



Universidad Nacional

Sistema de Estudios de Posgrado

Maestría en Administración de Tecnología de la Información

Énfasis en Gestión de Servicios y Productos TIC

“Diseño de una guía para la adopción de modelos de *Software Defined Datacenter*”

Henry Rodríguez Barrantes

Profesor tutor

Máster Xenia Guerrero Arias

Heredia, Costa Rica, abril 2019

30 de marzo del año 2019

Universidad Nacional
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Escuela de Informática
Posgrado en Gestión de la Tecnología de Información y Comunicación (ProGesTIC)

FORMULARIO DE DEPÓSITO LEGAL, AUTORIZACIÓN DE USO DE DERECHOS PATRIMONIALES DE AUTOR E INCORPORACIÓN A REPOSITARIOS INSTITUCIONALES DE INFORMACIÓN DE ACCESO PÚBLICO

La persona abajo firmante, en condición de estudiante de la maestría

en Administración de la Tecnología de la Información (MATI)

y autor del Trabajo final de graduación titulado:
"Diseño de una guía para la adopción de modelos de *Software Defined Datacenter*"

para optar al grado académico de Máster en:
Magister en Administración de Tecnología de la Información con Énfasis en Gestión de Servicios y Productos TIC

de conformidad con lo establecido en el documento de "Lineamientos generales para la realización del trabajo final de graduación" y demás normativa universitaria relacionada con estos trabajos de graduación, DECLARO BAJO FE DE JURAMENTO conociendo la responsabilidad civil, penal o administrativa en que podría incurrir al no decir la verdad, lo siguiente:

1. El documento, producto, obra audiovisual, software, resultado del trabajo final de graduación referido anteriormente es original, inédito y ha cumplido con todo el proceso de aprobación académico que confiere el grado académico postulado con esta obra.
2. El trabajo final de graduación referido anteriormente constituye una producción intelectual propia de la persona abajo firmante y a esta fecha no ha sido divulgado a terceros(as) de forma pública, por ningún medio de difusión impreso o digital.
3. Autorizo el depósito de un ejemplar en formato impreso y otro en formato digital (entregado en soporte de disco compacto), en la colección de trabajos finales de graduación del ProGesTIC de la Universidad Nacional, así como la realización de copias electrónicas adicionales para fines exclusivos de seguridad y conservación de la información.
4. En caso de que el trabajo final de graduación haya sido elaborado como obra en colaboración -bien se trate de obras en las que los autores(as) tienen el mismo grado de participación o aquellas en las que existe una persona autora principal y una o varias personas autoras secundarias-, todos(as) ellos(as) han contribuido intelectualmente en la elaboración

del documento y en este acto, libero de responsabilidad a las autoridades del posgrado y a los funcionarios que custodian la colección del ProGesTIC, en relación con el reconocimiento que se realiza respecto de los niveles de participación asignados por el propio autor del proyecto.

5. En caso de que el trabajo final de graduación haya sido elaborado como obras en colaboración (conforme a lo dispuesto en el punto 4), el autor abajo firmante designa a

No Aplica

__ como encargado(a) de recibir comunicaciones y representar con autoridad suficiente a los suscritos, en condición de agente autorizado(a) de los demás autores(as).

6. Reconozco que la colección de trabajos finales del ProGesTIC no emite criterios ni valoraciones académicas sobre lo planteado en el producto final del trabajo de graduación y autorizo a esta dependencia para que proceda a poner a disposición del público la obra en mención, a través de los espacios físicos o virtuales que se posea, así como a través del Repositorio Institucional; a partir del cual los usuarios de dichas plataformas puedan acceder al documento y hacer uso de este en el marco de los fines académicos, no lucrativos y de respeto a la integridad del contenido del mismo así como la mención del autor o poseedor de sus derechos.

7. Manifiesto que todos los datos de citas dentro de texto y sus respectivas referencias bibliográficas, así como las tablas y figuras (ilustraciones, fotografías, dibujos, mapas, esquemas u otros) tienen la fuente y el crédito debidamente identificados y se han respetado los derechos de autor.

8. Autorizo la licencia gratuita no exclusiva de los derechos patrimoniales de autor para reproducir, traducir, distribuir y poner a disposición pública en formato electrónico, el documento depositado, para fines académicos, no lucrativos y por plazo indefinido en favor de la Universidad Nacional, que incluye además los siguientes actos:

a. La publicación y reproducción íntegra de la obra o parte de esta, tanto por medios impresos como electrónicos, incluyendo Internet y cualquier otra tecnología conocida o por conocer.

b. La traducción a cualquier idioma o dialecto de la obra o parte de esta.

c. La adaptación de la obra a formatos de lectura, sonido, voz y cualquier otra representación o mecanismo técnico disponible, que posibilite su acceso para personas no videntes parcial o totalmente, o con alguna otra forma de capacidades especiales que les impida su acceso a la lectura convencional del proyecto.

c. La distribución y puesta a disposición de la obra al público, de tal forma que el público pueda tener acceso a ella desde el momento y lugar que cada quien elija, a través de los mecanismos físicos o electrónicos de que disponga.

d. Cualquier otra forma de utilización, proceso o sistema conocido o por conocerse que se relacione con las actividades y fines académicos a los cuales se vincula la maestría, la colección de trabajos finales del ProGesTIC, la Escuela de Informática y la Universidad Nacional.

9. Reconozco que la colección de trabajos del ProGesTIC manifiesta actuar con diligencia para evitar la existencia en su sitio web de contenidos ilícitos y en caso de que tenga conocimiento efectivo de la existencia de infracciones a los derechos de propiedad intelectual, se reserva el derecho de proceder a bloquear el acceso durante el trámite del debido proceso para comprobar el incumplimiento y en caso de verificarse la falta, retirar definitivamente el acceso al proyecto depositado.

10. Acepto que la publicación y puesta a disposición del público del trabajo final de graduación, así como la presente autorización de uso de la obra, se regirá por la normativa institucional de la Universidad Nacional y la legislación de la República de Costa Rica. Adicionalmente, en caso de cualquier eventual diferencia de criterio o disputa futura, acepto que esta se dirimirá de acuerdo con los mecanismos de Resolución Alternativa de Conflictos y la Jurisdicción Costarricense.

Autor(a) Henry Rodríguez Barrantes

Firma:  _____

Fecha de entrega: 30 de marzo del año 2019

Correo: hrbhenry@hotmail.com

Índice General

I. Introducción.....	1
A. Antecedentes de la investigación	2
B. Problema de investigación	5
C. Justificación	6
D. Objetivos	6
1. Objetivo General	6
2. Objetivos Específicos	6
3. Metas	7
II. Marco Teórico	9
A. Marco Referencial.....	10
1. Identificación de la empresa seleccionada para el piloto de la solución planteada....	10
B. Marco Conceptual.....	17
1. Estrategia de TI	17
2. Cuadro de Mando Integral o Balanced Scorecard	21
3. ¿Qué es ITIL?	24
4. Centro de datos	28
5. Software Defined Datacenter	29
6. Software Defined Network	31
7. Software Defined Storage	32
8. Cloud Computing	32
9. IaaS	34
10. PaaS	34
11. SaaS	35
III. Marco Metodológico.....	36
A. Enfoque de la investigación	37
B. Tipo de investigación	37
C. Sujetos y fuentes de información	38
1. Sujetos	38
2. Fuentes de Información	38
D. Población.....	39
E. Muestra y definición de variables.....	40
F. Descripción de instrumentos utilizados.....	40
IV. Diagnóstico de la situación actual	41
A. La adopción de <i>Software Defined Datacenter</i> a nivel mundial	42

B.	Gestión de centro de datos tradicional vs <i>Software Defined Datacenter</i>	47
C.	Análisis de casos de éxito	50
1.	Caso Liberty Mutual	50
2.	Caso Universidad de la lectura en Reino Unido	52
3.	Caso CompuTech City	53
4.	Caso CITICPE	54
D.	Mejores prácticas para la implementación de <i>Software Defined Datacenter</i>	55
1.	Las 11 mejores prácticas para construir SDDC según TechRepublic y ZDNet.....	56
2.	Mejores prácticas para construir SDDC según Gartner	60
E.	Conclusión situación actual	65
V.	Solución Propuesta	67
A.	Diseño de la solución	68
1.	Prácticas comunes de los casos de éxito.....	69
2.	Alineamiento de prácticas comunes de casos de éxito con las mejores prácticas según proveedores de servicio	71
3.	Alineamiento de las mejores prácticas identificadas de adopción SDDC con las mejores prácticas de gestión de servicios de TI.....	74
4.	Guía paso a paso para la evaluación y adopción de SDDC estratégica.....	75
5.	Procedimiento de implementación.....	79
6.	Piloto de aplicación de la solución	79
VI.	Análisis financiero	105
VII.	Conclusiones y recomendaciones	108
A.	Conclusiones.....	109
B.	Recomendaciones.....	111
VIII.	Análisis retrospectivo.....	112
IX.	Bibliografía	115
ANEXOS	118
A.	Caso Liberty Mutual	119
B.	Caso Universidad de la lectura en Reino Unido	121
C.	Caso CompuTech City.....	124
D.	Caso CITICPE	127
E.	Matriz RACI de procesos ITIL	129
F.	Cotización Proyecto Cisco ACI.....	130
G.	Cotizaciones Firewalls – Palo Alto.....	132
H.	Cotización servidor <i>blade</i> para <i>host</i> de virtualización	134
I.	Cálculo licenciamiento VMware <i>host</i>	135
J.	Cálculo costo mensual servidor estándar Align Technology de Costa Rica en AWS ...	135

K. Cotización envío de <i>Firewall / Servidor blade</i>	136
L. Tasa de interés activa promedio del Sistema Financiero de Costa Rica para préstamos en dólares durante los últimos seis años.....	137
M. Salarios mínimos para sector privado 2019	138
N. Cotización de laptop Dell.....	139
O. Costo licenciamiento de Microsoft Office 365	140
P. Costo licenciamiento Windows Server 2016.....	141
Índice de figuras	142
Índice de tablas	143

I. Introducción

A. Antecedentes de la investigación

El término o frase *Software Defined Datacenter* fue introducido por primera vez por Steve Herrod quien fue el Director de Tecnología de la empresa VMware en el año 2012 y quien usó este término para describir la evolución de los ambientes de centros de datos en donde todo se encuentra virtualizado (Harvey, 2017). La evolución de los centros de datos ha surgido con la introducción de los servicios en “la nube” en donde proveedores de servicios toman ventaja de las capacidades ofrecidas por *Software Defined Datacenter* pero sin duda ha sido un proceso gradual que nace con la idea de “red intergaláctica de computadoras” introducida por JCR Licklider en los años 60s, la cual a su vez dio paso al desarrollo de protocolos como TCP IP por ARPANET en 1969 para que posteriormente, en los años 90s, surgiera lo que hoy día conocemos como la Internet o *World Wide Web*; así que con la Web 2.0 llegan servicios tales como Salesforce.com con la entrega de aplicaciones a nivel corporativo o *Enterprise* bajo el concepto de SaaS (Mohamed, 2018) en donde los servicios desde “la nube” toman una relevancia muy importante debido al grado de flexibilidad, calidad, confianza que han alcanzado.

En paralelo al surgimiento y evolución de los servicios en “la nube”, desde los mismos años 50s se iniciaron los trabajos de investigación en temas de virtualización cuando un grupo de investigadores de la Universidad de Manchester introdujo la virtualización de memoria en la computadora Atlas (primera computadora con memoria virtual), posteriormente la empresa pionera en tecnología de computación y sistemas IBM introduce formalmente el concepto de virtualización y lo desarrolla para el mejor aprovechamiento de los recursos de la capa física (*hardware*) de los servidores. Para los años 80s y parte de los 90s sucede algo interesante y es que la virtualización desaparece o pierde relevancia como consecuencia de los bajos costos de las computadoras y la aparición de las computadoras personales; no obstante, después de varios años los centros de datos han crecido considerablemente en espacio físico dentro de las organizaciones para efectos de poder alojar el *hardware* requerido, esto trae

consigo complicaciones de administración, costes altos en mantenimiento y administración, consumo eléctrico, aires acondicionados, etc., y es en este punto en donde las organizaciones tienen la necesidad de consolidar sus recursos de *hardware* y servidores mediante el uso de la virtualización como respuesta a esa problemática (Campbell & Jeronimo, 2006); para finales de los años 90s se logran avances importantes en temas de virtualización a nivel de *software*. En 2001, las arquitecturas de infraestructura convergente (CI) emergieron, iniciando un nuevo capítulo en abstracciones para abordar el enigma de la complejidad (Forrester Research, 2017). La idea de estas soluciones es la de integrar una serie de recursos físicos de *hardware* que usualmente se manejaban de manera independiente o parcialmente independiente (almacenaje, procesamiento y comunicación de redes) mediante una única solución física y de administración centralizada; en este sentido y utilizando infraestructura convergente, Hewlett-Packard (HP) introdujo el centro de datos de servicios públicos de HP conocido como *Utility Data Center* (UDC) en el año 2002, lo que abrió paso posiblemente a la primer implementación comercial del concepto de *Software Define Datacenter*, si bien no fue un éxito comercial, UDC demostró la viabilidad del concepto y allanó el camino para el desarrollo de servicios de este tipo por parte de las empresas líderes. Posteriormente en el 2005 se supera la gran limitante de aquel momento que consistía en el soporte de virtualización en los procesadores de Intel con arquitectura IA-32 que fueron diseñados para correr una única instancia del sistema operativo, esto mediante la creación de los procesadores Intel VT con capacidades para asistir la virtualización a nivel de *hardware*, de la mano a lo sucedido la empresa VMware toma la vanguardia en el mercado y tecnologías de virtualización seguido los próximos años por empresas como Citrix y Microsoft entre otras.

En base a lo descrito anteriormente, podemos afirmar que hoy en día la tecnología tanto a nivel de virtualización como a nivel de automatización han evolucionado lo suficiente para dar lugar y soportar lo que conocemos como *Software Defined Datacenter*. Sin duda alguna, a nivel global, las organizaciones a través de los

últimos cincuenta años han vivido las transformaciones tecnológicas en sus centros de datos y su adopción o alineamiento con las últimas tendencias son procesos que dependen de múltiples factores lo cual provoca que hoy día existan organizaciones bajo los siguientes posibles escenarios:

- Del todo no han adoptado servicios de *Software Defined Datacenter*.
- Se encuentran en un ambiente híbrido entre *Software Defined Datacenter* (ya sea en la nube o en sitio), y el modelo tradicional de gestión de centro de datos en sitio.
- Han migrado toda su infraestructura bajo el servicio de *Software Defined Datacenter* (ya sea en la nube o en sitio).

Adicional a estos tres posibles escenarios también se habla de uno adicional llamado “Colocación”, el cual por sus características y para efectos del presente proyecto se considerará como parte del centro de datos en sitio que puede ser llevado a SDDC o no; la “Colocación” es la práctica de alojar servidores y equipos de redes privados o propios (incluyéndose infraestructura convergente) de la organización dentro de un centro de datos de un tercero que usualmente ofrece condiciones óptimas de seguridad, conectividad, temperatura (aire acondicionado), sistemas contra incendios, monitoreo, entre otras conforme a estándares establecidos por el Uptime Institute. Este servicio de “Colocación” ha tenido relevancia especialmente después de los atentados terroristas y desastres naturales vividos durante los últimos años, en donde las grandes organizaciones como consecuencia han buscado asegurar sus activos de TI en múltiples centros de datos ubicados de manera estratégica en relación con el negocio (Shacklett, 2013).

B. Problema de investigación

El *Software Defined Datacenter* es la actual tendencia mundial en la gestión de centros de datos ya que es un modelo de gestión de infraestructura y aplicaciones automatizado a través de APIs que proporcionan servicios con alta flexibilidad, agilidad y disponibilidad desarrollados para que las organizaciones se beneficien con mayor eficiencia en el aprovisionamiento, mantenimiento, administración de la infraestructura y menor costo; permitiendo así un mayor espacio y recursos al enfoque en áreas que generan valor en el negocio o naturaleza de la organización, y no en la gestión de infraestructura genérica que poco a poco se comienza a percibir más como un servicio de demanda. No obstante, su aceptación o adopción en las organizaciones está sujeta a variables y condiciones que son factores clave en la toma de decisiones estratégicas, tal como el tema de la seguridad informática en donde existe evidencia de organizaciones que temen poner sus sistemas o servicios bajo estos modelos cuando residen en “la nube” debido a la preocupación de no contar con los mecanismos necesarios de protección y seguridad de la información, lo cual es un tema mayormente de “la nube” que de *Software Defined Datacenter*. De tal manera que, conociendo los antecedentes, se determina que enfrentamos como problemática la existencia de un 62% de organizaciones a nivel global que del todo no cuentan con servicios de *Software Defined Datacenter* en sus centros de datos y de un 34% que no emplea servicios en “la nube” que a su vez son gestionados por medio de *Software Defined Datacenter*, esto como causa de preocupaciones en temas tales como: seguridad, fiabilidad o confianza en su funcionamiento, incumplimiento de normas, complejidad de ejecutar, costo, rendimiento y conectividad (Parizo & Correa, 2017). Coincidiendo con Forbes Technology Council (2017), esto se debe en la gran mayoría de las veces a que dichas organizaciones no cuentan con una estrategia y objetivos claramente definidos, esta problemática hace que ciertos recursos de las organizaciones no se inviertan de manera estratégica en áreas que generen mayor valor y a la vez poco a poco estas organizaciones pierden su

flexibilidad o dinamismo para gestionar la infraestructura, lo que impacta su competitividad.

C. Justificación

El presente proyecto encuentra su justificación partiendo del tema de investigación *Software Defined Datacenter* sugerido por el área académica MATI de la Escuela de Informática de la Universidad Nacional de Costa Rica, y al cual se le está dando un tratamiento o enfoque que el estudiante ha definido para mitigar la problemática descrita. Así que de tal manera el presente proyecto encuentra su justificación y pretende generar un entregable único que sirva de guía o referencia en la toma de decisiones estratégicas de las organizaciones que actualmente o a futuro estén considerando la adopción de *Software Defined Datacenter*.

D. Objetivos

1. Objetivo General

Diseñar una guía, mediante la investigación de las mejores prácticas, que sirva para evaluar y ejecutar la adopción estratégica de modelos de *Software Defined Datacenter* en organizaciones que operan bajo el modelo de gestión tradicional de centro de datos.

2. Objetivos Específicos

- 2.1 Investigar y determinar las diferencias, ventajas, desventajas existentes entre el modelo tradicional de gestión de centro de datos y los modelos de *Software Defined Datacenter*, para así poder emplear dicha información en el establecimiento de criterios estratégicos de evaluación de modelos.

- 2.2 Analizar, mediante la investigación, al menos dos casos concretos de éxito de organizaciones que han adoptado modelos de *Software Defined Datacenter* para recopilar información sobre prácticas utilizadas.
- 2.3 Identificar las mejores prácticas de adopción de *Software Defined Datacenter*, mediante información obtenida de proveedores de servicio o consultores reconocidos en temas de TI, para que dicha información sirva de insumo en el desarrollo de una guía estratégica.
- 2.4 Desarrollar una guía estratégica, mediante la información obtenida del análisis de los casos de éxito y de las mejores prácticas, para ser empleada en la evaluación y adopción del modelo *Software Defined Datacenter* en las organizaciones.
- 2.5 Ejecutar un piloto, empleando la guía diseñada para la evaluación estratégica de adopción del modelo *Software Defined Datacenter*, que permita comprobar su funcionalidad alcanzando resultados importantes para la toma de decisiones.

3. Metas

Mediante el desarrollo del presente proyecto, el investigador ha determinado una serie de objetivos los cuales están asociados directamente al problema de investigación expuesto. No obstante, se consideran metas del investigador aquellos objetivos que permanecen de manera implícita a través del desarrollo del proyecto y que tienen un contexto un poco más personal, las mismas se indican a continuación:

- 3.1. Aplicar conocimientos adquiridos a través de los diversos cursos y currículo de la MATI, UNA.

- 3.2. Aplicar conocimientos y criterios adquiridos mediante la experiencia laboral en el campo de las TI.

- 3.3. Actualizar y adquirir nuevos conocimientos en el tema principal de la investigación.

- 3.4. Dejar disponible una investigación y propuesta de solución que pueda ser de utilidad para otras organizaciones.

II. Marco Teórico

A. Marco Referencial

Comentado [HR1]: El Marco Referencial se considera parte de la investigación concreta de mejores prácticas y casos de éxito que nos permitirá desarrollar una solución. De tal manera que esta sección se desarrollara durante la segunda etapa del presente proyecto (con el curso)

1. *Identificación de la empresa seleccionada para el piloto de la solución planteada.*

El presente trabajo de investigación tiene como una de sus finalidades aplicar una parte de la solución planteada a manera de piloto, cuyo alcance estará definido por el investigador considerando las limitantes existentes como lo es el factor tiempo o disponibilidad. Así que el investigador ha elegido a la empresa Align Technology de Costa Rica para dicho propósito, la cual se describe a continuación de una manera general para entender la naturaleza de su negocio, operaciones, política, ubicación, dimensión, entre otros.

1.1. *Acerca de Align Technology Inc.*

Align Technology Inc. es una empresa internacional de dispositivos médicos dedicada al diseño, la fabricación y la comercialización de las soluciones conocidas como *aligners* o alineadores transparentes bajo el sistema *Invisalign*, escáneres intraorales bajo el sistema iTero y servicios digitales bajo el sistema OrthoCAD. Estas soluciones están destinadas a odontólogos generalistas, ortodoncistas y otros especialistas dentales. Align Technology Inc. ofrece capacitación, programas de formación clínica y las herramientas necesarias para que los ortodoncistas y odontólogos generalistas adopten su tecnología y ofrezcan las opciones de tratamiento en sus consultas. En la actualidad hay más de 110,000 odontólogos y ortodoncistas certificados en todo el mundo que pueden realizar tratamientos con productos de Align Technology Inc.

1.2. Política de calidad empresarial

“Estamos comprometidos en entregar al cliente una gran experiencia a través de:

- Facultamos a los empleados en la búsqueda de excelencia e innovación en su trabajo
- Proveer productos y servicios de alta calidad
- Crear los productos más innovadores para la industria dental
- Asegurar la mejora continua a través de liderazgo, compromiso y trabajo en equipo

Estamos comprometidos a cumplir con todos los requisitos regulatorios y mantener la efectividad del Sistema de Gestión de Calidad.”

1.3. Antecedentes históricos

En marzo de 1997 Zia Chishti y Kelsey Wirth fundaron Align Technology Inc. en los Estados Unidos para desarrollar un *software* computarizado con imágenes en tercera dimensión como una alternativa para alinear los dientes en lugar de la ortodoncia convencional realizada con frenillos o *brackets*. La meta primordial de esta tecnología tan innovadora en el área de ortodoncia fue y continúa siendo proveer un método invisible, cómodo y práctico para millones de adultos alrededor del mundo. En un recorrido cronológico se destaca a continuación los eventos más significativos que la empresa ha experimentado a lo largo de su existencia:

- Agosto 1997

Primera ronda de financiamiento conducida por la firma de Capital Kleiner Perkins Caufield Byers (KPCB). Las inversiones anteriores de KPCB incluyen Amazon.com, Intuit, Netscape, Excite, AOL y Genetech.

- Marzo 1998

Lanzamiento del estudio clínico en la universidad del Pacífico (UOP) en San Francisco, bajo la dirección del Dr. Roberto Boyd, presidente del Departamento de Ortodoncia.

- Julio 1998

Segunda ronda de financiamiento conducida por la firma de Capital Domain Associates. Otros inversionistas en la ronda incluyeron Gund Investment Corporation y KPCB.

- Agosto 1998

Se recibió autorización del organismo regulador para la administración de alimentos y drogas en los Estados Unidos (FDA: Food and Drug Administration) para el mercadeo y venta del sistema de Invisalign en ese país.

Primera oficina de Align abierta en ciudad de Redwood City.

Número de colaboradores, incluyendo fundadores: 4

- Invierno 1998

Se reclutó al Align Alpha Doctors, el cual fue un grupo de 25 ortodoncistas reconocidos a nivel de país para realizar estudios en sus respectivas clínicas.

- Enero 1999

Se inaugura Align Pakistán una planta de manufactura en Lahore, Pakistán

- Marzo 1999

Se inaugura Align México una planta de manufactura en Tecate, México.

- Julio 2002

Se anuncian cambios importantes a nivel de estructura organizacional de la empresa, y se decide reducir operaciones. Como parte de la estrategia se decide reducir la redundancia de costos en el área de manufactura y de llamadas

mediante servicio al cliente. El plan consistió en cerrar el modelado de dientes y el área de central telefónica en las facilidades de Pakistán y Emiratos Árabes, y transferir ambas operaciones, una parte a Costa Rica y la otra a Estados Unidos.

- Octubre 2002

Se concluye la capacitación con los técnicos dentales requeridos para la operación de Costa Rica. La transición de la producción y la central telefónica de Pakistán a Costa Rica y Estados Unidos concluye. Se decide cerrar la operación de Pakistán lo cual involucra un cierre preciso y se va realizando estratégicamente.

- Diciembre 2002

Se realizó una capacitación para preparar a más técnicos dentales en Costa Rica, a fin de realizar una transición exitosa de la operación de Dubai a Costa Rica, y se toma la decisión de cerrar la facilidad de Dubai estratégicamente.

- Año 2011

Adquisición de la empresa Cadent y con ello su producto iTero, adicionalmente se inicia el ofrecimiento de tratamientos en China.

- Enero 2017

Apertura de la planta de producción de tratamiento de Invisalign en Chengdu China.

- Abril 2018

Apertura de nuevas y modernas instalaciones en Costa Rica con una inversión superior a los \$50 millones.

- Diciembre 2018

Apertura de planta de manufactura en China

1.4. *Ubicación geográfica*

Actualmente las instalaciones de Align Technology de Costa Rica, se encuentran ubicadas en los parques industriales San Antonio Business Park y Zona Franca La Lima, ambas ubicaciones son de reciente construcción.

1.5. *Cantidad de empleados*

La empresa Align Technology en su operación en Costa Rica cuenta con alrededor de 3000 empleados que laboran en los distintos departamentos que la conforman (diseñadores CAD, agentes de servicio al cliente, agentes de servicios compartidos, ingenieros, administrativos, entre otros.); de los cuáles más de 2000 empleados corresponden al área de producción de Invisalign. Se hacen incorporaciones de personal, en el área de producción, periódicamente a través del año por motivo del crecimiento de la empresa. En los últimos dos años, Align Costa Rica sumó más de 1000 nuevos empleados y planea seguir expandiéndose, con una proyección de contratación de 400 nuevas plazas durante el año 2019.

1.6. *Tipos de productos y servicios*

Align Technology Inc. ofrece una gama de soluciones de tratamiento digitales para profesionales de la odontología, incluido el sistema Invisalign para el tratamiento ortodóntico integral. Los alineadores transparentes de Invisalign se han utilizado para tratar mal oclusiones de distinta gravedad en más de 5 millones de pacientes en todo el mundo.

El escáner intraoral iTero ayuda a sustituir las impresiones físicas y así permitir la planificación del tratamiento de forma digital.

- El sistema Invisalign

El sistema Invisalign es una combinación de *software* de modelado virtual patentado, procesos de fabricación rápidos, personalización masiva y dispositivos prácticamente transparentes y extraíbles llamados "aligners" o alineadores que se usan para enderezar los dientes. El sistema Invisalign se ofrece a los pacientes a través de ortodoncistas formados por Invisalign y odontólogos generalistas.

Align Technology Inc. ofrece programas de formación clínica y las herramientas necesarias para que los ortodoncistas y odontólogos generalistas ofrezcan las opciones de tratamiento Invisalign en sus consultas. Aunque los tiempos de tratamiento varían en función del paciente, el promedio de duración del tratamiento es de un año entero, el equivalente a 24 juegos de alineadores transparentes de Invisalign.

- Servicios de Escáner Itero y Orthocad

Los escáneres intraorales iTero están diseñados para ofrecer operaciones y opciones de visualización eficientes e intuitivas para ortodoncistas y odontólogos generalistas. Los escaneos iTero se han utilizado en más de 1,2 millones de casos de coronas restauradoras, puentes y pilares para implantes personalizados y se han realizado más de 1,3 millones de escaneos ortodónticos iTero, incluidos más de 600 000 escaneos de Invisalign.

1.7. Mercado

En 1999, Align Technology Inc. fue pionera en el mercado de la ortodoncia invisible con la introducción del sistema Invisalign y para el año 2001 había fabricado 1 millón de alineadores transparentes únicos. Al combinar la planificación del tratamiento digital y la personalización masiva, con la ingeniería de formas basada en los principios biomecánicos, la empresa ha revolucionado la industria ortodóntica. En la actualidad se ha tratado a más de 5 millones de

pacientes con el sistema Invisalign y se está impulsando la evolución de la odontología digital con el escáner intraoral iTero, ayudando a modernizar las prácticas actuales reemplazando las impresiones físicas, tomando la planificación del tratamiento en línea, y creando el potencial para habilitar y mejorar casi cualquier tipo de tratamiento dental ofrecido.

El sistema Invisalign se ofrece en más de 90 países de todo el mundo por médicos entrenados por Invisalign a sus pacientes adultos y adolescentes. La experiencia y el conocimiento aprendido que la empresa ha desarrollado incluye una gran cantidad de información sobre los movimientos dentales individuales y todo tipo de mal oclusiones, sobre lo que mueve los dientes de manera predecible y lo que no. Esta información es un recurso tremendo que da lugar a nuevas perspectivas, nuevas ideas de planificación de tratamientos, conjuntos de características, protocolos de *software* y más que permiten la constante evolución de los productos y tecnologías aplicadas.

1.8. Proceso de Producción

El proceso de producción de Invisalign está compuesto por dos etapas, la primera consiste en el diseño del alineador según el tratamiento, la cual se lleva a cabo en Costa Rica para el 90% de los tratamientos, y la segunda es la producción de este que se realiza en la planta localizada en México con porcentaje similar al indicado anteriormente.

Para la etapa inicial de diseño del alineador, antes el doctor a cargo del tratamiento establece los requerimientos con todas las especificaciones, los moldes dentales o impresiones digitales mediante escáneres iTero. Estos insumos para la elaboración de los tratamientos son enviados a la empresa a través de las plataformas digitales o físicamente y con ello se inicia el proceso de diseño de los alineadores, dicho proceso se realiza en diversas plantas a nivel mundial, pero en su mayor parte en Costa Rica. Después de haber sido diseñado el tratamiento, el

caso se envía de vuelta al doctor, el cuál evalúa si está correcto o si requiere ser corregido en su etapa de diseño. Después de que el caso es aprobado por el doctor a cargo, entonces se genera la orden de su producción y por último el envío del producto.

B. Marco Conceptual

1. *Estrategia de TI*

Según Rouse (2017) la estrategia de TI es un plan comprensivo que explica el cómo la tecnología deberá ser usada para que las metas de TI y del negocio se alcancen. De igual manera indica que existen términos sinónimos tales como “Estrategia de tecnología” o “Plan de estrategia de tecnología”. También destaca que el plan debe cubrir aspectos tales como:

- Administración del costo
- Administración de capital humano
- Administración de *hardware* y *software*
- Manejo de proveedores
- Manejo de riesgo

Desde una perspectiva similar pero no igual, Peter High (2014) comenta en su publicación que TI tiene la responsabilidad de desarrollar los medios para incorporar a las unidades de negocio de las organizaciones con el fin de dar forma a los planes de cada unidad entendiendo sus necesidades y permitiendo formular una estrategia específica de TI. Indica en relación a este esfuerzo que:

- Es importante que no sean conversaciones sobre soluciones tecnológicas, sino sobre necesidades, oportunidades y desafíos de negocios

- Debería encargarse de identificar las soluciones para cada unidad, una vez que se hayan definido claramente las necesidades
- La TI debe desarrollar un marco simple que refleje lo que el CIO y el equipo de TI han escuchado de cada una de las otras divisiones como imperativos para la TI, alineando las ideas de proyectos existentes o potenciales

En relación con ambas perspectivas, la primera nos indica qué debe de incluir una estrategia de TI mientras que la segunda nos indica el cómo la estrategia se puede definir. Ambas están estrictamente relacionadas con el negocio y sus necesidades. Ahora bien, existen diversas maneras de crear una estrategia de TI, la utilización de herramientas como el Cuadro de Mando Integral o *Balanced Scorecard* es una de ellas en donde se puede realizar una correspondencia directa de como objetivos específicos apoyan objetivos estratégicos y su correspondiente progreso para efectos de medir apropiadamente su nivel de cumplimiento e impacto.

