

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA**



"ANÁLISIS FINANCIERO DE LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍA CONVERGENTE PARA SUSTITUIR LA TECNOLOGÍA TRADICIONAL, COMO INFRAESTRUCTURA DE LOS CENTROS DE DATOS EN LAS INSTITUCIONES DEL SECTOR JUSTICIA EN GUATEMALA"

Ing. Edwin Alfonso León Lossi

GUATEMALA, ABRIL DE 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA**



"ANÁLISIS FINANCIERO DE LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍA CONVERGENTE PARA SUSTITUIR LA TECNOLOGÍA TRADICIONAL, COMO INFRAESTRUCTURA DE LOS CENTROS DE DATOS EN LAS INSTITUCIONES DEL SECTOR JUSTICIA EN GUATEMALA"

Informe final de tesis para la obtención del Grado de Maestro en Ciencias, con base en el "Normativo de Tesis para Optar al Grado de Maestro en Ciencias", actualizado y aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, en la resolución contenida en el Numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009.

ASESOR:

LIC. MSc. Juan Carlos González Meneses

AUTOR:

ING. Edwin Alfonso León Lossi

GUATEMALA, ABRIL DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal Primero: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal Segundo: MSc. Byron Giovanni Mejía Victorio
Vocal Tercero: Vacante
Vocal Cuarto: P.C. Marlon Geovani Aquino Abdalla
Vocal Quinto: P.C. Carlos Roberto Turcios Pérez

JURADO EXAMINADOR QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS
SEGÚN EL ACTA CORRESPONDIENTE

Presidente: Dr. José Alberto Ramírez Crespín
Secretario: MSc. Hugo Armando Mérida Pineda
Vocal I: MSc. Armando Melgar Retolaza



ACTA No. 95-2017


En el Salón No. **3** del Edificio S-11 de la Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, nos reunimos los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el **14 de noviembre** de 2017, a las **16:00** horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** del Ingeniero Electrónico **Edwin Alfonso León Lossi**, carné No. **100015561**, estudiante de la Maestría en Administración Financiera de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Administración Financiera. El examen se realizó de acuerdo con el normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas en el numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009.-----

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado **"ANÁLISIS FINANCIERO DE LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍA CONVERGENTE PARA SUSTITUIR LA TECNOLOGÍA TRADICIONAL, COMO INFRAESTRUCTURA DE LOS CENTROS DE DATOS EN LAS INSTITUCIONES DEL SECTOR JUSTICIA EN GUATEMALA"**, dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de **73** puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el sustentante incorpore las enmiendas señaladas dentro de los 30 días hábiles siguientes.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los catorce días del mes de noviembre del año dos mil diecisiete.



Dr. José Alberto Ramírez Crespin
Presidente



MSc. Hugo Armando Mérida Pineda
Secretario



MSc. Armando Melgar Retolaza
Vocal I



Ing. Edwin Alfonso León Lossi
Postulante

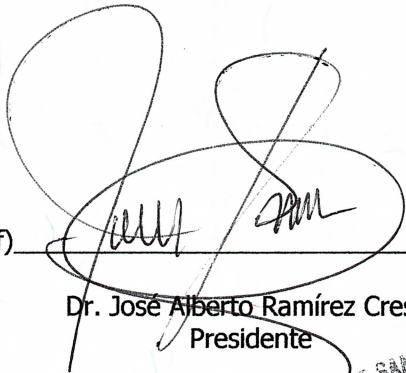


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Edwin Alfonso León Lossi, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala, 11 de enero de 2018.

(f) 
Dr. José Alberto Ramírez Crespín
Presidente





FACULTAD DE CIENCIAS
ECONOMICAS

Edificio "S-8"

Ciudad Universitaria, Zona 12
GUATEMALA, CENTROAMERICA

DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS.
GUATEMALA, VEINTE DE FEBRERO DE DOS MIL DIECIOCHO.

