un proyecto, considerando el costo del tiempo, el costo de la realización y el costo de adquirir nuevos recursos. En el caso de servicios en la nube se deben analizar los costos que cargan los proveedores.

4.3.2.1 Análisis de costos de servicio por proveedor de IaaS

- **Caso 1: Microsoft Windows Azure**

En la tabla 65 se presentan los costos de la solución con Windows Azure para los requerimientos técnicos de la tabla 61.

Tabla 65. Costos de la solución IaaS Híbrida de Windows Azure

WINDOWS AZURE	CANTIDAD	COSTO MENSUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
MÁQUINA VIRTUAL / INSTANCIA D3V2	4	\$ 166.56	\$ 1,998.72
MÁQUINA VIRTUAL / INSTANCIA D3	9	\$ 2,062.37	\$ 24,748.44
DIRECCIONES IP	13	\$ 38.69	\$ 464.28
DIRECCIONES IP RESERVADAS (4 GRATIS)	1	\$ -	\$ -
PUERTA ENLACE	1	\$ 204.60	\$ 2,455.20
DATOS PROCESADOS (1TB)	1	\$ 8.00	\$ 96.00
TRANSFERENCIA SALIDA DE DATOS (1 TB)	1	\$ 87.57	\$ 1,050.84
SOPORTE ESTÁNDAR	1	\$ 300.00	\$ 3,600.00
TOTAL		\$ 2,867.79	\$ 34,413.48

Adaptado de (Windows Azure, s.f.)

- **Caso 2: Amazon Web Services**

En la tabla 66 se presentan los costos mensuales de la solución con Amazon para los requerimiento de la tabla 63.

Tabla 66. Costos mensuales de la solución IaaS Híbrida de Amazon WBS

Estimate of Your Monthly Bill		
<input checked="" type="checkbox"/> Show First Month's Bill (include all one-time fees, if any)		
Below you will see an estimate of your monthly bill. Expand each line item to see cost breakout of each service. To save this bill and input values, click on 'Save and Share' button. To remove the service from the estimate, jump back to the service and clear the specific service's form.		
		Save and Share
<input type="checkbox"/> Amazon EC2 Service (US-West)		\$ 2554.32
Compute:	\$ 2536.02	
Reserved Instances (One-time Fee):	\$ 0.00	
Elastic IPs:	\$ 18.30	
Amazon CloudWatch Service (US-West)		\$ 0.00
<input type="checkbox"/> AWS Direct Connect Service (US-West)		\$ 52.82
Ports:	\$ 52.80	
Data Transfer Out:	\$ 0.02	
<input type="checkbox"/> Amazon VPC Service (US-West)		\$ 36.60
VPN Connection:	\$ 36.60	
<input type="checkbox"/> AWS Data Transfer In		\$ 0.00
US-West (Northern California) Region:	\$ 0.00	
<input type="checkbox"/> AWS Data Transfer Out		\$ 0.09
US-West (Northern California) Region:	\$ 0.09	
<input type="checkbox"/> AWS Support (Business)		\$ 264.38
Support for all AWS services:	\$ 264.38	
Free Tier Discount:		\$ -0.09
Total Monthly Payment:		\$ 2908.12

Tomado de (Amazon, s.f.)

Nota: Se utilizó la calculadora del mismo sitio web.

Los costos de la solución IaaS híbrida de Amazon AWS se presentan en la tabla 67, en base a los datos de la tabla anterior.

Tabla 67. Costos de la solución Híbrida – Amazon Web Services

AMAZON WEB SERVICES	Costo mensual (USD)	Costo anual (USD)
Solución WBS EC2 + WBS Cloud Privada virtual + WBS conexión dedicada + WBS Cloud watch + soporte	\$2,908.1	\$34,897.4
TOTAL	\$2,908.1	\$34,897.4

- **Caso 3: CNT VDC**

En la tabla 68 se presentan los costos de la solución con CNT y que cubren los requerimientos técnicos de la tabla 64.

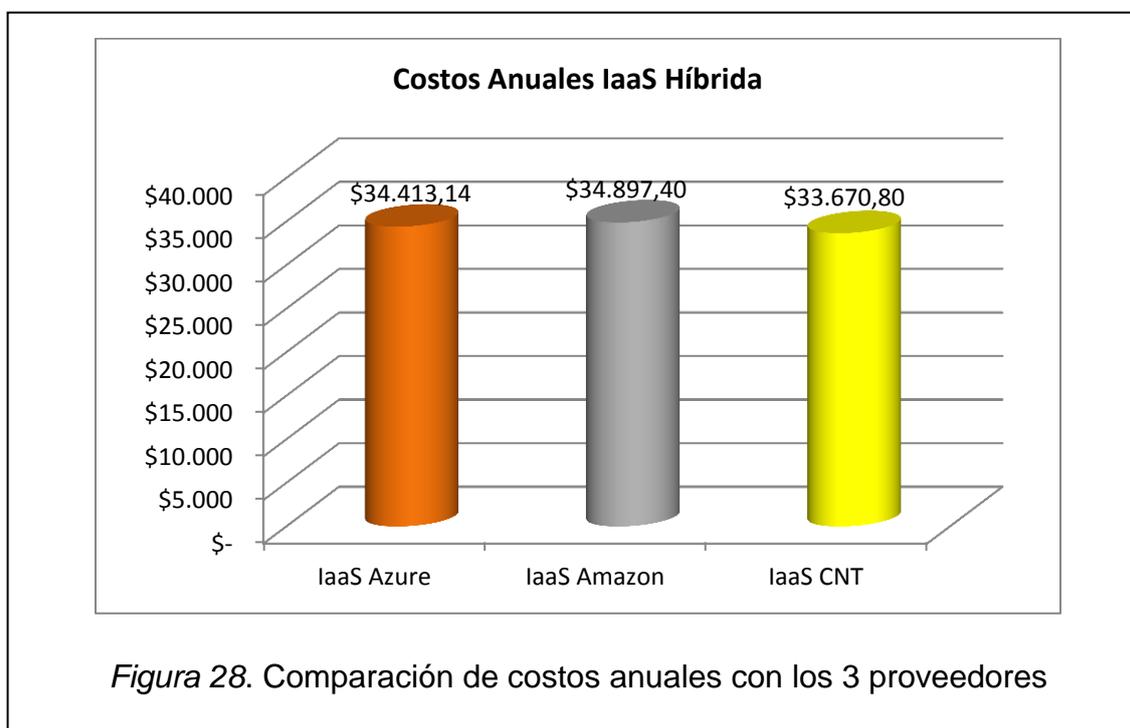
Tabla 68. Costos de la solución IaaS Híbrida de CNT VDC

RECURSO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO / MES (USD)	COSTO MENSUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
DISCO DURO (GB)	2684	\$ 0.35	\$ 939.40	\$ 11,272.80
MEMORIA RAM (GB)	56	\$ 30.00	\$ 1,680.00	\$ 20,160.00
PROCESAMIENTO vCPU (GHz)	7	\$ 25.50	\$ 178.50	\$ 2,142.00
DIRECCIONES IP PÚBLICAS (/29)	1	\$ 8.00	\$ 8.00	\$ 96.00
SOPORTE TÉCNICO INCLUIDO 24x7	1	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL			\$ 2,805.90	\$ 33,670.80

Nota: Estos costos fueron proporcionados vía e-mail por el personal de CNT que labora en el área del Centro de Datos.

4.3.2.2 Comparación de costos anuales de IaaS Híbrida con los 3 proveedores

En la figura 28 se hace la comparación de los costos anuales.



Como resultado de la evaluación económica, el proveedor con menores costos es CNT VDC.

4.3.3 Evaluación de Riesgos

La evaluación de riesgos es necesaria para conocer los riesgos a los que estaría expuesta la universidad en el caso de adoptar los servicios en la nube.

En el presente estudio se utiliza la norma ISO 27005:2011 para la gestión de riesgos de tecnologías de la información.

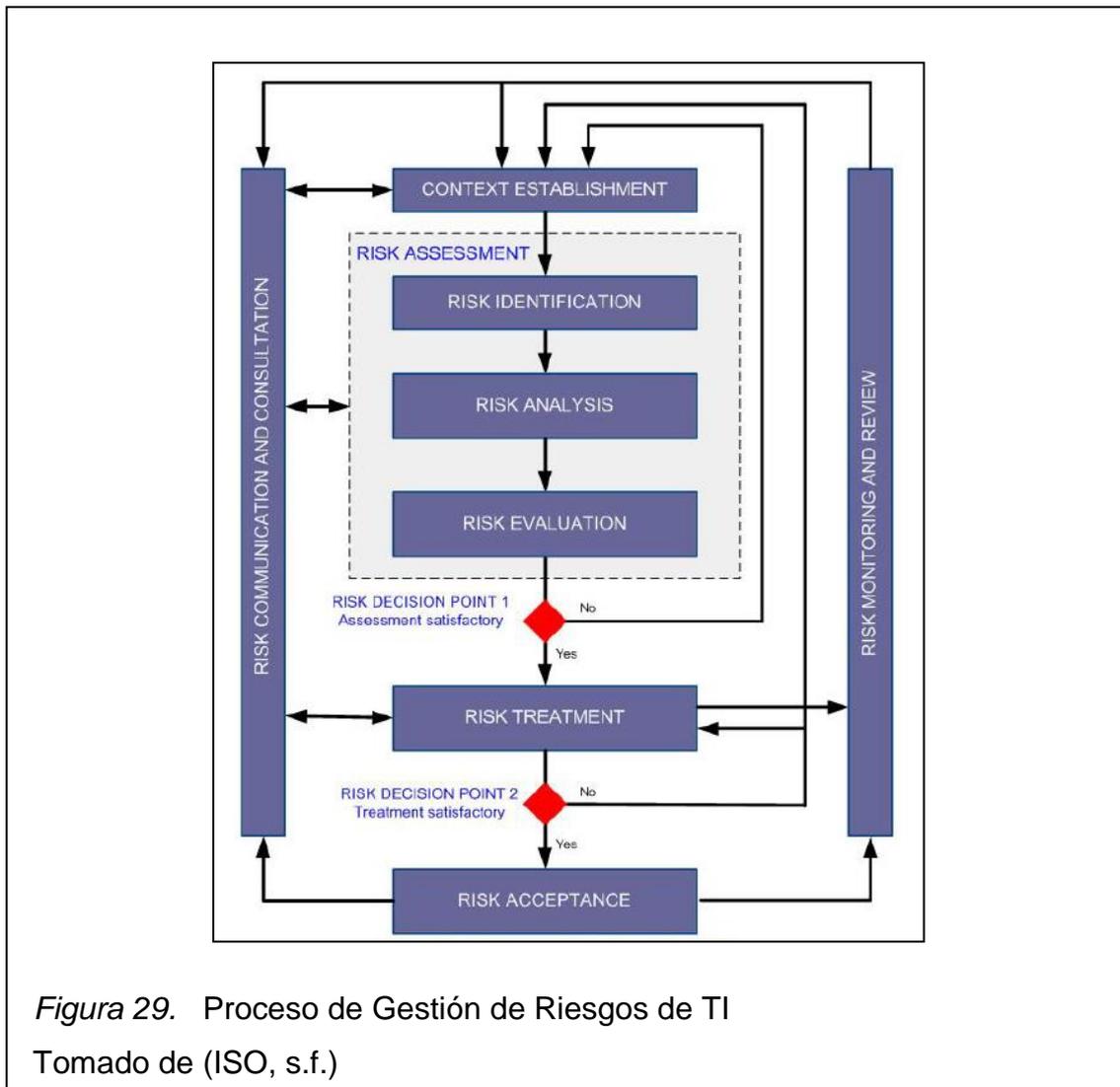
Esta norma establece 8 fases tal como se muestra en la tabla 69:

Tabla 69. Fases del proceso de Gestión de Riesgos

Fase	Descripción
1	Establecer el contexto
2	Identificación de riesgos
3	Análisis de riesgos
4	Evaluación de riesgos
5	Tratamiento de riesgos
6	Aceptación de riesgos
7	Comunicación de riesgos
8	Monitoreo de riesgos

Adaptado de (ISO, s.f.)

En la figura 29 se presenta el proceso completo para la gestión de riesgos de TI.



En el estudio de factibilidad se llega hasta la fase 4 o de de evaluación, ya que el proyecto no es ejecutado y queda a criterio de la universidad el implementarlo.

A continuación se desarrollan las fases de la evaluación de riesgos.

Fase 1: Establecer el contexto

La evaluación de riesgos se realizará considerando la arquitectura tecnológica del campus sur, su migración a la nube, el cumplimiento de objetivos estratégicos de TI y los procesos involucrados en las actividades universitarias.

Fase 2: Identificación de riesgos

- **Identificación de activos**

Los activos según la norma ISO 27005 se clasifican en dos tipos que son: primarios y secundarios, tal como se muestra en la tabla 70.

Tabla 70. Tipos de activos según ISO 27005:2011

ACTIVOS	Tipo	Detalles
Activos Primarios	Información	Información vital para el negocio información personal sensitiva, información estratégica, etc
	Procesos de negocio y actividades	Procesos cuya pérdida o modificación degradarían el desarrollo normal de la misión organizacional, etc
Activos Secundarios	Hardware	Servidores, computadores, laptops, impresoras, discos, etc
	Software	Base datos, software libre, software propietario, sistemas operativos, aplicaciones del negocio, etc
	Red	Ruteadores, switches, modems, firewalls, etc
	Personal	Directores, jefes y líderes con poder de decisión, usuarios, staffs de operación y mantenimiento, desarrolladores, etc
	Sitio	Espacio físico para operar, ubicación geográfica, sitios de otras organizaciones, servicios de comunicación, servicios básicos, etc
	Estructura organizacional	Autoridades, estructura de la organización, estructura de proyectos, proveedores, subcontratistas, etc

Adaptado de (ISO, s.f.)

- **Identificación de amenazas**

Amenaza: es la causa potencial de un daño a un activo, por ejemplo: catástrofes naturales, fallo de equipos, robo de equipos, etc.

Las amenazas identificadas para el presente estudio se indican más adelante en las tablas 74 y 75.

- **Identificación de vulnerabilidades**

Vulnerabilidad: es la debilidad de un activo que puede ser aprovechada por una amenaza, por ejemplo: falta de mantenimiento, falta de control de acceso, falta de normas y estandarización, etc.

Las vulnerabilidades identificadas para el presente estudio se indican más adelante en las tablas 74 y 75.

Fase 3: Análisis de riesgos

- **Probabilidad de ocurrencia**

Es la probabilidad de que la amenaza explote a las vulnerabilidades.

La probabilidad suele basarse en datos históricos o en el conocimiento de los responsables de los sistemas de información.

La norma ISO 27005:2011 no establece escalas para la valoración de la probabilidad, por lo tanto se tomó una escala cualitativa de la Guía para la evaluación de riesgos de NIST SP 800-30 (NIST, s.f.) , la misma que se presenta en la tabla 71.

Tabla 71. Escala cualitativa para la probabilidad

Probabilidad de ocurrencia	Descripción
Muy alto	Más de 100 veces al año
Alto	Entre 10 y 100 veces al año
Medio	Entre 1 y 10 veces al año
Bajo	Menos de una vez al año pero más de una vez cada 10 años
Muy bajo	Menos de una vez cada 10 años

Adaptado de (NIST, s.f.)

- **Impacto:**

El impacto refleja las consecuencias de que la amenaza ocurra.

La norma ISO 27005 no establece escalas para la valoración del impacto, por lo tanto se tomó una escala cualitativa de la Guía para la evaluación de riesgos de NIST SP 800-30 (NIST, s.f.), tal como se muestra en la tabla 72.

Tabla 72. Escala cualitativa de impacto

Impacto	Descripción
Muy alto	Involucra casi todos los sistemas de información, procesos de negocio, la gobernanza y estructura de la organización; con resultados severos múltiples o catastróficos.
Alto	Involucra la mayoría de los sistemas de información, procesos de negocio, la gobernanza y estructura de la organización; con resultados severos o catastróficos.
Medio	Involucra una parte importante de los sistemas de información, procesos de negocio, la gobernanza y estructura de la organización; con resultados serios.
Bajo	Involucra algunos de los sistemas de información, procesos de negocio, la gobernanza y estructura de la organización; con resultados limitados.
Muy bajo	Involucra pocos de los sistemas de información, procesos de negocio, la gobernanza y estructura de la organización; con resultados insignificantes.

Adaptado de (NIST, s.f.)

- **Nivel de riesgo**

El nivel de riesgo de cada amenaza se obtiene al multiplicar la probabilidad por el impacto.

Nivel de riesgo = Probabilidad x Impacto

La norma ISO 27005 sugiere utilizar la escala de la tabla 73 para el nivel de riesgo.

Tabla 73. Escala de niveles de riesgo

Escenario de amenaza		Probabilidad de Ocurrencia				
		Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Impacto	Muy bajo	Nivel de riesgo bajo			Nivel de riesgo medio	
	Bajo	Nivel de riesgo bajo		Nivel de riesgo medio		
	Medio	Nivel de riesgo medio		Nivel de riesgo alto		
	Alto	Nivel de riesgo medio			Nivel de riesgo alto	
	Muy Alto	Nivel de riesgo alto			Nivel de riesgo alto	

Tomado de (ISO, 2011, p. 53)

En las tablas 74 y 75 se presenta el análisis de riesgos, identificando los activos, amenazas, vulnerabilidades, probabilidad de ocurrencia, impacto y consecuencias para los riesgos asociados a los servicios de TI de la UPS y la adopción del servicio en la nube.

El análisis de riesgos fue realizado con el soporte del Director de TI y también se obtuvo información de: Guía de la Seguridad de áreas críticas de Computación den la Nube (CSA, s.f.), Guía de seguridad y privacidad en computación en la nube pública NIST SP 800-144 (NIST, s.f.).

Ejemplo:

- Escenario de amenaza: Ataques
- Probabilidad: ALTA
- Impacto: ALTO
- Nivel de Riesgo: ALTO (conforme a la tabla 73)

Tabla 74. Análisis de riesgos (parte 1)

ANÁLISIS DE RIESGOS							
Activos	Amenaza	Vulnerabilidad	Probabilidad (P)		Impacto (I)		Nivel de Riesgo (P x I)
			Nivel	Detalles	Nivel	Consecuencias	
Personal	Desconocimiento de la tecnología	Falta de capacitación sobre nuevas tecnologías	Bajo	La universidad cuenta con programas de capacitación y no existe mucha rotación de personal en TI	Medio	Mala reputación del personal y del área correspondiente. Demora en las actividades. Gastos en capacitación. Daños de equipos y pérdida de información.	Medio
Información / Hardware	Pérdida de información	Falta de respaldos o daño de medios de almacenamiento	Media	El área de TI realiza respaldos de la información cada 15 días.	Medio	Afecta a la disponibilidad de la información. Pérdida de imagen. Usuarios de comunidad educativa descontentos.	Medio
Información / Software	Accesos no autorizados	Falta de políticas de acceso a los sistemas de información. Compartición de claves.	Media	El área de TI revisa los accesos de forma semanal.	Medio	Afecta a la confidencialidad e integridad de la información.	Medio
Software / Hardware / Red	Ataques	Falta de configuración de equipos de seguridad como firewalls. Falta de integración de equipos de seguridad en la red. Falta de herramientas de detección y eliminación de virus. Falta de personal calificado para monitoreo y control.	Alta	El área de TI realiza el control de claves de acceso y configuraciones de equipos en forma semanal. Todos los días monitorean la red para contrarrestar ataques y tienen el soporte de la red universitaria de CEDIA.	Alto	Afecta a la disponibilidad, confidencialidad e integridad de la información. Pérdida de servicio. Robo de información. Daño de hardware y software.	Alto
Software / Información	Fallo de aislamiento de datos	Debilidades del hipervisor y seguridades en el lado del proveedor	Media	Han existido casos de fallos en el lado de proveedor según estudios de CSA, NIST.	Medio	Robo y divulgación de la información sensible. Afecta a la confidencialidad de la información.	Medio
Software / Hardware / Información	Fallos temporales de equipos	Falta de mantenimiento y actualización de hardware y software. Obsolescencia de hardware y software.	Media	La universidad cuenta con soporte y mantenimiento de equipos. Ha sufrido un promedio de 2 fallos al año. Los proveedores de nube han presentado este tipo de problemas según estudios de CSA, NIST	Alto	Afecta a la disponibilidad de la información. Pérdida de imagen de la universidad. Usuarios internos y externos sin servicio.	Medio
Software / Hardware / Información	Demora en respuesta a incidentes	División de responsabilidades confusas entre el proveedor y la organización. Cláusulas de SLA en conflicto. Propiedad de los activos confusa.	Media	La selección de proveedores de equipos y servicios de TI se realiza en base concursos y datos de servicio históricos.	Medio	Afecta a la disponibilidad de la información. Pérdida de imagen. Usuarios descontentos. Usuarios sin servicio temporalmente	Medio