Paso a paso para crear una estrategia:

De acuerdo con David Gee (2018) y su larga experiencia laborando en el rol de CIO para diversas organizaciones, en una reciente publicación expone lo que para él corresponde el paso a paso para construir una estrategia de TI. David Gee resalta que el nivel de responsabilidad, apropiamiento y fortaleza de la estrategia de TI sin duda causa un impacto increíble en la organización, y propone los siguientes pasos para su desarrollo:

- Paso 1 - Construir un equipo

El CIO tiene la responsabilidad de liderar la estrategia de principio a fin; no obstante, también de construir un equipo compuesto de personas que lideren de igual manera con pasión y compromiso dicha estrategia y objetivos.

- Paso 2 – Alinear los objetivos del negocio

El enfoque clásico es alinearse con la estrategia organizacional. El CIO debe guiar este proceso de alineación educando a otros y a usted mismo para sumergirse profundamente en el negocio. Este proceso de participación y retroalimentación es crítico para alcanzar el momento mágico de alineación. La prueba de fuego para la alineación es que todos los ejecutivos entienden y acepten cómo se priorizan los proyectos cuando se completa todo el proceso. Esto no significa que estén totalmente "contentos", sino que estén de acuerdo en que la estrategia refleja los objetivos de la organización.

- Paso 3 – Dibujar un plan

Crear un plan que establezca los parámetros correctos e ilustre exactamente lo que debe suceder durante al menos dos, e idealmente tres años. Desafortunadamente, muchas organizaciones crean planes con una vista miope de un año. Es correcto asumir que los miembros del equipo estarán algo menos seguros de ciertos detalles y que alcanzarán algunos objetivos a medida que pase el tiempo, pero es importante asegurarse de que continúen enfocados en los objetivos a largo plazo. Una visión de mediano a largo plazo permitirá planificar y ejecutar una verdadera transformación. Los cambios a gran escala siempre requieren más tiempo y esfuerzo de lo previsto, así que se debe aclarar estas expectativas a los equipos.

- Paso 4 – Alinear la ruta de proyectos de arquitectura con la estrategia

Tener la estrategia de TI y la ruta de la arquitectura totalmente alineadas es obligatorio. El mapa de ruta de arquitectura debe proporcionar una vista técnica de la madurez de las aplicaciones actuales y la infraestructura de *hardware*. Debe destacarse cuando estos componentes llegaran al final de su vida útil: este es a menudo el "primo olvidado" que nadie quiere discutir. La vinculación de nuevas iniciativas organizacionales con la reparación de aplicaciones y sistemas

heredados proporcionará la verificación de la realidad que se necesita para mantener el equilibrio adecuado para su estrategia de TI.

La mejor práctica es utilizar una hoja de ruta de la arquitectura como un "artefacto" para representar las discusiones entre el grupo de TI y el resto de la organización. Existe una duda natural de compartir demasiado con los socios comerciales, pero en realidad, no compartir es un error porque el equipo de arquitectura y estrategia debe comprometerse con las partes interesadas clave para construir un entendimiento común. Esto se inicia explicando cómo una arquitectura técnica detallada soporta los cambios planificados en toda la organización.

- Paso 5 – Tome decisiones estratégicas

Nunca habrá fondos y recursos suficientes para satisfacer cada demanda, independientemente del tamaño de su organización. Esta es siempre una píldora difícil de tragar para los socios comerciales y habrá un fuerte impulso para comprometerse en exceso. Tu papel es ser claro acerca de estas limitaciones.

El negocio tiene prioridades y estrategias comerciales claras, pero usualmente no son la regla. Incluso las organizaciones mejor planificadas tendrán proyectos regulatorios o estratégicos "ad hoc" que surgen fuera del plazo de planificación. Además, Siempre habrá proyectos digitales estratégicos o similares que provienen de la parte superior y requieren investigación, debe que haber un plan para esto para que se pueda asignar un presupuesto.

- Paso 6 – Gestionar el "negocio de TI"

Su estrategia de TI debe proporcionar un marco para la gestión de TI. A esto se le llama "negocio de TI" y este marco incluye aspectos de "arquitectura organizacional", como la estructura, la capacidad y las competencias.

Es responsabilidad de TI asegurar que la organización comprenda cómo su aporte influye en el negocio. El "negocio de TI" también debe abordar el cómo se ejecutará la TI, incorporando modelos de compromiso con el negocio. Durante este paso se debe desarrollar el modelo operativo objetivo y desafiar el estatus "quo".

- Paso 7 – Asegurar el compromiso

Un proceso simbólico, pero de mucha importancia es el compromiso y las comunicaciones mediante mensajes amplios y específicos. Para este fin, se necesita un plan integral para compartir con jefes ejecutivos y compañeros dentro de la función de TI. Una vez que la estrategia se aprueba, se puede compartir de manera más amplia en toda la organización. Tener este nivel de aprobación por parte del CEO y equipo de ejecutivos es un paso crítico que ayudará a obtener soporte a todos los niveles.

2. Cuadro de Mando Integral o *Balanced Scorecard*

Según Gartner (Sin fecha) en su glosario de terminología relacionada con TI, se describe que el *Balanced Scorecard* es una medida para el rendimiento que reconoce al nivel gerencial en donde las medidas financieras no son suficientes por si mismas sino que se requiere de un enfoque sistémico, global u holístico mediante un conjunto balanceado de medidas que permitan reflejar o identificar los aspectos que conducen al mayor rendimiento y alcance de los objetivos estratégicos. El *Balanced Scorecard* se guía bajo la premisa de que existe una conexión tipo causa-efecto entre el aprendizaje, la eficiencia, los procesos de negocio, los clientes y los resultados financieros.

También Grembergen (2000) indica que el *Balanced Scorecard* inicialmente desarrollado por Robert S. Kaplan y David P. Norton a principios de los años 90s, es un sistema de gestión del rendimiento que debería permitir a las organizaciones impulsar sus estrategias de medición y seguimiento. En los últimos años el *Balance Scorecard* se ha aplicado a la tecnología de la información (IT) y actualmente las primeras aplicaciones de TI en la vida real están comenzando a emerger. Se indica cómo el *Balanced Scorecard* de TI (IT BSC) puede estar vinculado al *Business Balanced Scorecard* (BU BSC) y de esta manera soportar los procesos de alineación y gobernanza de TI con el negocio.

<p>ORIENTACIÓN del usuario ¿Cómo ven los usuarios el departamento de TI?</p> <p>Misión Ser el proveedor preferido de sistemas de información</p> <p>Estrategias</p> <ul style="list-style-type: none"> • proveedor preferido de aplicaciones • proveedor preferido de operaciones • asociación con los usuarios • satisfacción del usuario 	<p>CONTRIBUCIÓN empresarial ¿cómo ve la administración el Departamento de TI?</p> <p>Misión Obtener una contribución comercial razonable de las inversiones en TI</p> <p>Estrategias</p> <ul style="list-style-type: none"> • control de gastos de TI • valor de negocio de proyectos de TI • proporcionar nuevas capacidades de negocio
<p>EXCELENCIA operativa ¿cuán eficaces y eficientes son los procesos de TI?</p> <p>Misión Ofrecer aplicaciones y servicios de TI eficaces y eficientes</p> <p>Estrategias</p> <ul style="list-style-type: none"> • desarrollos eficientes y eficaces • operaciones eficientes y eficaces 	<p>ORIENTACIÓN futura ¿qué tan bien está posicionada para satisfacer las necesidades futuras?</p> <p>Misión Desarrollar oportunidades de respuesta a retos futuros</p> <p>Estrategias</p> <ul style="list-style-type: none"> • experiencia del personal de TI • investigación en tecnologías emergentes • edad de la cartera de aplicaciones

Tabla 2.1. Cuadro de mando integral estándar para TI (IT BSC)

Fuente: Grembergen, W. V. (2000). The Balanced Scorecard and IT Governance

La tabla 2.1 muestra un ejemplo de IT BSC. La perspectiva de orientación del usuario representa la evaluación del usuario. La perspectiva de excelencia operativa representa los procesos de TI empleados para desarrollar y entregar las aplicaciones. La perspectiva de orientación futura representa los recursos humanos y tecnológicos necesarios para prestar sus servicios. La perspectiva de la contribución del negocio captura el valor del negocio de las inversiones de TI. Cada una de estas perspectivas debe traducirse en métricas y medidas correspondientes que evalúen la situación actual. Muy esencial es que dentro de un BSC de TI se establezcan las relaciones de causa y efecto y se clarifiquen las

conexiones entre los dos tipos de medidas, las medidas de resultado y los conductores de rendimiento. Un cuadro de mando de TI bien construido necesita una buena mezcla de estos dos tipos de medidas. Las medidas de resultado como la productividad de los programadores y la capacitación del personal de TI no son medidas que indiquen cómo los resultados deben ser logrados; mientras que los conductores de rendimiento sin medidas de resultado pueden llevar a una inversión significativa sin una medición de si esta estrategia es efectiva. Estas relaciones de causa y efecto tienen que definirse a lo largo de todo el cuadro de mandos (ver tabla 2.2): por ejemplo, más y mejor educación del personal de TI (perspectiva futura) es un habilitador (controlador de rendimiento) para una mejor calidad de los sistemas desarrollados (excelencia operativa perspectiva) que a su vez es un habilitador para aumentar la satisfacción del usuario (perspectiva del usuario) que eventualmente debe llevar a un mayor valor comercial de TI (perspectiva de contribución organizacional).

<p>SI la experiencia y conocimiento del empleado de TI se mejora (orientación futura)</p> <p>ENTONCES esto podría resultar en una mejor calidad del desarrollo de los sistemas (excelencia operacional)</p> <p>ENTONCES esto podría concordar con las mejores expectativas del usuario (orientación al usuario)</p> <p>ENTONCES esto podría mejorar el soporte a los procesos del negocio (contribución al negocio)</p>

Tabla 2.2. Relación causa-efecto IT BSC

Fuente: Grembergen, W. V. (2000). The Balanced Scorecard and IT Governance

La relación entre TI y el negocio puede expresarse más explícitamente a través de una cascada de cuadros de mando balanceados, en la figura 2.1 se ilustra la

relación entre el cuadro de mandos y el cuadro de mando del negocio. Tanto el BSC de Desarrollo de TI, como el BSC Operacional de TI son habilitadores del BSC Estratégico de TI, que a su vez es el facilitador del BSC del negocio. Esta cascada de *Balanced Scorecards* se convierte en un conjunto de medidas vinculadas que serán instrumentales en la alineación de TI con la estrategia de negocio, y que ayudará a determinar cómo se crea el valor de negocio a través de TI.

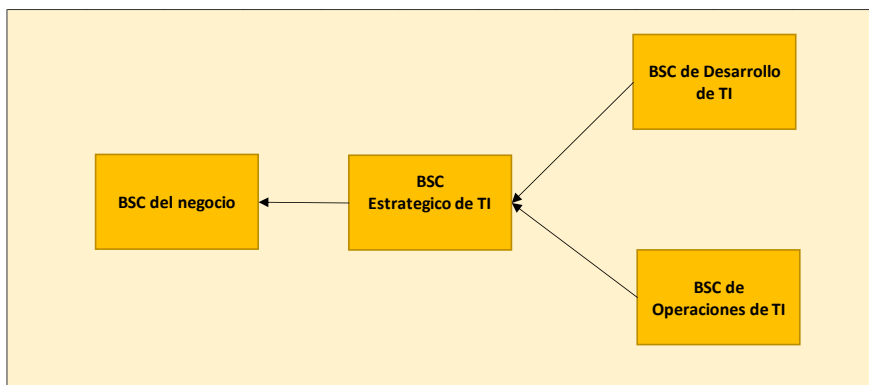


Figura 2.1. BSC de IT como habilitador del negocio

Grembergen, W. V. (2000). *The Balanced Scorecard and IT Governance*

3. ¿Qué es ITIL?

ITIL es un marco de trabajo diseñado con el objetivo de administrar servicios de TI. Provee un marco de trabajo práctico para seguir todo el ciclo de vida de los servicios de TI, y así saber identificar, planear, entregar y soportar los servicios de TI del negocio u organización (Office of Government Commerce, 2007). Se basa en mejores prácticas y lineamientos establecidos por la industria como la forma correcta o al menos la mejor forma encontrada hasta ahora para realizar la serie de tareas relacionadas con el ciclo de vida de los servicios de TI. También provee guía a las organizaciones en cuanto a cómo utilizar la TI como una herramienta

para facilitar la operación, transformación y crecimiento de sí mismas. ITIL ha proporcionado una filosofía compartida por las personas que trabajan con ella y que va más allá de un marco de referencia (Van Bon, et al., 2010).

Está compuesto por cinco guías fundamentales. Las mismas delimitan el ciclo de vida completo de los servicios de TI. Iniciando con la identificación de las necesidades de TI del cliente y los generadores de requerimientos, luego el diseño e implementación del servicio hacia la operación y finalmente, el monitoreo y control de este.

3.1. *Ciclo de vida del servicio según ITIL V3*

El ciclo de vida del servicio según ITIL inicia con una estrategia que define la caracterización del servicio. Basado en esta estrategia, el servicio es diseñado. Con el diseño y la estrategia como fuentes de información, la transición del servicio hacia su operación es definida. Y por supuesto también esta estrategia define cómo el servicio es operado. Alrededor de este proceso de diseño, implementación y operación, debe existir un mejoramiento continuo del servicio, donde se controla, monitorea y se mejora. Para esto es posible rediseñar, re implementar y operar basado en estos cambios iterativos.

Siempre, el diseño, transición y operación de los servicios, deben girar en torno a la estrategia del servicio. Y a su vez estos deben estar circunscritos dentro de su entorno de mejoramiento continuo iterativo. Para esto, las métricas son primordiales. Únicamente servicios que puedan monitorearse y medirse, pueden ser por tanto mejorados.

3.2. **Funciones, procesos, actividades y roles según ITIL V3**

La definición clara y precisa de ciertos términos es de suma importancia dentro del marco de trabajo de ITIL.

- **Función:**

Para ITIL una función hace referencia a un equipo de personas y herramientas que son usadas para llevar a cabo uno o más procesos o actividades. Las funciones son unidades de las organizaciones que se especializan en realizar ciertos tipos de trabajo, cuentan con sus propios recursos, su propio cuerpo de conocimiento y experiencia (Great Britain. Office of Government Commerce, 2007, p.48).

- **Proceso:**

Al conjunto de actividades que se están diseñadas para alcanzar un objetivo se le llama "Proceso". Los procesos pueden estar compuestos de actividades, instrumentos y controles. De tal manera que los procesos tienen las siguientes características:

- Son medibles, los gerentes pueden medir su costo, calidad y cualquier otra variable.
- Tienen un resultado específico, el proceso es individualmente cuantificable.
- Los procesos tienen clientela a los cuales se les entrega los resultados.
- Los procesos responden a eventos específicos, pueden ser rastreados porque son activados por algo (Great Britain. Office of Government Commerce, 2007)

- **Roles:**

Los roles son todas las responsabilidades que se le son designadas a una persona o un grupo dentro de un proceso (Van Bon, et al., 2010). A manera de ejemplo podemos decir que, en un departamento de soporte técnico, dentro de los roles que se pueden desempeñar se encuentra el del manejo de incidencias o el del manejo de problemas.

Para efectos de definir mejor el rol dentro de un proceso o servicio, ITIL utiliza la matriz RACI la cual permite definir con precisión el nivel de responsabilidad o participación de miembros respecto a las actividades. De esta manera ante cada actividad se determina quienes son responsables de realizar o ejecutar la misma, quien es el que está a cargo de rendir cuentas ante la actividad, quienes pueden ser consultados, y por último quienes son informados de que se lleve a cabo la actividad.

3.3. *Funciones y Procesos en las fases de ITIL V3:*

ITIL V3 ha definido en cada una de sus cinco fases una serie de funciones y procesos primordiales los cuales están conformados a su vez por acciones y roles que dan un marco de referencia claro dentro de las mejores prácticas reconocidas. En la figura 2.2 se presentan la lista de las funciones y procesos en cada fase. Es importante indicar la totalidad de estas, sin embargo, se detallan únicamente aquellas que bajo el criterio del investigador se consideran importantes ya que se relacionan directamente con la consecución de los objetivos de la presente investigación.



Figura 2.2. Módulos del marco de trabajo ITIL V3

Fuente: Propia

4. Centro de datos

El centro de datos de una organización es el lugar físico en donde se encuentran localizada la infraestructura principal enrutamiento junto con los servidores que procesan y almacenan los datos. El centro de datos es un cuarto que cumple con las condiciones adecuadas para asegurar el adecuado funcionamiento de los equipos y su seguridad. Según explica Zeus Kerrabala (Kerravala, 2017) los centros de datos a menudo se consideran una cosa singular, pero en realidad están compuestos por una serie de elementos técnicos como enrutadores, conmutadores, dispositivos de seguridad, sistemas de almacenamiento, servidores, controladores de entrega de aplicaciones y más. Estos son los

componentes que TI necesita para almacenar y administrar los sistemas más críticos que son vitales para las operaciones continuas de una organización. Debido a esto, la fiabilidad, la eficiencia, la seguridad y la evolución constante de un centro de datos suelen ser una prioridad absoluta. Además del equipo técnico, un centro de datos también requiere una cantidad significativa de infraestructura de instalaciones para mantener el hardware y el software en funcionamiento. Esto incluye los subsistemas de alimentación, las fuentes de alimentación ininterrumpidas (UPS), los sistemas de ventilación y refrigeración, los generadores de respaldo y el cableado para conectarse a operadores de redes externas.

Cuando hablamos de que un centro de datos de una organización se administra de la manera tradicional en sitio o en colocación, esto se refiere a que la organización no cuenta con ninguna capa de automatización SDDC y la infraestructura cuenta con su propia área o cuarto dedicado al alojamiento del *hardware* crítico donde se gestionan, alojan y distribuyen los datos, las organizaciones en estos casos diseñan sus centros de datos bajo consideraciones técnicas que usualmente corresponden a buenas prácticas establecidas por organizaciones tales como *American National Standards Institute (ANSI)*, *Telecommunications Industry Association (TIA)* o el *Uptime Institute*. Dependiendo del grado de confiabilidad con que se diseña y construye el centro de datos, así aumentará su costo de infraestructura que se requiere para cumplir con el requisito, especialmente por el tema de redundancias eléctricas, aire acondicionado, conectividad y supresión.

5. *Software Defined Datacenter*

De acuerdo con Meulen y Woods (2015) se indica que el *Software Defined Datacenter* o SDDC por sus siglas en inglés, consiste en tener un centro de datos en donde toda su infraestructura se encuentra virtualizada y es entregada a modo de servicio. Esto habilita niveles superiores de automatización y de flexibilidad que

sustenta la agilidad organizacional a través de una mayor adopción de servicios en “la nube” y con ello los enfoques de TI modernos.

Otra definición, según Forrester (2017) el SDDC es una capa de abstracción integrada que define al centro de datos mediante una capa de *software* que presenta los recursos de este como conjuntos de recursos virtuales y físicos, permitiendo así su composición de servicios arbitrarios definidos por el usuario.

A partir de las soluciones de infraestructura convergente "centro de datos en una caja" a principios de la década de 2000, el SDDC fue pionero en la oferta de infraestructura desde nube pública como servicio basado en contenedores y máquinas virtuales, imágenes estandarizadas de sistemas operativos y aprovisionamiento automatizado. Una brecha en el modelo SDDC en evolución identificada durante los últimos años incluía la capacidad limitada para virtualización de redes y aplicaciones heredadas resistentes a la virtualización o requeridas por sus propietarios para ejecutar en recursos físicos dedicados. “Para cerrar esta brecha, los proveedores necesitan una solución más integrada cuya capa de abstracción incluya recursos físicos. Esta es la oportunidad inherente en la definición completa de un SDDC físicamente inclusivo” (Forrester Research, 2017).

Los grupos de recursos virtuales y físicos son los componentes básicos del SDDC, cuya interfaz principal es una capa de diseño de servicio que especifica las cargas de trabajo y los servicios que se ejecutarán en ella. Otros componentes incluyen una interfaz para permitir la implementación y la administración de servicios, mientras que la implementación y ejecución automatizada se adapta a los cambios de las cargas de trabajo, alta disponibilidad, operaciones de recuperación de desastres y continuidad del negocio.

La figura 2.3 a continuación ilustra de una manera clara la contraposición o diferencia en términos de beneficios entre un centro de datos moderno de gestión tradicional vs un centro de datos moderno con una capa adicional de *software* de administración a lo cual llamamos SDDC. Ambos modelos pueden llegar a manejar la estabilidad y confiabilidad de forma similar; no obstante, SDDC

mediante su automatización ofrece agilidad, velocidad y mejor respuesta a la incertidumbre del negocio.

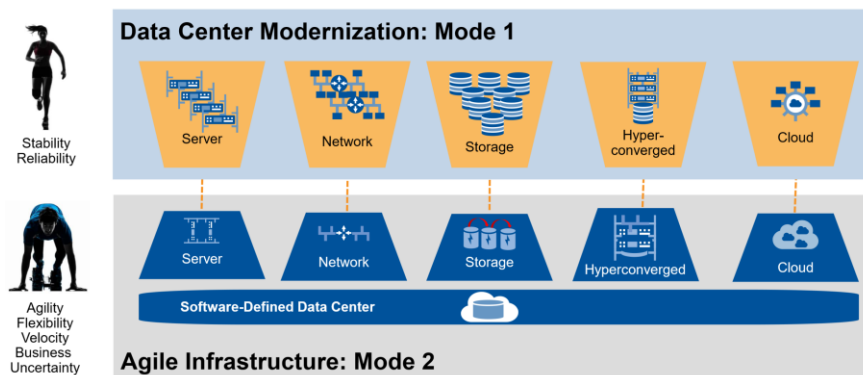


Figura 2.3. Modernización del centro de datos

Fuente: Coyle, D., & Singh, N. (2018). *Software Defined Data Trends and Impact. Webinar: Software Defined Data Trends and Impact.* Gartner.

6. Software Defined Network

Según Fleishman (2018) el *hardware* de redes de comunicación y conectividad es uno de los pocos componentes de la infraestructura de TI que en grande escala han quedado en la categoría de no-virtualizados, para la cual hasta hace poco su correspondencia es de uno a uno en la relación *hardware*-función. Ante esta situación el *Software Defined Network* o SDN trae una abstracción y virtualización de las redes con la separación discreta de las capas de funciones para permitir a los administradores manejar el *hardware* de ruteo y de distribución *switching* como uno solo en donde de manera efectiva se crean listas de necesidades en vez de tablas en cada dispositivo (las cuales con SDN se crean automáticamente). Todo esto ofrece ventajas tanto desde el nivel de LAN con relación a protocolos de Capa 2 para los cual se utiliza mucho menos equipos que los empleados históricamente,

como así a nivel WAN. Las SDN permiten eludir algunas de las partes más rígidas y complicadas de administrar el tráfico de Capa 2 y 3 (y algunas veces también ayudan con capas más altas). En lugar de interactuar con protocolos dispares para el descubrimiento, el enlace y las actualizaciones, una SDN administra la red como una entidad única que requiere muy poca vigilancia a nivel de protocolo. Las políticas y el enrutamiento se imponen en ese nivel virtual superior, lo que impulsa las instrucciones necesarias para el *hardware*.

7. Software Defined Storage

De acuerdo con Redhat (sin fecha), el almacenamiento definido por *software* (SDS) es una arquitectura de almacenamiento que separa el *software* de almacenamiento de su *hardware*. A diferencia del almacenamiento conectado a la red (NAS) tradicional o de los sistemas de red de área de almacenamiento (SAN), el SDS por lo general está diseñado para ejecutarse en cualquier sistema x86 o estándar del sector, y de esa manera el *software* no depende del *hardware* propietario. Básicamente, el SDS extrae los elementos que controlan las solicitudes de almacenamiento, y no lo que realmente está almacenado. Es un nivel de *software* entre el almacenamiento físico y la solicitud de datos que le permite manipular la manera y el lugar donde se almacenan los datos. El *software* controlador del SDS proporciona servicios de acceso al almacenamiento, las conexiones en red y la conectividad. La característica más importante del *software* controlador del SDS es que no hace suposiciones acerca de la capacidad o utilidad del *hardware* subyacente.

8. Cloud Computing

De manera básica, *Cloud Computing* significa almacenar y acceder a los datos, aplicaciones y programas a través de Internet. Según explica Griffith (2016), “la nube” es sólo una metáfora de Internet. Se remonta a los días de diagramas de flujo y presentaciones que representarían la gigantesca infraestructura de la

granja de servidores de Internet como nada más que un cúmulo de nubes blancas, aceptando conexiones y repartiendo información a medida que flota. Aprovechando las ventajas y facilidades de *Cloud Computing*, gran cantidad de organizaciones hoy día optan por implementar *software-as-a-Service* (SaaS), donde el negocio se suscribe a una aplicación a la que accede a través de Internet. (ejemplo: Salesforce.com.) También hay plataforma como servicio (PaaS), donde una organización puede crear sus propias aplicaciones personalizadas para su uso por todos en la organización. Y de manera similar también existe la infraestructura como servicio (IaaS), donde grandes proveedores de servicio como Amazon, Microsoft, Google y Rackspace proporcionan una columna vertebral que puede ser "alquilado" por otras organizaciones. Sin duda, la manera en que estos grandes proveedores gestionan dichos servicios está apoyada en una capa de automatización que conocemos como *Software Defined Datacenter*.

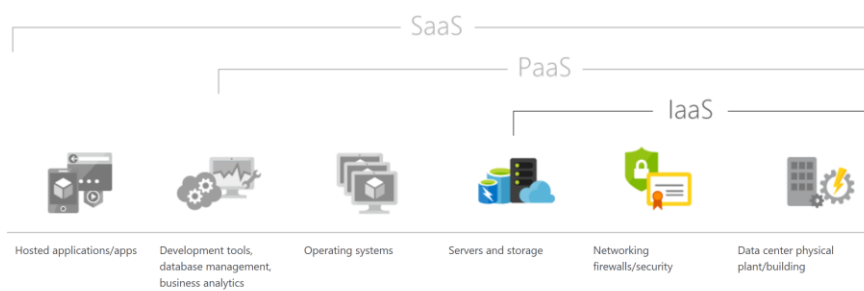


Figura 2.4. Computación en “la nube” para las organizaciones

Microsoft. (sin fecha). www.azure.microsoft.com. Obtenido de What is IaaS?: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-iaas>

La figura 2.4 a manera de esquema indica el desarrollo de computación en “la nube” y sus servicios para las organizaciones en donde se denota un nivel inicial de servicio que involucra la infraestructura, posteriormente se puede extender a las plataformas como servicio y en un nivel superior el *software* como servicio.

Esto se puede entender como los niveles o capas de madurez para alcanzar ciertos servicios.

9. *IaaS*

La Infraestructura como servicio o IaaS por sus siglas en inglés, es una infraestructura informática lista para ser entregada de manera inmediata y administrada a través de Internet. Los servicios de IaaS se ofrecen por demanda y de acuerdo con el requerimiento o necesidad de las organizaciones, incluyendo el periodo de uso. Bajo este modelo de servicio, el proveedor de servicios de computación en “la nube” administra la infraestructura, mientras usted compra, instala, configura y administra su propio *software* dedicado a sistemas operativos, aplicaciones, respaldos, etc.

Es aquí donde convergen o incorporan los conceptos de *Software Defined Datacenter* ya que son parte de la infraestructura. En un servicio de IaaS moderno es muy probable se esté empleando *Software Defined Datacenter*, si no fuese el caso esto no significa que el servicio ofrecido no corresponde a IaaS porque aún existen los métodos no automatizados para gestionar este tipo de servicio.

10. *PaaS*

La Plataforma como Servicio o PaaS por sus siglas en inglés, según la describe Rouse (sin fecha) es un modelo de *Cloud Computing* en donde un proveedor de servicios entrega un entorno de “la nube” o plataforma donde se pueden crear aplicaciones de *software* a lo interno de las organizaciones y acceder a ellas a través de la red.

Estos servicios pueden consistir un sencillo entorno o desarrollos avanzados según necesite el cliente, destacando: soporte técnico, sistema operativo, sistema de gestión de bases de datos, almacenamiento o herramientas de diseño y desarrollo.

11. SaaS

El *software* como Servicio o SaaS por sus siglas en inglés, según la describe Rouse (sin fecha) es un modelo de *Cloud Computing* en donde un proveedor de servicios entrega un entorno de "la nube" el alojamiento de aplicaciones y las hace disponibles a través del internet. Las posibilidades para las organizaciones con este servicio son infinitas, ya que abarcan desde aplicaciones de finanzas, ventas, planificación, comunicaciones, etc.

El modelo SaaS suele comprarse por paquetes de licencias "*on demand*", en el que solo se paga por lo que se utiliza, al igual que los servicios IaaS y PaaS. Además, si se necesitan más servicios adicionales, podremos acceder a ellos sin tener que instalar más *hardware* o *software*. Usualmente los servicios de SaaS son aplicaciones que están listas para ser utilizadas o configuradas de acuerdo a cada organización y no requieren de un desarrollo interno sino de un proceso de implementación que podría ser bastante complejo en casos de CRMs o ERPs por poner dos ejemplos.

III. Marco Metodológico

A. Enfoque de la investigación

La presente investigación se logra ubicar dentro uno de los paradigmas de investigación científica, esto quiere decir que el problema de investigación es entendido de cierta manera y su enfoque coincide con una serie de características, creencias y acuerdos alcanzados por varios científicos quienes han definido dichos paradigmas; así que en este caso concreto se clasifica la presente investigación bajo el paradigma científico pragmático. El término "pragmático" es un término de origen griego "pragmatikus" y latín "pragmaticu", que significa ser "práctico", este es relativo a la práctica o la realización de las acciones y no a la teoría. El pragmatismo establece que el conocimiento debe ser utilizado para actuar en las cosas, de esta manera una idea es realmente verdadera si tiene una eficacia práctica. William James quien figuró como uno de los padres filosóficos del término "pragmatismo", defendió que una idea es verdadera sólo cuando se ha demostrado, argumentó que una idea es sólo cierta porque ya es cierta. Según (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), el investigador asume una postura pragmática cuando debe ser metodológicamente plural y guiarse por el contexto, la situación, los recursos de que dispone, sus objetivos y el problema de estudio. Por lo tanto, la presente investigación sigue lineamientos pragmáticos tales como el estudio de las prácticas reales, la identificación de soluciones mediante la selección de las prácticas o soluciones más eficientes, y su orientación a la práctica real mediante la búsqueda del "qué" y el "cómo".

B. Tipo de investigación

A raíz de la definición del tipo de paradigma, y con la claridad del problema por resolver mediante la investigación de prácticas, se afirma que la presente investigación tiene un enfoque cualitativo, principalmente dicho enfoque debe permitir la creación de una guía o paso a paso para la evaluación, factibilidad e implementación de *Software Defined Datacenter* en organizaciones, lo que corresponde a información mayormente cualitativa.

C. Sujetos y fuentes de información

1. Sujetos

Según la teoría de métodos de investigación científica (Sabino, 1992) se indica que el proceso de conocimiento nace de una relación singular y compleja entre los elementos conocidos como “sujeto” y “objeto”, en donde se entiende por “sujeto” a la persona o grupo de personas que adquieren o elaboran el conocimiento, quien a su vez deberá mantener una posición desde lo externo acercándose al objeto cuantas veces sea necesario para efectos de su estudio y análisis profundo. Sin duda alguna en la presente investigación el investigador figura como “sujeto”.