Con base en el Punto QUINTO, inciso 5.1, subinciso 5.1.2 del Acta 02-2018 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 9 de febrero de 2018, se conoció el Acta Escuela de Estudios de Postgrado No. 95-2017 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 14 de noviembre de 2017 y el trabajo de Tesis de Maestría en Administración Financiera, denominado: "ANÁLISIS FINANCIERO DE LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍA CONVERGENTE PARA SUSTITUIR LA TECNOLOGÍA TRADICIONAL, COMO INFRAESTRUCTURA DE LOS CENTROS DE DATOS EN LAS INSTITUCIONES DEL SECTOR JUSTICIA EN GUATEMALA", que para su graduación profesional presentó el Ingeniero Electrónico EDWIN ALFONSO LEÓN LOSSI, autorizándose su impresión.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

LIC. LUIS ANTONIO SUÁREZ ROLDÁN
DECANO

Smp.

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO



AGRADECIMIENTOS

A DIOS:	Por brindarme la fuerza de voluntad y la disciplina para alcanzar esta nueva meta.
A MIS PADRES:	Por mostrarme y guiarme en el sinuoso camino de la vida.
A MI ESPOSA:	Por su paciencia y cariño y ser uno de los pilares sobre el que descansa nuestro hogar.
A MIS HIJOS:	Carmen y Martin por darme la motivación para seguir adelante y ser una mejor persona.
A LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO:	Por el tiempo y dedicación de cada uno de sus catedráticos para forjar mejores profesionales
A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:	Por darme la oportunidad de estudiar en sus aulas y poderme superar como persona y como profesional

CONTENIDO

RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	iii
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Sector justicia penal.....	1
1.2 Centros de datos.	3
1.3 Virtualización de Hardware	7
1.4 Análisis financiero.....	10
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Análisis y evaluación financiera.....	15
2.1.1 Valor actual neto VAN	17
2.1.2 Tasa interna de retorno TIR	18
2.1.3 Período de recuperación de la inversión PRI.....	18
2.1.4 Análisis de costo beneficio.....	19
2.1.5 Tasa de rendimiento mínima aceptable TREMA	19
2.1.6 Costo total de propiedad.....	20
2.2 Centros de datos	21
2.2.1 Metas de los centros de datos.....	22
2.2.2 Instalaciones del centro de datos	23

2.3	Arquitectura de los centros de datos.....	23
2.3.1	Arquitectura tradicional	23
2.3.2	Servidores en red	24
2.3.3	Almacenamiento de datos	25
2.3.4	Infraestructura de red.....	27
2.3.5	Arquitectura hiperconvergente	29
2.4	Virtualización	33
2.4.1	Hipervisores	34
2.4.2	Máquinas virtuales.....	36
3	METODOLOGÍA.....	38
3.4	Definición del problema	38
3.5	Objetivos	40
3.5.4	Objetivo general.....	40
3.5.5	Objetivos específicos	40
3.6.1	Hipótesis.....	41
3.6.2	Especificación de variables	41
3.7	Método científico	41
3.8	Técnicas de investigación aplicadas	42
3.8.1	Técnicas de investigación documental	42

3.8.2	Técnicas de investigación de campo.....	42
3.9	Delimitación del problema	43
3.9.1	Unidad de análisis	43
3.9.2	Período y ámbito geográfico de la investigación	43
4	ANÁLISIS FINANCIERO DE LAS PROPUESTAS DE ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA.....	44
4.1	Costos asociados a los centros de datos.	44
4.1.1	Análisis de costos para la arquitectura tradicional de centros de datos.	45
4.1.2	Análisis de costos para la solución de reemplazo	52
4.2	Análisis financiero comparativo de las soluciones de actualización tecnológica de los centros de datos.....	60
	CONCLUSIONES	64
	RECOMENDACIONES	66
	BIBLIOGRAFÍA	67
	ANEXOS	72
	ÍNDICE DE TABLAS.....	76
	ÍNDICE DE FIGURAS	78
	GLOSARIO	79

RESUMEN

En Guatemala, el sector objeto de la presente investigación, se dedica a ejercer el poder judicial, teniendo como principal función impartir justicia conforme a lo establecido en Constitución Política de la República de Guatemala.

El problema de investigación en el sector es, el crecimiento en la utilización de indicios digitales, la infraestructura que soporta los sistemas ha llegado a un punto de inflexión donde se hace necesario decidir si se continúa con una arquitectura de centro de datos tradicional o se reemplaza por otra arquitectura.