Tabla 75. Análisis de riesgos (parte 2)

ANÁLISIS DE RIESGOS							
Activos	Amenaza	Vulnerabilidad	Probabilidad (P)		Impacto (I)		Nivel de Riesgo (P x I)
			Nivel	Detalles	Nivel	Consecuencias	
Software / Hardware / Información / Procesos de negocio	Cancelación del servicio en la nube	Selección de proveedor insuficiente. Falta de redundancia de proveedor.	Baja	Los proveedores son seleccionados en base a concursos y análisis de historial de servicios.	Muy alto	Universidad sin servicios de TI. Afecta a la disponibilidad de la información. El tiempo para volver al modelo tradicional es largo y complejo.	Medio
Red	Fallo en la red y equipos telecomunicaciones	Dependencia de proveedor de enlaces directos e internet	Media	La universidad ha experimentado fallos en la red con los proveedores en un promedio de 2 veces al año	Alto	Pérdida de información, demora en los procesos, pérdida de la imagen de la entidad, información inoportuna, incumplimiento del proceso, alteración de la operación. Afecta a la disponibilidad de la información.	Medio
Software / Hardware / Información	Robos de equipos	Falta de medidas de seguridad en las instalaciones donde están instalados los equipos.	Muy baja	La universidad no ha experimentado robos de equipos. Los proveedores de nube tienen sus equipos en lugares donde hay estrictas medidas de seguridad.	Alto	Afecta a la disponibilidad, confidencialidad e integridad de la información. Usuarios sin servicio. Problemas legales	Medio
Sitio / Hardware / Software / Personal	Catástrofes naturales	Ecuador está situado en una zona de terremotos, inundaciones, deslaves y otros fenómenos. Los proveedores de nube ubican su equipos en diferentes localidades donde pueden sucitarse estos eventos.	Muy baja	En Ecuador los terremotos se han suscitado con espacios de tiempo muy grandes en promedio 40 años. Los proveedores de nube ubican sus equipos en lugares donde estos eventos no se dan con frecuencia.	Muy alto	Pérdida total de infraestructura, equipos, información y pérdida de vidas. Afecta a la disponibilidad. Pérdidas económicas. Nuevas inversiones.	Medio
Información	Fuga de datos durante la carga de datos o en la descarga en la nube	Debilidad en la codificación de los archivos y datos en tránsito. Falta de transparencia en los términos de uso	Media	Los proveedores de nube han experimentado este tipo de problemas según estudios de CSA, NIST	Medio	Divulgación y daño de información. Afecta a la confidencialidad e integridad de la información.	Medio
Estructura organizacional / personal	Incumplimiento de leyes, normas y estándares.	Falta de normativas. Falta de uso de tecnologías estándar. Mala elección de proveedores. Falta de claridad en niveles de acuerdo de servicio (SLA)	Media	La selección de proveedores de equipos y servicios de TI se realiza en base concursos y datos de servicio históricos.	Medio	Órdenes judiciales. Pérdida de imagen de la universidad. Cambio de personal.	Medio

Fase 4: Evaluación de riesgos

Los resultados del análisis deben evaluarse en relación a los criterios definidos en el contexto de la fase 1 y la norma sugiere realizar lo siguiente:

- Considerar el impacto y las consecuencias
- Si se considera que un riesgo no es relevante para la organización, éste puede ser excluido.
- Priorizar los riesgos
- Determinar si deben emprenderse actividades o controles.
- Establecer una frecuencia para los controles.

En base estas sugerencias se evalúan los resultados de las 74 y 75 en base al conocimiento y experiencia del personal de TI de la UPS, quienes han venido aplicando controles a los riesgos de TI en el campus sur; además serán los encargados de solicitar al proveedor de nube la adecuada gestión de riesgos y el cumplimiento del acuerdo de nivel de servicio (SLA).

En las tablas 76 y 77 se realiza la evaluación de riesgos estableciendo la prioridad, controles, tipos de control y frecuencia con la que se debe actuar.

Tabla 76. Evaluación de riesgos (parte 1)

ANÁLISIS DE RIESGOS					EVALUACIÓN DE RIESGOS			
Activos	Amenaza	Probabilidad (P)	Impacto (I)	Nivel de Riesgo (P x I)	Prioridad	Control	Tipo de control	Frecuencia de control
Software / Hardware / Red	Ataques	Alta	Alto	Alto	1	Actualización de antivirus, equipos de seguridad como firewalls, capacitación al personal en temas de seguridad. Monitoreo permanente de la red.	Preventivo	Diario
Software / Hardware / Información / Procesos de negocio	Cancelación del servicio en la nube	Baja	Muy alto	Medio	2	Selección adecuada de proveedor. Establecimiento de niveles de servicio (SLA) claros. Conocer la forma para volver al modo tradicional, tiempos e impacto.	Preventivo / Correctivo	Programado
Software / Hardware / Información	Fallos temporales de equipos	Media	Alto	Medio	3	Establecimiento de niveles de servicio (SLA) claros. Mantenimiento periódico de equipos.	Preventivo	Semestral
Red	Fallo en la red y equipos telecomunicaciones	Media	Alto	Medio	4	Establecimiento de niveles de servicio (SLA) claros. Contar con equipos de respaldo.	Preventivo	Mensual
Software / Información	Fallo de aislamiento de datos	Media	Medio	Medio	5	Establecimiento de niveles de servicio (SLA) claros. Contar con equipos de respaldo.	Preventivo/Correctivo	En caso de presentarse
Información/Hardware	Pérdida de información	Media	Medio	Medio	6	Respaldar la información en forma periódica	Preventivo	Semanal
Información /Software	Accesos no autorizados	Media	Medio	Medio	7	Solicitar al proveedor que cuente con mecanismos de seguridad: codificación, encriptación. Monitorear los logs de acceso de usuarios. Cambio de claves periódicamente	Preventivo	Trimestral

Tabla 77. Evaluación de riesgos (parte 2)

ANÁLISIS DE RIESGOS					EVALUACIÓN DE RIESGOS			
Activos	Amenaza	Probabilidad (P)	Impacto (I)	Nivel de Riesgo (P x I)	Prioridad	Control	Tipo de control	Frecuencia de control
Software / Hardware / Información	Demora en respuesta a incidentes	Media	Medio	Medio	8	Establecer un SLA adecuado de respuesta a incidentes. Aplicar las multas en caso de incumplimientos.	Preventivo / Correctivo	En caso de presentarse
Información	Fuga de datos durante la carga de datos o en la descarga en la nube	Media	Medio	Medio	9	Solicitar al proveedor de red que aplique mecanismos de seguridad. Integrar a la red equipos de seguridad y mantener las configuraciones adecuadas.	Preventivo	Mensual
Estructura organizacional / personal	Incumplimiento de leyes, normas y estándares.	Media	Medio	Medio	10	Revisar la calidad de contratos en la que se incluyan leyes, estándares y normas que deben cumplirse. Asesoría legal y técnica	Preventivo	En el momento de firmar el contrato con proveedores de
Personal	Desconocimiento de la tecnología	Bajo	Medio	Medio	11	Capacitar al personal en temas de TI y seguridades.	Preventivo / Correctivo	Semestral
Software / Hardware / Información	Robos de equipos	Muy baja	Alto	Medio	12	Reforzar las seguridades en la instalaciones. Contar con equipos de respaldo y la información respaldada.	Preventivo	Anual
Sitio / Hardware / Software / Personal	Catástrofes naturales	Muy baja	Muy alto	Medio	13	Establecer planes de recuperación ante desastres. Contar con equipos de respaldo y soporte de los proveedores.	Correctivo	En caso de presentarse

4.3.4 Resumen de la evaluación de factibilidad

En la tabla 78 se presenta el resumen de la evaluación de factibilidad.

Tabla 78. Resumen de la evaluación de factibilidad para IaaS Híbrida

PROVEEDOR	OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS		COSTO	SOPORTE LOCAL	DISPONIBILIDAD
	Disco duro	RAM			
Windows Azure	SI	NO	MEDIO	NO	99.9%
Amazon WBS	SI	NO	ALTO	NO	99.95%
CNT VDC	SI	SI	BAJO	SI	99.98%

En base a este resumen se selecciona a CNT VDC por las siguientes razones:

- Permite la optimización de recursos de disco duro y memoria RAM.
- Cada año se requerirá contratar únicamente la capacidad de disco y memoria RAM necesaria, sin desperdiciar recursos.
- Los costos de contratación con CNT son menores que los de Windows Azure y Amazon.
- Los equipos se encuentran localizados en el Ecuador y se minimizan los riesgos por localización.
- CNT ofrece soporte local en el caso de problemas.
- La disponibilidad que ofrece CNT en el SLA es mayor que las de Windows Azure y Amazon.

4.4 Evaluación de beneficios

4.4.1 Beneficios económicos

Para evaluar los beneficios económicos es necesario analizar los costos totales de reemplazar los servidores del campus sur en la forma tradicional y los de la solución en la nube.

Sin embargo, como se mencionó en la sección 4.3.1, la tendencia actual es no seguir con el modelo tradicional sino adoptar otras alternativas tecnológicas; por lo tanto en el presente estudio se hará el análisis de los costos de una solución en sitio y de la solución IaaS híbrida de CNT.

4.4.1.1 Análisis económico de la solución en sitio

Para escoger el proveedor de una solución en sitio se utiliza el cuadrante mágico de Gartner de Julio 2015, el cual muestra que el líder en este tipo de soluciones es VMware, tal como se muestra en la figura 30.



Figura 30. Cuadrante mágico de proveedores de virtualización de servidores

Tomado de (BITEC, s.f.)

Considerando que VMware es el proveedor líder, la UPS hizo las gestiones respectivas para obtener una propuesta económica de una empresa local que se encuentre asociada a este proveedor. En la figura 31 se presenta el

esquema de la plataforma de virtualización, la misma que tiene un sistema redundante.