2. Fuentes de Información

2.1. Fuentes primarias de la información

Debido al tipo de investigación y enfoque definido para la presente investigación, se ha logrado definir como fuentes primarias a consultores y organizaciones especializadas en la definición de mejores prácticas. En este caso hablamos de organizaciones que generan contenido e inclusive eventos de mucho valor y de reconocimiento a nivel mundial. Una de las fuentes primarias de información corresponde a Gartner, empresa líder mundial en investigación y asesorías con más de 2000 expertos en diversas áreas de negocios y cuyo objetivo es el de brindar a las organizaciones la información más confiable posible que permita la asesoría estratégica a los negocios en conjunto con el aprovisionamiento de herramientas que previamente han sido identificadas como efectivas por medio de la investigación empírica sobre muestras representativas a nivel mundial. Otra de las fuentes primarias de información corresponde a Forrester, esta firma de manera muy similar a Gartner tiene varios enfoques tecnológicos muy definidos en Transformación Digital, Tecnologías Emergentes y en general sobre TI, en

torno a ellos ofrece servicios de consultoría, análisis e investigación, y entrenamiento. Tanto Forrester como Gartner figuran como líderes en temas de investigación y análisis de tecnología a nivel mundial. Adicionalmente se ha seleccionado Tech Pro Research (empresa hermana de TechRepublic y ZDNet) como fuente primaria de la presente investigación debido a la también amplia fuente de información, artículos e investigaciones de la cual disponen, el perfil de esta fuente primaria de información difiere de los anteriores ya que su enfoque no es el de servir como consultor sino el de fuente de información.

2.2. Fuentes secundarias de información

Como fuentes secundarias de la presente investigación se han considerado una extensa bibliografía que incluye versiones digitales de libros, artículos, estudios, revistas y sitios web. Mucha de la información obtenida de las fuentes secundarias se emplea para el apoyo de aspectos también considerados como secundarios pero que son de mucha importancia para la definición de la metodología, desarrollo de la investigación y elaboración de la propuesta de solución.

D. Población

A raíz del enfoque y tipo de investigación que se requiere realizar en el presente trabajo, se ha determinado que la definición precisa de una población con el objeto de poder analizarla mediante herramientas estadísticas para el análisis cualitativo no es necesario ya que la investigación es más de carácter bibliográfico de prácticas, estrategias y estudios que son consecuencia de observaciones reales. No obstante, podemos indicar que dichas observaciones tienen una población que son el interés de esta investigación y radica en organizaciones de cualquier índole y a nivel mundial que cuentan con servicios de centros de datos como componente crítico de sus operaciones.

E. Muestra y definición de variables

La presente investigación no requiere de la definición de una muestra y su tamaño ya que se fundamenta en la investigación bibliográfica de estudios previos, los cuales ya han considerado una población, muestra y variables.

F. Descripción de instrumentos utilizados

Debido a que la investigación es de carácter bibliográfico, los instrumentos empleados son en su mayoría encuestas, análisis de casos reales por observación, entrevistas y similares que han sido empleados por los investigadores de las fuentes primarias y secundarias.

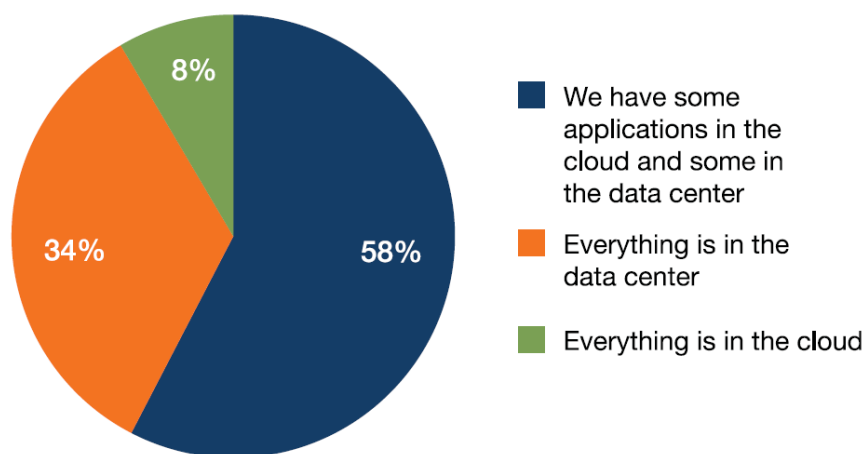
IV. Diagnóstico de la situación actual

La presente investigación tiene entre sus objetivos el de investigar, las diferencias y ventajas-desventajas entre los modelos de gestión de centro de datos, las mejores prácticas actuales en relación a implementaciones de *Software Defined Datacenter*, así como el análisis de al menos dos casos de éxito. No obstante, es de vital importancia entender la situación actual de las organizaciones a nivel mundial en relación a la adopción de *Software Defined Datacenter*, sus porcentajes de adopción, las razones por las cuales las organizaciones deciden implementar o no implementarlo, ya que esta información, además de evidenciar la problemática planteada, nos ubica dentro del contexto actual de lo que está sucediendo con este tema en el mundo y sin duda sustentará la construcción de la propuesta de solución.

A. La adopción de *Software Defined Datacenter* a nivel mundial

En un reciente estudio realizado por la empresa Tech Pro Research en mayo de 2017 a 519 organizaciones a nivel global, se determinaron cifras importantes que reflejan el estado actual de las organizaciones en relación con la adopción de servicios en “la nube” para centros de datos. Esta información permite entender el contexto actual y la percepción de las organizaciones en relación al tema de *Software Defined Datacenter* gestionado desde “la nube”, ya que los grandes proveedores de servicios en “la nube” se valen de las ventajas que ofrece *Software Defined Datacenter* para ofrecer servicios con un alto nivel de agilidad, aprovisionamiento y administración a raíz de la automatización. A continuación, la Figura 4.1 muestra la proporción actual de organizaciones inferida de la investigación realizada, en donde se deduce que más de la mitad y representando la mayoría de las organizaciones en la actualidad con un 58% se encuentran bajo un modelo híbrido de gestión del centro de datos; en otras palabras, de alguna manera algunos de sus recursos se gestionan en “la nube” posiblemente con SDDC mientras que otros aún continúan en un modelo de gestión en sitio en donde el uso de SDDC es menos frecuente. El porcentaje de organizaciones que del todo no gestionan ningún recurso en “la nube” corresponde a un 34% y este

sector es objeto de especial interés en el presente proyecto ya que las razones del porqué de dicha situación son materia clave para su respectivo análisis. Por último, se evidencia que un 8% de las organizaciones gestionan su centro de datos al 100% mediante servicios de “la nube” y probablemente la mayoría de estas organizaciones tienen estructuras o infraestructura menos compleja y de menor tamaño, donde la adopción y el cambio cultural no han sido mayor obstáculo para ejecutar los procesos de adopción-migración.



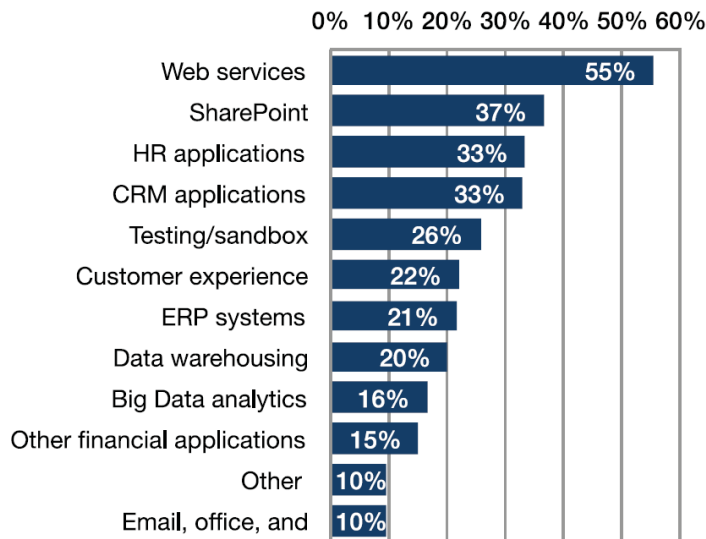
Number of respondents, n=519

Figura 4.1 Gestión de aplicaciones en “la nube” vs centro de datos

Fuente: Parizo, C., & Correa, C. (2017). *The Cloud vs. Data Center: Adoption rates, usage, and migration plans*. Louisville: Tech Pro Research

La Figura 4.2 a continuación, proveniente del mismo estudio realizado por Tech Pro Research, corresponde al tipo de aplicaciones que son gestionadas desde “la nube”. Se denota que los servicios web con un 55% son los servicios con mayor acogida ya que probablemente en un buen porcentaje son aplicaciones que de igual manera requieren de cierto grado de exposición externa a través de los servicios de internet, esto es seguido por servicios de SharePoint con un 37%,

posteriormente aplicaciones de recursos humanos con un 33% al igual que CRM en donde hay grandes competidores en el mercado consolidados con productos de altísima calidad como lo son Workday y Salesforce respectivamente. Por último es interesante que los servicios de correo electrónico alcanzan apenas un 10%, primero porque pensaríamos en un porcentaje similar al de SharePoint debido a la integración y posibilidades de colaboración entre ellos, esto nos indica que el grado de colaboración con herramientas modernas es muy bajo a nivel mundial, lo segundo es que los esfuerzos de los grandes oferentes de servicios de correo electrónico a nivel mundial (Microsoft y Google) para lograr colocar sus servicios no han alcanzado grandes resultados a nivel organizacional aún, probablemente esto se explica debido a la complejidad de migración, adopción, adaptación, seguridad y cambio cultural de usuarios para con estos servicios modernos.



Number of respondents whose companies have some apps in the data center and some in the cloud, n=219

Figura 4.2. Aplicaciones en “la nube” por porcentaje de organizaciones
 Fuente: Parizo, C., & Correa, C. (2017). *The Cloud vs. Data Center: Adoption rates, usage, and migration plans*. Louisville: Tech Pro Research

Por último, una información muy importante que podemos extraer del mismo estudio realizado por Tech Pro Research es en relación a las razones más importantes por las cuales las organizaciones han decidido no adoptar servicios en “la nube”, la Figura 4.3 a continuación nos muestra con claridad que el factor más preocupante en las organizaciones es la seguridad con 69% en una muestra de 132 organizaciones, esto nos indica que alrededor del 17% de las organizaciones a nivel mundial tienen una preocupación muy alta con temas de seguridad de la información, posteriormente se denotan factores de confiabilidad, conformidad, complejidad o convulsión, convencimiento del sector ejecutivo, costo y rendimiento por conectividad. Estas razones son una realidad que poco a poco se irán superando ya que según predicciones de Gartner para el año 2020 encontrar una política de no a “la nube” en una organización sería tan raro como hoy día encontrar una política de “no internet” (Tilvez, 2016), lo cual tiene mucho sentido pensando en cómo los antecedentes y las tecnologías previas han demorado en ser adoptadas.

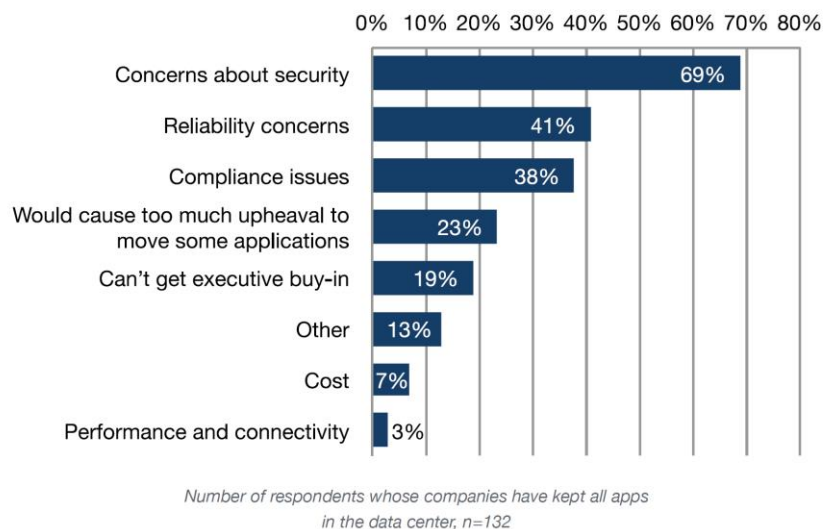
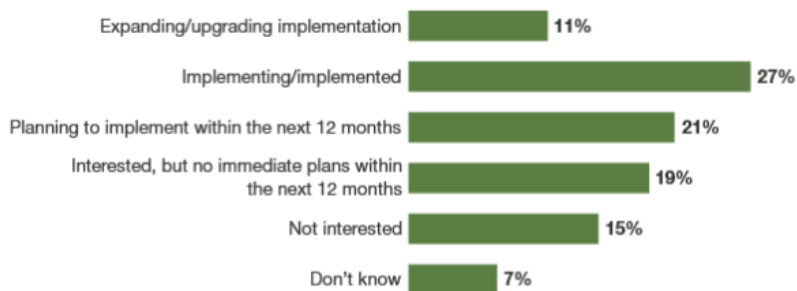


Figura 4.3. Razones para no usar “la nube” por porcentaje de organizaciones
Fuente: Parizo, C., & Correa, C. (2017). *The Cloud vs. Data Center: Adoption rates, usage, and migration plans*. Louisville: Tech Pro Research

Comentando directamente en relación al tema de *Software Defined Datacenter* y sus estadísticas de adopción, independientemente de tratarse en “la nube” o en sitio, según informa Forrester (Forrester Research, 2017) los profesionales de TI han reconocido y adoptado el valor en SDDC y han comenzado la transición para incorporarlo a sus entornos. En 2016, el 38% de los tomadores de decisiones de tecnología de infraestructura global indicaron que habían implementado o estaban implementando un SDDC; otro 21% planeaba implementar uno dentro de los 12 meses siguientes, el 19% se mostraron interesados pero sin planes durante los siguientes 12 meses, el 15% no mostró interés alguno, y finalmente un 7% no sabían o tenían una posición al respecto (ver Figura 4.4).



Base: 1,065 global infrastructure technology decision makers at firms that prioritize servers and the data center (20+ employees)

Figura 4.4. Planes de las organizaciones para implementar *Software Define Datacenter*

Fuente: Forrester Research. (30 de noviembre de 2017). *The Software-Defined Data Center Comes of Age*. United States of America.

El SDDC toma muchas formas y su implementación puede tener diversos alcances dependiendo de las necesidades, posibilidades y hasta políticas de las organizaciones. Todavía estamos en las primeras etapas del ciclo de vida de la madurez, pero los profesionales de TI ya ven el valor y han estado cubriendo las brechas de la solución con la automatización. El desafío es que el mercado sigue

sin estar claro sobre la naturaleza futura del SDDC, aunque se siente atraído por la promesa de virtualizar el centro de datos para entregar velocidad al negocio.

B. Gestión de centro de datos tradicional vs *Software Defined Datacenter*

Existen diferencias muy claras entre la gestión de centro de datos tradicional y *Software Defined Datacenter*. De manera general los conceptos se han explicado en la sección de antecedentes de la presente investigación y posteriormente con mayor detalle en la sección del marco conceptual. Sin embargo, es de importante valor para esta investigación el identificar las diferencias más significativas que ambos modelos presentan ya que en base a ellas se formularan los criterios de evaluación, necesidad, beneficio o interés que la propuesta de solución contemplará.

La empresa Hewlett Packard Enterprise (Hewlett Packard Enterprise, 2019) indica que SDDC consiste en una infraestructura de computación completamente virtualizada que se puede administrar fácilmente mediante software de manera automatizada. Según HPE, con el modelo SDDC, las empresas ya no necesitan comprar hardware y adquirir habilidades específicas del proveedor para mantenerlo, administrarlo u operarlo. Mediante sistemas híper convergentes la infraestructura permite ejecutar aplicaciones tradicionales y nativas en la nube con la combinación correcta de cómputo, almacenamiento y estructura desde una API. Desde este punto de vista, HPE asegura que lo anterior corresponde a los componentes básicos de las soluciones de computación en “la nube”. Adicionalmente HPE mediante su sitio web ha publicado lo que para ellos son los nueve criterios más relevantes para poder diferenciar el modelo de gestión de datos en sitio vs la computación en “la nube”, y a partir de dichos criterios se pueden identificar ventajas y desventajas sin dejar a un lado que, usualmente esto depende de la estrategia definida por la organización que se encuentre evaluando la posibilidad de adopción. A continuación, la tabla 4.1 indica dichos criterios a partir de necesidades de negocio que han sido reconocidas por HPE a través de

su experiencia con los clientes y que posteriormente estaremos utilizando para el establecimiento de ventajas y desventajas entre los modelos.

Necesidad de Negocios	En las instalaciones	Nube publica
Centro de datos de tenencia única (para cumplimiento)	✓	
Cifrado de datos altamente seguro	✓	✓
Hardware personalizable, sistemas específicos	✓	
Capacidad fácil de escalar hacia arriba y hacia abajo		✓
La infraestructura requiere grandes inversiones regulares.	✓	
Pago por uso, precios basados en el uso		✓
Completa visibilidad y control de datos.	✓	
Copias de seguridad y recuperación de datos incorporadas y automatizadas.		✓
Riesgo de tiempo de inactividad cercano a cero		✓

Tabla 4.1. Comparación de centro de datos en sitio vs en “la nube”

Fuente: (Hewlett Packard Enterprise, 2019)

Adicionalmente a los criterios de HPE y a través de la encuesta realizada por el Uptime Institute en el año 2018 (Uptime Institute, 2018), se destaca a continuación una serie de resultados interesantes que sirven como evidencia ante algunas posiciones entre los modelos de gestión de centro de datos. Dicha encuesta examinó las tendencias clave que impulsan la industria de infraestructura de TI basándose en los datos proporcionados por 900 operadores de centros de datos y profesionales de TI de todo el mundo. Entre los resultados se observó que el 31% de los encuestados informó una interrupción del centro de datos gestionados “en sitio” o tradicionalmente durante el último año (un aumento del 25% con relación al año 2017), con un 80% considerando que su interrupción más reciente se pudo prevenir, una combinación de error humano y de gestión, lo

cual evidencia una limitación de recursos técnicos administrando el centro de datos. Las causas principales fueron: fallas de energía en las instalaciones 33%, fallas en la red 30%, error de TI/Software 28%, y fallas en las instalaciones sin alimentación 12%. Significativamente, el 31% de los encuestados tuvo una falla en un proveedor externo, donde el nivel de visibilidad y control es generalmente más bajo.

En la siguiente tabla 4.2 se ha identificado la serie de ventajas y desventajas entre los modelos de gestión de centros de datos considerando la información extraída de las fuentes anteriormente citadas y su respectivo análisis. Dicha información servirá de insumo para la propuesta de solución más adelante. No obstante, es destacable que las dos razones seleccionadas con mayor porcentaje en los resultados de la encuesta de la figura 4.3 no se justifican según los criterios de la siguiente tabla 4.2, de tal manera que se evidencia la falta de información en las organizaciones y entendimiento de lo que hoy día las tecnologías están en capacidad de brindar en temas de seguridad y confiabilidad.

Criterio/Necesidad de Negocio	Gestión de centro de datos		
	Modelo tradicional	SDDC en sitio	SDDC en la nube
Centro de datos de tenencia única/única ubicación física	* Ventaja si es requerido por temas de seguridad o regulaciones. * Desventaja por temas de redundancia y de alta disponibilidad.	* Ventaja si es requerido por temas de seguridad o regulaciones. * Desventaja por temas de redundancia y de alta disponibilidad	* Ventaja por temas de redundancia y alta disponibilidad. * Desventaja si se requiere por temas de seguridad o regulaciones.
Cifrado de datos altamente seguro	.	* Los modelos lo soportan	.
Hardware personalizable, sistemas específicos	* Ventaja si aplicaciones, servicios o plataformas tienen especificaciones muy particulares. Ejemplo, cuando depende de Hardware y su rendimiento virtualizado no es aceptable, el caso de aplicaciones que exigen mucho GPU de video	* Desventaja: no todo hardware soporta las APIs que posibilitan SDDC. Se requiere de un correcto análisis de requerimientos y soluciones disponibles	* Desventaja: no todo hardware soporta las APIs que posibilitan SDDC. Se requiere de un correcto análisis de requerimientos y soluciones disponibles
Capacidad fácil de escalar para arriba o abajo	* Desventaja si no se cuenta con la infraestructura adecuada que permita una escalación o si se ha llegado al punto límite.	* Ventaja: la automatización permite escalar fácilmente con los recursos disponibles * Desventaja: Esta limitada a los recursos disponibles en sitio	* Ventaja ya que el cliente no se preocupa si cuenta con capacidad o no, simplemente el proveedor se encarga de proporcionar el recurso adicional
Rápido provisionamiento, agilidad	* Desventaja: no hay automatización, los procesos de provisionamiento son muy manuales	* Ventaja: Hay automatización y el provisionamiento es rápido y ágil	* Ventaja: Hay automatización y el provisionamiento es rápido y ágil
La infraestructura requiere grandes inversiones regulares	* Desventaja ya que se debe de considerar la renovación de equipos, mantenimiento, garantías	* Desventaja: A pesar de una mejor administración de recursos, se requiere de inversiones grandes regulares	* Ventaja debido a que el cliente no se preocupa de renovación de equipo, garantías, mantenimiento
Pago por uso, precios basados en uso	* Desventaja porque usualmente se deben adquirir soluciones completas a pesar de requerirse a menor escala. Se puede incurrir en subutilización de la inversión	* Ventaja: Contando con un portal de servicio interno se puede realizar un cobro a los departamentos * Desventaja: existe una cantidad de recursos ociosos que ya fueron pagados	* Ventaja, únicamente se paga lo que se encuentra en uso. Usualmente el costo entra como gasto y no como capital lo que por lo general beneficia las finanzas.
Completa visibilidad y control de datos	* Ventaja ya que en muchas ocasiones el control y posesión de la información bajo la propia custodia es un requisito de algunas organizaciones. También por temas de regulaciones	* Ventaja ya que en muchas ocasiones el control y posesión de la información bajo la propia custodia es un requisito de algunas organizaciones. También por temas de regulaciones	* Desventaja cuando los datos e información son sensibles y de especial custodia.
Copias de seguridad y recuperación de datos incorporadas, automatizadas	* Desventaja porque usualmente se debe de adquirir un sistema adicional en cargado de los respaldos y su automatización	* Ventaja: se pueden ofrecer recuperación mediante un portal de servicio	* Ventaja porque el proveedor ya cuenta con sistemas de respaldos que pone a disposición como parte del servicio.
Riesgo de tiempo de inactividad o caída cercano a cero. Instalaciones robustas, con redundancias eléctricas, aire acondicionado y supresión	* Desventaja ya que la inversión en redundancias, soporte, administración, configuración usualmente es alta y de constante monitoreo	* Ventaja: el nivel de alta disponibilidad se puede mejorar a través de la automatización * Desventaja: Se requiere de la inversión en redundancias, soporte, administración, configuración, etc	* Ventaja ya que el proveedor cuenta con infraestructuras usualmente certificadas bajo las mejores practicas en donde sus redundancias permiten la alta disponibilidad.
Soporte técnico disponible para la administración del centro de datos	* Desventaja: usualmente se debe de contar con personal capacitado en diferentes tecnologías, y con la suficiente experiencia para su administración. Dedicar recursos exclusivos pueden significar un gasto innecesario o subutilizado.	* Desventaja: usualmente se debe de contar con personal capacitado en diferentes tecnologías, y con la suficiente experiencia para su administración. Dedicar recursos exclusivos pueden significar un gasto innecesario o subutilizado.	* Ventaja, usualmente el personal técnico que administra el centro de datos es experto en tecnologías debido a su relación con proveedores, capacitaciones, y experiencia adquirida.

Tabla 4.2. Ventajas y desventajas entre los modelos tradicional y SDDC

Fuente: Propia

C. Análisis de casos de éxito

1. Caso Liberty Mutual

El caso de la empresa aseguradora Liberty Mutual es un caso de éxito que fue publicado por TechRepublic en al año 2018 como parte de la guía de

automatización de centros de datos, para mayor referencia el documento se encuentra en el anexo “A” de la presente investigación, y a continuación se describe un resumen de los aspectos de mayor interés para la investigación.

Liberty Mutual en su caso de éxito implementó una solución de *Software Defined Datacenter* en su infraestructura de servidores virtuales que alojaban los aplicativos de sus operaciones. La empresa, dentro de sus objetivos, contemplaba el alcance de mayor eficiencia, consistencia y mejor utilización del recurso humano, de tal manera que encontró en el proceso de automatización de aprovisionamiento de máquinas virtuales una respuesta directa a sus necesidades y que les proporciono beneficios significativos.

En la tabla 4.3 a continuación se denotan los aspectos más importantes a rescatar para efectos de la presente investigación tales como la estrategia empleada para su implementación, los beneficios obtenidos y la lección aprendida más significativa.

Caso Liberty Mutual	
Estrategia empleada	<ul style="list-style-type: none"> DetECCIÓN de necesidad (automatización de provisionamiento de máquinas virtuales para mayor eficiencia y consistencia) Búsqueda de posibles soluciones Experimentación paulatina (prueba de concepto en ambiente de prueba) Evaluación Puesta en practica en ambiente no productivo Introducción en ambiente productivo después de 3 años de pruebas
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de tiempo de provisionamiento de maquinas virtuales. De 30 días a 2 horas. Consistencia, con la automatización el error humano en el provisionamiento de maquinas virtuales se elimino Liberación de mano de obra para emplearla en trabajos que generen mas valor
Lecciones Aprendidas	<ul style="list-style-type: none"> El proceso toma tiempo, inversión de mano de obra capacitada, creer en el talento y el personal

Tabla 4.3. Aspectos relevantes del caso Liberty Mutual

Fuente: Propia

2. Caso Universidad de la lectura en Reino Unido

De la misma manera que el caso analizado anteriormente, este caso de la Universidad de la lectura en Reino Unido fue publicado por TechRepublic en el año 2018 como parte de la guía de automatización de centros de datos, para mayor referencia el documento se encuentra en el anexo “B” de la presente investigación, y a continuación se describe un resumen de los aspectos de mayor interés para la investigación.

El caso de la Universidad de la lectura en Reino Unido tiene que ver con la necesidad que tenían más de 5 mil investigadores para ejecutar sus algoritmos de investigación mediante la utilización de máquinas virtuales que usualmente eran provisionadas de manera manual. Mediante la implementación de *Software Defined Datacenter* la universidad logra automatizar dicho servicio reduciendo tiempos de aprovisionamiento que tardaban semanas a un instante donde el investigador puede generar su propia máquina virtual y auto eliminarse después de su uso. El caso fue de un gran éxito y una prueba más de que estas tecnologías de SDDC traen consigo beneficios significativos como la agilidad en el aprovisionamiento, la reducción de costos, mejora significativa de tiempos de servicio y con ello la satisfacción del cliente. A continuación, en la tabla 4.4 se denotan aquellos aspectos significativos de este caso los cuales posteriormente serán considerados en el desarrollo de la propuesta de solución de la presente investigación.

Caso Universidad de la lectura en Reino Unido	
Estrategia empleada	Detección de necesidad (provisionamiento ágil de máquinas virtuales para 5mil investigadores) Establecimiento de requerimientos Búsqueda y evaluación de posibles soluciones Selección de solución en base a los requerimientos Puesta en practica para un servicio en específico Introducción paulatina en ambiente corporativo
Beneficios	Simplicidad, proveer herramientas fáciles de emplear a los usuarios Agilidad, proveer un servicio eficiente ágil y que responda a las demandas
Lecciones Aprendidas	Ser aventureros en el sentido de intentar cosas nuevas, tecnologías nuevas y tener visión a futuro

Tabla 4.4. Aspectos relevantes del caso Universidad de la lectura en Reino Unido

Fuente: Propia

3. **Caso CompuTech City**

En el caso de CompuTech City tenemos una situación un poco diferente a las anteriores. CompuTech City es un proveedor de servicios de registros electrónicos de pacientes en la industria médica, y este servicio lo ofrece como SaaS. La empresa ya contaba con un ambiente de servidores virtualizado; sin embargo, el componente de almacenaje no contaba con alta disponibilidad, es en este punto donde la empresa decide agregar una capa adicional de robustez a su infraestructura mediante la implementación de una solución de *Software Defined Storage*. El caso se puede encontrar en el Anexo C para mayor referencia. A continuación, en la tabla 4.5 se denotan aquellos aspectos significativos de este caso los cuales posteriormente serán considerados en el desarrollo de la propuesta de solución de la presente investigación.

Caso ConmpuTech City	
Estrategia empleada	Detección de necesidad del negocio (Alta disponibilidad de su almacenaje de datos) Establecimiento de requerimientos (Utilización de infraestructura sólida y robusta, implementación sin dolor) Búsqueda y evaluación de posibles soluciones (Software Defined Storage mediante Datacore - SANsimphony)
Beneficios	Alta disponibilidad Mayor velocidad de transacciones/lecturas Rápido y fácil provisionamiento de discos duros a través de unidades lógicas LUNs
Lecciones Aprendidas	Los beneficios de Software Defined Storage son muchos como para no incorporar una solución como la propuesta por el proveedor de servicios

Tabla 4.5. Aspectos relevantes del caso CompuTech City

Fuente: Propia

4. Caso CITICPE

La empresa CITICPE opera en China desde el año 2008 ofreciendo servicios de asesoría, control y manejo de inversiones u oportunidades de inversión en dicho país.

La empresa ha establecido en su meta estratégica el consolidarse como el proveedor de mayor confianza en su mercado y bajo estándares de clase mundial. Para alcanzar esta meta, CITICPE definió una serie de cambios operacionales que son requerimiento para el cumplimiento de regulaciones de seguridad, así como como para el aseguramiento de la continuidad/alta disponibilidad de la operación; estos cambios involucraron un rediseño de la infraestructura de sus servidores y sistemas en donde el concepto de *Software Defined Datacenter* responde a las necesidades expuestas. El caso se puede encontrar en el Anexo D para mayor referencia. A continuación, en la tabla 4.6 se denotan aquellos aspectos significativos de este caso los cuales posteriormente serán considerados en el desarrollo de la propuesta de solución de la presente investigación.

Caso CITICPE	
Estrategia empleada	Detección de necesidad del negocio (confiabilidad en el mercado, alta seguridad, automatización y eficiencia, disminución de costos) Análisis de la situación actual Búsqueda y evaluación de posibles soluciones de Software Defined Datacenter Implementación de la solución
Beneficios	Mejora de la seguridad debido a la micro segmentación de la solución de redes NSX Maximización de la utilización de los recursos y capacidad cubierta a mediano plazo Continuidad de negocio Inteligencia y eficiencia en operación de recursos Flexibilidad y agilidad para provisionamiento

Tabla 4.6. Aspectos relevantes del caso CITICPE

Fuente: Propia

D. Mejores prácticas para la implementación de *Software Defined Datacenter*

En la actualidad existen múltiples proveedores de servicio quienes ofrecen y aseguran estar en capacidad de apoyar un proceso de migración de un modelo tradicional de gestión de centro de datos hacia la nueva tendencia definida como *Software Defined Datacenter*. No obstante, la información en relación a las mejores prácticas que dichos expertos de esta área proveen es limitada de manera pública, probablemente una de las razones principales es la competencia y la ventaja competitiva que los proveedores pueden tener al contar con prácticas eficaces y eficientes que garantizan el éxito de una migración sin afectar al negocio. A pesar de esta situación, las empresas líderes mundiales en temas de consultoría de servicios de TI son más flexibles y si suministran un grado importante de detalle al público o a empresas interesadas, y que para la presente investigación sirven de vital importancia debido a que es información crítica que permitirá configurar de la manera correcta la propuesta de solución. A continuación, se presentan y detallan las mejores prácticas determinadas por TechRepublic y Gartner para la implementación de SDDC.

1. Las 11 mejores prácticas para construir SDDC según TechRepublic y ZDNet

Jason Hiner (TechRepublic, 2016) comenta “las piezas del rompecabezas del SDDC se están uniendo lentamente, a medida que las organizaciones buscan formas de transformar su infraestructura de TI en un entorno totalmente virtualizado y centrado en el software. Sin embargo, los expertos de Gartner advierten que la construcción de un centro de datos SDDC no es una buena estrategia para todos, ya que aconseja a las organizaciones evaluar con precaución sus casos de negocio y los riesgos potenciales”. Ante esta situación y para efectos de ayudar a los líderes organizacionales o gerentes de TI a evaluar la viabilidad de implementar un SDDC para su organización, ZDNet y TechRepublic elaboraron la siguiente guía incluyendo las mejores prácticas identificadas por el grupo de analistas:

- Automatice su infraestructura

La automatización de la infraestructura de TI debe de suceder en todos sus niveles, desde el cómputo, junto con el almacenaje y hasta la capa de redes; esto para permitir la escalabilidad tanto hacia arriba como hacia debajo de manera automática. Del mismo modo, las capacidades y la configuración de cada componente físico de la infraestructura deben ser accesibles a través de API o la capa de aplicaciones. Los equipos de soporte de infraestructura deberán asumir un rol diferente en donde la ejecución de tareas de mantenimiento, aprovisionamiento y similares se realicen de modo automático.