La investigación se realizó con base en la utilización del método científico en su enfoque cuantitativo de investigación que según Hernández et al. (2014) representa un conjunto de procesos secuenciales y probatorios, en sus tres fases que son: Indagatoria, que es la fase donde se recopila la información pertinente al fenómeno objetivo de estudio; la fase demostrativa en la cual se pretende demostrar o comprobar la hipótesis planteada; la expositiva, que corresponde a la socialización de los resultados.

Los resultados más importantes y principales conclusiones de la investigación realizada se presentan a continuación.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos mediante las herramientas de evaluación financiera, se comprueba la hipótesis planteada, ya que al implementar la tecnología hiperconvergente los costos de operación se reducen en un 71%, el período de recuperación de la inversión de 3 años y 4 meses y es menor al tiempo de vida de la solución que es de cinco años.

Que el valor actual neto, de seguir utilizando la arquitectura tradicional de centros de datos es Q.9,687,930 negativos, lo que refleja los altos costos de operación en que se incurren para mantenerlo en producción, en cuanto al cálculo de los valores de TIR, PRI, relación Costo Beneficio son necesarios, ingresos, ahorros o cualquier

valor positivo generado, en este caso no los hay y es por esta razón que no se pueden calcular. Que el valor actual neto de reemplazar la arquitectura tradicional del centro de datos por arquitectura hiperconvergente es de Q685,105 este resultado se obtuvo debido a que se usaron como ingresos los ahorros en costos de operación que se lograron a partir de la implementación se pudo calcular una TIR que dio como resultado una tasa de 12 % que es superior a la TREMA que se consideró de 5.5%, el período de recuperación de la inversión solo con la baja de los costos de operación fue de 3 años y cuatro meses misma que es un 34% menor al tiempo estimado de vida útil según estándares de la industria.

La inversión inicial en la continuidad de la arquitectura tradicional es de solamente de Q500,000, mientras que la inversión inicial de la arquitectura hiperconvergente es de Q3,500,000, con estos volúmenes de inversión se obtienen los mismos resultados tecnológicos en cuanto a espacio de almacenamiento, debe considerarse los tiempos de vida útil de los elementos que constituyen las respectivas arquitecturas, los tiempos que marca la industria en cuanto al soporte que le dará a la tecnología que se está adquiriendo, además se deben analizar factores como el período de finalización de ventas, finalización de soporte, y fin de vida para poder tomar una decisión acertada. Por ultimo al realizar el análisis comparativo se evidencia la ventaja que tiene la arquitectura convergente en el sentido de la reducción de costos de operación y mantenimiento; esto debido al diseño con el que cuenta la solución, la homogenización de los componentes de costo como son las garantías, tanto de software como de hardware y la eliminación de un elemento de almacenamiento de datos que es el elemento más caro de la arquitectura tradicional.

INTRODUCCIÓN

El sector objeto de estudio en la presente investigación es el Sector Justicia en el ámbito de la ciudad de Guatemala el cual se dedica a ejercer el poder judicial.

El problema de investigación de interés general que ha enfrentado el sector es el crecimiento en la utilización de indicios digitales, mismos que deben ser almacenados de forma segura y eficiente lo que ha provocado que la infraestructura actual con que cuentan las instituciones que lo conforman afronten problema de capacidad, debido a que esta infraestructura ya tiene cierto tiempo en funcionamiento y está constituida por elementos que respondían a una arquitectura en específico, debe hallarse la forma viable financieramente de invertir los recursos disponibles para suplir las nuevas necesidades de los sistemas de información con infraestructura capaz de escalar al mismo ritmo que los requerimientos, de ahí es que se hace necesario determinar las variables y métodos para la evaluación de las posibles soluciones que puedan plantearse.

La propuesta de solución que se ha planteado, consiste en el reemplazo de la tecnología actual por una que permita bajar los costos de operación, maximizar los beneficios obtenidos para la operación y continuidad de servicio, y por supuesto sea escalable. La justificación que demuestra la importancia y necesidad de la presente investigación, se explica en que dado que el giro de actividad de las instituciones del sector no es financiero ni tecnológico es necesario sentar la bases y criterios de evaluación para que los recursos limitados, que son asignados a este rubro puedan ser invertidos de la mejor forma.