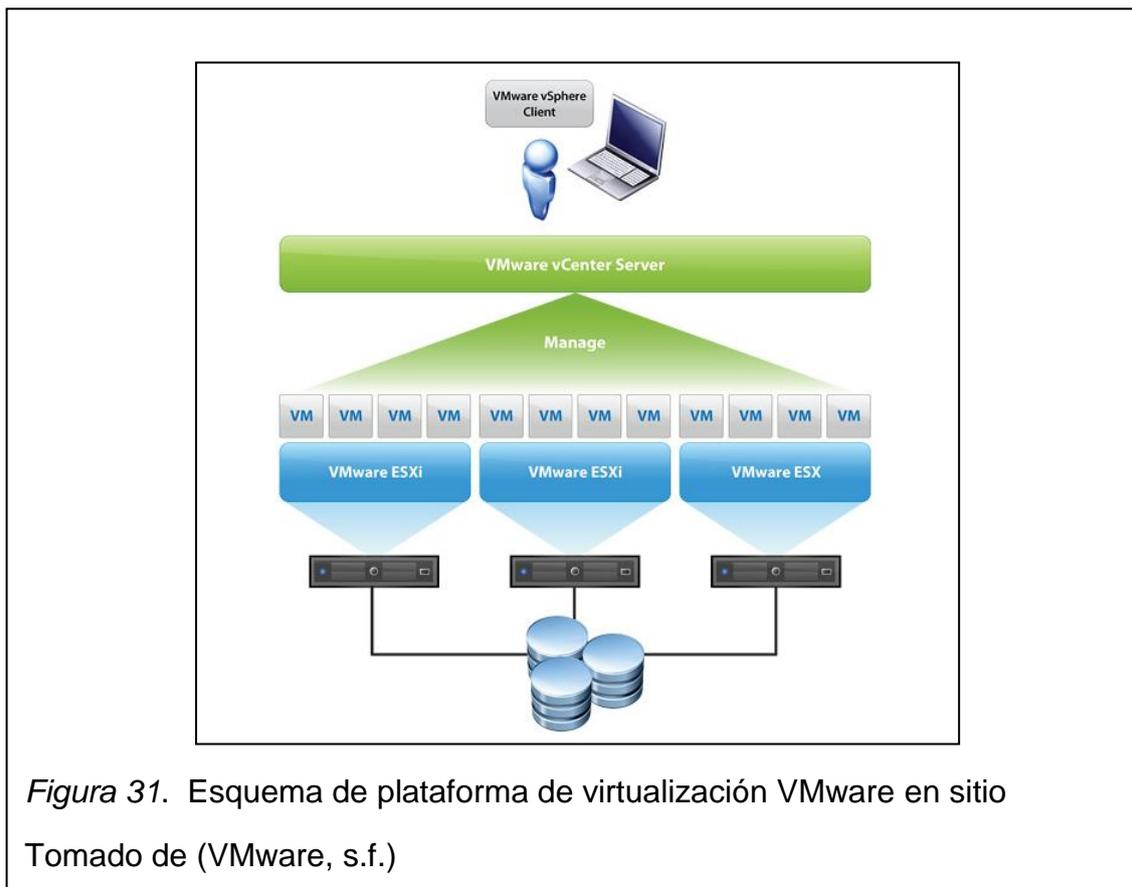


Figura 31. Esquema de plataforma de virtualización VMware en sitio
Tomado de (VMware, s.f.)

En la tabla 79 se encuentra la propuesta económica de la solución de virtualización en sitio que contiene: hardware, software, licencias, servicios y soporte técnico por 3 años, cubriendo los requerimientos actuales y futuros del campus sur.

Tabla 79. Propuesta económica de virtualización en sitio VMware

SOLUCIÓN DE VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES - VMware - PROVEEDOR LOCAL					
Items		Descripción	Cantidad	P. Unitario	Precio Total
1	Gabinete	Gabinete / Ventiladores / 4 Fuentes de Poder / 4 DVD / 6U rack / 2 Switches LAN / 2 Switches SAN / Garantía fabricante 24 x 7 por 3 años	1.00	\$ 23,170.73	\$23,170.73
2	Servidor Blade HP BL460c Gen9	Procesador (2) x Intel Xeon E5-2640v3 8-Core / 128 G RAM / Extensión garantía fabricante 24x7	2.00	\$ 12,164.62	\$24,329.24
3	Licencia para Software de Virtualización para Servidores	Hypervisor+ vCenter (VMware vSphere Essentials Plus Kit- 6 Processors - 3yr E-LTU) / Soporte del fabricante modalidad 5x8 por 3 años	1.00	\$ 5,437.54	\$5,437.54
4	Sistema de Almacenamiento	Storage HP 3PAR StoreServ 7200c / 14.4 TB (16 x 900GB) SAS / Soporte de fabricante 24x7 por 3 años	1.00	\$ 48,763.98	\$48,763.98
5	Licencia para Software de Respaldos	Veeam Backup Essentials Enterprise Plus 2 socket bundle for VMware	2.00	\$ 3,242.86	\$6,485.72
6	Servicios Incluidos	Instalación y configuración de la infraestructura propuesta / Transferencia de Conocimiento (24 horas para 5 personas)	1.00	\$ 3,500.00	\$3,500.00
Total					\$ 111,687.21

Adaptado de la cotización del proveedor local y que por motivos de confidencialidad no se menciona el nombre.

4.4.1.2 Costo total de Propiedad (TCO)

El análisis del costo total de propiedad tiene como objetivo revelar los costos del tiempo de vida de adquirir, operar y mantener algo (servicios o activos). El TCO es útil para determinar la diferencia que existe entre el precio de compra y el costo a largo plazo de la inversión. (ISACA, s.f.)

La fórmula que proporciona ISACA para el cálculo de TCO es la siguiente:

$$\text{TCO} = \text{Compra} + \text{Financiación} + \text{Mantenimiento} + \text{Actualización a nuevas versiones} + \text{Mejoras} + \text{Implementación} + \text{Seguridad} + \text{Depreciación} + \text{Retiro del Servicio} + \text{Eliminación} + \text{Costo}_n \quad (\text{Fórmula 1})$$

El período usado para calcular el TCO depende de los estándares corporativos que determinan cuándo comienza y termina la propiedad. (ISACA, s.f.)

Como se puede observar, la fórmula anterior incluye varios costos que intervienen durante la vida útil del bien o servicio y por motivos del presente estudio no se usarán todos, dado que se requiere un análisis más profundo con el departamento financiero y el de contabilidad de la institución.

4.4.1.3 Consideraciones para el cálculo de TCO

Para el cálculo del TCO hay que considerar el entorno de la universidad y asumir ciertas condiciones, tal como se detalla a continuación:

a) Software

- La UPS es una Institución de Educación Superior que mantiene un convenio con Microsoft lo que le permite tener el acceso a varios beneficios como: correo electrónico Office 365, descarga, renovación y actualización de software y licencias de software como sistemas operativos Windows sin costo; tal como lo informó en el Director de TI de la UPS Quito.
- Las licencias de sistemas operativos, bases de datos y aplicaciones de código abierto no tienen costo.
- El software propietario y las licencias serán reutilizadas en el entorno de nube, por lo tanto no tienen costo.

b) Energía y aire acondicionado

- Las universidades pagan tarifas de energía eléctrica comerciales. La tarifa comercial de la Empresa Eléctrica Quito a Enero 2016 es \$0.078 por KWh. (EEQ, s.f)
- El consumo de energía de la solución en sitio se calcula considerando los 2 servidores de virtualización, 1 sistema de almacenamiento, 2 switches LAN y 2 switches SAN; y se estima que los equipos trabajan al 75% de su carga total, tal como se muestra en la tabla 80.

Tabla 80. Cálculo de consumo de energía de equipos de la solución en sitio

EQUIPO	MODELO	CANTIDAD	TARIFA	CONSUMO	TIEMPO	PORCENTAJE DE CARGA	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
			\$ / Kwh	Kw	horas/mes	%	USD	USD
Servidor	HP BL460c	2	0.078	0.8	744	75	\$ 92.85	\$ 1,114.21
Storage	HP Store serv 7200c	1	0.078	0.75	744	75	\$ 43.52	\$ 522.29
Switch SAN	HP B-series 8/12c	2	0.078	0.035	744	75	\$ 4.06	\$ 48.75
Switch LAN	HP 6215G	2	0.078	0.095	744	75	\$ 11.03	\$ 132.31
TOTAL							\$ 151.46	\$ 1,817.56

Adaptado de (HP, s.f.)

- El consumo de energía de los equipos de aire acondicionado en un centro de datos es 1.2 veces el consumo de los servidores, tal como se demuestra en un caso real en el Whitepaper04 del grupo Electrotécnica (De Ford, s.f).

Por lo tanto tomando en cuenta los cálculos de la tabla 81, los costos de consumo de energía de los aires acondicionados serían:

$$\text{Costo mensual} = 1.2 \times \$151.46 = \$ 181.75$$

$$\text{Costo anual} = 1.2 \times \$ 151.46 \times 12 = \$ 2181.02$$

c) Internet

Los costos de un enlace de internet de 20 Mbps en CNT a Julio 2016 son:

- \$ 300 pago inicial
- \$ 1340 cuota mensual

Estos costos se usarán para el año 1 y en base al crecimiento futuro indicado en la sección 4.3.1.3 se asume un incremento del 10% anual para el segundo y el tercer año.

d) Enlace de Datos

Los costos de un enlace de datos de 20 Mbps en CNT a Julio 2016 son:

- \$ 200 pago inicial
- \$ 502 cuota mensual

Estos costos se usarán para el año 1 y se asume un incremento del 10% anual para el segundo y el tercer año.

e) Horas de trabajo

Esta información fue proporcionada por el Director de TI de Quito.

- El promedio mensual del salario de un ingeniero de infraestructura en la UPS es \$850.
- El tiempo promedio que dedica el ingeniero de infraestructura para la operación y mantenimiento de los equipos del centro de datos y de redes del campus sur es 15 horas semanales, en total 60 horas al mes.
- Al año se realizan 4 mantenimientos programados de los equipos del o de datos, cada uno con duración de 8 horas en promedio, en total 32 horas al año.

En la tabla 81 se calcula el costo mensual y el costo anual de operación y mantenimiento.

Tabla 81. Costos de Operación y mantenimiento – solución en sitio

CARGO	SUELDO MENSUAL	COSTO / HORA	HORAS OPERACIÓN / MES	HORAS MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS / AÑO	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
	USD	USD	h	h	USD	USD
Ingeniero de infraestructura y redes	\$ 850.00	\$ 3.54	60	32	\$ 212.50	\$ 2,663.33

- El tiempo estimado de soporte del ingeniero de infraestructura para el diseño, instalación, implementación y migración a la solución en sitio es de 150 horas, por lo tanto el costo único durante el periodo inicial (año 0) es de \$531.