- Abandone los proveedores cuyos productos no soporten APIs

Reemplace el *software* y *hardware* de la infraestructura de TI que no sea adaptable o administrable por APIs ya que los recursos que no pueden ser administrables de esta manera hacen que su implementación de SDDC sea más difícil, compleja y costosa.

- Divida su infraestructura en componentes que se puedan reutilizar

Muy ligado al punto anterior. Los componentes de la infraestructura que no se puedan clasificar de manera modular como “cómputo”, almacenaje o redes para su respectiva administración mediante APIs quedarán obsoletos.

- Construya una capa de administración

Su organización debe ser capaz de gestionar el despliegue de recursos dentro de su SDDC, tanto de manera programada o automática como manual; según indica Forrester (Forrester Research, 2017) algunos ejemplos de suite de gestión para implementar SDDC lo son “OneView” de HPE, UCS de Cisco, UCS Central y UCS Director.

- Tener un plan para la incompatibilidad

Las organizaciones deben estar preparadas para poner mucho trabajo en la construcción de un único portal para la gestión de su SDDC, uno que pueda abstraer la complejidad de la infraestructura. Se recomienda consultar a los proveedores de servicios sobre la extensión de la compatibilidad de terceros antes de comprometerse a utilizar su tecnología. En este tema se han notado mucha incompatibilidad en soluciones de *Software Defined Network* de productos existentes en el mercado.

- Construir un catálogo de servicios

Se recomienda crear un catálogo de servicios de pago por uso sobre su SDDC. Mediante este catálogo el personal interno podrá acelerar la solicitud de servicios y deberá mostrarles detalles tales como precios y niveles de servicio. Esta capa de servicio debe estar vinculada a una capa administrativa basada en roles, además de ser capaz de facturar automáticamente a los departamentos para el uso de recursos y la administración del ciclo de vida de este servicio.

- Espere una integración lenta de los componentes del SDDC

Los proveedores de servicios y de productos de SDDC gradualmente amplían su espectro de solución. No obstante, se debe asumir que no existe una solución única que contemple todos los componentes tales como redes, “cómputo”, almacenaje, nube, virtualización, plataforma y aplicación; por lo tanto, la integración durante el proceso de implementación será de manera gradual.

- Compare cuidadosamente los proveedores líderes en el mercado de SDDC

Los principales proveedores de soluciones (Cisco, Dell / EMC, HPE, Microsoft, VMware y Lenovo) están desarrollando carteras de productos y servicios para uso en SDDC. Se recomienda, con anterioridad a la adquisición, comparar cuidadosamente las soluciones de infraestructura convergente emergentes de todos los proveedores a medida que se publican, prestando especial atención a los proveedores que ya la utilizan para así poder evaluar factores como configuración, soporte, compatibilidad, administración, robustez, costo, entre otros.

- Elija cuidadosamente su piloto de SDDC

Al elegir el tipo de ambiente y procesamiento o carga a utilizar en un piloto de su SDDC, se recomienda hacerlo para algún sector de la organización en donde las cargas de trabajo requieran un escalamiento rápido de recursos de la infraestructura o que pueden necesitar replicarse varias veces. Una buena elección son las cargas de trabajo que se ejecutan de forma intermitente pero que requieren recursos significativos, como los análisis de BI (inteligencia de negocios por sus siglas en inglés) o una configuración de recuperación a desastres. El objetivo es poner a prueba el ambiente de SDDC bajo condiciones de exigencia en utilización de recursos pero que a su vez no sean escenarios que puedan afectar la operación en caso de fallo o bajo rendimiento.

- Evite contar con único proveedor para la construcción de su SDDC

Para la construcción de un centro de datos SDDC, se puede elegir a un único proveedor de servicios tal como HPE, Cisco o Dell / EMC, y solicitar que tome cuidado de todos los aspectos de la solución, desde servidores, almacenamiento, equipos de red, hasta las capas de software. Sin embargo, ningún vendedor realmente tiene los medios para proporcionar la solución completa de tecnologías necesarias para construir un SDDC. Lo anterior se puede prestar para que el proveedor de servicios elija las soluciones que más les convengan por situaciones de sociedades y no precisamente por ser la mejor opción para la organización. Una muy buena opción es la de utilizar a un tercero como arquitecto e integrador de las soluciones.

- Consultar a través de la organización

Es muy importante conocer las posibles interacciones que tendrán los elementos de la infraestructura de SDDC en la organización. A manera de ejemplo, se comenta que el éxito de un SDDC y su capacidad para beneficiar al negocio depende de la participación de los equipos de redes y de desarrollador. Siguiendo el mismo ejemplo, la arquitectura y el rendimiento de la red es fundamental para SDDC, al igual que la implementación de software definido en red (SDN). Por lo tanto, una consideración clave será conocer con certeza el protocolo que se ajuste mejor para el desarrollo de software definido en la red, sea este OpenFlow o alguna otra alternativa específica del proveedor. Para llegar a este nivel de consenso y definición se debe de participar a los equipos necesarios en el proceso de diseño de la solución.

2. Mejores prácticas para construir SDDC según Gartner

De acuerdo con el analista experto de la compañía Garner, Craig Lowery (Gartner, 2017) migrar grandes cantidades de cargas de trabajo desde un centro de datos local a “la nube” pública requiere una planificación cuidadosa. Aunque metodologías detalladas están disponibles, muchos líderes de aplicaciones de TI no saben por dónde empezar. El presente marco se ha construido con el objetivo de cerrar la brecha entre estrategia y ejecución, y consta de cinco fases claramente definidas y que se detallan a continuación:

- Fase de Análisis

No intente una migración sin antes contar con una estrategia que lo soporte. Uno de los errores más comunes de las organizaciones consiste en acercarse a un proveedor de servicios solicitando asistencia para migrar hacia SDDC sin tener claro los objetivos organizacionales de TI y una estrategia de nube claramente definida en donde se establezca qué se busca hacer, qué se puede o no se puede hacer inclusive por temas de políticas internas o regulaciones de operación de negocio. A partir de esto se debe de trabajar en construir el escenario ideal para poder ejecutar las siguientes etapas de la migración, entre estos aspectos podemos citar:

- Seleccionar un proveedor estratégico de servicios de nube

Requerido para integraciones de SaaS, IaaS y PaaS. La organización se debe de preparar para poder interactuar con diferentes proveedores de acuerdo a sus necesidades y posibilidades.

- Habilitar la conectividad

La migración en sí de los datos e información hacia “la nube” se puede alcanzar mediante conexiones de internet seguras, conexiones punto a punto o inclusive servicios de transporte físico de información digital como lo es AWS Snowball de Amazon (para migrar datos en PetaBytes).

- Herramientas de migración

El proceso de migración requiere de algunas herramientas que permita dar seguimiento a los cambios, monitoreo, evaluar el rendimiento de la infraestructura o aplicaciones, entre otros.

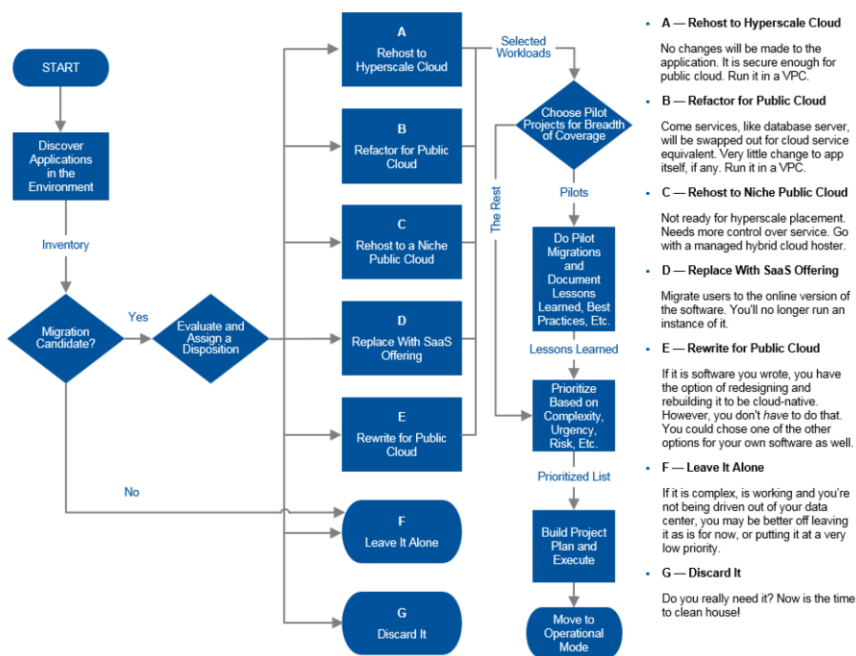
- Equipar a la organización

Forme un equipo enfocado al soporte de computación en “la nube” dentro de su organización para servir como el centro de las actividades de migración en “la nube”. Debe contar con al menos un arquitecto de nube para liderar y defender, además de algunos ingenieros y técnicos para impulsar la migración a escala. Se debe proporcionar capacitación básica sobre las tecnologías del proveedor de nube estratégica y las mejores prácticas operativas que serán utilizadas.

- Obtener ayuda óptima del proveedor de servicios

Ante una posible dificultad de construir habilidades en el equipo interno, adquirir herramientas y utilizar las mejores prácticas para realizar la migración por la propia organización, especialmente si tiene una fecha límite para hacer el cambio, se puede recurrir a un proveedor de servicios de migración que ofrezca estas capacidades para el proyecto y que a la vez cuente con personal experimentado.

- Aplicar el flujo de migración diseñado por Gartner de la figura 4.5 a continuación:



DCO = data center outsourcing; SaaS =software as a service; VPC = virtual private cloud

Figura 4.5. Flujo de migración a “la nube”

Fuente: Coyle, D., & Singh, N. (2018). Software Defined Data Trends and Impact. *Webinar: Software Defined Data Trends and Impact*. Gartner.

- Fase de descubrimiento

Los sistemas de las organizaciones son complejos y es común que surjan suposiciones no válidas acerca de qué recursos tienen afinidades, dependencias y por ende quizás requieran ser migrados en conjunto. Un inventario completo puede ayudar a identificar dependencias que en un principio aparenten no ser de

mayor importancia pero que pueden conducir al fracaso de una migración si no se considera su adecuada inclusión o tratamiento. Aunque no es absolutamente necesario que el inventario esté completo para planificar y ejecutar una migración, su oportunidad de éxito aumentará si usted ordena que el equipo mantenga un inventario completo y exhaustivo antes y durante la migración.

- Fase de evaluación

La evaluación del inventario de recursos, datos, aplicaciones y dependencias con el objetivo de asignar un criterio de migración a cada uno es la fase más importante de la migración. En primer lugar, necesitará un conjunto de reglas para determinar si un recurso debe considerarse como candidato a la migración. La lógica aquí es dictada por la organización y su estrategia. Por ejemplo, en un escenario de desalojo de centro de datos total, la respuesta es obvia y efectivamente todos los recursos deben de ser considerados para su migración; sin embargo, bajo un escenario en el que los datos confidenciales no son aprobados debido a criterios estratégicos o de regulación, debe de existir un filtrado de estos recursos para garantizar su continua disponibilidad en un escenario híbrido de centro de datos (local + nube).

Adicionalmente y comentando específicamente acerca del tema de *software*, existen tres posibles estrategias que deben ser evaluadas con detenimiento ya que algunas serán adaptables fácilmente, caso particular del *re-hosting*, en donde la aplicación se migra a un servidor en “la nube” tal y como fue desarrollada e implementada. Posteriormente con un grado mayor de complejidad se encuentra la estrategia de *re-factoring* que consiste en realizar leves modificaciones a la aplicación para adaptarla a los servicios de “la nube” sin tener que alterar el código de esta. Y por último se cuenta con la estrategia de *re-writing* la cual consiste en reescribir y rediseñar la arquitectura de la aplicación, sin duda esta última opción representa un alto esfuerzo, mayor validación de funcionalidad y probablemente un mayor costo asociado a la realización de todo un nuevo desarrollo.

- Fase de pilotaje

Las migraciones a “la nube” son incluso más difíciles que las que usted pudo haber experimentado en el pasado, como por ejemplo las migraciones de servidores o aplicaciones físico a virtual. Para una correcta validación se debe seleccionar un grupo de aplicaciones, infraestructura y recursos no críticos pero que a su vez sean representativos de los diferentes tipos de servicios en proceso de migración. Para el piloto de aplicaciones, los criterios de selección deben basarse en incluir al menos una aplicación que este siendo tratada bajo las estrategias comentadas anteriormente (*re-hosting*, *re-factoring*, *re-writing*) y su correspondiente infraestructura de virtualización, base de datos, etc. Dependiendo del nivel de complejidad y tipos de estrategias seleccionadas para el piloto se recomienda contar con la participación del equipo de desarrollo. Por último, en esta fase es importante el papel de los profesionales en gestión de proyectos para que sean ellos quienes puedan modelar la estructura del plan final de ejecución considerando las lecciones aprendidas y las mejores prácticas.

- Fase de ejecución

Una vez que se hayan completado suficientes pilotos y se hayan evaluado los resultados, compile el plan de ejecución final considerando las lecciones aprendidas y ajustes necesario.

Después de construir el plan, pasar a la fase de ejecución, confiando en gran medida en las habilidades del gestor de proyectos. Prepárese para los contratiempos y nuevas posibles situaciones inesperadas de bajo impacto, y asegúrese de que el proceso permita incorporar estas nuevas lecciones a medida que se avanza.

Desafíos clave

- Muchos líderes de TI intentan la migración a “la nube” en ausencia de una estrategia revisada o sin satisfacer los requisitos previos importantes, lo cual conduce a resultados parcialmente exitosos o directamente al fracaso.
- Las migraciones a “la nube” son complejas debido a la cantidad y los tipos de cargas de trabajo que deben migrarse y al número de posibles destinos y transformaciones.
- Aunque existen las mejores prácticas para planificar e implementar migraciones a “la nube”, deben adecuarse para que cada situación específica tenga éxito.
- Las metodologías de migración detalladas están disponibles en Gartner, pero esta información es demasiado detallada para que los líderes de TI consuman y actúen de manera eficiente. Los líderes de aplicaciones de TI necesitan un alto nivel, marco formal mediante el cual pueden guiar a sus equipos a lo largo del viaje migratorio.

E. Conclusión situación actual

El análisis sobre la situación actual de SDDC se enfocó en aspectos relacionados directamente a los objetivos de la presente investigación y que ayudan a entender cuáles son los factores principales que en la actualidad se consideran por las organizaciones a nivel mundial como desafíos, estrategias empleadas y mejores prácticas existentes para la implementación de SDDC; así como los beneficios y diferencias entre modelos de gestión de centro de datos bajo investigación. De tal manera que podemos encontrar una relación estrecha entre dichos factores y que permiten configurar la propuesta de solución. A manera de ejemplo podemos indicar que el análisis nos ha mostrado que la segunda causa más frecuente por

la cual las organizaciones deciden no adoptar SDDC es la “confiabilidad” la cual tiene que ver con la buena funcionalidad, precisión y ausencia de errores en los sistemas, este factor más adelante en el análisis detectamos que ha sido sobrellevado por organizaciones con caso de éxito mediante el pilotaje y validación en ambientes no críticos de los servicios SDDC, y así mismo se destaca la misma práctica como una “mejor práctica” recomendada por los asesores de mayor experiencia en el mercado. Por lo tanto, la combinación y el común denominador detectado entre lo que dicen o expresan actualmente las organizaciones, lo que ha resultado funcional en las organizaciones que han implementado SDDC con éxito, lo que se ha determinado como “beneficios” por los proveedores, y lo que sugieren a manera de “mejores prácticas” los asesores de mayor experiencia en el mercado, permitirá definir un paso a paso que sirva de propuesta de solución a la problemática planteada al inicio de la presente investigación.

V. Solución Propuesta

La presente investigación tiene como objetivo general, el diseñar un método para ejecutar la adopción de modelos de *Software Defined Datacenter* de manera estratégica. Por lo tanto es importante destacar que la solución que se presentara a continuación es de carácter estratégico y no técnico, esto quiere decir que la guía o paso a paso que se establece como solución no explica o ahonda en aspectos técnicos de componentes tecnológicos, configuraciones o similares, sino que es una guía que las organizaciones podrán utilizar como referencia para ejecutar acciones estratégicas que les brinde la orientación necesaria en el tema de *Software Defined Datacenter* desde la etapa de análisis de factibilidad hasta el proceso que asegure una adecuada implementación o migración de servicios en el centro de datos gestionado tradicional.

A. Diseño de la solución

Para el diseño de la solución, el investigador cuenta con información valiosa a partir del análisis de la situación actual y del marco conceptual, de donde se procederá a extraer prácticas, conceptos y metodologías que permitan configurar la solución. Para alcanzar dicho objetivo se ha definido en la figura 5.1 la metodología a seguir por parte del investigador.

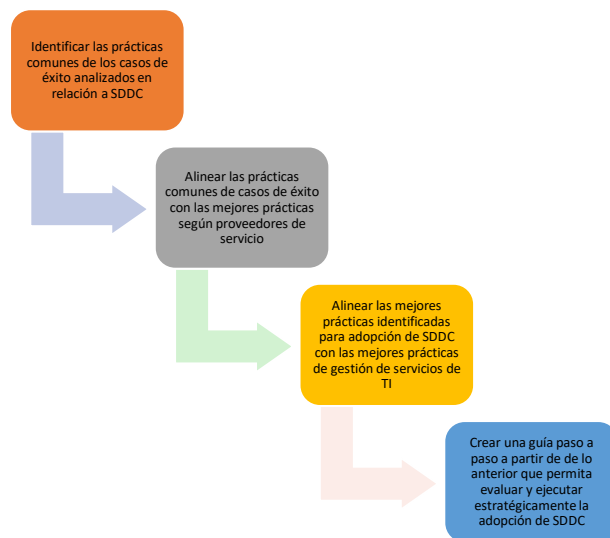


Figura 5.1. Metodología para el desarrollo de la solución

Fuente: Propia

1. *Prácticas comunes de los casos de éxito*

Ya en el capítulo anterior se expuso cuatro casos concretos de éxito en implementaciones de soluciones SDDC y mediante el debido análisis se logró determinar de manera superficial la estrategia que dichas organizaciones emplearon durante su proceso de adopción. Entre los casos existen algunas similitudes en relación al abordaje y decisiones estratégicas tomadas por las organizaciones, estas similitudes se identifican en la figura 5.2 a continuación y se denotan como “prácticas comunes”.

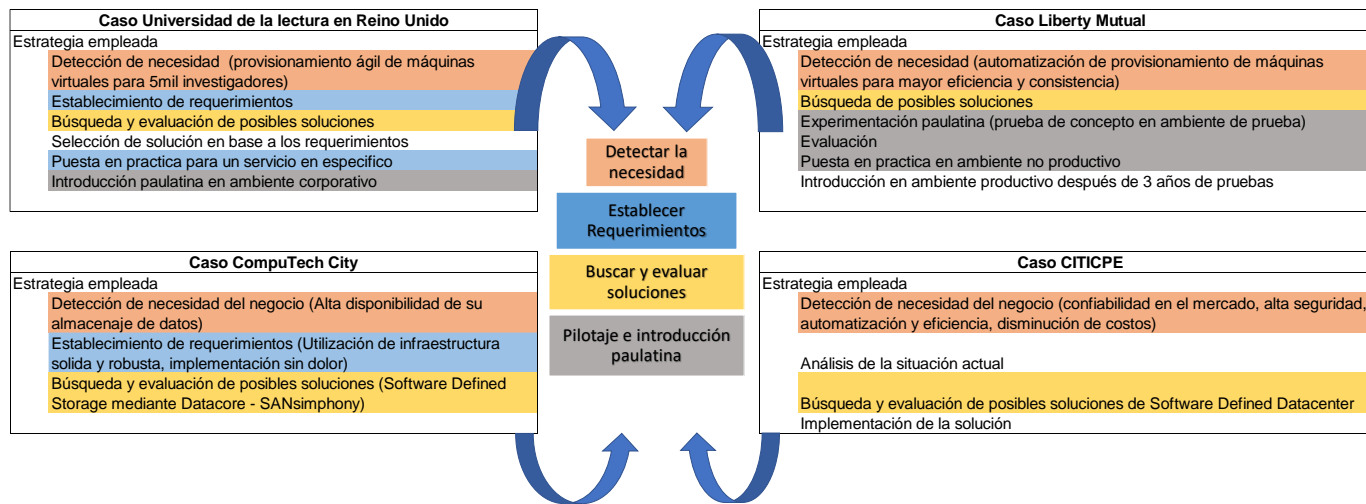


Figura 5.2. Prácticas comunes de los casos de éxito

Fuente: Propia

2. *Alineamiento de prácticas comunes de casos de éxito con las mejores prácticas según proveedores de servicio*

Tal y como se ha descrito en el capítulo anterior de la presente investigación, se seleccionó investigar la información disponible de dos de los más grandes actores en el campo de la asesoría e investigación sobre tecnologías de información a saber, TechRepublic mediante ZDNet y Gartner. En esta segunda fase de la metodología lo que se busca es obtener el resultado de lo que estas grandes empresas de asesoría sugieren junto con el resultado del análisis realizado sobre los casos de éxito obtenido en el punto anterior. De tal manera, la figura 5.3 nos ilustra la fusión descrita.



Figura 5.3. Fusión de las prácticas de adopción SDDC identificadas

Fuente: Propia

Detallando en relación a las prácticas identificadas, podemos concluir que TechRepublic y ZDNet presentan una serie de sugerencias importantes a considerar en el proceso de adopción de SDDC, pero en si no representan un paso a paso secuencial de lo que se debe realizar, por otra parte Gartner sugiere un paso a paso específico y completo por lo cual se tomaran las prácticas de Gartner como base y a ellas se le integrarán tanto las prácticas identificadas en el análisis de casos de éxito como las sugerencias de TechRepublic y ZdNet. Así,

en la figura 5.5 se logra identificar el resultado de esta integración, donde se obtiene un total de seis fases (una adicional a las sugeridas por Gartner), ya que al parecer Gartner no establece con claridad una etapa de planeación o evaluación inicial estratégica y la misma fue un común denominador en los casos de éxito analizados. Por lo tanto, no cabe duda alguna que debe ser incluida dentro de la solución propuesta.

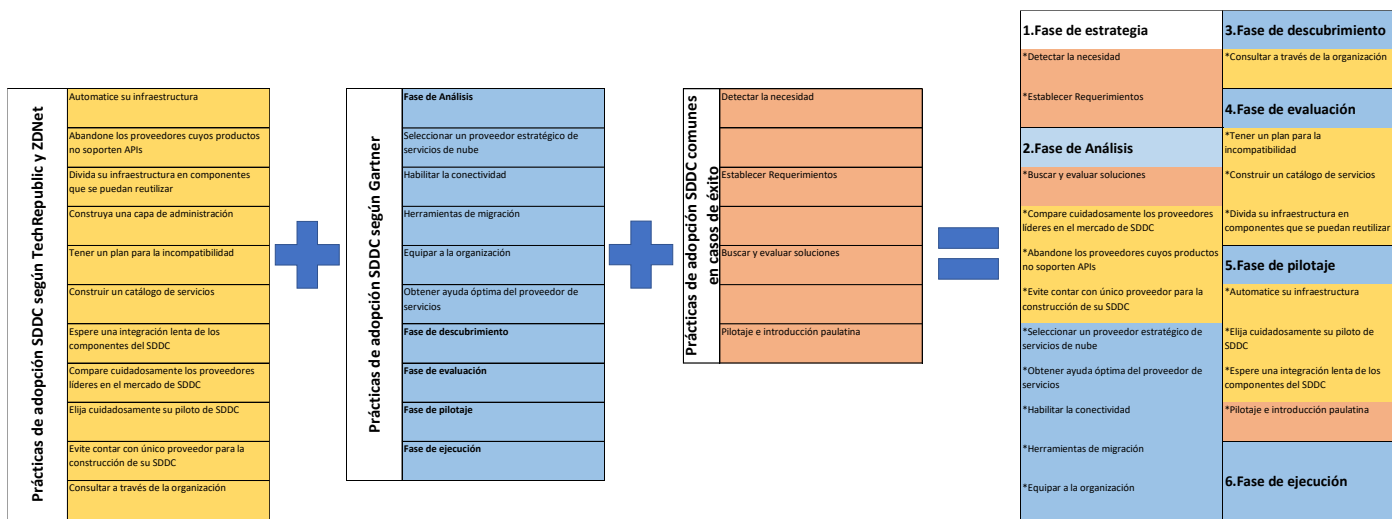


Figura 5.4. Integración de mejores prácticas de adopción SDDC

Fuente: Propia

3. *Alineamiento de las mejores prácticas identificadas de adopción SDDC con las mejores prácticas de gestión de servicios de TI*

Con el objetivo de asegurar que la solución brindada aborda o contiene los procesos, entradas y salidas necesarias para la adecuada gestión de servicios de TI, se ha decidido alinear el resultado del punto anterior con las fases y aspectos más relevantes de las mejores prácticas del ciclo de vida de ITIL. Este alineamiento, que se presenta en la figura 5.5, sucede de manera parcial ya que la solución no requiere abarcar muchas de las áreas del ciclo de vida, sino únicamente se consideran etapas y procesos que influyen directamente en el desarrollo de la solución propuesta.



Figura 5.5. Alineamiento de mejores prácticas de adopción SDDC con mejores prácticas de gestión de servicios de TI

Fuente: Propia

4. *Guía paso a paso para la evaluación y adopción de SDDC estratégica*

A partir del alineamiento de la fase anterior, se procede a elaborar una tabla al estilo RACI que servirá como la guía paso a paso de la solución propuesta. Como una referencia importante en la determinación de etapas, procesos y roles de las mejores prácticas se ha tomado la tabla del “Anexo E” que fue desarrollada y publicada por el Grupo IXL, para extraer aquella información que el investigador ha considerado como importante para la creación del paso a paso y que complementa de manera efectiva la serie de prácticas identificadas anteriormente en el proceso de investigación. La tabla 5.1 a continuación está conformada por un total de 27 pasos que sirven de guía estratégica para adoptar SDDC, de los cuales, los primeros 13 pasos se han determinado como críticos para poder ejecutar una fase de evaluación para SDDC; A diferencia de una tabla RACI regular, esta tabla 5.1 especifica cuáles son las posibles entradas y salidas para cada uno de los pasos correspondientes a las 3 etapas que conducen a la implementación y que fueron identificadas en la fase anterior del diseño de la presente solución. De tal manera que la tabla 5.1 corresponde a una guía paso a paso que puede ser empleada para evaluar o adoptar estratégicamente SDDC, indicando claramente cuáles roles dentro de la organización son responsables de ejecutar las acciones o mejores prácticas con la utilización de una serie de posibles entradas para entregar un resultado o salida en específico.

Guía estratégica de evaluación y adopción SDDC			Estrategia del Servicio	Diseño del Servicio										Transición del Servicio		R- Responsable, quien ejecuta Ai- Interesado, quien patrocina o se beneficia C- Consultado I- Informado				
Pasos para Evolucionar	Pasos para Adoptar	Descripción de la actividad / Rol	Alta Gerencia de la organización	Encargado de estrategia de servicios	Encargado de manejo de la demanda	Gerente Financiero	Encargado de diseño de servicio	Encargado de arquitectura de servicios	Encargado de pruebas de servicio	Encargado de servicios	Encargado de disponibilidad	Encargado de continuidad de servicio	Encargado de seguridad de servicio	Encargado de cumplimiento de servicio	Equipo de planeamiento y soporte	Encargado de cambios	Encargado de implementación	Encargado de retroalimentación	Posibles Entradas	Posibles Salidas
1	1	Desarrollar estrategia de TI para SDDC y objetivos alineados al negocio, detectar necesidades y definir requerimientos de negocio	A	R	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	I	I	I	Estrategia organizacional Estrategia actual de TI Ventajas y desventajas de SDDC Resultados de análisis, ejemplos: Lluvia de ideas, Causa-Efecto, FODA Requerimientos de demanda Nivel de servicio actual Regulaciones contractuales, legales o normativas Requerimientos de continuidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Documento estrategia de TI para SDDC: Definición, Objetivos, planes Documento Cuadro de Mando Integral o Balanced Scorecard
2	2	Consultar a través de la organización, levantamiento detallado de los servicios a migrar a SDDC con dependencias	C	C	C	I	I	R	C	R	C	C	C	C	C	C	I	I	Inventario de equipos Diagramas de flujo Diagramas de arquitectura Inventario de aplicaciones y plataformas con detalles de estimaciones de utilización de recursos de computo, redes, almacenaje Requerimientos de demanda Nivel de servicio actual Requerimientos de continuidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Documento con inventario detallado de servicios ofrecidos a través del centro de datos en sitio: equipos y tecnologías, aplicaciones, conectividad, redundancias, dependencias, requerimientos de computo, redes y almacenaje
3	3	Buscar y evaluar opciones de SDDC, comparar y descartar quienes no soportan APIs para SDDC	C	A	C	C	R	C	I	I	C	C	C	C	C	C	I	C	Cartera de proveedores actual Cuadrante mágico de Gartner para servicios relacionados a SDDC Requerimientos de demanda Nivel de servicio actual Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición Benchmarking Políticas de la empresa, procesos de licitación o similares, criterios de selección	Documento de selección de proveedor o proveedores de soluciones SDDC según el o los criterios aplicados
4	4	Seleccionar un proveedor estratégico de servicios de nube para integraciones SaaS, IaaS, PaaS	C	A	I	I	R	C	C	C	C	C	C	C	C	I	I	I	Cartera de proveedores actual Cuadrante mágico de Gartner para servicios relacionados a IaaS, PaaS, SaaS Benchmarking Políticas de la empresa, procesos de licitación o similares, criterios de selección	Documento de selección de proveedor o proveedores de soluciones IaaS, PaaS, SaaS según el o los criterios aplicados
5	5	Determinar cuáles componentes de la infraestructura se pueden reutilizar	C	C	I	I	R	C	C	C	C	C	C	C	C	I	I	I	Inventario detallado del paso 2 Retroalimentación del proveedor y documentación técnica de aplicaciones, equipos, plataformas Requerimientos de demanda Nivel de servicio actual Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Documento análisis de reutilización de recursos actuales
6	6	Planear sobre la posible incompatibilidad de SDDC (hardware o APIs)	C	C	I	I	R	C	C	C	C	C	C	C	C	I	I	I	Inventario detallado del paso 2 Retroalimentación del proveedor y documentación técnica de aplicaciones, equipos, plataformas Requerimientos de demanda Nivel de servicio actual Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Documento análisis de incompatibilidad de SDDC con sus respectivas propuestas de solución
7	7	Realizar análisis de riesgo de SDDC	R	C	C	C	A	R	C	R	R	R	R	C	C	R	R	R	Requerimientos de demanda Presupuesto, datos financieros Nivel de servicio actual Regulaciones contractuales, legales o normativas Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Documento de análisis de posibles riesgos con la implementación de SDDC Análisis Causa-Efecto Lluvia de ideas FODA
8	8	Realizar análisis de impacto de negocio para SDDC	R	C	C	C	A	R	C	R	R	R	R	C	I	I	I	I	Requerimientos actuales de negocio Requerimientos futuros de negocio Actuales SLAs/OIAs y análisis de incidencias Requerimientos de demanda Nivel de servicio actual Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Documento de análisis del posible impacto al negocio con la implementación de SDDC

Guía estratégica de evaluación y adopción SDDC			Estrategia del Servicio	Diseño del Servicio	Transición del Servicio	R- Responsable, quien ejecuta Ai- Interesado, quien patrocina o se beneficia Co- Consultado I- Informado	Posibles Entradas	Posibles Salidas												
Pasos para Evaluar	Pasos para Adoptar	Descripción de la actividad / Rol	Alta Gerencia de la organización	Investigación de estrategia de servicios	Investigación de ejemplo de la demanda	Gerente Financiero	Investigación de diseño de servicio	Investigación de requisitos de servicio	Investigación de requisitos de transición	Investigación de requisitos de seguridad	Investigación de requisitos de continuidad de servicio	Investigación de requisitos de capacidad de servicio	Investigación de requisitos de seguridad de servicio	Investigación de requisitos de transición de servicio	Equipo de planeamiento y soporte	Investigación de cambios	Investigación de implementación	Investigación de validaciones		
9	9	Realizar un plan de disponibilidad de SDDC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	R	R	R	C	C	C	C	Requerimientos de demanda Presupuesto, datos financieros Nivel de servicio actual Regulaciones contractuales, legales o normativas Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Documento que define los niveles de disponibilidad requerida en los servicios para SDDC
10	10	Realizar un plan de capacidad de SDDC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	R	R	R	C	C	C	C	Requerimientos de demanda Presupuesto, datos financieros Nivel de servicio actual Regulaciones contractuales, legales o normativas Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Documento que establece la capacidad requerida en cada uno de los servicios para SDDC
11	11	Definir la política de seguridad para SDDC	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	R	R	C	C	C	C	Requerimientos de demanda Presupuesto, datos financieros Nivel de servicio actual Regulaciones contractuales, legales o normativas Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Documento que establece los requerimientos de seguridad en cuanto a datos, accesos, medios, etc. Para los servicios en SDDC
12	12	Planear la automatización de la infraestructura de SDDC	C	C	C	I	I	R	C	C	C	C	C	R	R	C	C	I	Requerimientos de demanda Presupuesto, datos financieros Nivel de servicio actual Regulaciones contractuales, legales o normativas Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Documento que describe los componentes, aplicaciones y recursos a emplear para la implementación de SDDC y como se va a realizar
13	13	Desarrollar un modelo de costo- beneficio de SDDC	A	R	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Requerimientos de demanda Presupuesto, datos financieros Nivel de servicio actual Regulaciones contractuales, legales o normativas Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Documento que represente la viabilidad del proyecto en términos financieros (IR, VAN, RD), etc.)
14	14	Incluir el nuevo servicio de SDDC en el portafolio o cartera de servicios (si existe)	C	A	C	C	R	R	R	R	C	C	C	R	R	R	R	R	Requerimientos de demanda Presupuesto, datos financieros Nivel de servicio actual Regulaciones contractuales, legales o normativas Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Incluir el nuevo servicio en la cartera de servicios que se encuentran en proceso de implementación junto con los detalles correspondientes
15	15	Definir presupuesto y futuros requerimientos económicos para SDDC	C	R	C	A	R	C	C	C	C	C	R	R	C	C	C	C	Requerimientos de demanda Presupuesto, datos financieros Nivel de servicio actual Regulaciones contractuales, legales o normativas Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Establecer presupuesto a corto, mediano y largo plazo para SDDC
16	16	Equipar a la organización creando un equipo de expertos para la migración y soporte de SDDC	C	A	I	C	R	I	I	I	I	I	C	C	C	C	C	C	Presupuesto Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición, habilidades y conocimientos requeridos	Conformar un equipo técnicamente capaz de ejecutar la migración y soporte de SDDC
17	17	Obtener ayuda óptima del proveedor de servicios para construir habilidades en el equipo interno para soporte de SDDC	I	A	I	I	R	I	I	I	I	I	C	C	C	C	C	C	Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición, habilidades y conocimientos requeridos	Documento que identifique las habilidades, conocimientos necesarios que el proveedor se encargara de transmitir para efectos de asegurar un soporte adecuado post-implementación
18	18	Incluir SDDC dentro del plan de continuidad de negocio	A	R	C	C	R	R	R	R	R	R	R	C	C	C	C	C	Requerimientos de demanda Presupuesto, datos financieros Nivel de servicio actual Regulaciones contractuales, legales o normativas Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Documento que define cómo la organización recuperará o continuará la operación de servicios de SDDC en el nivel acordado en los requerimientos de negocio
19	19	Habilitar la conectividad, planear los requerimientos de conectividad necesarios para la migración de datos y requerimientos de utilización de ancho de banda para SDDC	C	R	C	A	R	C	C	C	R	R	R	C	C	C	C	C	Requerimientos de demanda Presupuesto, datos financieros Nivel de servicio actual Regulaciones contractuales, legales o normativas Requerimientos de continuidad Requerimientos de disponibilidad Requerimientos de capacidad Requerimientos de seguridad Requerimientos de transición	Documento que establece los requerimientos de conectividad necesarios para la migración, implementación y puesta en marcha de SDDC

5. Procedimiento de implementación

La Tabla 5.1 corresponde a la solución propuesta de la presente investigación, y la misma tiene la particularidad de proporcionar una guía o paso a paso que se diseñó con el objetivo de ser empleado como procedimiento de implementación. Cabe destacar que dicho procedimiento de implementación no señala el período o duración estimada para cada uno de los pasos debido a que se trata de un valor variable que en la gran mayoría de los casos depende del nivel de complejidad de cada organización, de sus objetivos establecidos, recursos disponibles y de los servicios e infraestructura que se desea adoptar en SDDC.