El objetivo general de la investigación en relación directa con el problema principal, se plantea de la siguiente manera: Determinar la conveniencia, de reemplazar con tecnología hiperconvergente la tecnología de tipo tradicional instalada en las instituciones del sector justicia en el departamento de Guatemala como infraestructura de centro de datos, haciendo una evaluación financiera, con las herramientas de presupuesto de capital

Los objetivos específicos, de la investigación, son los siguientes: Determinar el impacto financiero, de la utilización de la tecnología tradicional como infraestructura del centro de datos para establecer parámetros financieros, base, con los cuales se pueda comparar. Determinar el impacto financiero, de la utilización de la tecnología hiperconvergente como infraestructura de centro de datos para poder establecer los beneficios financieros obtenidos con la implementación de la misma. Establecer los criterios para la evaluación desde el punto de vista financiero, los factores tecnológicos que deben considerarse para la implementación de soluciones de tecnología. Realizar un análisis financiero comparativo de las ventajas y desventajas de la utilización de ambas tecnologías y generar criterios de decisión para la inversión en este tipo de escenarios.

La hipótesis expone la propuesta de solución al problema: Con la implementación de la tecnología de hiperconvergencia en relación con la arquitectura tradicional, genera beneficios, mismos que permite la recuperación de la inversión en el tiempo proyectado en las instituciones del sector justicia en Guatemala.

La presente tesis consta de los siguientes capítulos: El capítulo uno, antecedentes, expone el marco referencial teórico y empírico de la investigación; en este capítulo se exponen los antecedentes del sector objeto del estudio, en este caso el sector justicia sus orígenes, evolución y división de los organismos que lo componen según sus funciones o competencia, además se exponen la historia de los centros de datos y los componentes principales que los constituyen; al final se hace referencia a la función del gerente financiero dentro de las empresas y como esta función y las herramientas que le auxilian han ido cambiando; el capítulo dos, marco teórico, contiene la exposición y análisis las teorías y enfoques teóricos y conceptuales utilizados para fundamentar la investigación y la propuesta de solución al problema; en el caso de esta investigación el marco teórico se concentra describir los componentes de la arquitectura tradicional del centro de datos, los componentes de la arquitectura hiperconvergente además se describen a profundidad las herramientas financieras que se utilizaran para el análisis y comparación de ambas soluciones tales, co-

mo el VAN, TIR, el período de recuperación de la inversión y la relación de costo beneficio; el capítulo tres, metodología, contiene la explicación en detalle del proceso realizado para resolver el problema de investigación, en este capítulo se define el problema y se plantea una posible solución al mismo, se definen los objetivos de la investigación y se plantea una hipótesis, definiendo las variables independientes y las dependientes, describiendo los pasos que se utilizaron, según el método científico que se utilizaron para realizar la investigación.

El capítulo cuatro, contiene todos los datos recabados y los cálculos financieros realizados para llevar a cabo el estudio de campo, estos incluyen los cálculos de los costos totales que genera el centro de datos para mantener su operación correcta en ambas tecnologías, las inversiones necesarias para satisfacer las necesidades futuras proyectadas, el cálculo del valor neto la tasa interna de retorno, la recuperación de la inversión y el cálculo del costo beneficio de ambas opciones. Además se realiza la comparación técnica financiera de las opciones que se tomaron en cuenta para realizar el estudio, todo esto con los resultados obtenidos en el capítulo cuatro, tomando en cuenta los resultados de los análisis se procede a verificar la validez de la hipótesis y a generar conclusiones y recomendaciones

1. ANTECEDENTES

Los Antecedentes, constituyen el origen del trabajo de investigación. Exponen el marco referencial teórico y empírico de la investigación relacionada con el análisis financiero de la utilización de la tecnología convergente como reemplazo de la tecnología tradicional de los centros de datos de las instituciones del sector justicia.