- El tiempo estimado de soporte del ingeniero de infraestructura para el implementación y migración a la solución IaaS Híbrida es de 100 horas, por lo tanto el costo único durante el periodo inicial (año 0) es de \$354.
- El tiempo estimado del ingeniero de infraestructura para la gestión y operación con el proveedor de IaaS luego de la migración es de 3h semanales, por lo tanto el costo mensual es de \$42.48 y el costo anual es de \$509.76.

f) Datos económicos y financieros

- El tiempo de vida útil de los sistemas informáticos se considera de 3 años.
- La tasa de descuento o tasa de interés pasiva proporcionada por el Banco Central del Ecuador a Julio del 2016 para inversiones es del 7.88%.
- El impuesto al valor agregado (IVA) en Ecuador es del 12%; sin embargo debido al terremoto acontecido en Ecuador el 16 de Abril 2016, el gobierno subió este impuesto al 14% por el periodo de hasta un año a partir del 1 de Junio 2016 tal como se indica la Ley Orgánica de Solidaridad publicada en el Registro Oficial el 20 de Mayo 2016. (Presidencia de la República, s.f.)

Por esta razón, en los cálculos de costos del periodo inicial (año 0) y el año 1 se utilizará el 14% y para los años 2 y 3 el 12%.

- La UPS Quito cuenta con un presupuesto anual para tecnología. En el año 2015 el presupuesto era de \$200.000 para el reemplazo de tecnología obsoleta tal como lo indica el informe de proyectos de prioridad de la sede Quito (UPS, 2015, p.3). Debido a los problemas económicos que ha sufrido el país y al incremento de los impuestos a las

importaciones en el año 2015, la universidad realizó un ajuste en el presupuesto del 2016 a \$ 360.000 tal como lo informó el Director de TI.

- Las universidades son entidades que buscan beneficios para la comunidad académica y no recuperan las inversiones de tecnología con la provisión y venta de servicios como lo hacen las operadoras o empresas de tecnología.

4.4.1.4 TCO de solución en sitio

En base a las consideraciones de la sección 4.4.1.3 y a la propuesta económica de la tabla 79 se hace el cálculo del TCO para la solución en sitio, el mismo que incluye: costos de hardware, costos de software y costos recurrentes durante el periodo de vida útil de 3 años, tal como se presenta en la tabla 82.

Tabla 82. Costo total de Propiedad – Solución VMware en sitio

SOLUCIÓN VMware en sitio					
1	COSTOS HARDWARE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
1.1	Gabinete (incluye 2 switches LAN y 2 SAN)	\$ 23,170.73	\$ -	\$ -	\$ -
1.2	2 Servidores Blade HP BL460c Gen9	\$ 24,329.24	\$ -	\$ -	\$ -
1.3	1 Sistema de Almacenamiento	\$ 48,763.98	\$ -	\$ -	\$ -
	TOTAL	\$ 96,263.95	\$ -	\$ -	\$ -
2	COSTOS SOFTWARE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
2.1	Licencia para software de virtualización para servidores	\$ 5,437.54	\$ -	\$ -	\$ -
2.2	Licencia para software de storage	\$ 6,485.72	\$ -	\$ -	\$ -
2.3	Licencias Windows	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.4	Licencias Linux	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.5	Licencias Bases Datos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.6	Licencias Aplicaciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.7	Licencias Antivirus (servidor)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	TOTAL	\$ 11,923.26	\$ -	\$ -	\$ -
3	COSTOS RECURRENTE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
3.1	Energía eléctrica equipos	\$ -	\$ 1,817.56	\$ 1,817.56	\$ 1,817.56
3.2	Energía aire acondicionado	\$ -	\$ 2,181.07	\$ 2,181.07	\$ 2,181.07
3.3	Costo operación (Ing. Infraestructura)	\$ 531.25	\$ 2,663.33	\$ 2,663.33	\$ 2,663.33
3.4	Instalación, soporte técnico y capacitación (Vmware)	\$ 3,500.00	\$ -	\$ -	\$ -
3.5	Servicio Internet	\$ 300.00	\$ 16,080.00	\$ 17,688.00	\$ 19,296.00
	TOTAL	\$ 4,331.25	\$ 22,741.97	\$ 24,349.97	\$ 25,957.97
COSTO TOTAL DE PROPIEDAD (TCO) sin IVA		\$ 112,518.46	\$ 22,741.97	\$ 24,349.97	\$ 25,957.97
IVA		14%	14%	12%	12%
COSTO TOTAL DE PROPIEDAD (TCO) incluido IVA		\$ 128,271.04	\$ 25,925.85	\$ 27,271.97	\$ 29,072.93
TASA DE DESCUENTO		\$ 7.88			
VALOR PRESENTE DE FLUJOS (TCO)		\$ 198,892.65			

Nota: El valor presente del TCO se calculó con los flujos de los 3 años y la inversión inicial.

4.4.1.5 TCO de solución IaaS Híbrida

En base a las consideraciones de la sección 4.4.1.3 y los costos de la tabla 68, se presenta el cálculo del TCO para la solución IaaS Híbrida de CNT, tal como se muestra en la tabla 83.

Tabla 83. Costo Total de Propiedad – Solución IaaS Híbrida – CNT

SOLUCIÓN IaaS Híbrida - CNT					
1	COSTOS HARDWARE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
1.1	Instancias/máquinas virtuales	\$ -	\$ 33,670.80	\$ 36,392.40	\$ 41,185.20
	TOTAL	\$ -	\$ 33,670.80	\$ 36,392.40	\$ 41,185.20
2	COSTOS SOFTWARE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
2.1	Licencia para software de virtualización para servidores	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.2	Licencia para software de storage	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.3	Licencias Windows	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.4	Licencias Linux	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.5	Licencias Bases Datos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.6	Licencias Aplicaciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.7	Licencias Antivirus (servidor)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	TOTAL	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	COSTOS RECURRENTE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
3.1	Energía eléctrica equipos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.2	Energía aire acondicionado	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.3	Costo operación (Ing. Infraestructura)	\$ 354.00	\$ 509.76	\$ 509.76	\$ 509.76
3.4	Migración, soporte técnico y capacitación CNT	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5	Servicio Internet	\$ 300.00	\$ 16,080.00	\$ 17,688.00	\$ 19,296.00
3.6	Enlace dedicado de datos	\$ 200.00	\$ 6,024.00	\$ 6,626.40	\$ 7,228.80
	TOTAL	\$ 854.00	\$ 22,613.76	\$ 24,824.16	\$ 27,034.56
COSTO TOTAL DE PROPIEDAD (TCO) sin IVA		\$ 854.00	\$ 56,284.56	\$ 61,216.56	\$ 68,219.76
IVA		14%	14%	12%	12%
COSTO TOTAL DE PROPIEDAD (TCO) incluido IVA		\$ 973.56	\$ 64,164.40	\$ 68,562.55	\$ 76,406.13
TASA DE DESCUENTO		7.88			
VALOR PRESENTE DE FLUJOS (TCO)		\$ 180,219.58			

Nota: El valor presente del TCO se calculó con los flujos de los 3 años y la inversión inicial.

4.4.1.6 Comparación de TCO de las 2 soluciones.

En la tabla 84 se presenta la comparación del TCO de las 2 soluciones a valor presente (año 0).

Tabla 84. Comparación del TCO de las 2 soluciones

SOLUCIÓN	TCO (AÑO 0)
En sitio	\$ 198,892.65
IaaS CNT	\$ 180,219.58

Con los resultados del TCO de la tabla anterior, se calculan los costos equivalentes de las 2 soluciones en el periodo de 3 años, tal como se presenta en la tabla 85.

Tabla 85. Comparación del TCO con Costos Equivalentes

COSTOS EQUIVALENTES			
SOLUCIÓN	TCO (AÑO 1)	TCO (AÑO 2)	TCO (AÑO 3)
En sitio	\$ 77,009.96	\$ 77,009.96	\$ 77,009.96
IaaS CNT	\$ 69,779.87	\$ 69,779.87	\$ 69,779.87

En base a los resultados de las 2 tablas anteriores, se obtienen los siguientes beneficios económicos al adoptar el servicio en la nube IaaS híbrida:

- El ahorro económico en el periodo de 3 años es: \$ 18.673,07 a valor presente.
- Este ahorro económico representa el 9.4% en relación a la solución en sitio.
- La inversión inicial en nube es muy baja ya que no se requiere adquirir equipos, consiguiendo de esta forma la reducción del CAPEX.
- Los costos de consumo de energía de los servidores se reducen a cero.
- Los costos de consumo de energía de aire acondicionado se reducen a cero.
- Los costos de operación y mantenimiento también se reducen, debido a que el personal de TI ya no debe hacer tareas de operación y mantenimiento de

la infraestructura; sin embargo realiza tareas de gestión y coordinación con el personal del proveedor de IaaS.

- Los costos de software base son prácticamente cero ya que la mayoría son de código abierto.
- Los costos de software y licencias Windows son cero dado que la universidad tiene el convenio con Microsoft llamado Acuerdo de Campus.
- La universidad al ser una organización sin fines de lucro no espera beneficios económicos por los ingresos de matrículas sino por el ahorro que puede obtener en las inversiones de tecnología.