6. Piloto de aplicación de la solución

Para efecto de comprobar la funcionalidad de la solución propuesta desarrollada a través de la presente investigación, se ha seleccionado la aplicación de la misma en una organización que actualmente gestione el modelo tradicional de centro de datos.

Según lo comentado en el punto anterior, en relación al procedimiento de implementación, el factor del tiempo es una variable compleja de estimar hasta que se logre alcanzar cierto nivel de entendimiento en relación a la situación actual de la organización y sus objetivos, de tal manera que el piloto abarcará únicamente lo que en la solución se ha definido como “pasos para evaluar” y cuyo resultado final permitirá que la organización tome la decisión de adoptar o no adoptar el modelo de gestión SDDC bajo el soporte de criterios estratégicos y económicos.

La organización elegida para correr el piloto de la solución propuesta es la empresa Align Technology de Costa Rica, la cual se detalla en el marco referencial de la presente investigación. Align Technology de Costa Rica es una empresa que cuenta con diversas operaciones y servicios dependientes de cierta cantidad de

recursos administrados localmente y que se gestionan en su totalidad bajo el modelo tradicional de centro de datos. La empresa ha demostrado un crecimiento constante a través de los años, innovando sus productos y servicios al ritmo que el mercado y la tecnología avanzan. De tal manera que para Align Technology de Costa Rica, la ejecución del presente piloto es sin duda de gran valor para poder tomar decisiones que le permitan seguir compitiendo.

A continuación, se presentarán uno a uno los 13 pasos identificados en la solución propuesta para la evaluación estratégica de la adopción de SDDC en la empresa Align Technology de Costa Rica:

Paso 1. Desarrollar estrategia de TI para SDDC y objetivos alineados al negocio, detectar necesidades y definir requerimientos de negocio.

La empresa Align Technology a nivel corporativo cuenta con una estrategia de “la nube” claramente definida, la cual cubre aquellas aplicaciones y servicios críticos empresariales-globales en donde de manera implícita el tema de SDDC se considera incluido. A nivel local, en Costa Rica, la infraestructura y servicios que se ofrecen o alojan localmente no tienen el alcance empresarial-global y por lo tanto se escapan del radar de la política corporativa a la cual hacemos referencia. Por lo tanto, a través de la consulta a la Gerencia de TI de Align Technology de Costa Rica, se ha determinado que no existe una política formalmente establecida para el tema de SDDC y “la nube”; sin embargo, si existen componentes estratégicos definidos tanto del lado del negocio como de TI que eventualmente soportarían o apoyarían una estrategia de SDDC.

A continuación, a través de la figura 5.6 se presenta el mapa de *Balanced Scorecard* de TI (IT BSC) vinculado al *Business Balanced Scorecard* (BU BSC) para alinear estratégicamente la gobernanza de TI con el negocio en relación al tema de SDDC en la empresa Align Technology de Costa Rica, el mismo se ha creado a través de la recopilación de estrategias actuales de la organización.



Figura 5.6. Mapa de *Balanced Scorecard* para TI y el negocio – Align Technology de Costa Rica
Fuente: Propia

De la figura 5.6 y con la información de las ventajas ofrecidas del modelo SDDC de la tabla 4.2, se puede inferir que la implementación de SDDC para Align Technology de Costa Rica es válida ya que contribuiría a alcanzar la mayoría de los factores estratégicos de TI tales como el nivel de servicio, reducción de riesgos, automatización, escalabilidad, flexibilidad y mejora del servicio. No obstante, la reducción en costos fijos de operación es algo que se puede determinar hasta conocer el resultado del análisis costo-beneficio que se puede ejecutar cuando se determine con certeza la solución requerida y el costo que involucra su posible implementación. Por lo tanto, hasta este punto se asume que la política definida apoya la iniciativa de evaluar y adoptar el modelo de SDDC.

Paso 2. Consultar a través de la organización, levantamiento detallado de los servicios a migrar a SDDC con dependencias

El siguiente inventario corresponde a la variedad y no a la cantidad de componentes que se encuentran en el centro de datos de Align Technology de Costa Rica. La cantidad de equipos no es un factor significativo para el análisis de compatibilidad en los pasos #5 y #6.

Cómputo		
Parte	Modelo	Manufacturero
Enclosure	BladeSystem c7000 Enclosure G2	HP
OA	BladeSystem c7000 DDR2 Onboard Administrator with KVM	HP
Blade Server	ProLiant BL460c G6	HP
Blade Server	ProLiant BL460c G7	HP
Blade Server	ProLiant BL460c G8	HP
Blade Server	ProLiant BL460c G9	HP
Ethernet Module	HP VC Flex-10 Enet Module	HP
SAN Switch	HP B-series 8/12c SAN Switch BladeSystem c-Class	Brocade
Almacenamiento		
Storage	FAS8040-R7	NETAPP
Switch	Brocade	BSWITCH-6510-R7
Storage	DD2500 - DataDomain	EMC
Hiper Convergencia		
Hyper Converged	PowerEdge VRTX	DELL
Blade Server	PowerEdge M630	DELL
RAID	H330/H730/H730P	DELL
Redes		
Core Switch	Cisco C6840-X-LE-40G	CISCO
Core Switch	Cisco C3650 x2 stack	CISCO
Wireless Controller	Cisco WLC 5520	CISCO
Wireless Controller	Cisco WLC 5520	CISCO
Firewall	PA-5220	PALO ALTO
Firewall	PA-5220	PALO ALTO
Firewall	PA-3050	PALO ALTO
Firewall	PA-3050	PALO ALTO
Switch Nexus 9K	Cisco N9K-C93180YC-EX	CISCO
Switch Nexus 9K	Cisco N9K-C93180YC-EX	CISCO
Nexus fabric extender	N9K-C93180YC-EX	CISCO
Cisco edge switch (CC-2960CX)	Cisco WS-C2960CX-8TC-L	CISCO
Cisco edge switch (C-2960CX)	Cisco WS-C2960CX-8TC-L	CISCO
Accelerator	CX3070H	RIVERBED
Router	Cisco ISR4431	CISCO
Virtualización		
Client and vCenter	vSphere 6.0	Vmware

Tabla 5.2. Inventario de componentes del centro de datos – Align Technology de Costa Rica

Fuente: Propia

A su vez se realiza un inventario de servidores en los cuales corre la serie de servicios y aplicaciones. Cabe indicar que la totalidad de servidores son virtuales y no existe ninguna aplicación que sea dependiente de hardware, sino que todas corren en el ambiente virtualizado. Esta información puede ser empleada en el análisis de capacidad y de disponibilidad. Algunos detalles como los nombres de servidores, roles que ejecutan y nombres de aplicaciones han sido omitidos del presente análisis con el fin de proteger la propiedad intelectual, además de que ese tipo de información es irrelevante para el desarrollo del piloto.

Guest OS	vCPUs	Memory (GB)	Storage Allocated (GB)	Used Storage (GB)	Alta disponibilidad
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	2	32	360.01	38.82	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	2	8	400	33.44	no
Microsoft Windows 7 (64-bit)	4	8	85.01	60.13	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	16	32	2198	1548.63	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	2	8	200.03	159.94	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	16	500	32.89	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	12	117.76	50.72	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	2	8	58.42	46.86	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	4	16	180.01	130.26	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	1	6	86.19	79.94	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	1	4	40.01	35.79	no
Microsoft Windows 10 (64-bit)	4	16	50.1	28.26	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	1	4	40	38.49	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	2	8	98.02	96.26	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	2	8	105.3	102.54	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	2	16	120.01	50.04	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	8	16	260.76	238.64	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	16	140	118.72	no
Red Hat Enterprise Linux 5 (64-bit)	2	8	100.01	13.3	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	2	8	180	51.84	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	32	120.01	74.33	no
Microsoft Windows 10 (64-bit)	2	8	80	79.38	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	8	32	120	115.56	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	2	4	60.06	60.06	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	16	131.14	51.94	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	16	121.29	46.12	no
Other 3.x or later Linux (64-bit)	4	12	793	15.83	no
Other 3.x or later Linux (64-bit)	4	32	152	17.11	no
Red Hat Enterprise Linux 6 (64-bit)	1	2	25	4.05	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	2	4	60	29.05	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	2	6	234.15	183.78	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	1	2	50	10.76	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50.01	45.86	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50	14.25	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50	7.22	no
Microsoft Windows 10 (64-bit)	8	16	80	79.08	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50	14.43	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50	17.15	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	2	4	100.01	26.59	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	4	200.02	199.6	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	8	200	51.88	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	8	50	19.15	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	8	50	17.69	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	8	50	18.23	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	8	100.02	70.7	no
SUSE Linux Enterprise 11 (64-bit)	4	16	191.43	81.17	no
Red Hat Enterprise Linux 6 (64-bit)	4	11	63584.5	63488	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	4	12	112.17	37.68	no
Microsoft Windows 10 (64-bit)	2	8	50.01	36.2	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	16	164.37	99.63	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	1	2	50.01	7.94	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50	9.66	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50.01	9.11	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	4	4	50	5.61	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50	14.9	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50	11.13	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	1	4	30.01	12.84	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	8	32	150	119.2	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	2	4	50	29.38	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	2	20	150.02	144.97	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	4	16	150	131.68	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	2	16	120.01	88.81	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	4	16	150	135.57	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	2	16	120	115.96	no
Microsoft Windows 7 (64-bit)	1	4	50.01	49.82	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	4	16	120.01	90.17	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	40	4.26	no

Guest OS	vCPUs	Memory (GB)	Storage Allocated (GB)	Used Storage (GB)	Alta disponibilidad
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	40	4.33	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	8	16	141.31	141.31	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	8	16	100	99.92	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	8	16	100.03	100.03	no
Red Hat Enterprise Linux 6 (64-bit)	1	2	25	8.02	no
Microsoft Windows 7 (64-bit)	1	2	85.8	75.52	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	32	300	246.38	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	2	4	50	35.79	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	2	4	50	13.48	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	2	8	100.01	79.14	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	2	4	40	39.59	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	16	32	730.59	694.16	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	16	160	159.91	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	8	16	220	17.76	no
FreeBSD (64-bit)	2	2	20	5.73	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	40	3.79	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	40.01	4.7	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	40	3.76	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	40	4.32	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	1	2	50	10.27	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	1	2	58.9	12.23	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	4	8	80.01	46.08	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	4	8	50	45.85	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	80	44.62	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	80	13.58	no
Microsoft Windows 8 (64-bit)	2	4	60.02	59.83	no
Microsoft Windows 7 (64-bit)	2	4	50.08	50.08	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50	16.17	no
Microsoft Windows 8 (64-bit)	2	4	50	48.57	no
Microsoft Windows 8 (64-bit)	2	4	50.01	49.13	no
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50	9.3	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	1	4	30.01	12.84	no
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	8	32	150	119.2	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	2	4	50	29.38	no
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	2	20	150.02	144.97	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	4	16	150	131.68	no
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	2	16	120.01	90.17	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	40	4.06	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	40	4.33	si
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	8	16	141.31	141.31	si
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	8	16	100	99.92	si
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	8	16	100.03	100.03	si
Red Hat Enterprise Linux 6 (64-bit)	1	2	25	8.02	si
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	32	300	246.38	si
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	2	4	50	35.79	si
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	2	4	50	13.48	si
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	2	8	100.01	79.14	si
Microsoft Windows Server 2008 R2 (64-bit)	2	4	40	39.59	si
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	16	32	730.59	694.16	si
Microsoft Windows Server 2012 (64-bit)	4	16	160	159.91	si
Microsoft Windows Server 2016 (64-bit)	8	16	220	17.76	si
FreeBSD (64-bit)	2	2	20	5.73	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	40	3.79	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	40.01	4.7	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	40	3.76	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	40	4.32	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	1	2	50	10.27	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	1	2	58.9	12.23	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	4	8	80.01	46.08	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	4	8	50	45.85	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	80	44.62	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50	13.58	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50	16.17	si
CentOS 4/5/6/7 (64-bit)	2	4	50	9.3	si

Tabla 5.3. Inventario de máquinas virtuales – Align Technology de Costa Rica

Fuente: Propia

Paso 3. Buscar y evaluar opciones de SDDC, comparar y descartar quienes no soportan APIs para SDDC

El investigador en conjunto con la organización ha seleccionado la solución de SDDC por evaluar, considerando los siguientes factores o criterios:

- Cuadrante Mágico de Gartner para temas de *Software Defined*
- Proveedores y soluciones de confianza para Align Technology de Costa Rica
- Soporte de APIs

De acuerdo con la figura 5.7, en el reciente estudio de Gartner realizado en el año 2018 para *Software Defined Network*, el líder del mercado en dicha solución es Cisco con su producto ACI (Infraestructura Centrada en Aplicaciones de Cisco). Cisco ACI es una solución de redes definidas por software (SDN) que posibilita la agilidad de las aplicaciones y la automatización del centro de datos. De tal manera que no únicamente trabaja la capa de redes, sino que también permite automatizar el centro de datos a través de APIs para virtualización, almacenaje y cómputo, presentadas al usuario mediante una interface de servicio al cliente.

De la tabla 5.2, se logra determinar que el 67% de la infraestructura de redes de Align Technology de Costa Rica corre en productos y tecnologías de la marca Cisco; adicionalmente a nivel estratégico la compañía considera que es prudente procurar en la misma línea ya que es un estándar organizacional que garantiza disponibilidad de recursos de soporte y confianza. Por lo tanto, lo anterior junto con la información del cuadrante mágico de Gartner, soporta la decisión de explorar en el presente piloto la solución de Cisco ACI como solución de SDDC.



Figura 5.7. Cuadrante mágico de Gartner 2018 para *Software Defined Network*

Fuente: Gartner. (11 de July de 2018). *Magic Quadrant for Data Center Networking*. Obtenido de www.gartner.com: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-56H26I2&ct=180711&st=sb>

Para la selección del proveedor de la solución de Cisco ACI, se ha considerado la cartera de proveedores de Align Technology de Costa Rica, en la cual figura la empresa Vinet como socio con certificación premier de Cisco que cuenta adicionalmente con la certificación *Advanced Collaboration Architecture Specialization*, por lo tanto podemos afirmar que Vinet es un proveedor de confianza para la organización que cuenta con la experiencia y conocimientos necesarios para no solamente proveer *hardware* o *software* sino para participar activamente en el proceso de la arquitectura de la solución, implementación y soporte.

Paso 4. Seleccionar un proveedor estratégico de servicios de nube para integraciones SaaS, IaaS, PaaS

La empresa Align Technology a nivel global tiene definido a Amazon Web Services (AWS por sus siglas en inglés) como estándar de alojamiento de servicios SaaS, IaaS, PaaS que se decidan adquirir. Por lo tanto, en caso de requerir un proveedor estratégico que permita integrar la solución SDDC con “la nube”, esta deberá de ser AWS.

Pasos 5 y 6. Determinar cuáles componentes de la infraestructura se pueden reutilizar. Planear sobre la posible incompatibilidad de SDDC (hardware o APIs).

A través del análisis, investigación, consulta y participación del proveedor Vinet (con role de diseño del servicio) se ha conformado la tabla 5.4 donde se logra identificar los componentes de la infraestructura que pueden ser empleados para una implementación de SDDC en el centro de datos en sitio. En la tabla se determinan como incompatibles aquellos componentes de *hardware* que no están en capacidad de comunicarse con el orquestador de Cisco llamado APIC la cual depende de APIs RESTful, HPE OneView, Cisco DNA y protocolo OOB para su operación, la lista de *hardware* ha sido revisada con la matriz oficial de compatibilidad de Cisco ACI que publica el fabricante en su sitio web oficial, así como con documentación oficial de HP y Netapp. Ahora bien, la incompatibilidad no necesariamente quiere decir que dichos componentes deben de ser descartados o reemplazados en el rediseño del modelo de gestión de centro de datos para SDDC, estos componentes en su gran mayoría pueden ser reutilizados con la limitante de que el orquestador de la solución SDDC no tendría control sobre ellos. Un punto alto a favor de la solución SDDC que se está evaluando es que es compatible al ciento por ciento con la plataforma de virtualización actualmente utilizada (vSphere 6.0) mediante el protocolo *Out Of Band Control* y esto permite la automatización de la capa de recursos ya virtualizados; si se encontraran dificultades técnicas para manipular el almacenaje o el cómputo mediante automatización a nivel de la capa física con Cisco ACI, esto no evitaría

la automatización y el cumplimiento de los requerimientos estratégicos mencionados en la figura 5.6, sin necesidad de reinvertir para reemplazar el *hardware* actual. Por último, se destaca que todos los equipos actuales pueden ser reutilizados en la solución de Cisco ACI.

Cómputo					
Parte	Modelo	Manufacturero	APIs /RESTful /Cisco DNA / OutOfBand / Oneview	Incompatible	Reutilizar
Enclosure	BladeSystem c7000 Enclosure G2	HP	si	no	si
OA	BladeSystem c7000 DDR2 Onboard Administrator with KVM	HP	si	no	si
Blade Server	ProLiant BL460c G6	HP	si	no	si
Blade Server	ProLiant BL460c G7	HP	si	no	si
Blade Server	ProLiant BL460c G8	HP	si	no	si
Blade Server	ProLiant BL460c G9	HP	si	no	si
Ethernet Module	HP VC Flex-10 Enet Module	HP	si	no	si
SAN Switch	HP B-series 8/12c SAN Switch BladeSystem c-Class	Brocade	si	no	si
Almacenamiento					
Storage	FAS8040-R7	NETAPP	si	no	si
Switch	Brocade	BSWITCH+6510-R7	si	no	si
Storage	DD2500 - DataDomain	EMC	no	si	si
Hiper Convergencia					
Hyper Converged	PowerEdge VRTX	DELL	no	si	si
Blade Server	PowerEdge M630	DELL	no	si	si
RAID	H330/H730/H730P	DELL	no	si	si
Redes					
Core Switch	Cisco C6840-X-LE-40G	CISCO	si	no	si
Core Switch	Cisco C3650-x2 stack	CISCO	si	no	si
Wireless Controller	Cisco WLC 5520	CISCO	si	no	si
Wireless Controller	Cisco WLC 5520	CISCO	si	no	si
Firewall	PA-5220	PALO ALTO	si	no	si
Firewall	PA-5220	PALO ALTO	si	no	si
Firewall	PA-3050	PALO ALTO	si	no	si
Firewall	PA-3050	PALO ALTO	si	no	si
Switch Nexus 9K	Cisco N9K-C93180YC-EX	CISCO	si	no	si
Switch Nexus 9K	Cisco N9K-C93180YC-EX	CISCO	si	no	si
Nexus fabric extender	N9K-C93180YC-EX	CISCO	si	no	si
Cisco edge switch (CC-2960CX)	Cisco WS-C2960CX-8TC-L	CISCO	si	no	si
Cisco edge switch (C-2960CX)	Cisco WS-C2960CX-8TC-L	CISCO	si	no	si
Accelerator	CX3070H	RIVERBED	no	si	si
Router	Cisco ISR4431	CISCO	si	no	si
Virtualización					
Client and vCenter	vSphere 6.0	Vmware	si, Out of Band control protocol	no	si

* Datos de compatibilidad analizados mediante:
<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/data-center-virtualization/application-centric-infrastructure/solution-overview-c22-732445.html>
<https://www.netapp.com/us/media/tr-4036.pdf>
<https://support.hpe.com/hpsc/doc/public/display?docId=c04770680>

Tabla 5.4. Cuadro de equipos reutilizables y su compatibilidad

Fuente: Propia

Paso 7. Realizar análisis de riesgo de SDCC

Según ITIL (Great Britain. Office of Government Commerce, 2007), por definición el riesgo es un posible evento que pueda causar un daño, pérdida o afectación en la habilidad de la organización para alcanzar sus objetivos. Para el presente piloto se ha considerado analizar los posibles riesgos de diseño y de transición-

operación mediante el uso de la herramienta de lluvia de ideas en la siguiente figura 5.8.

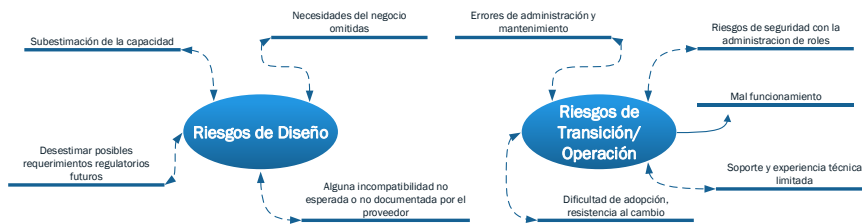


Figura 5.8. Análisis de lluvia de ideas para el riesgo de implementación SDDC en Align Technology de Costa Rica

Fuente: Propia

Paso 8. Realizar análisis de impacto de negocio para SDDC

A partir del paso #7 donde se identificaron posibles riesgos en las diversas etapas, se ha construido y ejecutado el análisis de riesgo de la tabla 5.5. Estableciendo prioridades de acuerdo con las buenas prácticas con el fin de que sean tratadas de tal manera. No se logran detectar prioridades #1 o #2, por lo cual las prioridades son medias y bajas lo que da tranquilidad a la organización en relación a la solución que se busca implementar.

Etapa	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Prioridad	Medida preventiva
Diseño	Subestimación de la capacidad	Baja	Alto	3	Monitorear con la puesta en marcha del servicio, si se esta incrementando la demanda de algunos recursos. Por ejemplo: mayor solicitud de creación de maquinas virtuales
Diseño	Desestimar posibles requerimientos regulatorios futuros	Baja	Medio	4	Realizar una revisión o consulta periódica
Diseño	Necesidades del negocio omitidas	Media	Medio	3	Comunicación clara con los clientes del servicio en relación a las funcionalidades antes de la toma de decisión. Escuchar posibles necesidades adicionales, evaluar su factibilidad técnica y Costo/Beneficio
Diseño	Alguna incompatibilidad no esperada o no documentada por el proveedor	Baja	Medio	4	Aseguramiento de soporte del vendedor/producto durante su vida útil
Transición/Operación	Errores de administración y mantenimiento	Baja	Medio	4	Capacitación de personal Procesos de solicitud de cambios
Transición/Operación	Dificultad de adopción, resistencia al cambio	Media	Medio	3	Campaña de mercadeo tanto hacia los equipos de TI como hacia los usuarios finales
Transición/Operación	Riesgos de seguridad con la administración de roles	Baja	Medio	3	Diseño adecuado, controles para su monitoreo, aprobaciones y delegación
Transición/Operación	Mal funcionamiento	Baja	Alto	3	Verificar funcionalidad en ambientes de piloto y no productivos pero con condiciones iguales a las reales
Transición/Operación	Soporte y experiencia técnica limitada	Media	Medio	3	Capacitación de personal Soporte del vendedor

Criterio de Prioridad			
Probabilidad/Impacto	alto	medio	bajo
alta	1	2	3
media	2	3	4
baja	3	4	5

Tabla 5.5. Tabla de riesgo, impacto y prioridad para la implementación SDDC en Align Technology de Costa Rica

Fuente: Propia

Paso 9. Realizar un plan de disponibilidad de SDDC

En relación al tema de disponibilidad, la solución deberá contar con alta disponibilidad en todos sus componentes y a su vez permitir que la infraestructura actual continúe funcionando con el mismo esquema de alta disponibilidad que se tiene tanto a nivel de redes, como almacenaje y cómputo. Como estrategia adicional se ha solicitado contar con la posibilidad de utilizar servicios de cómputo en “la nube” como posible redundancia para aplicaciones o servicios considerados como críticos. De la tabla 5.3 del inventario actual se logra determinar una cantidad de servidores cercana a los treinta para los cuales se buscaría evaluar a futuro la posibilidad de contar con una alta disponibilidad en un servicio SDDC que no se encuentre en sitio. Por lo tanto, la opción definida en el paso #4 es requerida dentro de la solución técnica de SDDC que se propone más adelante.

Paso 10. Realizar un plan de capacidad de SDDC

Align Technology de Costa Rica cuenta con un proceso de análisis de capacidad que se realiza anualmente en donde se analizan las proyecciones o pronósticos del negocio con el fin de realizar la planeación y ajuste adecuado de recursos a mediano y largo plazo. La automatización del centro de datos mediante SDDC en este caso debe proveer una opción viable para el crecimiento o aprovisionamiento de recursos de manera más controlada y efectiva, por lo que una vez más se desea contar con la opción de poder integrar servicios de cómputo en “la nube”. Los recursos y capacidad disponible en el centro de datos en sitio se desean seguir administrando y planeando como hasta el día de hoy, y de ser posible contar con herramientas que faciliten el análisis para sacar mejor provecho de los mismos.

Paso 11. Definir la política de seguridad para SDDC

Los requerimientos de seguridad para la solución de SDDC son los siguientes:

- Aplicación de accesos y políticas basadas en roles: administradores, aprobadores, usuarios, operadores, monitoreo
- Autenticación integrada a través de dominio de *Active Directory*
- Administración y protección de las cuentas *root*
- Encriptación del tráfico de los *Fabric Links* 802.1AE con MKA

Paso 12. Planear la automatización de la infraestructura de SDDC

Mediante el análisis de la información de todos los pasos anteriores, el responsable de diseño junto con el importantísimo apoyo del arquitecto de soluciones del proveedor Vinet y el aporte de los equipos de planeación y transición, han establecido una propuesta técnica de solución SDDC siguiendo las buenas practicas recomendadas por el fabricante.

La solución permitirá:

- Administrar y automatizar todos los equipos Cisco de la infraestructura mediante el empleo de del orquestador APIC y Cisco DNA disponible en sitio (inclusive la red Wireless)
- Administrar y automatizar acciones en el *firewall* mediante el orquestador APIC y APIs
- Administrar y automatizar el ambiente de virtualización de servidores mediante el orquestador APIC y OOB (vSphere).
- Conectar el orquestador APIC con servicios de computo en “la nube”
- Encriptar el tráfico de datos y cumplir con los requisitos de seguridad
- Proveer una interface de “auto servicio” con rápida entrega de servicios
- Reutilizar toda la infraestructura actual y no requiere de inversiones adicionales en almacenaje, virtualización o cómputo

La solución propuesta no requiere una re-arquitectura significativa de la infraestructura actual sino la reconfiguración y adición de mayor recurso en la capa existente “Fabric” a lo que se le llamara “*Leaves*” y la adición de una capa adicional de redes que se llamara “*Spine*”, a esto una capa de orquestación que consta de un clúster de 3 servidores en donde la aplicación APIC reside. La figura 5.9 representa el diagrama de la solución técnica planteada en donde se aprecia los recursos por adicionar dentro de círculos color rojo y la interconexión de la infraestructura. El diagrama muestra como los componentes de virtualización y de la capa ACI Fabric se encuentran directamente relacionados mientras que los recursos de almacenaje, cómputo y seguridad se encuentran detrás.

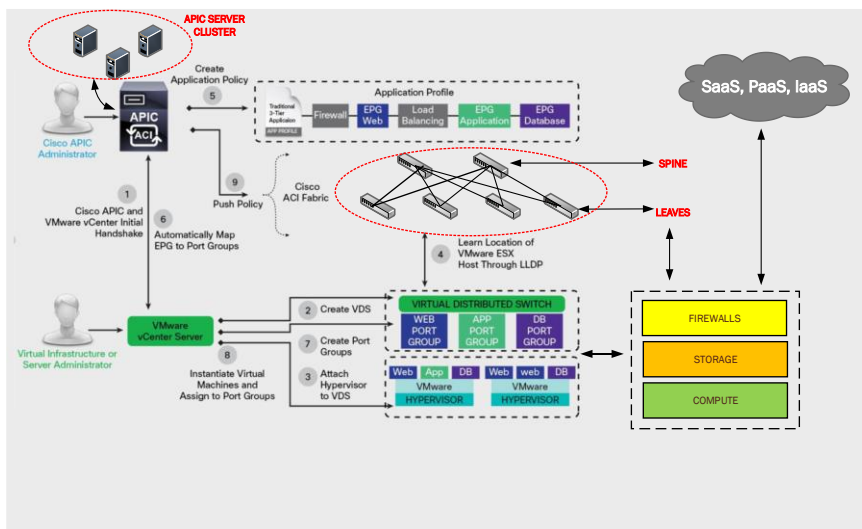


Figura 5.9. Diagrama de solución SDDC propuesta en Align Technology de Costa Rica

Fuente: Propia (adaptación, fuente original Cisco).