1.1 Sector justicia penal.

Los orígenes del sector justicia se remonta hasta los días de la colonia, según Mata Vela (2007), en 1821 año de independencia del país, el movimiento político pretendió consolidar la independencia, haciendo cambios estructurales que permitieran la construcción de un país con un gobierno republicano; en 1836 se aprobaron “Los Códigos de Livingston” impulsados por el Dr. Mariano Gálvez, en 1898 durante el gobierno del general José María Reyna Barrios se emite el Decreto 551 que contenía el nuevo Código de Procedimientos Penales de Guatemala, el cual se mantuvo vigente por setenta y cinco años hasta la promulgación del Decreto 52-73 del Congreso de la Republica , que contenía el Código Procesal Penal que entro en vigencia el 1 de enero de 1974. La constitución política de la república de Guatemala es la ley de más alta jerarquía por la cual se rige el estado Guatemalteco y sus demás leyes, esta fue creada por una asamblea nacional constituyente, el 31 de mayo de 1985.

Según el portal web de la institución, <http://www.oj.gob.gt/> y conforme lo establece la Constitución Política de la República de Guatemala, el Organismo Judicial es el encargado de impartir justicia, con independencia y potestad de juzgar. La Ley del Organismo Judicial cita que en ejercicio de la soberanía delegada por el pueblo, imparte justicia en concordancia con el texto constitucional.

Los marcos legales del Organismo Judicial y la Corte Suprema de Justicia se encuentran definidos en la Constitución Política de la República de Guatemala, Artículos 203 al 222, en la Ley del Organismo Judicial, Decreto No. 2-89 y sus reformas, y

en otras leyes ordinarias del Estado. Está constituido por: Corte Suprema de Justicia y sus Cámaras, Corte de Apelaciones, Magistratura coordinadora de la jurisdicción de menores y de los tribunales de menores, Tribunal de lo contencioso-administrativo, Tribunal de segunda instancia de cuentas, Juzgados de primera instancia, Juzgados de menores y Juzgados de paz.

Del portal web del Ministerio Público <http://www.mp.gob.gt> y según lo establece la Constitución Política de la República de Guatemala , previo a las reformas constitucionales que regularon su funcionamiento, este se encontraba integrado a la Procuraduría General de la Nación, conforme el Decreto 512 del Congreso de la República.

En 1993 el Estado de Guatemala modificó la organización del sistema penal y se definieron las tareas de juicio, investigación y persecución penal en distintos órganos. A raíz de la reforma constitucional de 1993, se constituyó en un órgano autónomo encargado de ejercer la persecución y la acción penal pública.

El Decreto No. 40-94 “Ley Orgánica del Ministerio Público” que define al Ministerio Público como una institución que promueve la persecución penal, dirige la investigación de los delitos de acción pública y que vela por el estricto cumplimiento de las leyes del país.

El Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- era en un principio la unidad técnico científica del Ministerio Público, según el sitio web oficial de la institución <http://www.inacif.gob.gt>, es creado con el Decreto 32-2006 del Congreso de la República de Guatemala del ocho de septiembre de dos mil seis, como resultado de la necesidad de contar con medios de prueba válidos y fehacientes en los procesos judiciales.

El INACIF inicia sus funciones el día 19 de julio de 2007, y nace como institución auxiliar de la administración de justicia, con autonomía funcional, personalidad jurí-

dica, patrimonio propio y con toda la responsabilidad en materia de peritajes técnico-científicos.

1.2 Centros de datos.

Según Ceruzzi (2003) la computación representa una convergencia de operaciones que han sido mecanizadas en varios grados en el pasado. Instrumentos mecánicos auxiliares para el cálculo han sido hallados en la antigüedad, conforme las culturas desarrollaron elementos de ayuda para contar y calcular tales como guijarros, tableros de cuentas, y el Abaco. La verdadera mecanización del cálculo comenzó cuando los inventores hallaron la manera, no solo de grabar números sino que también sumarlos, en particular la operación de llevar un número de una columna a la siguiente automáticamente cuando era necesario durante una adición esto inicio con la máquina de suma de Pascal, en 1642, otro podrían mencionar a Wilhem Schickard en 1623. Leibniz extendió las capacidades de la invención de pascal que además de sumar podía multiplicar; estos dispositivos permanecieron sin un uso real hasta el siglo XIX en el que el comercio en ascenso creo una necesidad que los fabricantes querían satisfacer. A finales de este siglo aparecieron calculadores mecánicos de diseños intrincados en Europa y en los Estados Unidos. Tan significativo como el cálculo aparecieron dos funciones adicionales: el almacenaje y recuperación automático de información en forma codificada y la ejecución de una secuencia de operaciones. Por esta razón los historiadores comienzan con el motor analítico que intento construir Charles Babbage en 1830 cuya realización no se pudo concretar debido al estado de la ingeniería mecánica de la época. En 1830 Herman Hollelith desarrollo para el censo de Estados Unido de 1880 un método para guardar información codificada por medio de agujeros hechos en tarjetas, además de esto también desarrollo una serie de máquinas que usaban las tarjetas para ordenar, recobrar, contar, y hacer cálculos simples en la data guardada en esas tarjetas estas máquinas usaban energía eléctrica para funcionar. El concepto de guardar información en tarjetas perforadas no era nuevo ya que también Babbage propuso el uso de estas para controlar su motor analítico pero este a su vez tomo la idea del