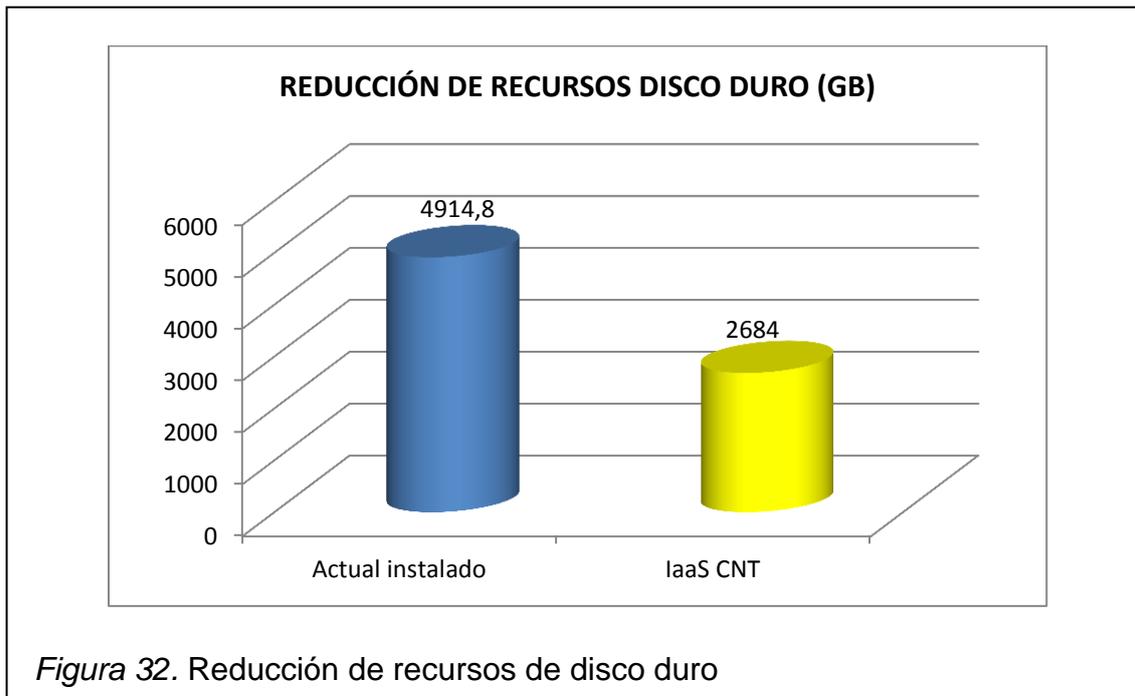
4.4.2 Beneficios técnicos

a. Innovación tecnológica

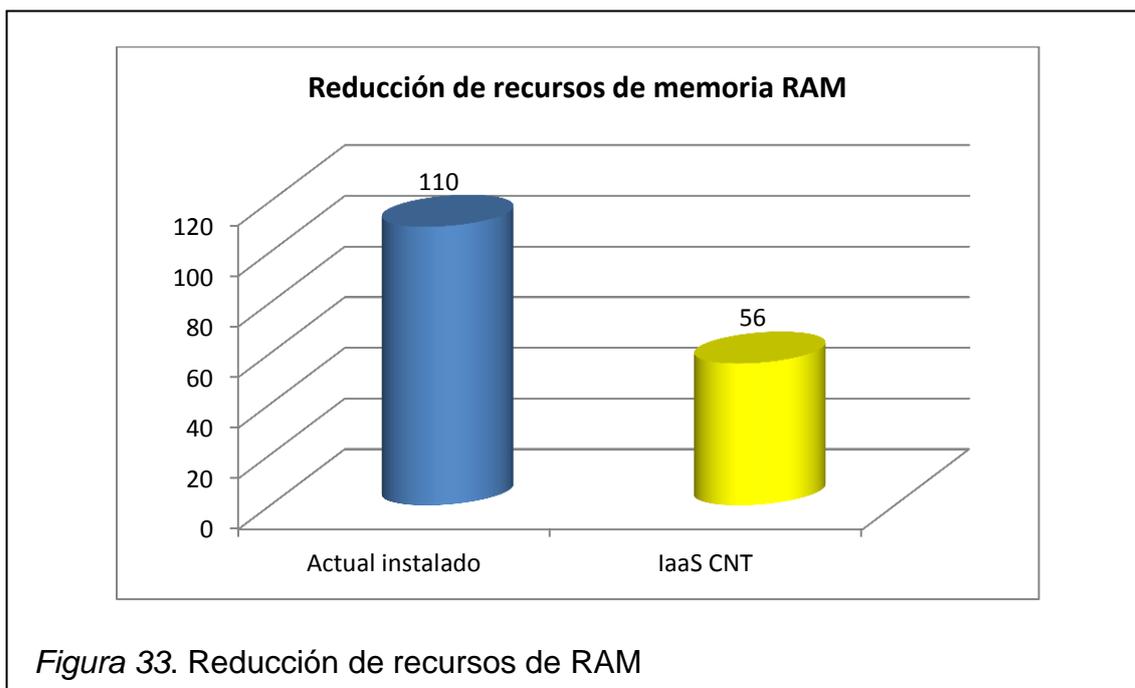
La adopción de un servicio en la nube se considera como innovación tecnológica y contribuye al cumplimiento del objetivo estratégico de la UPS relacionado con las TICs.

b. Reducción de uso de recursos

- Se logra reducir el 45.38% recursos de disco duro a contratarse en el primer año, tal como se muestra en la figura 32.



- Se logra reducir el 49,09% de los recursos de memoria RAM a contratarse en el primer año, tal como se muestra en la figura 33.



- En el segundo y tercer año se contratarán solo los recursos necesarios de disco duro, memoria RAM y vCPUs en base al crecimiento estimado en el subcapítulo 4.2.
- Al ser un proveedor local de servicios en la nube sus instalaciones y equipos no están ubicados a distancias muy grandes del centro del cliente, lográndose reducir el retardo en el transporte de la información.

c. Seguridad

La disponibilidad está relacionada con el acuerdo de nivel de servicio (SLA) que ofrece el proveedor de IaaS híbrida seleccionado.

El SLA de CNT del 2015 dice: “la disponibilidad del servicio del Virtual Data Center es de 99.98% es decir 1.57 horas de indisponibilidad al año o 7.88 minutos de indisponibilidad al mes” (CNT, 2015, p.1).

“Para los servicios de soporte, estos serán ejecutados bajo el esquema de atención y por el tipo de caso escalado de acuerdo a su severidad” (CNT, 2015, p.5). En tabla 86 se presenta el nivel de servicio.

Tabla 86. Nivel de servicio de computación en la nube - CNT

Prioridad	Tiempo de Respuesta	Modalidad de comunicación	Tiempo máximo de diagnóstico inicial	Tiempo de solución / cambio de repuestos	Entregables
Clase A	15 minutos	Vía telefónica y/o e-mail, al contacto indicado por CNT, para constancia y registro respectivo.	1 hora posterior a la comunicación. Modalidad 7x24x365	4 horas posteriores al resultado del diagnóstico	Informe de trabajos realizados
Clase B	15 minutos	Vía telefónica y/o e-mail, al contacto indicado por CNT, para constancia y registro respectivo	3 horas posteriores a la comunicación. Modalidad 7x24x365	8 horas posteriores al resultado del diagnóstico	Informe de trabajos realizados
Clase C	15 minutos	Vía telefónica y/o e-mail, al contacto indicado por CNT, para constancia y registro respectivo.	5 horas posteriores a la comunicación. Modalidad 7x24x365	16 horas posteriores al resultado del diagnóstico	Informe de trabajos realizados

Tomado de (CNT, 2015, p. 5)

- El VDC de CNT cuenta con un firewall lógico que puede ser administrado el cliente en base a las necesidades.
- “Es responsabilidad del cliente la correcta administración de las seguridades dentro del Virtual Data Center, para lo cual puede instalar herramientas de seguridad Informática, tales como firewalls, antivirus, etc, como considere pertinente”. (CNT, 2015, p.7)
- Garantizar la integridad y confidencialidad de la información.

4.4.3 Beneficios operativos

- El servicio en la nube minimiza el tiempo de implementación ya que no se requiere la instalación física de equipos.
- Reducción de tiempo de soporte y mantenimiento, ya que el ingeniero de infraestructura ya no tiene que realizar tareas de operación y mantenimiento de equipos.
- Se garantiza la continuidad de las operaciones con cortes de servicio controlados durante la migración.

4.4.4 Beneficios intangibles

- La satisfacción de la comunidad universitaria de contar con una nueva tecnología para un mejor desempeño en las actividades universitarias.
- Apoyo al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la universidad.
- Transferencia de riesgos al proveedor.
- El personal de TI adquiere nuevos conocimientos, destrezas y capacidades al usar una nueva tecnología.

4.4.5 Desventajas

- Alta dependencia del proveedor del servicio en la nube.
- La universidad debe asumir ciertos riesgos que no son atribuibles al proveedor del servicio en la nube ya que en el modelo IaaS solo se transfiere la responsabilidad de infraestructura al proveedor.
- Dependencia de proveedor de internet y enlace dedicado, por lo que deben cumplir con el SLA respectivo.
- Es posible cierta incompatibilidad de la infraestructura del proveedor del servicio en la nube con el software base que será migrado.
- La adopción del servicio en la nube puede traer consecuencias en la estructura organizacional ya que se puede haber reducción de personal.
- Si se decide cambiar de proveedor, el proceso de migración puede resultar complicado para el personal de TI.
- Si se requiere regresar al modelo tradicional se incurrirían en costos adicionales.

5. Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Con el presente estudio se alcanzaron los objetivos planteados.

Los resultados obtenidos en el estudio están acorde a los requerimientos de la universidad tal como lo confirma el Vicerrector de la UPS Quito en el oficio del Anexo 2.

Se identificaron los requerimientos tecnológicos derivados de los objetivos estratégicos de la UPS y de las necesidades de la comunidad universitaria.

Se identificó el estado actual de la arquitectura tecnológica de infraestructura y de los sistemas informáticos del campus sur de la Universidad Politécnica Salesiana de Quito.

Se realizó una proyección para el estado futuro de la arquitectura tecnológica y sistemas informáticos del campus sur de la Universidad Politécnica Salesiana de Quito.

Se analizaron las posibles soluciones para la adopción de una tecnología innovadora, determinando que la mejor opción es computación en la nube IaaS Híbrida.

Se evaluó la factibilidad de adopción de computación en la nube para la infraestructura y servicios de TI que apoyan a las líneas estratégicas de docencia, investigación, vinculación con la comunidad y gestión administrativa.

Se evaluaron los riesgos de TI para la adopción del servicio en la nube y se determinó que la mayoría tienen un nivel medio.

En el presente estudio se concluye que el proveedor de IaaS híbrida a ser contratado es CNT VDC por ser el más económico, permite el ahorro de recursos de TI, es uno de los principales proveedores de servicio en la nube en el Ecuador por lo tanto cuenta con el equipo de profesionales capaces de dar soluciones a los problemas en forma local. Otro factor importante es la flexibilidad para contratar los recursos necesarios.

Se evaluaron los beneficios económicos de adoptar un servicio en la nube o continuar con una solución en sitio, obteniéndose un ahorro del 9.4% si se decide migrar los servicios de TI a la nube con CNT.