La solución diagramada tiene un costo total de \$246,489.44 sin impuesto de venta ya que la empresa Align Technology de Costa Rica cuenta con la ventaja de registrarse bajo el régimen de zonas francas, el cuales permite la exención de dichos impuestos. La cotización en detalle se puede encontrar en el anexo "F" e incluye: *hardware*, *software*, garantía y soporte a 1 año, licenciamientos a 3 años, configuración e instalación. Por último, el proveedor estima un plazo de 3 meses para la implementación del proyecto contando un tiempo de entrega de equipos que oscila entre 6 y 8 semanas.

Paso 13. Desarrollar un modelo de costo - beneficio de SDDC

El desarrollo del modelo o análisis costo – beneficio es sin duda de vital importancia para la toma de decisión ya que este análisis permite inferir sobre la factibilidad de la solución desde el punto de vista económico. El mismo no solo determina si una solución es viable si no que también es de gran utilidad para comparar entre varias posibles soluciones y así poder concluir sobre aquella que mayor beneficio puede dejar con el pasar del tiempo. De tal manera que el empleo de indicadores como el VAN, ROI y TIR son críticos para esta etapa o paso del proceso de evaluación.

El modelo de costo – beneficio de SDDC consta de cuatro fases:

- Estimación de los Ingresos o Beneficios de la solución.

En esta fase se deben de estimar aquellas disminuciones o reducciones de costos en donde la solución estaría impactando a través del período de vida de la solución, en este caso hablamos de cinco años. A menos que la organización que se encuentre evaluando la implementación de SDDC se dedique a la venta de este mismo servicio, es muy poco probable poder determinar o cuantificar un flujo o entrada real de dinero, por tal manera que los ahorros son interpretados como flujos positivos de dinero. Para ello se consideran ahorros en *hardware*, planeación y diseño, ejecución y mantenimiento, reducción de tiempos muertos, disminución en compras y sus esfuerzos asociados, soporte diario, y todos aquellos factores adicionales que la organización considere como beneficio.

- Reconfiguración de centro de datos o nuevas oficinas (ver anexo G):

La tabla 5.6 muestra la cantidad de nuevas oficinas o reconfiguración de centro de datos que la empresa Align Technology ha ejecutado durante los últimos 5 años. Según el equipo de diseño, la solución de SDDC en evaluación podría causar un ahorro en la “no adquisición” de *Firewalls* ya que SDN estaría en capacidad de utilizar el recurso ya instalado en las oficinas principales; de tal manera que para cada año

donde se incurrió en una configuración que requeriría la instalación de *Firewalls*, se considera un posible ahorro en valor presente. Los costos se extraen del anexo G donde se presenta una cotización del tipo de los firewalls empleados en año 2016, y los empleados en el año 2018 que corresponden al estándar actual de la empresa Align Technology de Costa Rica.

Año	Evento	Solucion Impactaria # veces	Costo en Firewalls (\$)
2014	Nuevo Centro de Datos Global Park	0	NA
2015	Nueva Oficina Ultra Park	1	NA
2016	Nueva Segunda Oficina Global Park	1	NA
2016	Actualizacion Firewalls Oficina Global Park	1	\$75,388.00
2017	No Evento	0	NA
2018	Nuevas Oficina San Antonio, La Lima	1	\$186,250
	Promedio	0.67	\$130,819

Tabla 5.6. Cantidad promedio de centros de datos reconfigurados por año y su costo asociado en Firewalls para Align Technology de Costa Rica

Fuente: Propia

- o Implementación de aplicaciones, servidores nuevos virtuales, refrescamiento:

La tabla 5.7 presenta la cantidad de servidores virtuales creados por año durante los últimos 5 años y su respectivo promedio. La información fue proporcionada por el departamento de TI mediante una consulta de comando PowerCLI al vCenter de VMware de Align Technology de Costa Rica y de esta manera se estima la cantidad promedio de nuevos servidores virtuales que se han requerido durante este período, sin duda existe un costo asociado al tiempo de la mano de obra dedicada a estas tareas.

Row Labels	Count of Año
2014	7
2015	17
2016	15
2017	21
2018	34
(blank)	
Grand Total	94
Promedio/Año	18.8

Tabla 5.7. Cantidad promedio de servidores virtuales creados por año en Align Technology de Costa Rica

Fuente: Propia

- Aumento de la capacidad de hardware:

Considerando que la solución de SDDC puede obtener recursos de servicios de IaaS en “la nube”, esto crea una expectativa en donde quizás no necesariamente se debe adquirir un *host* o servidor *blade* para aumentar la capacidad cuando se requiere, sino que únicamente se puede adquirir la o las máquinas virtuales desde IaaS hasta que se justifique una inversión de hardware en sitio (cuando el costo de máquinas virtuales en IaaS sea mayor que el de adquirir un *host* y licenciarlo). Para analizar dicha posibilidad se utiliza la información de la tabla 5.8 en donde se evidencia que la compañía Align Technology de Costa Rica ha estado adquiriendo un promedio de 0.8 servidores *host* (redondeado a 1) por año durante los últimos 5 años. De la tabla 5.7 se ha determinado que la cantidad de máquinas virtuales nuevas promedio creadas por año corresponde a 18.8 y actualmente cada uno de los *hosts* está en capacidad de manejar un máximo de 22 máquinas virtuales; por lo tanto, coincide la cantidad de servidores *host* adquiridos por año en relación a la necesidad de máquinas virtuales.

Año	Crecimiento Hosts por Año
2014	2
2015	0
2016	0
2017	2
2018	0
Promedio	0.8

Tabla 5.8. Cantidad de *hosts* para virtualización agregados por año en Align Technology de Costa Rica

Fuente: Propia

Considerando que se requiere hacer prácticamente la compra o adquisición de un servidor *host* por año, se procede en la tabla 5.9 a realizar la comparación de costos de una máquina virtual en “la nube” (bajo el servicio AWS preferido por la empresa Align Technology de Costa Rica) versus el costo de un *host* para virtualización. La comparación indica que, a pesar de tener un *host* subutilizado durante varios meses, pero con una vida útil de 5 años, el costo de tener 7 máquinas virtuales en el servicio de “la nube” (cuyo requerimiento se alcanzaría en el quinto mes del año) es mayor al costo mensual del servidor *host* considerando incluyendo el licenciamiento de Windows Server para 19 servidores virtuales durante los 5 años. Por lo tanto, se afirma que en este sentido no existe beneficio económico alguno en optar por el servicio de “la nube” sino que la empresa Align Technology de Costa Rica mantendría esta opción por un tema estratégico no-económico. Los datos de los costos del servidor *blade*, envío del servidor, licenciamiento para virtualización, licenciamiento de Windows Server y costo mensual de un servidor en “la nube” con las características estándar para Align Technology de Costa Rica, se pueden encontrar en los anexos H, I, J, K, P. Por último, cabe indicar que costos relacionados al espacio físico, espacio de rack, electricidad

del servidor *blade* y recursos de red, se consideran absorbidos o no significativos para la infraestructura actual, esto debido a que el agregar un servidor *blade* adicional cada año durante 5 años no afectaría de manera significativa estos recursos porque ya se encuentran disponibles e inclusive algunos activos se encuentran depreciados al 100%.

Costo mensual de un Servidor virtual en "la nube"	\$280.00	
Costo servidor blade		\$11,976.86
Costo envío servidor blade		\$1,102.81
Licenciamiento de Windows Server para 19 servidores virtuales		\$92,340.00
Costo licenciamiento VMware para servidor blade		\$4,494.00
Costo total servidor blade como host de virtualización y 19 servidores virtuales con Windows Server		\$109,913.67
Costo mensual de un servidor blade en sitio como host de virtualización y 19 VMs licenciados con vida útil a 5 años		\$1,831.89
Costo de servidores virtuales en "la nube" al 5to mes (7 VMs)	\$1,960.00	

Tabla 5.9. Comparación de costos de máquina virtual en "la nube" vs costo de un *host* para virtualización

Fuente: Propia

- Esfuerzos administrativos de TI por año:

La tabla 5.10 presenta la cantidad de solicitudes de servicio realizadas al administrador de servidores y al administrador de redes durante los últimos 6 meses. A través de un proceso de identificación del tipo de solicitudes se ha determinado que el 43% de las solicitudes podrían ser automatizadas mediante la solución que se está evaluando de SDDC,

el detalle de dicho análisis no se ha proporcionado por razones de confidencialidad. De tal manera que para los cálculos se realiza una proyección a 12 meses y se estima el 43% de ese total de solicitudes como los esfuerzos administrativos por año que la empresa Align Technology de Costa Rica podría disminuir.

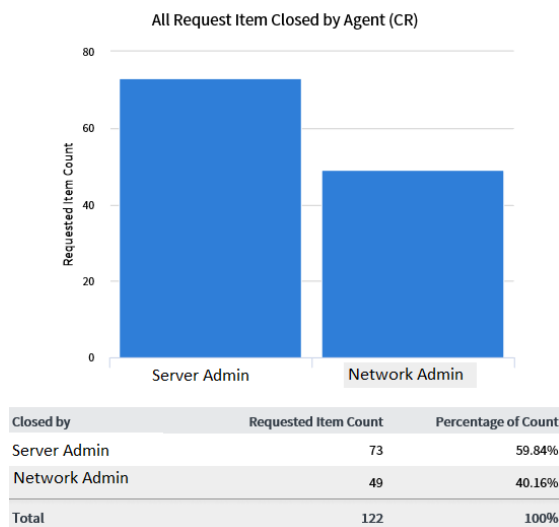


Figura 5.10. Cantidad de esfuerzos administrativos de TI durante los últimos seis meses en Align Technology de Costa Rica

Fuente: Propia

- Datos adicionales y cálculos realizados

A continuación, en la tabla 5.10 se explica los criterios restantes que fueron utilizados para el cálculo de los posibles beneficios anuales que proporcionaría la solución que se está evaluando para SDDC en Align Technology de Costa Rica. Cabe destacar que los costos por mano de

obra proporcionados son una estimación muy cercana a la realidad y su respectivo desglose o detalle no será expuesto a luz del presente piloto por temas de confidencialidad, además de que se consideran irrelevantes para el análisis.

Columna	Criterio	Explicación
A	Ocurrencias (Veces/Año)	Cantidad de veces durante el año que sucede el evento
B	Reducción en costos de hardware y licenciamiento (\$/Año)	Costo reducido que se estima anualmente a causa de no incurrir en compra de hardware o licenciamiento adicional
C	Reducción envíos de hardware (\$/Año)	Costo reducido que se estima anualmente a causa de no incurrir en el envío del hardware adquirido
D	Reducción en diseño (Semanas/Año)	Cantidad de semanas al año que no se emplearían en el diseño de <u>una</u> solución
E	Costo recursos TI diseño (\$/Semana) *	Costo semanal incluyendo cargas sociales que IT estima en relación a la mano de obra encargada de diseño
F	Reducción en gestión de compra, cotizar, proceso de compra, aprobaciones, etc. (Semanas/Año)	Cantidad de semanas al año que no se emplearían la gestión de <u>una</u> compra
G	Costo recursos TI gestión de compra (\$/Semana) *	Costo semanal incluyendo cargas sociales que IT estima en relación a la mano de obra encargada de gestión de compras
H	Reducción en ejecución (Semanas/Año)	Cantidad de semanas al año que no se emplearían en ejecutar <u>una</u> instalación, configuración, soporte diario. Se estima 2.5 horas por evento
I	Costo recursos TI ejecución (\$/Semana) *	Costo semanal incluyendo cargas sociales que IT estima en relación a la mano de obra encargada de ejecución
Reducción costo por Año (\$)		Cálculo corresponde a la multiplicación y suma de columnas para obtener un costo en dolares por año de la siguiente manera: $A*(B+C+(D*E)+(F*G)+(H*I))$

Tabla 5.10. Explicación de criterios adicionales y cálculos utilizados para la estimación de beneficios de la solución SDDC ACI en Align Technology de Costa Rica

Fuente: Propia

- Estimación de los Costos de la solución

De manera similar al cálculo de los beneficios, se debe realizar el respectivo cálculo en relación a todos los flujos negativos de dinero o salidas que la solución SDDC provoque a través del mismo período de tiempo definido. Para ello se consideran los costos directos e indirectos, tales como el costo de *hardware*, *software*, licenciamientos, instalación, configuración, investigación, diseño, equipos empleados, membresías, conectividad, etc.

- Costo Inicial Solución ACI (hardware, software, licenciamientos, garantías, configuración e instalación):

Este costo es un único costo inicial y cuyo monto proviene de la cotización oficial realizada por el proveedor, la misma se encuentra en el anexo F e incluye costos de transporte ya que el proveedor de servicio en este caso es local.

- Costo Garantía solución ACI:

Este costo corresponde al soporte por garantía requerida por los equipos a través de los 5 años de vida estimada para la solución. En la cotización del anexo F se incluye únicamente el primer año de garantía por lo tanto se utiliza ese monto para estimar los siguientes años (valor futuro) considerando una tasa del 9.95% anual proveniente del interés promedio en dólar durante los últimos 6 años que se muestra en el anexo L.

- Costo licenciamiento por dos años equipos ACI:

El licenciamiento de la solución Cisco ACI de la cotización en el anexo F es para un periodo de 3 años; por lo tanto, de la misma cotización se realiza un cálculo del monto correspondiente a 2 años adicionales (dos terceras partes del monto actual) estimando el valor futuro con una tasa del 9.95% anual proveniente del interés promedio en dólar durante los últimos 6 años que se muestra en el anexo L.

- Mano de Obra investigación:

Para el cálculo de mano de obra empleada en la etapa de investigación y evaluación de la solución propuesta, se ha utilizado un salario mensual promedio de 916,882 colones, correspondiente a \$7.40 por hora. El dato se ha obtenido de la organización Wageindicator en donde se aprecia en la figura 5.10 su respectivo rango que va desde 669,831 colones hasta 1,143,389 colones. A sí mismo, en el anexo M se denota que para el sector privado el salario mínimo establecido en el año 2019 para un profesional con grado académico de licenciatura

universitaria oscila los 663,772 colones. Por lo tanto, podemos asumir una equivalencia de puestos y confirmar que el salario mínimo establecido por Wageindicador hace referencia a un límite inferior correcto.

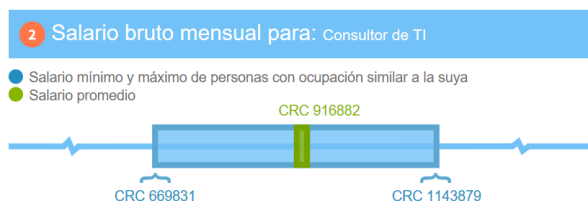


Figura 5.11. Salario promedio para Consultor de TI en Costa Rica

Fuente: Wageindicator Foundation. (2019). Retrieved from <https://wageindicator.org/>: <https://tusalario.org/costarica/tu-salario/comparador-salarial?job-id=2511020000000#/>

Con respecto al tiempo invertido en la etapa de investigación y evaluación, se ha estimado un total de 19 semanas con un promedio de 15 horas por semana, lo que arroja un total de 285 horas de mano de obra. Esta cantidad total de horas se ha multiplicado por el salario por hora estimado en dólares.

- Mano de Obra implementación:

Para el correspondiente cálculo de la mano de obra requerida en la etapa de implementación que básicamente contempla los pasos de la guía que van desde el #14 hasta el #27, el proveedor de servicios en conjunto con los encargados de diseño y transición han determinado un plazo necesario de 3 meses. Por lo tanto, el dato del salario mensual del punto anterior se ha utilizado como referencia en dólares y multiplicado por la cantidad de horas durante 3 meses trabajando jornada completa.

- Laptop:

En el anexo N se presenta la cotización de la laptop que ha sido empleada durante la investigación. Estimando que la vida útil de una laptop oscila los 3 años, se ha estimado el costo mensual de la laptop y el mismo se ha multiplicado por una cantidad de nueve meses (periodo contemplado desde octubre 2018 hasta junio 2019).

- Licenciamiento Microsoft Office 365:

Utilizando el anexo O donde se presenta el costo mensual del licenciamiento de MS Office 365, se ha calculado el monto total multiplicándose por una cantidad de 9 meses (tiempo total del proyecto).

- Consumo energético por utilización de laptop:

Para el cálculo del consumo energético de la laptop se ha utilizado la calculadora en línea que proporciona EnergyUseCalculator.com en donde se recomienda realizar el cálculo con 60 Watts. Adicionalmente se estima que el costo por kWh en Costa Rica oscila los 76 colones (\$0.127). La figura 5.11 es extraída de la calculadora en línea y presenta los respectivos cálculos.

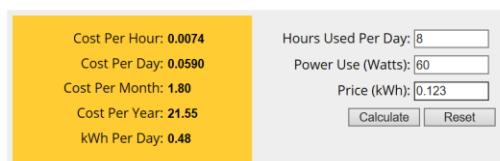


Figura 5.12. Cálculo de consumo y costo energético de laptop

Fuente: EnergyUseCalculator. (2019). Obtenido de EnergyUseCalculator.com: http://energyusecalculator.com/electricity_laptop.htm

El costo estimado por hora es de \$0.0074 y el mismo es multiplicado por la cantidad total de horas durante los 9 meses que se estima en 904.2 horas para obtener el costo total del consumo energético de la laptop durante el proyecto.

- Membresía para obtener estudios e investigaciones recientes:

El investigador ha utilizado a Tech Pro Reseach como una fuente fiable de información de estudios. La membresía tiene un costo de \$299.

- Servicio de internet:

Se estima un costo de internet por hora de \$0.0183, este costo se ha multiplicado por cantidad total de horas durante los 9 meses que se estima en 904.2 horas para obtener el costo total del consumo en internet.

- Cálculo de flujo de caja de la solución

Con los datos obtenidos de beneficios y costos por período, se procede a realizar la tabla correspondiente al flujo de caja en donde básicamente se aprecia cuál es el balance (positivo o negativo) de cada período. A su vez se aprovecha para realizar el ejercicio de traer los valores de cada período a valor presente ya que estos datos son de mucha importancia para la última fase del análisis.

- Cálculo de indicadores para la toma de decisión

Con los datos del flujo de caja de la solución SDDC, se puede proceder a realizar el respectivo cálculo de los indicadores financieros de la solución. En este caso se recomienda realizar el cálculo del VAN ya que este permite determinar si la suma y resta de todos los flujos a través del período deja un saldo positivo o negativo. Este es el primer indicador para determinar si la solución va por buen camino, desde el punto de vista económico. Posteriormente se realiza el cálculo del ROI, este indicador no es un valor monetario como lo es el VAN, sino se trata de un porcentaje que nos permite inferir sobre qué tanto estaría la organización

beneficiándose en relación a la cantidad de dinero invertida. Se recomienda por buena práctica que el ROI sea mayor al 20% para poder afirmar que el esfuerzo trae beneficios consigo de manera significativa y a su vez mitigar el sesgo de los cálculos. Por último, se recomienda realizar el cálculo del TIR ya que esta indica a manera de porcentaje cual es el crecimiento esperado promedio por período y poder comparar con el valor de porcentaje costo capital definido por la empresa. Este indicador también ayuda a entender y que esperar de la solución de manera más puntual (por período) y no vista como un todo.

A continuación, se presenta la tabla 5.6 de cálculos del modelo costo – beneficio para SDDC en la empresa Align Technology de Costa Rica con la solución Cisco ACI.

CALCULO DE INGRESOS/BENEFICIOS										
Evento	Recurrencia (Eventos/Año)	Reducción en costos de hardware y licenciamiento en eventos al año (\$/Año)	Reducción envíos de hardware por eventos al año (\$/Año)	Reducción en diseño de eventos al año (Semanas/Año)	Costo recursos TI diseño por semana(\$/Semana) *	Reducción en gestión de compra, cotizar, proceso de compra, aprobaciones, etc. por evento (Semanas/Año)	Costo recursos TI gestión de compra por semana (\$/Semana) *	Reducción en ejecución por evento (Semanas)	Costo recursos TI ejecución por semana (\$/Semana) *	Reducción costo por Año (\$)
Reconfiguración de centro de datos o nuevas oficinas	0.67	\$130,819.00	\$1,102.81	1.00	\$1,500	2.00	\$700	1.00	\$900	\$90,194.73
Implementación de aplicaciones, servidores nuevos virtuales, refrescoamiento	18.80	\$0.00	\$0.00	0.00	0	0.00	\$0	0.10	\$800	\$1,566.67
Aumento de la capacidad de hardware	0.00	\$0.00	\$0.00	0.00	0	0.00	\$0	0.00	\$0	\$0.00
Esfuerzos administrativos diarios de TI	104.92	\$0.00	\$0.00	0.00	0	0.00	\$0	0.00	\$700	\$3,825.21
									TOTAL INGRESOS/BENEFICIOS	\$95,586.61

* Incluye un estimado del 44% adicional al salario por cargas sociales

CALCULO DE COSTOS					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos directos					
Costo Inicial Solución ACI (hardware, software, licenciamientos, garantías, configuración e instalación)	(\$246,489.44)				
Costo Garantía solución ACI	\$0.00	(\$15,942.75)	(\$17,529.05)	(\$19,273.19)	(\$21,190.88)
Costo licenciamiento por dos años equipos ACI	\$0.00	\$0.00	\$0.00	(\$102,300.79)	\$0.00
Otros costos directos del proyecto:	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mano de Obra investigación	\$2,058.61	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mano de Obra implementación	(\$4,472.60)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Costos indirectos:					
Laptop	(\$377.24)	\$0.00	\$0.00		
Licenciamiento MS Office 365	\$112.50				
Consumo energético por utilización de laptop	(\$6.89)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Miembresía para obtener estudios e investigaciones recientes	(\$299.00)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Servicio de internet	(\$16.52)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
TOTAL COSTOS	(\$249,490.58)	(\$15,942.75)	(\$17,529.05)	(\$121,573.98)	(\$21,190.88)

CALCULO FLUJO DE CAJA					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
TOTAL COSTOS	(\$249,490.58)	(\$15,942.75)	(\$17,529.05)	(\$121,573.98)	(\$21,190.88)
Periodos	1	2	3	4	5
Valor presente al 9.95%	(\$249,490.58)	(\$14,500.00)	(\$15,942.75)	(\$110,572.06)	(\$19,273.19)
TOTAL COSTOS VALOR PRESENTE (\$409,278.59)					

TOTAL INGRESOS/BENEFICIOS					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficios estimados llevados a valor futuro al 9.95%	\$95,586.61	\$105,097.47	\$115,554.67	\$127,052.36	\$139,694.07
Periodos	1	2	3	4	5
Valor presente al 9.95%	\$95,586.61	\$95,586.61	\$95,586.61	\$95,586.61	\$95,586.61
TOTAL BENEFICIOS VALOR PRESENTE \$477,933.03					
Valor Neto por Período	-\$153,903.97	\$81,086.61	\$79,643.86	-\$14,985.46	\$76,313.41

VAN (Valor actual neto) = \$68,154.44
ROI (Retorno sobre la inversión) = 18.63%
TIR (Tasa Interna de retorno) 18.86%
COSTO CAPITAL ALIGN TECHNOLOGY 17.21%

Tabla 5.6. Cálculos Costo – Beneficio para solución Cisco ACI de SDDC en Align Technology de Costa Rica

Fuente: Propia

VI. Análisis financiero

El análisis financiero es el ejercicio mediante el cual se puede obtener conclusiones en relación a la factibilidad y la rentabilidad económica del proyecto. Para el análisis financiero se utilizan tanto los datos históricos como los datos de proyección a futuro mediante el criterio de período que la organización establezca. En Costa Rica, según la ley de impuesto sobre la renta, se establece que los activos que entran bajo la categoría de equipo de cómputo tienen una vida útil de 5 años, de tal manera que un activo de esta categoría en libros se considera depreciado después de este periodo y para efectos del análisis financiero del presente proyecto se utiliza este mismo criterio, esto a pesar de que algunas soluciones de TI están diseñadas para tener una vida útil mayor.

El presente proyecto contempla dentro de la solución propuesta un análisis o desarrollo de modelo para la evaluación costo-beneficio. Como parte del piloto dicho análisis se realizó de manera detallada y se puede encontrar en el capítulo V, sección A, punto 6, paso #13. La tabla 6.1 muestra el cálculo de flujo de caja y los valores de los indicadores que permiten inferir sobre la factibilidad y rentabilidad del proyecto.

CALCULO FLUJO DE CAJA						
TOTAL COSTOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
	(\$249,490.58)	(\$15,942.75)	(\$17,529.05)	(\$121,573.98)	(\$21,190.88)	
Periodos	0	1	2	3	4	
Valor presente al 9.95%	(\$249,490.58)	(\$14,500.00)	(\$15,942.75)	(\$110,572.06)	(\$19,273.19)	
	TOTAL COSTOS VALOR PRESENTE					(\$409,778.59)
TOTAL INGRESOS/BENEFICIOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Beneficios estimados llevados a valor futuro al 9.95%	\$95,586.61	\$105,097.47	\$115,554.67	\$127,052.36	\$139,694.07	
Periodos	0	1	2	3	4	
Valor presente al 9.95%	\$95,586.61	\$95,586.61	\$95,586.61	\$95,586.61	\$95,586.61	
	TOTAL BENEFICIOS VALOR PRESENTE					\$477,933.03
Valor Neto por Periodo	-\$153,903.97	\$81,086.61	\$79,643.86	-\$14,985.46	\$76,313.41	\$68,154.44
	VAN (Valor actual neto) = \$68,154.44					
	ROI (Retorno sobre la inversión) = 16.63%					
	TIR (Tasa interna de retorno) 18.86%					
	COSTO CAPITAL ALIGN TECHNOLOGY 17.21%					

Tabla 6.1. Cálculo Flujo de Caja a 5 años para solución Cisco ACI de SDDC en Align Technology de Costa Rica

Fuente: Propia

Mediante la información de la tabla 6.1 la organización puede inferir sobre la factibilidad de proceder o no con la solución sometida a evaluación. El valor actual neto (VAN) deja un saldo positivo por \$64,154.44 dólares, lo cual indica que la implementación de la solución no dejaría pérdidas sino ganancias con ese monto en valor presente. No obstante, el retorno sobre la inversión (ROI) es de un 16.63% y esto ligeramente pone en duda la significancia del esfuerzo e inversión versus los resultados o beneficios posiblemente obtenidos ya que las buenas prácticas según ITIL sugieren que este valor TIR esté por encima del 20%. En relación a la tasa interna de retorno se obtuvo un 18.86% y en comparación con el costo de capital definido por Align Technology que corresponde a un 17.21%, se podría inferir que la inversión sería aceptable por los inversionistas ya que su ritmo o crecimiento por período es mayor al establecido o esperado por la organización.

VII. Conclusiones y recomendaciones

A. Conclusiones

1. Las diferencias, ventajas, desventajas existentes entre el modelo tradicional de gestión de centro de datos y los modelos de *Software Defined Datacenter* permiten que una organización, desde su propia realidad, defina y revise sus objetivos estratégicos organizacionales utilizando técnicas como el *Balanced Scorecard* y dar paso a una posible adopción de *Software Defined Datacenter*.
2. Mediante la investigación de casos de éxito de organizaciones que han adoptado modelos de *Software Defined Datacenter* se logró determinar que dichas organizaciones aplicaron prácticas comunes que les permitió: detectar la necesidad, establecer requerimientos, buscar-evaluar soluciones, y realizar un pilotaje e introducción paulatina. Por lo tanto, se concluye que estas prácticas son necesarias para una adopción exitosa.
3. De la información de mejores prácticas obtenida de proveedores de servicio o consultores reconocidos, para adopción de *Software Defined Datacenter* se identificaron un total de 15 procesos y 5 fases que conformaron o aportaron más del 50% de la totalidad de procesos presentados en la solución propuesta.
4. Se desarrolló una guía basada en una matriz RACI de buenas prácticas de servicio de ITIL en vista de las similitudes y alineamiento con las 5 fases y procesos identificados mediante la información obtenida del análisis de los casos de éxito y de las mejores prácticas de proveedores. La guía cuenta con 13 pasos para la evaluación y 14 pasos adicionales para la implementación.

Mediante el piloto ejecutado se concluye que:

5. La organización identificó objetivos estratégicos organizacionales existentes que apoyan una posible adopción de Software Defined Datacenter. Lo que a su vez justificó para la organización el desarrollo del piloto.
6. La organización logro establecer sus requerimientos, y evaluar sus condiciones actuales en relación a la solución evaluada. Se identificaron 9 posibles riesgos de los cuales 3 categorizados con una prioridad baja y 6 con una prioridad media. No se identificó ningún riesgo con probabilidad ni impacto alto.
7. La guía efectivamente cumplió con el propósito de brindar un paso a paso para la evaluación de la adopción de *Software Defined Datacenter* y alcanzar el paso #13 de manera satisfactoria proporcionando información financiera en el análisis costo beneficio con indicadores de VAN = \$68,154.44, ROI = 16.63%, TIR = 18.86% con los que la organización puede tomar decisiones objetivas y financieras en relación a la adopción de SDDC y la solución evaluada.

B. Recomendaciones

1. Se recomienda, a cualquier organización que utilice la guía desarrollada en la solución del presente proyecto, la evaluación de dos o más soluciones de SDDC con el objetivo de poder comparar rentabilidades, beneficios, complejidad y limitantes. En este mismo sentido, se recomienda a la alta Gerencia de Align Technology (Operaciones, Finanzas y TI) considerar la solución evaluada como una opción muy viable, pero que debe ser comparada ante otras soluciones y proveedores considerando los criterios indicados.
2. Se recomienda, a la Gerencia del departamento de TI y de Operaciones de Align Technology de Costa Rica, definir de manera clara los puestos de trabajo responsables de cada uno de los roles definidos dentro de la guía paso a paso de la solución propuesta.
3. Se recomienda, al encargado de diseño de infraestructura de TI de Align Technology de Costa Rica, planear la renovación de hardware de acuerdo al proceso y política de vida útil que la organización ha establecido, pero considerando que los equipos nuevos sean compatibles con soluciones SDDC, en especial en el soporte de APIs.
4. Se recomienda, al encargado de la estrategia de servicios de TI de Align Technology Inc. (en este caso el Vicepresidente de Operaciones de TI), realizar el ejercicio estratégico ejecutado durante el piloto, pero con una visión a mediano y largo plazo, con revisiones anuales y considerando a toda la organización a nivel global. Este tipo de soluciones tienden a ser más beneficiosas y rentables cuando se escalan a un mayor grado.
5. Se recomienda, al gerente financiero de Align Technology de Costa Rica, contar con una estructura de costos enfocada a servicios de TI y no únicamente a centros de costos y tipos de cuentas (*hardware*, *software*, etc.) ya que esto facilitaría la evaluación y análisis financiero.

VIII. Análisis retrospectivo

En el año 2013 tome la decisión de retomar los estudios universitarios, en este caso con un post grado en el área de la administración de TI justificado con la necesidad personal de poder consolidar a nivel profesional un oficio u ocupación que he tenido por más de 15 años hasta el día de hoy. Lo que sucede es que soy un profesional del área de la ingeniería Industrial, pero con toda mi experiencia laboral y formación técnica en el área de servicios de infraestructura y operaciones de TI. Por lo tanto, mi objetivo en ese entonces era muy claro y entre las diversas opciones que se ofrecían, la MATI de la UNA con énfasis en Gestión de Servicios y Productos TIC, era la opción perfecta para mi persona debido al enfoque que el currículo ofrecía e inclusive por consideraciones de ubicación, horarios y demás, sin dejar a un lado el respaldo y prestigio en calidad de educación que la UNA tiene en nuestro país.