francés Joseph Marie Jacquard quien en el siglo XIX las uso para controlar los patrones de las telas de su fábrica. La diferencia era que Hollerith las usaba para guardar información mientras que Jacquard las usaba para controlar un proceso, conceptos que más adelante la IBM fusionaría.

De acuerdo a Ceruzzi (2003), en el verano de 1937, Konrad Zuse era un ingeniero mecánico trabajando en *Henschel Aircraft* en Berlín. Bajo el régimen nazi Alemania que estaban la carrera armamentista, él estaba encargado de cálculos relacionados al diseño de una aeronave y él empezó a trabajar, en un calculador mecánico que automatizaría el proceso y en junio de 1937 decidió utilizar el código binario para su calculador mecánico reconociendo las ventajas para los elementos mecánicos el asumir una o dos posiciones en lugar de diez. Zuse identificó que se podría diseñar aparatos mecánicos que podían ser modificados con gran flexibilidad para resolver una variedad amplia de problemas, algunos que requieren un mayor nivel de cálculo y otros que requieren una cantidad mayor de almacenamiento, cada uno de estos requiriendo grados de control automático. En pocas palabras él había inventado una máquina universal. El inglés Alan Turing había hecho una máquina de similares capacidades en 1936 (Zuse era ignorante de este hecho; y tuvo conocimiento de Babbage solo hasta que aplicó para una patente y el revisor de patentes le comento acerca del trabajo previo de Babbage) así que Zuse tomó la decisión de introducir la matemática teórica en el diseño de un calculador mecánico, Turing por su lado tomo la decisión de introducir el concepto de maquina en las páginas de una publicación de matemática teórica en esta publicación Turing describe una máquina teórica que resuelve un problema que Hilbert ha propuesto colocando a Turing entre la élite de los matemáticos pero fue su construcción lo que coloca a Turing dentro los fundadores de la era digital.

Según Ceruzzi (2003). A finales de los años cuarenta había un debate entre ingenieros y matemáticos acerca de los diseños de las computadoras de estos debates emergió el concepto conocido como el principio de programa almacenado, que extendía la idea de Turing en el diseño de maquinaria práctica. El concepto es real-

mente acreditado el matemático húngaro John von Neumann, pero la descripción de este concepto solamente tomó forma después de la colaboración de los ingenieros americanos J. Presper Eckert and John Mauchly de la universidad de Pennsylvania.

Ceruzzi (2012), establece que la primera generación de computadoras tuvo sus inicios en la época de la segunda guerra mundial; el gobierno estadounidense convocó a científicos e ingenieros para analizar aparatos que fueran capaces de manejar, apuntar y disparar armas antiaéreas; este comité analizó varios diseños, y se dieron cuenta que todos caían en dos grandes categorías: La primera consistía en un aparato de fuego antiaéreo dirigido, mediante la construcción de un elemento mecánico o eléctrico, análogo a las ecuaciones matemáticas del control de fuego, como por ejemplo un eje de levas cuyo perfil siguieran una ecuación de movimiento, la segunda categoría resolvía las ecuaciones numéricamente, como lo hacían las calculadoras ordinarias de la época, solo que mediante pulsos eléctricos en lugar de contadores mecánicos haciéndolas mucho más rápidas. Las computadoras de esta generación se caracterizaron por estar integradas por relevadores electromagnéticos o de tubos al vacío.