A más del ahorro económico, la adopción del servicio en la nube reduce los gastos de capital (CAPEX); es decir que la inversión inicial no es alta.

Se logró cumplir con el objetivo de mantener el funcionamiento eficiente de los sistemas informáticos de apoyo a la academia y gestión con el apoyo de una tecnología innovadora como lo es computación en la nube.

Al adoptar esta nueva tecnología se aporta al mejoramiento del indicador de tecnología utilizado por el CEAACES para la evaluación de la UPS. No hay una fórmula para el cálculo de este indicador sino que el CEAACES verifica cuántos sistemas o servicios tenía la universidad en la evaluación institucional anterior y cuántos han sido renovados o mejorados durante el periodo 2014 a 2016.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda actualizar las versiones de los sistemas operativos, bases de datos y aplicaciones de tal forma que no presenten problemas el momento de migrar a la nube, como es el caso de Windows Server 2003 que ya quedó obsoleto desde el año 2015.

Para la migración de los servidores Proxy y Directorio Activo se debe realizar un estudio muy detallado dado que son de alta prioridad en las actividades universitarias.

Se recomienda al departamento de TI que realice la migración paulatinamente y por servicios.

Se recomienda hacer la migración completa, es decir no solo pasando las imágenes de máquinas virtuales.

El cliente y el proveedor deben trabajar en conjunto para establecer una relación de confianza y definir la seguridad y privacidad.

Planificar la capacitación del personal de TI para informarle las implicaciones que trae consigo la migración a la nube.

Del estudio de factibilidad se recomienda que se contrate el servicio de nube con CNT, dadas las ventajas: económica, flexibilidad para contratar solo los recursos necesarios, soporte y servicio técnico local y riesgos menores.

Se recomienda asignar un presupuesto para gestión de riesgos en el caso de adoptar el servicio en la nube.

REFERENCIAS

- Amazon. (s.f.). *Amazon EC2 Instance Types 2016*. Recuperado el 16 de Febrero 2016 de <http://amzn.to/1SOITuy>
- Amazon. (s.f.). *Amazon EC2 Pricing 2016*. Recuperado el 16 de Febrero 2016 de <https://aws.amazon.com/ec2/pricing>
- Amazon. (s.f.). *AWS Total Cost of Ownership (TCO) Calculators 2016*. Recuperado el 16 de Febrero 2016 de <https://aws.amazon.com/tco-calculator/>
- BITEC. (s.f.). *AWS Virtualización de servidores según Gartner*. Recuperado el 8 de diciembre 2015, de <http://www.bitec.es/blog/virtualizacion-de-servidores-segun-gartner.html>
- Categorización de las Universidades y Escuelas Politécnicas*. Recuperado el 22 de Agosto 2014 de <https://universidadsociedadec.files.wordpress.com/2014/04/ceaaces-informe-general-eval-accred-categn.pdf>
- CEAACES. (s.f.). *Informe General sobre la Evaluación, Acreditación y*
- CNT. (2015). *Cloud Computing: Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA) Virtual Data Center*. Quito.
- CSA. (s.f.). *Security Guidance for critical Areas of focus in Cloud Computing V3.0-2011*. Recuperado el 22 de Julio 2015 de <https://cloudsecurityalliance.org/download/security-guidance-for-critical-areas-of-focus-in-cloud-computing-v3/>
- De Ford. (s.f.). *White paper #04 Eficiencia Energética en Data Centers-2014*. Recuperado el 20 de Febrero 2016 de http://www.grupoelectrotecnica.com/sites/default/files/private/white-papers/whitepaper_4_0.pdf
- Empresa Eléctrica Quito. (s.f.). *Pliego Tarifario Vigente 2016*. Recuperado el 20 Febrero 2016 de <http://www.eeq.com.ec:8080/documents/10180/143788/Pliego+Tarifario+enero+2016/414767b2-234d-4f10-a578-2c2990465c1f>

- Gartner. (s.f.). *AWS nombrado líder en el IaaS Magic Quadrant por cuarto año consecutivo 2015*. Recuperado el 8 de diciembre 2015, de <https://aws.amazon.com/es/resources/gartner-2015-mq-learn-more/>
- Gartner. (s.f.). *Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor*. Recuperado el 20 de Julio 2015 de <http://www.gartner.com/newsroom/id /3114217>
- HP. (s.f.). *HP 6125XLG Blade Switch: Installation Guide 2015*. Recuperado el 18 de Febrero 2016 de http://h20565.www2.hp.com/hpsc/doc/public/display?docId=emr_na-c03931771 &docLocale=en_US
- HP. (s.f.). *HP SL2500 Scalable System: Quick Specs 2014*. Recuperado el 18 de Febrero 2016 de <http://www8.hp.com/h20195/v2/GetPDF.aspx%2Fc04152619.pdf>
- HP. (s.f.). *HP StorageWorks_Brocade 8Gb SAN Switch for_HP BladeSystem c-Class_User Guide 2011*. Recuperado el 18 de Febrero 2016 de http://h20566.www2.hp.com/hpsc/doc/public/display?docId=emr_na-c01505736&lang=en-us&cc=us
- HP. (s.f.). *HPE 3PAR StoreServ 7000 Storage:Quick Specs 2016*. Recuperado el 18 de Febrero 2016 de <http://www8.hp.com/h20195/v2/GetPDF.aspx /c04164476.pdf>
- INTERXION. (s.f.). *No Cloud is an Island: Hybrid clouds offer new revenue Opportunities-2015*. Recuperado el 15 de Enero 2016, de <http://www.interxion.com/Read/no-cloud-is-an-island/download/>
- ISACA. (s.f.). *Calcular el ROI en la nube: Desde la perspectiva del cliente 2012*. Recuperado el 20 Noviembre 2015 de http://www.isaca.org/KnowledgeCenter/Research/Documents/Calculating-Cloud-ROI_whp_Spa_0712.pdf
- ISACA. (s.f.). *Principios rectores para la adopción y el uso de computación en la nube 2012*. Recuperado el 10 Octubre 2015 de http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/Guiding-Principles-Cloud_whp_Spa_0212.pdf

- ISO. (s.f.). *ISO/IEC 27005 Information technology – Security techniques – Information security risk management -2011*. Recuperado el 28 Mayo 2016 de <http://www.iso27001security.com/html/27005.html>
- Kirsch. Brian. (s.f.). *6 Hybrid Cloud Providers Compared-2015*. Recuperado el 8 de Febrero 2016, de <http://www.tomsitpro.com/articles/hybrid-cloud-providers-comparison,2-841.html>
- NIST. (s.f.). *Cloud Architecture Reference 2011*. Recuperado el 01 de Julio 2015, de <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-45.pdf>
- NIST. (s.f.). *Guidelines on Security and Privacy in Public Cloud Computing 2011*. Recuperado el 01 de Julio 2016, de <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-144/SP800-144.pdf>
- NIST. (s.f.). *The NIST Definition of Cloud Computing 2011*. Recuperado el 01 de Julio 2015, de <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>
- ONTSI. (s.f.). *Cloud Computing: Retos y Oportunidades 2012*. Recuperado el 5 de Julio 2015, de http://www.ontsi.red.es/ontsi/sites/default/files/1-estudio_cloud_computing_retos_y_oportunidades_vdef.pdf
- Presidencia de la República del Ecuador. (s.f.). *Constitución de la República del Ecuador 2008*. Recuperado el 20 de Junio 2015 de http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Presidencia de la República del Ecuador. (s.f.). *Ley orgánica de solidaridad y de corresponsabilidad ciudadana por el terremoto del 16 de Abril 2016*. Recuperado el 10 de Junio 2016 de <http://www.sri.gob.ec/Documentos/AlfrescoPortlet/descargar/d641c683-c458-4cdc-8a94-1af2993452e8/Reglamento+Ley+Solidaridad+y+de+Corresponsabilidad+Ciudadana.p>
- Presidencia de la República del Ecuador. (s.f.). *Ley Orgánica de Educación Superior 2010*. Recuperado el 15 de Septiembre 2015 de <http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2013/10/rloes1.pdf>
- Tarrino. (s.f.). *Clasificación de las soluciones de Cloud Computing 2012*. Recuperado el 14 de Agosto 2015 de <https://pilartarrino.wordpress.com/2012/12/27/clasificacion-de-soluciones-de-cloud-computing/>

- TOGAF. (2013). *Guía de Bolsillo* (9.1. ed.). Reino Unido: Van Haren.
- Universidad Politécnica Salesiana. (2015). *Análisis de Internet desde el año 2012 al 2015*. Quito.
- Universidad Politécnica Salesiana. (2015). *Análisis de la Infraestructura de Red de Datos de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito*. Quito.
- Universidad Politécnica Salesiana. (2015). *Distribución de racks UPS Campus Sur*. Quito.
- Universidad Politécnica Salesiana. (2015). *Informe Inventario-Cantidad de Equipos instalados en las áreas administrativas, docentes y laboratorios*. Quito.
- Universidad Politécnica Salesiana. (2015). *Proyectos de prioridad Media-Ata en la Sede Quito*. Quito.
- Universidad Politécnica Salesiana. (s.f.). *Carta de Navegación 2014-2018*. Recuperado el 10 Junio 2015, de <http://www.ups.edu.ec/documents/10184/14643/Carta+de+Navegaci%C3%B3n+2014+-+2018/54a45b43-464f-4c6f-a9fe-3aa1c4a117b3>
- Universidad Politécnica Salesiana. (s.f.). *Organigrama de Sede 2015*. Recuperado el 10 Junio 2015, de <http://www.ups.edu.ec/web/guest/organigrama>
- Universidad Politécnica Salesiana. (s.f.). *Plan de Mejoras 2014*. Recuperado el 10 Junio 2015, de http://www.ups.edu.ec/c/document_library/gett_file?uuid=a40334c2-647d-40c5-9315-39209a7ceab&groupId=10156
- Vargas, R. (s.f.). *Utilizando el proceso analítico jerárquico (PAJ) para seleccionar y priorizar proyectos en una cartera 2012*. Recuperado el 5 de Junio 2016 de http://www.ricardo-vargas.com/wp-content/uploads/downloads/articles/ricardo_vargas_ahp_project_selection_esp.pdf
- VMWare. (s.f.). *Begin the Journey to a Private Cloud with Datacenter Virtualization 2015*. Recuperado el 18 de Febrero 2016 de <http://www.unixarena.com/2014/05/oracle-vm-x86-vs-vmware-vsphere.html>

Windows Azure. (s.f.). *Deploy highly scalable tenant network infrastructure for hosting providers 2014*. Recuperado el 15 de Febrero 2016, de <https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn282658.aspx>

Windows Azure. (s.f.). *Pricing calculator_ Price and configure Azure features for your scenarios 2016*. Recuperado el 20 de Febrero 2016 de <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/calculator/>

ANEXOS

Anexo 1: Oficio de autorización de presente estudio en la Universidad Politécnica Salesiana de Quito – Campus Sur



Oficio No. 052-V-UPSQ-015
Quito, D.M. a 19 de Junio 2015.