De tal manera, ese mismo año realice el proceso de admisión e inicié con la maestría de la que tantas expectativas tenía. Recuerdo claramente en los cursos iniciales donde se trataba el tema del proyecto final de graduación e inclusive en uno de ellos era requisito el levantamiento del ante proyecto, en ese momento era muy difícil definir este requerimiento debido a que uno como estudiante no ha cursado los cursos que más adelante proporcionan el conocimiento necesario para la formulación, de tal manera que desde ese entonces comenzaron las dudas, preocupaciones y confusiones en torno al tema del proyecto final de graduación. Dos años después, con la conclusión de los cursos regulares de la maestría, el arranque de la elaboración del proyecto final se entorpeció para mi persona debido a una serie de situaciones que sucedieron con mi generación y que en su momento me involucraron sin que mi persona tuviese complicidad alguna de lo que estaba sucediendo, inclusive manteniendo una posición de desacuerdo a la distancia debido a que eran temas y situaciones que no podía seguir de cerca (por la naturaleza de mi día a día). Ante esa circunstancia particular decidí demorar el proyecto final de graduación, por un período corto que con el tiempo se fue extendiendo por motivos algunos laborales y otros personales, hasta que a mediados del 2018 soy convocado como parte de un grupo de estudiantes pendientes del desarrollo del proyecto final de graduación y

se nos presenta un muy buen plan que vino a subsanar las complicaciones de la elección de un tema y a ofrecer un acompañamiento idóneo para el desarrollo del proyecto final de graduación. Puedo afirmar que la motivación de aquel buen estudiante que en el 2015 abandonó “temporalmente” su deseo de continuar con la elaboración del proyecto final de graduación, regresó con muchas ilusiones a raíz de una propuesta y un esfuerzo muy bien dirigido-liderado por el profesor Master Eduardo Mena Ugalde. A partir de ese momento la MATI volvió a mi vida y la motivación de aprender, investigar y desarrollar con ella. En el desarrollo del proyecto final de graduación he logrado realizar un viaje a través de varios de los cursos de la maestría, donde he retomado enseñanzas impartidas por profesores para ser empleadas en una investigación de cuyo tema conocía muy poco. Así que, a esta altura considero que el desarrollo del proyecto final de la MATI es el esfuerzo más significativo y del que quizás se aprende más debido a que permite poner en práctica los conocimientos previamente adquiridos y llevarlos al ámbito de la vida real. Me siento muy satisfecho por el desenlace que ha tenido mi experiencia en la MATI y agradezco profundamente los esfuerzos de muchos y excelentes profesores que me han apoyado destacando la colaboración de la Máster Xenia Guerrero Arias, el Máster Eduardo Mena Ugalde y el personal administrativo de la MATI que siempre estuvo atento a apoyarnos entre ellos la Máster Diana Alvarado Corrales. Cabe destacar y agradecer de igual manera la colaboración de las empresas Align Technology mediante su Directora de TI Lourdes Martínez y Vinet mediante el Lic. Diego Zúñiga.

A nivel más personal, agradezco a Dios por la bendición de permitirme alcanzar esta meta. Sin duda alguna, el esfuerzo y logro alcanzado no sería posible sin el apoyo incondicional, credibilidad y comprensión de mi querida esposa Stephanie Villalobos Anchía; además de mis familiares cercanos, entre ellos mi querida madre Irma Barrantes Alvarado quien nunca ha dejado de creer en mí y de apoyarme. Por último, el gran esfuerzo que este trabajo representó lo dedico con todo el amor a mi querida hija Emma Rodríguez Villalobos, y a mi querido padre Hugo Rodríguez Valverde quien descansa en la paz del Señor y a quien siempre lo tengo presente con tanto amor.

IX. Bibliografía

- Campbell, S., & Jeronimo, M. (2006). *An Introduction to Virtualization*. Obtenido de software.intel.com: https://software.intel.com/sites/default/files/m/d/4/1/d/8/An_Introduction_to_Virtualization.pdf
- EnergyUseCalculator. (2019). Obtenido de EnergyUseCalculator.com: http://energyusecalculator.com/electricity_laptop.htm
- Fleishman, G. (7 de Setiembre de 2018). Software-Defined Networks: Abstract to the future. *ITProToday*, págs. 1-10.
- Forrester Research. (30 de November de 2017). The Software-Defined Data Center Comes Of Age. United States of America.
- Gartner. (20 de June de 2017). A High-Level Framework for Planning Your to Public Cloud Services.
- Gartner. (11 de July de 2018). *Magic Quadrant for Data Center Networking*. Obtenido de www.gartner.com: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-56H26I2&ct=180711&st=sb>
- Gartner. (Sin fecha). *IT Glossary*. Obtenido de www.gartner.com: <https://www.gartner.com/it-glossary/balanced-scorecard>
- Gee, D. (22 de Enero de 2018). *Hot to create an IT Strategy*. Obtenido de www.cio.com.au: <https://www.cio.com.au/article/632430/how-create-an-it-strategy/>
- Great Britain. Office of Government Commerce. (2007). *ITIL. Service Strategy*. United Kingdom: The Stationary Office.
- Grembergen, W. V. (2000). The Balanced Scorecard and IT Governance.
- Griffith, E. (3 de May de 2016). *www.pcmag.com*. Obtenido de What is Cloud Computing: <https://www.pcmag.com/article2/0,2817,2372163,00.asp>
- Harvey, C. (Julio de 2017). *Software Defined Data Center (SDDC)*. Obtenido de www.datamation.com: <https://www.datamation.com/data-center/what-is-sddc.html>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación (6 ed.)*. McGraw.

- Hewlett Packard Enterprise. (2019). *On-Premises Data Centers vs. Cloud Computing*. Obtenido de www.hpe.com: <https://www.hpe.com/us/en/what-is/on-premises-vs-cloud.html>
- Hewlett Packard Enterprise. (2019). *Software Defined Data Center*. Obtenido de www.hpe.com: https://www.hpe.com/emea_europe/en/what-is/software-defined-data-center.html
- High, P. (22 de Setiembre de 2014). *Does IT Strategy Matter?* Obtenido de www.forbes.com: <https://www.forbes.com/sites/peterhigh/2014/09/22/does-it-strategy-matter/#13b23e133d45>
- Hiner, J. (Octubre de 2013). *techproresearch.com*. Obtenido de IT pro's guide to the 21st century data center: <http://techproresearch.com>
- ILX Group. (Enero de 2008). *ITIL Service Lifecycle Process/RACI Reference Matrix*. Obtenido de www.ilxgroup.com: <http://download.ilxgroup.com/docs/downloads/itil-service-lifecycle-raci-matrix.pdf>
- Kerravala, Z. (25 de Setiembre de 2017). *What are data centers and how they work*. Obtenido de www.networkworld.com: <https://www.networkworld.com/article/3223692/data-center/what-is-a-data-centerhow-its-changed-and-what-you-need-to-know.html>
- Meulen, R. v., & Woods, V. (24 de September de 2015). *Gartner Says the Future of the Data Center Is Software-Defined*. Stamford, Connecticut, United States of America.
- Mohamed, A. (9 de Abril de 2018). *A history of cloud computing*. Obtenido de www.computerweekly.com: <https://www.computerweekly.com/feature/A-history-of-cloud-computing>
- Parizo, C., & Correa, C. (2017). *The Cloud vs. Data Center: Adoption rates, usage, and migration plans*. Louisville: Tech Pro Research.
- redhat. (sin fecha). *¿Qué es el almacenamiento definido por software?* Obtenido de www.redhat.com: <https://www.redhat.com/es/topics/data-storage/software-defined-storage>
- Rouse, M. (Noviembre de 2017). *IT strategy (information technology strategy)*. Obtenido de searchcio.techtarget.com:

<https://searchcio.techtarget.com/definition/IT-strategy-information-technology-strategy>

- Rouse, M. (sin fecha). *Platform as a Service*. Obtenido de searchcloudcomputing.techtarget.com:
<https://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Platform-as-a-Service-PaaS>
- Rouse, M. (sin fecha). *Software as a Service (SaaS)*. Obtenido de searchcloudcomputing.techtarget.com:
<https://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Software-as-a-Service>
- Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación*. Editorial Panapo.
- Shacklett, M. (2013). *Five data center trends for 2013*. Louisville: Tech Pro Research .
- TechRepublic. (June de 2016). Executive's guide to the software defined data center. Louisville, United States of America.
- Tilvez, M. (23 de Junio de 2016). *no-nube-tan-extrano-como-no-internet-2312208*. Obtenido de www.silicon.es: <https://www.silicon.es/no-nube-tan-extrano-como-no-internet-2312208>
- Uptime Institute. (2018). *Uptime Institute Global Data Center Survey*. Seattle: Uptime Institute.
- Van Bon, J., De Jong, A., Kolthof, A., Pieper, M., Tjassing, R., Van der Veen, A., & Verheijen, T. (2010). *ITIL V3 A Pocket Guide*. United States: Van Haren Publishing.
- Wageindicator Foundation. (2019). Obtenido de <https://wageindicator.org/>:
<https://tusalarario.org/costarica/tu-salario/comparador-salarial?job-id=2511020000000#/>

ANEXOS

A. Caso Liberty Mutual

How Liberty Mutual used automation to transform its data center

BY MACY BAYERN

With data coming in at increasing volumes, the job of data center administrators has become much more difficult, as handling and processing more information can take a lot more time than it used to. Thankfully, progress in automation has helped eliminate many strenuous manual tasks associated with management of an on-premises data center.

Not only is automation directly helpful for the employees involved, but it also benefits the company as a whole—cutting down on processing time, saving costs, and improving the customer experience.

One company that experienced the advantages of data center automation was Liberty Mutual insurance company. Nearly 10 years ago, when virtualization was coming into its own as a mainstream technology, Liberty Mutual started implementing the tech with their developer teams. Starting with the developers and letting them experiment was a calculated decision for the company, because there was a lower risk than with core business applications, said Eric Drobisewski, senior architect of hosting services at Liberty Mutual Insurance; if something went wrong, the company could address the problem and recover from it much quicker at a developer level, he added.

After some initial success, Liberty Mutual decided to bring automation to more general, non-production type workloads, in order to deliver services back to their applications teams, according to Drobisewski. Once the company saw success in the non-production space, that's when automation became the focus for improving overall business operations.

“At year two-to-three, we thought, ‘Well, this stuff works really well, and teams are much happier with what they're getting here,’ and all of our production systems started to move in there,” Drobisewski said. “Over the last four-to-five years, it's become now really the core backbone of what we use for computing at Liberty Mutual, and it's largely running many of our critical business systems across the company.”

THE THREE DETERMINING FACTORS

When initially considering automation, the company took into account three main dimensions: Speed, consistency, and optimization. Their data center had been lacking those three key components, which was ultimately hurting them in the long run, especially with their customer experience, Drobisewski said.

Prior to automation, business operations like configuring core server infrastructure took approximately 30 days, Drobisewski said. But automation cut these processes down to either real time or a couple hours, at most.

“Who wants to wait thirty-plus days for anything when we live in the age of on-demand? That isn’t a good customer experience. We wanted to also offer capabilities where the business could start to experiment with things. And do that in a way that didn’t cost them months of lead time to prepare for and get core infrastructures for it.”

The second component was consistency, which was a big problem for the company, according to Drobisewski. Infrastructure services were previously provided and delivered to the customer manually, meaning that humans were relied on to complete a large amount of work, Drobisewski said. “As good as people are at relying on check lists and things like that, it would result in inconsistencies that would ultimately result in quality defects.”

And sometimes, these defects weren’t discovered right away.

“The worst thing that would happen was when those inconsistencies weren’t recognized until later on, when something might have went into production, which ultimately resulted in a business failure and downtime for our applications,” Drobisewski said. “[Removing human error] drove better resiliency for our application teams and better reliability and availability numbers in terms of what we were able to achieve in there,” he added.

The last necessity was optimization. By automating manual tasks, Liberty Mutual could then optimize their employees to drive the company in other facets, Drobisewski said. “Ultimately, [we wanted to] drive the expense structure in a better direction than what we were doing with individual servers and long provisioning times, and move into more of a proactive operational mode, driven largely off of data and insights so that we could allow teams to really focus on some of that optimization,” he added. “We were able to do that through a lot of the automation and the capabilities that we enabled around the data center transformation.”

WHAT THEY LEARNED

With Liberty Mutual’s digital transformation expanding across almost a decade, the company has learned a lot from its experiences, especially in regards to time. “You’re not gonna be able to crack this whole thing in one fell swoop, or do it overnight, or even a year for that matter,” Drobisewski said. “It’s a journey—it’s gonna take multiple years. So, really picking your spots and identifying where to optimize.”

Not only will the process take time, but it will take people, Drobisewski said. “You have to invest in the talent. You have to invest in the people. You must give them a line of sight to how this transition happens.” Instead of keeping people in the dark, give your employees an outline of how this process will unfold, and how they will be involved.

“You can’t lose the domain kind of knowledge around the technologies that you have. But, that must transform into how do we deliver these things as software,” Drobisewski said. “How do we define this infrastructure’s code? And how do we integrate across these traditional IT silos to deliver an outcome that the customer ultimately wants to see? How to we create an integrated solution that works well, is delivered quickly, is dependable and reliable, and ultimately, has a low cost around it as well?”

Fuente: ZDNet. (2018). *A guide to data center automation*. Techrepublic.

B. Caso Universidad de la lectura en Reino Unido

How on-demand virtual machines helped to boost university research output

BY DANNY PALMER



UNIVERSITY OF READING: WHITEKNIGHTS HOUSE AND HUMMS (HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES) BUILDING ON THE WHITEKNIGHTS CAMPUS. (IMAGE: UNIVERSITY OF READING)

The very nature of universities means they're often at the cutting edge of research, with academics increasingly reliant on vast amounts of computing power to help analyse data. Researchers often need to process unpredictable workloads, and at short notice.

However, finding a balance between investing in cutting-edge technology and improving efficiency, all while staying within budgets, can be difficult.

At the [University of Reading](#) in the UK, computing resources had previously been split across different schools, so the IT department took the decision to centralise it. Five different compute environments and associated storage were merged into one centralised system, with added elements of automation.

“An initiative was put in place to have one compute and one storage solution to solve the complexity of having so many different systems,” Ryan Kennedy, Academic Computing Team Manager, University of Reading told ZDNet.

“We spent all our time firefighting rather than providing any support to our users, so we made a decision to implement a system that was easy to use, easy to maintain and put self-service in so our users could do a lot of the heavy lifting rather than us”.

The university set out to find an automated data centre solution that enabled agility while remaining simple to use—all without blowing the budget. After examining a number of vendors, the Academic Computing Team looked at [Nutanix Enterprise Cloud](#) and found it to be a good fit.

“Our key objectives were ease of use and simplicity to maintain alongside a licensing cost model. What we found was that Nutanix ticked all those boxes,” Kennedy explained.

“All the products we looked at could do it at a technical level; we just needed to ensure it was easy to use for our end users with a nice UI, and easy for our engineers to maintain—and also not have really high licensing costs and able to save money that way,”

Kennedy described installation of the Nutanix system as “one of the smoothest experiences I’ve ever had,” although getting used to rolling out an automated service did impose a learning curve due to it being so different from the previous operation. Still, it ultimately provided the benefits the university was looking for.

MASSIVE EFFICIENCY IMPROVEMENT

“Understanding that way of working was very different to what we’ve done before: we went from a lot of physical tin and having to put a CD in, to automating -- but we found massive efficiency in doing that,” Kennedy said.

The automated system has allowed 5,000 researchers—examining subjects ranging from climate change to neurology—to spin up their own virtual machines whenever they want, rather than putting in requests to IT to make use of the services.

The automated system has allowed 5,000 researchers—examining subjects ranging from climate change to neurology—to spin-up up their own virtual machines whenever they want, rather than putting in requests to IT to make use of the services—something that could previously take weeks to set up.

“The researchers have access to compute 24/7 when they want it: they don’t have to wait for one of my engineers to provision it for them,” said Kennedy.

“It’s made it so they can log on, fire up a virtual machine, do what they need to do, get their results and destroy it at the end, rather than waiting for IT when we might have taken 10 to 14 days to spin-up one for them”.

The system has been in place for over a year now, and has left the IT department examining how it approaches new technology. For Kennedy, the lesson is clear: to be more adventurous. “We always used to play it safe, got things which had been around for years and were tried and tested. But we didn’t try new things,” he said.

However, such has been the success of automating data centre services for researchers that the university is now looking to expand into other areas.

“We’re now slowly expanding it into our corporate environments. The idea is when there’s a demand for our timetabling system, rather than manually building a VM, we’ve got the automation to spin another web server up,” said Kennedy.

“So when in the first week of term we see a 90 percent increase in the use of the timetabling system, when all the students are looking at it, it’s using that web-scale architecture -- but having the ability to have that safety net around it in a climate where we have to save money”.

The Academic Computing Team was initially wary about shifting the servers to an automated, on-demand service, but now sees it as the future for the university. “It’s the way forward,” said Kennedy.

Fuente: ZDNet. (2018). *A guide to data center automation*. Techrepublic.

C. Caso CompuTech City

CASE STUDY



A Virtualized Storage Infrastructure for Healthcare Customers

DataCore SANsymphony™ Software-Defined Storage Supports Virtualized Data Center

CompuTech City (CTC) provides IT infrastructure management services with a primary focus on Healthcare Information Technology (HIT). When the company expanded its services to include a software-as-a-service (SaaS) Electronic Health Records (EHR) solution, its existing storage solution was not up to the challenge. Adopting DataCore SANsymphony software-defined storage solution to support its virtualized data center not only gave CompuTech City the availability, scalability, and performance that HIT demands, but helped launch the company as a DataCore value-added solution provider to the healthcare industry.

ABOUT THE CUSTOMER

Founded in 2002, CompuTech City (CTC) provides IT infrastructure management services with a primary focus on Healthcare Information Technology (HIT). Its services encompass the planning, optimization, integration and management of customer-premises infrastructures; healthcare-oriented cloud computing; and a wide range of medical services such as billing, transcription, and a software-as-a-service (SaaS) Electronic Health Records (EHR) solution hosted in the company's own data center. Headquartered in Orlando, Florida, the company employs over 400 people in the U.S. and India.

compuTechcity.com

CUSTOMER-CENTRIC HEALTH INFORMATION TECHNOLOGY

HIT makes extraordinary demands on a computing infrastructure. In addition to providing the reliability and availability that healthcare providers and patients demand, healthcare systems must comply with the stringent privacy requirements of the Health

“ *There was nothing else out there on par with DataCore. It has every feature that we needed in a software-defined storage solution, with seamless failover and fallback.*

We were fascinated by what DataCore brought to us as a customer and quickly realized that its capabilities are vital to the vertical market we serve – even if the concept of a highly available SAN might be new to our customers.

– Dave Patel, Chief Operating Officer Computech City ”

Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA). Since its inception, CTC has focused on developing its own state-of-the-art infrastructure and facilities as well as providing the design, implementation and management of such facilities for customers, whether they comprise three or 300 workstations.

GETTING STORAGE VIRTUALIZATION RIGHT, WITH PAINLESS MIGRATION

CompuTech City was an early adopter of storage virtualization technology, but after the company deployed its EHR solution two years ago, the shortcomings of the existing solution became more pressing. CTC's number-one requirement was high availability; it was essential that if there was a failure in one node, the I/O be redirected to the other node seamlessly – something the previous solution could not do. "We had a lot of feature and support issues with our previous storage virtualization solution," notes Dave Patel, chief operating officer at CTC. "And it was not very scalable. We were eager to replace it."

Research led CTC to DataCore SANsymphony software-defined storage. The company had already built a robust server virtualization infrastructure around Citrix XenServer and Dell MD-Series direct attached storage (DAS), so SANsymphony's ability to create a storage virtualization environment from existing equipment and storage devices made it a "no-brainer."

"There was nothing else out there on par with DataCore," says Patel. "It has every feature that we needed in a software-defined storage solution, with seamless failover and failback. With all the sophistication you could ask for, it's still easy to deploy and use. In software-defined storage, we consider DataCore to be unmatched – a fantastic product all around."

DataCore now serves as the cornerstone of CompuTech City's SaaS model for its healthcare users. The company's EHR solution, with DataCore at the heart of the virtualized environment, currently supports 800 users. At least 100 doctors connect to the system on a daily basis in order to schedule patients, to review and update medical records, as well as for billing.

Furthermore, DataCore's pass-through functionality made migration completely painless by sparing the CTC IT team from re-copying terabytes worth of data. "The non-disruptive migration that DataCore's pass-through feature gave us was a godsend," says Patel. "We were back up and running with a very, very limited amount of downtime."

EASY TO MANAGE AVAILABILITY, PERFORMANCE, SCALABILITY, AND FLEXIBILITY

CompuTech City currently has five Citrix XenServer hosts supporting 35 virtual machines, backed by over six TB of virtualized storage presented as virtual disks or LUNs by two DataCore SANsymphony servers in a redundant "active-active" configuration. The system delivers high availability, improved performance, tremendous storage hardware flexibility, and effortless scalability.

Onsite synchronous mirroring between the two DataCore servers provides the high availability and business continuity demanded by HIT customers. For additional data protection, CompuTech City also intends to deploy asynchronous mirroring (remote replication) for offsite back-up.

Since installing DataCore's software, CompuTech City has had a number of planned outages to support hardware refreshes and upgrades such as changing the Fibre Channel cards, and each time the system has failed over without incident or disruption to business. "The great thing is that with DataCore running, we don't have to wait for a weekend to make system changes. We simply shut one side down and the redundant system takes over seamlessly without any interruption to service – all during business hours."

DataCore's high-speed Level-1 caching has significantly improved the performance of CTC's virtualized environment. Patel is now seeing storage I/O speeds of 270-300 Mbps—double what the company got before—a difference he describes as "astronomical."

IT ENVIRONMENT AT-A-GLANCE :

- DataCore Managed Capacity: 16 TBs
- Number of Users: 800 users
- Number of Physical Servers: 15 Physical Servers
- Number of Virtual Servers (VMs): 60 VMs
- Primary Server Vendor: Dell
- Storage Vendor: Dell
- Server Virtualization Platform: Citrix
- Desktop Virtualization Platform: Citrix

Patel also lauds the flexibility and scalability of SANsymphony. *"DataCore has given us enormous flexibility in terms of hardware independence,"* he states. *"Our Dell PowerVault MD 1000 and MD 3000 combination comprise sixty disks in total – thirty on one side and thirty on the other. Beyond that we have a real mix of SATA drives. For us the flexibility has been fantastic. I can throw any disks under the system without any degradation in performance or availability, so we can use all the disk drives we have and choose the best storage hardware deals for expansion."*

BOTH A CUSTOMER AND A VALUE-ADDED PROVIDER OF DATACORE SOLUTIONS

All these capabilities are easily managed via the simple, intuitive SANsymphony management console, which any system administrator can log into through CompuTech City's VPN. Moreover, through remote desktop services (in this case, GoToMyPC) Patel has also been able to provision virtual disks (or LUNs) on the fly – he has even done so using his iPhone!

This management simplicity is making it easy for CompuTech City to bring the benefits of storage virtualization to its infrastructure and cloud computing clients as well. *"We were fascinated by what DataCore brought to us as a customer and quickly realized that its capabilities are vital to the vertical market we serve – even if the concept of a highly available SAN might be new to our customers,"* says Patel. *"The benefits of software-defined storage are just too numerous for us not to bring DataCore SANsymphony into our established client base and new accounts as we move forward."*

CompuTech City's experience is typical of an increasing number of service providers in a variety of industries, who adopt DataCore for their own operations and then offer it to their customers as part of a managed service or cloud computing solution. As Patel sums it up, *"I reached out. I learned a lot about the product. We became certified as implementation engineers by DataCore. And now CompuTech City is not only a user, but we are a value-added reseller too."*

ABOUT DATACORE

DataCore is a leader in software-defined storage. The company's storage virtualization software empowers organizations to seamlessly manage and scale their data storage architectures, delivering massive performance gains at a fraction of the cost of solutions offered by legacy storage hardware vendors. Backed by 10,000 customer sites around the world, DataCore's adaptive and self-learning and healing technology takes the pain out of manual processes and helps deliver on the promise of the new software defined data center through its hardware agnostic architecture.

datacore.com

Fuente: Datacore Software Corporation. (2018). A Virtualized Storage Infrastructure for Healthcare Customers. United States of America.

D. Caso CITICPE

VMware Success Stories

Sector
Finance

Address
No. 89 Jinbao Street, Dongcheng District,
Beijing, China

Main challenges:

- No firewall restrictions are imposed on access control between businesses, resulting in a security control blind spot.
- Load balancing and shared storage are not supported, flexible dispatching is lacking in O&M, and serious potential risks exist in business continuity.
- Resource utilization is low, resulting in mounting pressure on the space usage in the machine room, O&M costs, and O&M personnel.

Solution:

The VMware vSphere virtualization solution was adopted to build a software-defined data center. At the same time, through the construction of vSAN-based distributed storage, virtual machines were provided with high-availability services, including HA, vMotion and DRS.



中信产业基金
CITICPE

CITICPE Used VMware Virtualization Technology to Build a Software-defined Data Center

Founded in June 2008, CITIC Private Equity Funds Management Co., Ltd (CITICPE) is a professional investment institution that aims to tap into the investment opportunities in China and abroad created by domestic economic growth in China. With the strategic mission of becoming the most trusted world-class asset management company, CITICPE has always explored and acquired excellent investment opportunities through its in-depth industry-specific research and insights. Backed by the expertise and resource network of an investment team of more than 80 members, CITICPE has been creating value for both investors and the firms receiving investment.

In its endeavor to accomplish the mission of becoming the most trusted world-class asset management company, CITICPE has achieved rapid business development by taking advantage of its in-depth industry-specific research and insights. However, in certain stages, Citice's information system construction lagged behind business development. As a result, potential risks existed in guaranteeing system security and business continuity. Moreover, with a conventional information system, the low resource utilization resulted in the challenges of increasing device investment and O&M costs.

A conventional information system is exposed to potential risks that obstruct business development, as well as huge cost pressure

First of all, the system security needs to be improved. In the finance sector, the most important requirement for an information system is high security. In the old information system, the access control between businesses lacked far-reaching network security management. Consequently, precise management could not be achieved for the security control within the data center.

Second, business continuity could not be guaranteed. Due to cost and space limitations, the old data center with devices in two cabinets was not equipped with load balancing devices to provide load balancing services. Consequently, load balancing and automatic switchover could not be achieved in the network layer. In case of any fault, manual intervention was required to resume services.

Third, the infrastructure was not flexible enough. Lacking shared storage, the virtualization platform had to run on the local disk. In case of any server fault or adjustments to cabinets, devices, or networks, the virtualization platform may fail to work properly due to the lack of flexible dispatching in the O&M of existing infrastructure, leading to business downtime.

Fourth, the server utilization was low. To support business development, the information system faced ever-rising investment, O&M costs, and management pressure. In the existing environment, the virtualization platform runs on 6 servers, with each of them only able to support the capacity of up to 5 virtual machines. Business growth has stimulated extremely high demands for computation and storage resources. Due to the limited machine room

space and equipment budget, it is hard to continue the conventional approach of expanding resources simply by adding servers. Numerous tasks, such as business launches and resource provision, have exhausted the IT personnel. With insufficient manpower, no extra efforts could be made to manage and improve businesses as needed.

Due to these challenges, it was necessary for CITICPE to establish, in accordance with its own development features, a software-defined virtualized data center based on the virtualization of servers, storage, and networks. Only in this way could CITICPE realize the goal of quickly responding to business demands and improving IT resource utilization, while guaranteeing business security and continuity and reducing IT costs.

VMware's virtualization solution has helped CITICPE build an information system that features high security, high availability, and high controllability

CITICPE collaborated with different manufacturers to conduct research on data centers, infrastructure, and business needs. After these preliminary efforts, CITICPE finally decided to use the VMware virtualization solution to build a new data center. As the industry leader in virtualization, VMware has strong technological expertise and a high level of product sophistication and market recognition. The company currently has a virtualization software market share of over 50%. Moreover, VMware can offer unique technological benefits in terms of the reliability, availability, and security of key businesses.

Through this project, CITICPE sought to consolidate existing data center resources and increase data center space utilization, while achieving their IT construction goals of high-efficiency computation, no SPOF storage, and controllable business security.

Built upon VMware virtualization architecture, the new data center provides 80 to 100 virtual machines to meet the demands of current business and future development. At the same time, through the construction of vSAN-based distributed storage, virtual machines are provided with high-availability services, including HA, vMotion, and DRS.

VMware Success Stories

VMware Products and Services
 VMware vSphere
 VMware vSAN
 VMware NSX
 VMware Cloud Foundation

H/W Platform

ID	Name	Configuration	Parameters
1	Server	4 virtualization servers in total	2-socket 12-core Xeon CPU 256 GB memory 400 GB SAS (x 8) 1.2 TB 12 G SAS 10 K (x 32) 300 GB SAS 10 K (x 8) RAID Controller (x 2) 10 GB NIC (x 2)
2	Switch	Two 10 Gb switches	Transmission rate: 10/100/1000/10000 Mbps Product memory, DRAM: 256 MB/ Flash memory: 64 MB Backplane bandwidth: 160 Gbps Packet forwarding rate: 101.2 Mpps MAC address list: 4 K

Launch Date
 March 2017

"With the aid of Cloud Foundation, VMware's latest solution, we have further consolidated existing data center resources and enhanced the data center's space utilization. Using half the space, we can provide a resource load four to six times greater than before. At the same time, we have accomplished the IT infrastructure goals of high-efficiency computation, no SPOF storage, and controllable business security."

Wang Chunsheng
 IT Manager
 CITICPE

Due to the environmental constraints of the previous data center, shared storage is not utilized to provide support for virtualized platforms, which creates tremendous challenges for businesses and management. With the new data center still facing space constraints, the vSAN solution integrating computation and storage can address the demand for small space and high capacity. In addition, the replication capability of vSAN is adopted to duplicate data, resolving the SPOF risks facing the physical devices of the data center.

For security rule refinement, VMware NSX provides micro-segmentation functionality that allows security groups to be defined according to the business, application, and virtual machine classifications. Different businesses are added to different security groups, with distributed firewalls imposing restrictions on the access control between businesses. With this functionality, security control is realized within the CITICPE data center. At the same time, the load balancing functionality of NSX EDGE allows applications to achieve layer 4 business loads and enhanced business continuity.

To achieve automatic control over the entire data center infrastructure, VMware Cloud Foundation can centrally deploy and manage vSphere, vSAN, and NSX and automatically judge the resource load and allocate applications to relevant environments. This streamlines data center management.

Major benefits of the new data center

After the VMware Cloud Foundation solution was successfully implemented, the issues facing the old data center were addressed satisfactorily, with remarkable results:

1. Improved business security: With the micro-segmentation solution provided by NSX, the secure access rules are defined based on the business and application scopes, and the business and application security groups are properly defined. New and old businesses are allocated to different security groups based on business categories before being classified by application type. Secure access rules are set to achieve business segmentation within the enterprise.
2. Improved server resources utilization: With vSphere Enterprise Plus, server resources are consolidated, with the server consolidation ratio increased from 1.5 to 1:20. As a result, current business demands are met and sufficient resources are reserved for business development in the next 1-2 years, although no extra space was added to the new data center. This solution maximized the data center's space utilization.
3. Enhanced business continuity: With the consolidation of vSphere virtualization technology and vSAN distributed storage technology, the advanced capabilities, such as HA and vMotion, provide an excellent business experience. The Infrastructure O&M Department will no longer impact the continuous and stable operation of businesses through to changes to data centers, devices, and networks.
4. Intelligent O&M and enhanced operational efficiency: The virtualization technology makes it possible to centrally create, deploy, and allocate virtual machine, storage, and network resources. Utilizing dynamic resource load balancing, this solution provides intelligent load management.
5. Flexible resources and enhanced performance: The new system management platform actively plans for resource growth in advance and quickly responds to new demands, avoiding the previous need for frequent purchases and the slow speed of the process and allowing for the allocation of resources on demand.

Looking to the future

In the future, business development will be accompanied by a continuous growth in the number of virtual machines. Thus, current infrastructure resources will be gradually exhausted. It will be necessary for CITICPE to build a set of automatic O&M platforms on the software-defined data center, so as to forecast and monitor the status and capacity of computing, network, and storage resources in current virtualization platform, collect statistics on the virtual machine growth rate, and predict the time of resource exhaustion. In this way, CITICPE can prepare suitable hardware resources in advance to ensure smooth business development.

Fuente: VMware Information Technology. (2018). CITICPE Used VMware Virtualization Technology to. Beijing, China.