La segunda generación de computadoras en los años 60 las computadoras eran utilizadas principalmente por agencias de gobierno estas eran grandes mainframes que ocupaban cuartos enteros, que actualmente llamamos centros de datos. En esa misma época los mainframes se migraron de tubos al vacío a dispositivos de estado sólido, como lo son los transistores, que eran más duraderos, más pequeños, eficientes, confiables y baratos que sus equivalentes en tubos al vacío. Como elementos de la memoria principal se introdujo el uso de núcleos de ferrita. Para los sistemas de almacenamiento masivo se emplearon la cinta magnética y los tambores magnéticos.

Ceruzzi (2012) también menciona que la tercera generación se suele caracterizar por el uso de circuitos integrados, resistencias, condensadores, diodos y tríodos,

integrados en pastillas. A mediados de los 60, estos componentes empezaron a ser conocidos como chips. Este desarrollo supuso numerosas ventajas como la reducción del coste de construcción, una mayor fiabilidad, el bajo consumo y la miniaturización. Las memorias de semiconductores y los discos magnéticos son también elementos característicos de esta generación.

La cuarta generación corresponde a unos niveles de mayor densidad de integración. Surge el microprocesador: chip que incluye todos los elementos de la Unidad Central de Proceso o CPU. En 1971, Intel desarrolló el primer microprocesador comercial del mundo el 4004. Los centros de datos estadounidenses empezaron a documentar de forma formal planes de recuperación contra desastres en 1973. En caso de que un desastre realmente ocurriera, este no necesariamente afectaría la operación ni las funciones mantenidas por las computadoras. Ese mismo año la minicomputadora de Xerox fue un paso definitivo en el desarrollo de la computadora personal, debido al uso de la interfaz gráfica, el mouse y espacio de almacenamiento interno y externo. En 1977, la primera red de área local comercial, ARCnet fue puesta en funcionamiento en el banco Chase Manhattan, Nueva York, utilizando la arquitectura de token-ring.

Los Mainframes requerían enfriamiento de tipo especializado, pero a finales de los años 70, las computadoras se movieron a las oficinas y eran enfriadas por aire, por lo tanto, el centro de datos como se conocía, dejó de existir. Actualmente las divisiones no se describen por la distinta generación, sino más bien por otros conceptos distintos, como pueden ser miniordenadores, microordenadores y otros tipos, dependiendo entre otros aspectos del nivel de integración. Por ejemplo, en la década de los 80 la industria de la computación experimento el estallido de la microcomputadora gracias a la introducción al mercado de la computadora personal de IBM, las computadoras eran omnipresentes, debido a que los requerimientos ambientales para el equipo eran mínimos. Pero a medida que las operaciones realizadas con la tecnología de la información crecieron en complejidad, las empresas se dieron cuenta de la necesidad de control sobre estos recursos

Durante la década de los 90 las microcomputadoras ahora llamados servidores hallaron espacios adecuados en lugares muy parecidos a los antiguos espacios de los mainframes, solamente que esta vez debido a que el equipo de red de datos más barato pudieron hacerlo dentro de sus instalaciones, naciendo el centro de datos como ahora lo conocemos.

1.3 Virtualización de Hardware

Dittner y Rule (2007) argumentan que cuando se piensa en virtualización de servidores, compañías tales como Vmware pueden venir a la mente, sin embargo la virtualización empezó en los años 60 siendo pioneras compañías como General Electric, Bell Labs y la International Business Machine (IBM).

En los años 60 IBM tenía una amplia gama de sistemas; cada generación era diferente de la previa, esto hacía difícil para los clientes mantenerse actualizados con los cambios de cada nuevo sistema. Además, las computadoras solamente podían hacer una cosa a la vez; si se tenían dos o más tareas que hacer, se debían realizar en lotes. Sin embargo este enfoque cambió en 1963 cuando el Instituto de Tecnología de Massachussets anunció el proyecto MAC, cuyo significado era Matemáticas y Computación, para llamarse más adelante Computadora de Acceso Múltiple.