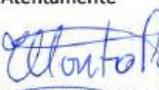
Señores
Directivos de la Maestría en Gerencia de Sistemas y TI
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS "UDLA"
Presente.-

Yo, Lcda. Viviana Montalvo, M.Sc. en mi calidad de Vicerrectora Académica de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito, autorizo al Ing. Jaime Gallardo, alumno de su programa de Maestría en Gerencia en Sistemas y Tecnología de la Información a realizar el estudio para la Universidad como parte de su proyecto de tesis cuyo tema es: "Estudio de Factibilidad para la adopción de un servicio en la nube de los las líneas estratégicas de la Universidad Politécnica Salesiana de Quito – Campus Sur".

La Universidad (UPS) proporcionará la información necesaria para el desarrollo de las actividades relacionadas con el estudio, la misma que deberá ser utilizada de una forma adecuada.

Particular que pongo en conocimiento para los fines pertinentes.

Atentamente


Lcda. Viviana Montalvo, M.Sc.
Vicerrectora UPS – Sede QUITO



Anexo 2: Oficio de culminación y aceptación del presente estudio en la Universidad Politécnica Salesiana de Quito – Campus Sur.



Quito, D.M. a 06 de Mayo de 2016
Oficio No. 031-V-UPSQ-016

Señores
Directivos de la Maestría en Gerencia de Sistemas y TI
Ciudad.-

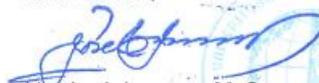
Estimado Master:

Por medio del presente, yo MSc. José Juncosa Vicerrector Académico de la Sede Quito de la Universidad Politécnica Salesiana, certifico que el Ing. Jaime Gallardo alumno del programa de maestrías "Gerencia en Sistemas y TI" de la UDLA fue autorizado a realizar su trabajo de tesis en la UPS, cuyo tema es: *"Estudio de factibilidad para la adopción de un servicio en la nube para las líneas estratégicas de la UPS - Sede Quito – Campus Sur"*, el mismo que fue desarrollado bajo el soporte del Ing. Juan Carlos Domínguez, Director de TI y para lo cual se le proporcionó la información y facilidades respectivas.

Los avances y resultados finales fueron avalados por el Director de TI y se consideran adecuados para una futura implementación en la UPS en el caso que la universidad lo considere pertinente.

El Ing. Jaime Gallardo puede hacer uso del presente certificado para los fines que considere pertinente en su proceso de graduación en UDLA.

Atentamente,


Lic. José Juncosa, M. Sc.
VICERRECTOR DE SEDE



Anexo 3: Resumen de actividades realizadas con el personal de TI de la Universidad Politécnica Salesiana de Quito.

Informe de Ejecución del Proyecto							
Título:		Estudio de factibilidad para la adopción de un servicio en la nube para las líneas estratégicas de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito - Campus Sur					
Periodo del Reporte							
Inicio:	01-Ene-2105	Fin:	24-Feb-15				
Fecha:	11-May-16						
Versión:	6						
Preparado por:	Ing. Jaime Gallardo						
Revisado por:	Ing. Juan Carlos Domínguez						
Aprobado por:	Dr. Hugo Banda						
1	Actividades Planificadas y Ejecutadas	% Avance	Salidas	Observaciones	Monitoreo y Control	Salidas	Comentarios
	Descarga de información de la página Web de la UPS	100	Documentos: Informe de Ejecución POA 2014, Balance General 2014, Estado de resultados 2014, Plan Operativo 2015.	Esta información se utiliza para definir el tema, los objetivos y alcance del estudio a ser propuesto a la UPS			Descargada de la dirección : http://www.ups.edu.ec/web/guest/planificacion Enero 2015
	Reunión con Director de TI para presentar la propuesta de estudio y definir el tema, alcance y objetivos del estudio	100	Documentos: Informe de Ejecución POA 2014, Balance General 2014, Estado de resultados 2014, Plan Operativo 2015.	Esta información se utiliza para definir el tema, los objetivos y alcance del estudio a ser propuesto a la UPS			Descargada de la dirección : http://www.ups.edu.ec/web/guest/planificacion 12 Enero 2015
	Envío de solicitud al vicerrectorado de la UPS Quito para la aprobación del estudio a realizarse	100	Vicerrectorado mantuvo una reunión interna con el Director de TI para analizar la aprobación del estudio.				Reunión interna del Director de TI. Mayo 2015
	Reunión en vicerrectorado para la aprobación del estudio para la UPS como tesis de grado de maestría.	100	Oficio de aprobación	El vicerrectorado aprueba realizar el estudio y proporcionará autorización la entrega de la información respectiva.			Oficio N- 052_V_LPSQ-015. 19 Junio 2015.
	Recopilación de información de infraestructura	100	Documentación técnica de la infraestructura de TI de la UPS de Quito	Información recibida en forma impresa			Reunión con Director de TI. 21 Junio 2015
	Recopilación de información de proyectos de TI	100	Documentación técnica de prioridad media-alta de proyectos de TI	Información recibida en forma impresa			Reunión con Director de TI. 21 Junio 2015
	Recopilación de información de servidores de UPS Campus Sur	100	Documentación técnica de servidores de la UPS Campus Sur	Información recibida en forma impresa			Reunión con Director de TI. 21 Junio 2015
	Análisis de información técnica entregada por la Dirección de TI	100	Resumen de las partes importantes que aportan al estudio	Información recibida en forma impresa			Prácticamente el análisis de información se dio inicio desde el 21 de Junio 2015 ya que previa a esa fecha no existía la aprobación del vicerrectorado para realizar el estudio
	Análisis de información de proyectos de Media-Alta Prioridad en la Sede Quito	100	Resumen de las partes importantes que aportan al estudio	Información recibida en forma impresa			Esta información aporta al establecimiento de los estados AS-IS y TO-BE de la infraestructura de TI. Julio 2015

Recopilación de información de Modelos de Referencia de Cloud Computing	100	Obtención de varios marcos de referencia para ser analizados	Información descargada de las páginas web de las organizaciones respectivas. ISACA, NIST, CSA			Esta información permite determinar el marco de referencia a utilizarse. Agosto 2015
Recopilación de información de Proveedores de Cloud Computing	100	Información de proveedores nacionales e internacionales de cloud computing	Información descargada de las páginas web de las empresas respectivas. Amazon, Microsoft, Vmware, Google			Esta información permite conocer los proveedores nacionales e internacionales de cloud computing . Septiembre 2015
Recopilación de información para definir los servicios a ser migrados y la solución de cloud a adoptarse.	100	Definición de servicios a migrar y solución de cloud a utilizarse.	Información obtenida en reunión con el Director de TI			Reunión con Director de TI . 23 Septiembre 2015
Reunión con Director de TI para definir los criterios de selección de servicios que pueden ser migrados a nube	100	Información de para el análisis económico de factibilidad	Estos criterios se utilizan para sabe que servicios pueden migrarse o no la nube			Reunión con Director de TI. 02 Octubre 2015
Recopilación de cotizaciones o precios de servicios IaaS de un proveedor local.	100	Información de para el análisis económico de factibilidad	Detalles tratados en reunión con el ingeniero de soporte de soluciones Cloud de CNT. La información fue proporcionada por correo			Reunión con ingeniero de soporte de CNT del áreas de soluciones Cloud. 06 Octubre 2015
Revisión de avances de la tesis con Director de TI de la UPS (en el campus Sur)	100	Revisión de análisis de proveedores de Cloud Computing	Se revisa la comparación de los proveedores internacionales Amazon, Windows Azure y VMware			Reunión con Director de TI. 12 Nov 2015
Recopilación y análisis de servicios ofrecidos por los proveedores de cloud internacionales.	100	Información de los proveedores de cloud que se encuentra en las páginas web de cada uno de ellos. Se analizaron Amazon, Windows Azure, Vmware y Google.	En base a los requerimientos del estudio, se comparan las características de cada uno y los servicios que prestan.			Información recopilada en el mes de Enero 2016.
Recopilación de información de los servicios que se prestan con el servidor de Investigación del campus sur	100	Información para el análisis de servicios a ser migrados y capacidad de máquinas virtuales del servidor de investigación	Se utiliza la información para el análisis actual y futuro de			Reunión con el jefe de área de investigación CIMA . 02 Febrero 2016
Recepción de cotizaciones de equipos para soluciones on-premise por parte del Director de TI de la UPS	100	Información para el análisis económico de factibilidad	Información recibida por correo, del Director de TI de la UPS.			Cotizaciones de proveedores locales . 03 Febrero 2016
Recopilación precios de enlaces de datos e internet para la solución IaaS híbrida	100	información de para el análisis económico de factibilidad	Información recibida por correo del ingeniero de soporte de soluciones cloud de CNT			Comunicación con ingeniero de soporte de CNT del áreas de soluciones Cloud. Febrero 2016
Revisión final de resultados de la tesis con Director de TI (en el campus Girón)	100	Aceptación final de resultados del estudio de factibilidad	El Director de TI considera que los resultados del estudio son adecuados para los servicios de TI del campus Sur y que podrían ser utilizados en caso que la UPS considere pertinente.			Reunión final con Director de TI. 24 Febrero 2016

2	Actividades no Planificadas y Ejecutadas	% Avance	Salidas	Observaciones	Monitoreo y Control	Salidas	Comentarios
3	Actividades Planificadas no Ejecutadas	Observaciones		Monitoreo y Control	Salidas	Comentarios	
	Recopilación de información de capacidad utilizada en los servidores: cpu, memoria ram y disco duro	La Universidad no dispone de una herramienta específica de monitoreo de recursos de servidores y no tiene datos históricos de ocupación de los mismos.				Estos datos se los estima en base a la experiencia del los ingenieros de soporte de Infraestructura.	


 Ing. Jaime Gallardo
 Maestrante


 Ing. Juan Carlos Domínguez
 Director TI - UPS - Quito