E. Matriz RACI de procesos ITIL

ITIL SERVICE LIFECYCLE PROCESS/RACI REFERENCE MATRIX

For further details please contact us at:
 W: www.itilgroup.com T: +44 (0)1270 611600
 F: +44 (0)1270 628513 E: sales@itilgroup.com

USEFUL ITIL ACRONYMS

LEGEND

R = Process/Function Responsible
 A = Process/Function Accountable
 C = Process/Function Consulted
 I = Process/Function Informed

SUBJECT MATTER / ACTIVITY

Process/Function	Service Strategy	Service Design	Service Transition	Service Operation	Continual Service Improvement
1. Business Case Management	R				
2. Demand Management	R				
3. Financial Management	R				
4. Information Management	R				
5. Knowledge Management	R				
6. Project Management	R				
7. Risk Management	R				
8. Supplier Management	R				
9. Vendor Management	R				
10. Business Case Management	R				
11. Demand Management	R				
12. Financial Management	R				
13. Information Management	R				
14. Knowledge Management	R				
15. Project Management	R				
16. Risk Management	R				
17. Supplier Management	R				
18. Vendor Management	R				
19. Business Case Management	R				
20. Demand Management	R				
21. Financial Management	R				
22. Information Management	R				
23. Knowledge Management	R				
24. Project Management	R				
25. Risk Management	R				
26. Supplier Management	R				
27. Vendor Management	R				
28. Business Case Management	R				
29. Demand Management	R				
30. Financial Management	R				
31. Information Management	R				
32. Knowledge Management	R				
33. Project Management	R				
34. Risk Management	R				
35. Supplier Management	R				
36. Vendor Management	R				
37. Business Case Management	R				
38. Demand Management	R				
39. Financial Management	R				
40. Information Management	R				
41. Knowledge Management	R				
42. Project Management	R				
43. Risk Management	R				
44. Supplier Management	R				
45. Vendor Management	R				
46. Business Case Management	R				
47. Demand Management	R				
48. Financial Management	R				
49. Information Management	R				
50. Knowledge Management	R				
51. Project Management	R				
52. Risk Management	R				
53. Supplier Management	R				
54. Vendor Management	R				
55. Business Case Management	R				
56. Demand Management	R				
57. Financial Management	R				
58. Information Management	R				
59. Knowledge Management	R				
60. Project Management	R				
61. Risk Management	R				
62. Supplier Management	R				
63. Vendor Management	R				
64. Business Case Management	R				
65. Demand Management	R				
66. Financial Management	R				
67. Information Management	R				
68. Knowledge Management	R				
69. Project Management	R				
70. Risk Management	R				
71. Supplier Management	R				
72. Vendor Management	R				
73. Business Case Management	R				
74. Demand Management	R				
75. Financial Management	R				
76. Information Management	R				
77. Knowledge Management	R				
78. Project Management	R				
79. Risk Management	R				
80. Supplier Management	R				
81. Vendor Management	R				
82. Business Case Management	R				
83. Demand Management	R				
84. Financial Management	R				
85. Information Management	R				
86. Knowledge Management	R				
87. Project Management	R				
88. Risk Management	R				
89. Supplier Management	R				
90. Vendor Management	R				
91. Business Case Management	R				
92. Demand Management	R				
93. Financial Management	R				
94. Information Management	R				
95. Knowledge Management	R				
96. Project Management	R				
97. Risk Management	R				
98. Supplier Management	R				
99. Vendor Management	R				
100. Business Case Management	R				

Fuente: ILX Group. (Enero de 2008). ITIL Service Lifecycle Process/RACI Reference Matrix. Obtenido de www.itilgroup.com:
<http://download.itilgroup.com/docs/downloads/itil-service-lifecycle-raci-matrix.pdf>

F. Cotización Proyecto Cisco ACI

Cotización # Referencia Fecha: 14 de marzo, 2019				
Proyecto: Align ACI				
Empresa:		Align Technology		
Contacto:		Henry Rodríguez		
Teléfono:				
Email:				
				
Vinet Technology Advisor S.A. 3-101-672206 Tel: 2234 2682 Fax: 2224 8724				
Condiciones Comerciales				
Forma de pago:	50% adelantada, 50% contra entrega			
Vigencia de la oferta:	2 semanas	Tiempo de Entrega:	4 semanas	
Producto / Servicio	Cant.	Descripción	Unitario	Monto
ACI-C9332-VAPIC-B1	1	ACI Bundle with 2 N9K-C9332C and 1 APIC-CLUSTER-XS		
N9K-C9332C	2	Nexus 9K ACI & NX-OS Spine, 32p 40/100G & 2p 10G	\$24,156.00	\$48,312.00
ACI-N9KDK9-14.0	2	Nexus 9500 or 9300 ACI Base Software NX-OS Rel 14.0		
N3K-C3064-ACC-KIT	2	Nexus 3K/9K Fixed Accessory Kit		
NXA-FAN-35CFM-PE	10	Nexus 2K/3K/9K Single Fan, 35CFM, port side exhaust airflow		
NXA-PAC-1100W-PE2	4	Nexus AC 1100W PSU - Port Side Exhaust		
CAB-C13-C14-AC	4	Power cord, C13 to C14 (recessed receptacle), 10A		
ACI-SEC-XF	2	Security License for ACI	\$3,355.00	\$6,710.00
CON-ECMU-ACISECXF	2	SWSS UPGRADES Security License for ACI	\$586.50	\$1,173.00
CON-SNT-N9KC9332	2	SNTC-8X5XNBD Nexus 9K ACI NX-OS Spine, 32p 40/100G	\$3,814.80	\$7,629.60
C1-N9K-SEC-XF-3Y	2	ACI Security License Term N9300 XF, 3Y	\$3,511.38	\$7,022.75
SVS-B-N9K-ADD	2	EMBEDDED SOLN SUPPORT SWSS FOR ACI NEXUS 9K		
APIC-CLUSTER-XS	1	APIC Cluster with virtual APIC	\$8,185.53	\$8,185.53
APIC-VIRTUAL	2	ACI Virtual APIC		
APIC-SERVER-M3	1	APIC Appliance - Medium Configuration (Upto 1200 Edge Ports)	\$13,621.97	\$13,621.97
APIC-USBFLSHB-16GB	1	UCS Servers 16GB Flash USB Drive		
APIC-TPM2-002	1	Trusted Platform Module 2.0 for UCS servers		
APIC-RAID-M5	1	Cisco 12G Modular RAID controller with 2GB cache		
APIC-MR-X16G1RS-H	6	16GB DDR4-2666-MHz RDIMM/PC4-21300/single rank/x4/1.2v		
APIC-CPU-3106	2	1.7 GHz 3106/85W 8C/11MB Cache/DDR4 2133MHz		

APIC-SD400G123X-EP	1	400GB 2.5in Enterprise Performance 12G SAS SSD(3X endurance)		
APIC-HD117K12N	2	1 TB 12G SAS 7.2K RPM SFF HDD		
APIC-PSU1-770W	2	770W power supply for USC C-Series	\$469.03	\$938.06
CAB-N5K6A-NA	2	Power Cord, 200/240V 6A North America		
APIC-DK9-4.0	1	APIC Base Software Release 4.0		
APIC-PCIE-C25Q-04	1	Cisco UCS VIC 1455 Quad Port 10/25G SFP28 CNA PCIE	\$1,375.55	\$1,375.55
CON-SSNT-APICCLXS	1	SOLN SUPP 8X5XNBD APIC Cluster with virtual APIC	\$6,612.79	\$6,612.79
C1-SUBS-OPTOUT	2	OPT OUT PID FOR ACI ADV Subscription USE ONLY		
C1P1TN9300XF-3Y	2	ACI Premier Term N9300 XF, 3Y (Promotional Price)	\$22,924.65	\$45,849.30
SVS-B-N9K-PR-XF	2	EMBEDDED SOLN SUPPORT SWSS FOR ACI NEXUS 9K		
C1-N9K-SEC-XF-3Y	2	ACI Security License Term N9300 XF, 3Y	\$4,389.15	\$8,778.29
SVS-B-N9K-ADD	2	EMBEDDED SOLN SUPPORT SWSS FOR ACI NEXUS 9K		
ACI-N9KDK9-14.0	2	Nexus 9500 or 9300 ACI Base Software NX-OS Rel 14.0		
N9K-C9348GC-FXP	2	Nexus 9300 with 48p 100M/1GT, 4p 10/25G & 2p 40/100G QSFP28	\$10,975.04	\$21,950.09
CON-SNT-N9348F	2	SNIC-8X5XNBD Nexus 9300 with 48p 100M/1G, 4p 10/25G S	\$1,298.23	\$2,596.46
ACI-N9KDK9-14.0	2	Nexus 9500 or 9300 ACI Base Software NX-OS Rel 14.0		
N3K-C3064-ACC-KIT	2	Nexus 3K/9K Fixed Accessory Kit		
NXA-FAN-30CFM-F	6	Nexus 2K/3K/9K Single Fan, port side exhaust airflow		
NXA-PAC-350W-PE	4	Nexus NEBs AC 350W PSU - Port Side Exhaust		
CAB-C13-C14-AC	4	Power cord, C13 to C14 (recessed receptacle), 10A		
C1P1TN9300GF-3Y	2	Cisco ACI Premier Term N9300 GF, 3Y (promotional price)	\$9,710.11	\$19,420.22
SVS-B-N9K-PR-GF	2	EMBEDDED SOLN SUPPORT SWSS FOR ACI NEXUS 9K		
C1-N9K-SEC-GF-3Y	2	Cisco ONE Security License Term N9300 GF, 3Y	\$2,066.55	\$4,133.09
SVS-B-N9K-ADD	2	EMBEDDED SOLN SUPPORT SWSS FOR ACI NEXUS 9K		
QSFP-100G-CU3M=	8	100GBASE-CR4 Passive Copper Cable, 3m	\$272.59	\$2,180.75
VNT Svcs	1	Instalación y Configuración	\$20,000.00	\$20,000.00
TOTAL				
			\$246,489.44	

Fuente: Vinet

G. Cotizaciones Firewalls – Palo Alto

LINE#	QTY	PART	DESCRIPTION	DISCOUNTED PRICE	EXTENSION
<p>INTEGRATED ARCHIVE SYSTEMS 1121 NORTH SAN ANTONIO ROAD, PALO ALTO, CALIFORNIA 94303 <i>IAS is a Woman-Owned Business Enterprise (WBE)</i> PAN for Firewall Upgrade with 3 Years of Support Costa Rica</p>					
<p>Proposal to: QUOTE #: align-pantwcr-01272016 COMPANY: Align CONTACT: Tony Hoang ADDRESS: 2560 Orchard Parkway CITY/ST/ZIP: San Jose, CA 95131 DIRECT: 408 470-1000 MOBILE: thoang@aligntech.com</p>			<p>PROPOSAL DATE: 1/27/2016 2374116/1 IAS REP: Julie Stranutu EMAIL: napiear@iarchve.com PHONE: 925-461-5183 JFAX: 650-681-8246 TERMS: Net 30 days CUSTOMER P.O. Number:</p>		
2		PAN-PA-3050	Costa Rica – take an existing PAN in Costa Rica and make it a cluster – existing SN 001701008830 Palo Alto Networks PA-3050	\$ 14,880.00	\$ 29,760.00
2		PAN-PA-3050-TP-3YR-HA2	Threat prevention subscription 3-year prepaid for device in an HA pair, PA-3050	\$ 6,652.50	\$ 13,305.00
2		PAN-PA-3050-URL-4-3YR-HA2	PANDB URL Filtering subscription 3-year prepaid for device in an HA pair, PA-3050	\$ 6,652.50	\$ 13,305.00
2		PAN-SVC-PREM-3050-3YR	Premium support 3-year prepaid, PA-3050 *NOTE: Premium Next business day in Int'l sites	\$ 8,759.00	\$ 17,518.00
4		PAN-SFP-SX	SFP SX transceiver (PA-7000 series, PA-5000 series, PA-4000 series, PA-3000 Series, PA-2000 series)	\$ 375.00	\$ 1,500.00
<p>Quote contains US pricing and assumes shipping to Align in San Jose, CA</p>					
TOTAL:					\$ 75,388.00
<p>Sales Tax, VAT, Export Fees, Shipping and Handling are not included. This price quotation is valid for 30 days from the date of this proposal.</p>					
<p>STANDARD TERMS AND CONDITIONS:</p> <p>1.0 Product Returns - 1.1 All product returns are subject to the applicable manufacturer's return policy. 1.2 An approved IAS' Return Material Authorization (RMA) # must be obtained prior to return. 1.3 All returned products must be factory sealed and returned within 30 days after receipt unless otherwise stated. 1.4 Cancelled or returned products are subject to a 25% restocking fee. 2.0 Shipping charges, taxes, and special consulting/integration charges are not included unless stated above. 3.0 Terms are net 30 days unless stated otherwise. 4.0 For Refurbished equipment, availability is first come, first served. Orders may be non-cancelable and non-returnable unless mutually deemed defective. 5.0 Trade-In Allowances: If the proposed pricing includes discount allowances for equipment to be traded-in, in the event the Customer does not return the trade-in equipment per the return authorization instructions within 30 days of shipment of the new equipment, then IAS may invoice the Customer for the incremental amount unless a written extension has been approved by an authorized representative of the Manufacturer and IAS. 6.0 All software sales are final.</p>					

Fuente: Integrated Archive Systems

H. Cotización servidor *blade* para *host* de virtualización

SoftNet, Sunnyvale, CA 94089
 ●●●●● Solutions: 0888 FAX # 408-542-0848

Quotation #
JG091117-131

John Galluccio

Align Technology Inc.

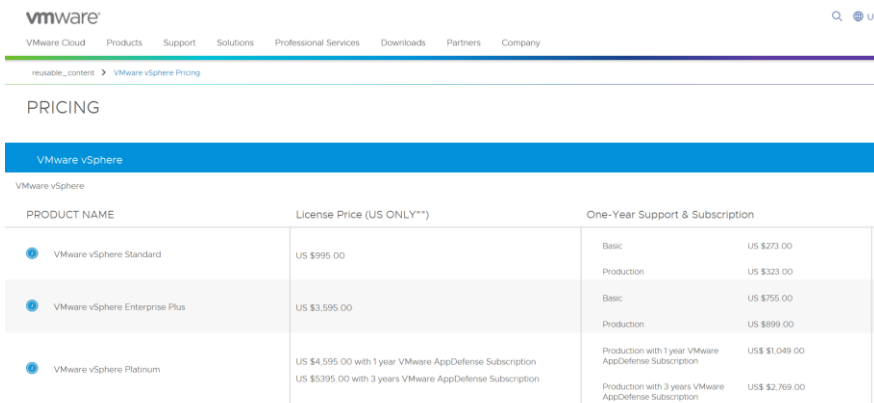
*Please feel free to give me
 a call if you have any
 questions.*

Thank you for your inquiry. We are pleased to quote as follows :

ITEM	DESCRIPTION	QTY	Solution Price
	HPE BL460C Gen10 10Gb/20Gb FLB CTO Blade, 2XG5120 CPU, 256GB memory, 2X300GB SAS HDD, HPE FlexFabric 10Gb 2P 536FLB FIO Adptr		\$11,922.00
1	HPE BL460c Gen10 10Gb/20Gb FLB CTO Blade	1	
2	HPE BL460c Gen10 Xeon-G 5120 FIO Kit	1	
3	HPE BL460c Gen10 Xeon-G 5120 Kit	1	
4	Factory integrated	1	
5	HPE 32GB 2Rx4 PC4-2666V-R Smart Kit	8	
6	Factory integrated	8	
7	HPE 300GB SAS 10k SFF SC HDD	2	
8	Factory integrated	2	
9	HPE FlexFabric 10Gb 2P 536FLB FIO Adptr	1	
10	HPE Smart Array P204i-b SR Gen10 Ctrlr	1	
11	Factory integrated	1	
12	HPE 12W BL Smart Storage Battery	1	
13	Factory integrated	1	
	Freight to San Jose California	1	\$54.86
	Pricing Based on PO issued San Jose , CA and Ship To- San Jose, CA		
	Quote Total		\$11,976.86

Fuente: SoftNet Solutions

I. Cálculo licenciamiento VMware *host*

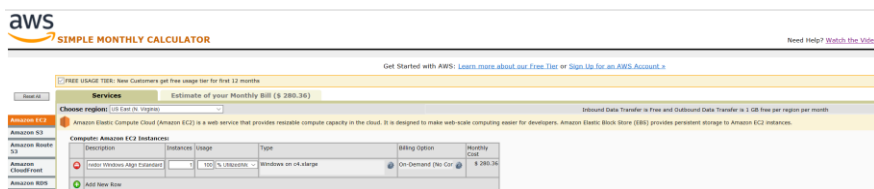


The screenshot shows the VMware vSphere Pricing page. The navigation bar includes VMware Cloud, Products, Support, Solutions, Professional Services, Downloads, Partners, and Company. The breadcrumb trail is reusable_content > VMware vSphere Pricing. The main heading is PRICING. Below it, there is a blue bar for VMware vSphere. The table below lists the product names, license prices (US ONLY**), and one-year support & subscription costs.

PRODUCT NAME	License Price (US ONLY**)	One-Year Support & Subscription
VMware vSphere Standard	US \$995.00	Basic: US \$273.00 Production: US \$323.00
VMware vSphere Enterprise Plus	US \$3,595.00	Basic: US \$755.00 Production: US \$899.00
VMware vSphere Platinum	US \$4,595.00 with 1 year VMware AppDefense Subscription US \$5,395.00 with 3 years VMware AppDefense Subscription	Production with 1 year VMware AppDefense Subscription: US\$ 1,049.00 Production with 3 years VMware AppDefense Subscription: US\$ 2,769.00

Fuente: VMware

J. Cálculo costo mensual servidor estándar Align Technology de Costa Rica en AWS



The screenshot shows the AWS Simple Monthly Calculator interface. It includes the AWS logo and the text 'SIMPLE MONTHLY CALCULATOR'. There are links for 'Need Help? Watch the Video' and 'Get Started with AWS: Learn more about our Free Tier or Sign Up for an AWS Account'. The calculator shows an estimate of the monthly bill for a single Amazon EC2 instance in the us-east-1 region. The instance is a t2.micro, On-Demand (No Co), with a monthly cost of \$295.36. The calculator also shows the 'FREE USAGE TIER: New Customers get free usage for first 12 months' and 'Inbound Data Transfer is Free and Outbound Data Transfer is 1 GB free per region per month'.

Fuente: Amazon AWS

K. Cotización envío de *Firewall / Servidor blade*

Please provide information about your shipment including destination, origin, shipment date, and weight. Required fields are indicated with *.

① WHERE AND WHEN?	SHOWING RETAIL RATES RESULTS FOR:		
<p>Ship To: HEREDIA, 40104 Costa Rica</p> <p>Ship From: SAN JOSE, 95131 United States Commercial</p> <p>Shipment Date: Monday March 25, 2019</p> <p>Customs Value: 37694 USD</p> <p>Duty Type: 01 - Dutiable</p>	SAN JOSE, 95131, UNITED STATES TO HEREDIA, 40104, COSTA RICA		
	SERVICE	TIME ▼	COST ▼ (ALL PACKAGES)
	<p>UPS Worldwide Saver</p> <p>Latest Pickup Time: 5:00 P.M. Monday March 25, 2019</p> <p>Schedule by : 4:00 P.M.</p>	<p>Delivered By: By End of Day Wednesday March 27, 2019</p>	<p>1,102.81 USD *</p> <p>Billable Weight: 33.0 lbs.</p> <p>View Details</p>
	<p>Rate estimates are based on export rates from the origin (Ship From) country or territory. Result estimates calculated by UPS: Wednesday March 20, 2019 6:59 P.M. Eastern Time (USA) * Rate includes a fuel surcharge ⓘ . For a breakdown of charges, select View Details beside each service.</p> <p>Guarantees and Notices ⓘ</p>		
② ENTER DETAIL TO SHOW COST			
<p>Packaging: UPS Worldwide Express 25KG Box</p> <p>Package Weight: 15 lbs.</p> <p>Number of Packages: 1</p> <p>Declared Value: 37694 USD</p> <p>Drop-off / Pickup? I will pay shipping charges and ship my package at a retail location such as The UPS Store® or UPS Customer Center Rates may vary at retail locations.</p>			

Fuente: UPS

M. Salarios mínimos para sector privado 2019



DEPARTAMENTO DE SALARIOS

Lista de ocupaciones clasificada por el personal técnico del Departamento

SALARIOS MÍNIMOS SECTOR PRIVADO AÑO 2019

Decreto Nº 41434-MTSS, publicado en La Gaceta 235, del 18 de diciembre del 2018. Rige 1º de enero del 2019.

SIGLAS Y SALARIOS MÍNIMOS

TONC	Trabajadores en Ocupación No Calificada	¢10.358,55
TOSC	Trabajadores en Ocupación Semicalficada	¢11.264,17
TOC	Trabajadores en Ocupación Calificada	¢11.471,53
TOE	Trabajadores en Ocupación Especializada	¢13.530,38
TOES	Trabajadores de Ocupación de Especialización Superior	¢20.997,77
TONCG	Trabajadores en Ocupación No Calificada (Genérico)	¢309.143,36*
TOSCG	Trabajadores en Ocupación Semicalficada (Genérico)	¢332.589,87*
TOCG	Trabajadores en Ocupación Calificada (Genérico)	¢349.623,39*
TMED	Técnico Medio en Educación Diversificada	¢386.380,40*
TOEG	Trabajadores en Ocupación Especializada (Genérico)	¢392.623,14*
TEdS	Técnico de Educación Superior	¢451.523,54*
DES	Diplomados de Educación Superior	¢487.662,29*
Bach	Bachiller Universitario	¢553.124,45*
Lic.	Licenciado Universitario	¢663.772,10*

* **Salario mensual.**

El que no tiene ninguna indicación, está por jornada ordinaria.

Fuente: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Costa Rica.

N. Cotización de laptop Dell



QUOTATION

Quote #: 744303921
 Customer #: 72862962
 Contract #:
 Customer Agreement #:
 Quote Date:
 Customer Name: ALIGN TECHNOLOGIES COSTA RICA

Thanks for choosing Dell! Your quote is detailed below; please review the quote for product and informational accuracy. If you find errors or desire certain changes please contact your sales professional as soon as possible.

Sales Professional Information			
SALES REP:	CARLOS A. ROJAS	PHONE:	7418878
Email Address:	Carlos_A.Rojas@Dell.com	Phone Ext:	7418878

GROUP: 1	QUANTITY: 1	SYSTEM PRICE: \$1,508.97	GROUP TOTAL: \$1,508.97
		Description	Quantity
		Dell Latitude 5290 2-in-1 XCTO Base (210-ANWG)	1
		16GB 2133MHz LPDDR3 (370-4E4H)	1
		Intel Dual-Band Wireless-AC 8265 Driver (555-BDWIE)	1
		M.2 512GB PCIe NVMe Class 40 Solid State Drive (400-AUNK)	1
		Win 10 Pro 64 English, French, Spanish (619-AHKN)	1
		US Order (332-1288)	1
		Primary 4-cell 42Whr Battery (451-BBZD)	1
		Qualcomm Snapdragon(TM) X7 (LTE-A) (556-BBV/P)	1
		WWAN GASKET (575-BBMF)	1
		WWAN Bracket (575-BBMO)	1
		No Carrying Case (400-BBEK)	1
		WWAN Antenna with cable with WLAN/WLAN+WWAN config (470-ACHO)	1
		Intel Dual-Band Wireless-AC 8265 Wireless Card (2x2) (555-BDIB)	1
		WLAN/WiGIG Bracket (575-BBMD)	1
		E5 Power Cord (US) (537-BBBD)	1
		No Media (620-AAOH)	1
		BTO Standard Shipment (M) (800-BBGS)	1
		Safety/Environment and Regulatory Guide (English/Spanish) (340-AGIN)	1
		Dell Limited Hardware Warranty (304-9488)	1
		ProSupport Plus: Accidental Damage Service, 3 Years (804-6528)	1
		ProSupport Plus: Keep Your Hard Drive, 3 Years (804-8540)	1
		ProSupport Plus: Next Business Day Onsite, 1 Year (804-8550)	1
		ProSupport Plus: Next Business Day Onsite, 2 Years Extended (804-8552)	1
		ProSupport Plus: 7x24 Technical Support, 3 Years (804-8564)	1
		Dell Limited Hardware Warranty Extended Year(s) (875-3451)	1
		Thank you for choosing Dell ProSupport Plus. For tech support, visit www.dell.com/contactdell (997-7888)	1
		No UPC Label (389-BCGW)	1
		Intel vPro Technology Advanced Management Features (631-ABOF)	1
		Intel Sensor Solution (831-ABDL)	1
		Placemat, French/English (340-BZEB)	1
		No Option Included (340-ACQQ)	1
		Energy Star 6.1 (387-BBIT)	1
		8th Gen Intel Core i7-8550U (8M Cache, Quad Core, 1.9GHz), vPro (379-BCXG)	1
		Intel Core i7-8550U Processor (Quad Core, 8M Cache, 1.9GHz, 15W, vPro), Thunderbolt, 16GB Memory (338-BNNY)	1
		No Docking Station (452-BBSE)	1
		Absolute DDS Professional LATAM 4 Year (365-1140)	1
		Absolute Installation Fee (265-1245)	1
		BIOS - Absolute Setting (378-9455)	1
		Back cover with Thunderbolt (320-BCLK)	1
		Integrated HD Webcam (319-BBDX)	1
		System Shipment China Packaging (328-BCNE)	1
		Shipment Material - Shuttle (325-BCNF)	1
		System Shipment, Latitude (TPM-enabled) (328-BCNG)	1
		Notebook Ship Shuttle DAO (328-BCNH)	1
		Direct ship Info Mod (340-AAAP)	1
		Latitude 5290 Travel Keyboard, ENG (860-AGGM)	1
		No Stand Included (575-BBCH)	1
		No FOA (817-BBBB)	1
		Dell Endpoint Security Suite Enterprise, 1 Year (525-0061)	1
		ProSupport for Dell Data Protection Endpoint Security Suite Enterprise, 1 Year (808-3065)	1
		No Additional Hard Drive (401-AAGM)	1
		Regulatory Label, 8265 WL+WW (389-CGJU)	1
		No Intel Responsive (551-BBEJ)	1
		Intel Core i7 vPRO Label for KBL-R (389-CGNO)	1
		12.3" Touch 3:2 WUXGA+ (1920 x 1280) (391-BDMR)	1
		Microsoft(R) Office 30 Days Trial (858-BCSB)	1
		Dell Command Power Manager (DCPM) (525-0131)	1
		SupportAssist (825-BBCL)	1
		Latitude 5290 2-in-1 Software Driver (831-ABOH)	1
		Dell(TM) Digital Delivery Cirrus Client (640-BBLW)	1
		Dell Client System Update (Updates latest Dell Recommended BIOS, Drivers, Firmware and Apps) (858-BBMR)	1
		Dell Developer Recovery Environment (858-BCUJ)	1
		No Anti-Virus Software (850-AAAM)	1
		E5 45W AC Adapter (Type-C) (492-BCDL)	1
		GCP Operations Management (633-8099)	1

Fuente: Dell Latinoamérica

O. Costo licenciamiento de Microsoft Office 365

Office 365 Business Premium





\$12.50
user/month
(annual commitment)


[Buy now](#)

Price does not include tax.

Best for businesses that need business email, Office applications, and other business services on PC, Mac, or mobile.





Office applications included

			
Outlook	Word	Excel	PowerPoint



Access (PC only)

Services included

			
Exchange	OneDrive	SharePoint	Microsoft Teams

Fuente: Microsoft

P. Costo licenciamiento Windows Server 2016

Pricing and licensing overview

To give you a more consistent licensing experience across multi-cloud environments, we transitioned from processor-based licensing to core-based licensing for Windows Server 2019 Datacenter and Standard editions. For specific pricing, contact your Microsoft reseller.

Windows Server 2019 edition	Ideal for	Licensing model	CAL requirements ⁽¹⁾	Pricing Open NL ERP (USD) ⁽²⁾
Datacenter ⁽³⁾	Highly virtualized datacenters and cloud environments	Core-based	Windows Server CAL	\$6,155
Standard ⁽³⁾	Physical or minimally virtualized environments	Core-based	Windows Server CAL	\$972
Essentials	Small businesses with up to 25 users and 50 devices	Specialty servers (server license)	No CAL required	\$501

Fuente: Microsoft

Índice de figuras

Figura 2.1. BSC de IT como habilitador del negocio	24
Figura 2.2. Módulos del marco de trabajo ITIL V3	28
Figura 2.3. Modernización del centro de datos	31
Figura 2.4. Computación en “la nube” para las organizaciones	33
Figura 4.1 Gestión de aplicaciones en “la nube” vs centro de datos	43
Figura 4.2. Aplicaciones en “la nube” por porcentaje de organizaciones	44
Figura 4.3. Razones para no usar “la nube” por porcentaje de organizaciones .	45
Figura 4.4. Planes de las organizaciones para implementar <i>Software Define Datacenter</i>	46
Figura 4.5. Flujo de migración a “la nube”	62
Figura 5.1. Metodología para el desarrollo de la solución.....	69
Figura 5.2. Prácticas comunes de los casos de éxito	70
Figura 5.3. Fusión de las prácticas de adopción SDDC identificadas	71
Figura 5.4. Integración de mejores prácticas de adopción SDDC	73
Figura 5.5. Alineamiento de mejores prácticas de adopción SDDC con mejores prácticas de gestión de servicios de TI.....	74
Figura 5.6. Mapa de <i>Balanced Scorecard</i> para TI y el negocio – Align Technology de Costa Rica	81
Figura 5.7. Cuadrante mágico de Gartner 2018 para <i>Software Defined Network</i>	85
Figura 5.8. Análisis de lluvia de ideas para el riesgo de implementación SDDC en Align Technology de Costa Rica.....	88
Figura 5.9. Diagrama de solución SDDC propuesta en Align Technology de Costa Rica.....	92
Figura 5.10. Cantidad de esfuerzos administrativos de TI durante los últimos seis meses en Align Technology de Costa Rica	98
Figura 5.11. Salario promedio para Consultor de TI en Costa Rica	101

Índice de tablas

Tabla 2.1. Cuadro de mando integral estándar para TI (IT BSC)	22
Tabla 2.2. Relación causa-efecto IT BSC	23
Tabla 4.1. Comparación de centro de datos en sitio vs en “la nube”	48
Tabla 4.2. Ventajas y desventajas entre los modelos tradicional y SDDC	50
Tabla 4.3. Aspectos relevantes del caso Liberty Mutual	51
Tabla 4.4. Aspectos relevantes del caso Universidad de la lectura en Reino Unido.....	53
Tabla 4.5. Aspectos relevantes del caso CompuTech City	54
Tabla 4.6. Aspectos relevantes del caso CITICPE	55
Tabla 5.1. Guía paso a paso para la evaluación y adopción estratégica de SDDC	78
Tabla 5.2. Inventario de componentes del centro de datos – Align Technology de Costa Rica.....	82
Tabla 5.3. Inventario de máquinas virtuales – Align Technology de Costa Rica	83
Tabla 5.4. Cuadro de equipos reutilizables y su compatibilidad.....	87
Tabla 5.5. Tabla de riesgo, impacto y prioridad para la implementación SDDC en Align Technology de Costa Rica.....	89
Tabla 5.6. Cantidad promedio de centros de datos reconfigurados por año y su costo asociado en Firewalls para Align Technology de Costa Rica	94
Tabla 5.7. Cantidad promedio de servidores virtuales creados por año en Align Technology de Costa Rica	95
Tabla 5.8. Cantidad de <i>hosts</i> para virtualización agregados por año en Align Technology de Costa Rica	96
Tabla 5.9. Comparación de costos de máquina virtual en “la nube” vs costo de un <i>host</i> para virtualización.....	97
Tabla 5.10. Explicación de criterios adicionales y cálculos utilizados para la estimación de beneficios de la solución SDDC ACI en Align Technology de Costa Rica.....	99
Tabla 5.6. Cálculos Costo – Beneficio para solución Cisco ACI de SDDC en Align Technology de Costa Rica.....	104
Tabla 6.1. Cálculo Flujo de Caja a 5 años para solución Cisco ACI de SDDC en Align Technology de Costa Rica.....	106