Como parte de la investigación el MIT necesitaba que el nuevo hardware de cómputo fuera capaz de atender a más de un usuario simultaneo, evaluó propuestas de varios proveedores de computadoras, incluyendo a GE e IBM. Para la época IBM no estaba interesado en comprometerse con una computadora que pudiese atender esta necesidad pues consideraban que no había suficiente demanda. Por otro lado GE, estaba en la disposición de comprometerse y por eso el MIT lo escogió como proveedor. La pérdida de la oportunidad de negocio con el MIT fue una llamada de atención para IBM pues se enteró que había interés por un sistema similar para los laboratorios Bell; en respuesta a esa necesidad desarrolló el CP-40 este se vendió únicamente que a los laboratorios Bell; la importancia de este es que evolucionó en

el CP-67, la cual es la primera Mainframe que soporto la virtualización el sistema operativo que corría en dicha maquina era CP/CMS que significa Programa de Control/Consola de Monitoreo del Sistema la idea era que el CP corriera en el Mainframe y las máquinas virtuales que corrían el CMS con las que el usuario interactuaba. Lo novedoso era la parte de interacción del usuario con el programa mientras corría.

Para Rathod y Townsend (2014) el enfoque tradicional para un equipo de tiempo compartido era dividir la memoria y otros recursos del sistema entre los usuarios. Un ejemplo de un sistema operativo de tiempo compartido de la era es MultiCS. MultiCS fue creado como parte del Proyecto MAC en MIT. Se realizaron investigaciones y desarrollos adicionales en MultiCS en *Bell Labs*, donde luego evolucionó a Unix.

El enfoque de CP para compartir el tiempo permitió que cada usuario tuviera su propio sistema operativo completo que efectivamente daba a cada usuario su propia computadora, y el funcionamiento era mucho más simple.

Las principales ventajas del uso de máquinas virtuales frente a un sistema operativo compartido en el tiempo fue un uso más eficiente del sistema, las máquinas virtuales podían compartir los recursos generales del mainframe, en lugar de tener los recursos divididos por igual entre todos los usuarios. Había una mayor seguridad debido a que cada usuario estaba ejecutándose en un sistema operativo completamente separado. Siendo más confiable porque ningún usuario podía bloquear todo el sistema sólo su propio sistema operativo.

Como se habló en párrafos anteriores, IBM fue el primero en llevar el concepto de Máquinas Virtuales al entorno comercial. Las máquinas virtuales, tal como estaban en los Mainframes de IBM, todavía se utilizan hoy en día, sin embargo los mainframes ya no son utilizados.

De acuerdo a Santana (2014) en enero de 1987, Insignia Solutions demostró un emulador de software llamado SoftPC. Este emulador permitió a los usuarios ejecutar aplicaciones DOS en sus estaciones de trabajo Unix. Esta es una hazaña que nunca antes había sido posible. En ese momento, un PC capaz de ejecutar MS DOS cuesta alrededor de \$ 1,500. SoftPC les dio a los usuarios con una estación de trabajo Unix la capacidad de ejecutar aplicaciones DOS por solo \$ 500.

En 1989, Insignia Solutions había lanzado una versión Mac de SoftPC, dando a los usuarios de Mac las mismas capacidades; había añadido la capacidad de ejecutar aplicaciones de Windows, no sólo aplicaciones DOS. En 1994, Insignia Solutions comenzó a vender su software empaquetado con sistemas operativos pre-cargados, incluyendo: SoftWindows y SoftOS / 2.

Inspirado por el éxito de SoftPC, otras compañías comenzaron a surgir. En 1997, Apple creó un programa llamado Virtual PC y lo vendió a través de una compañía llamada Connectix. Virtual PC, como SoftPC, permite a los usuarios ejecutar una copia de Windows en la computadora Mac, con el fin de evitar las incompatibilidades de software. En 1998, una empresa llamada VMWare se estableció, y en 1999 comenzó a vender un producto similar a Virtual PC llamado estación de trabajo VMWare. Las versiones iniciales de la estación de trabajo VMWare sólo se ejecutaban en Windows; posteriormente agregó soporte para otros sistemas operativos.

VMWare como líder del mercado en virtualización en el mercado actual. En 2001, VMWare lanzó dos nuevos productos que se ramificaron en el mercado empresarial, ESX Server y GSX Server. GSX Server permite a los usuarios ejecutar máquinas virtuales usando un sistema operativo existente, como Microsoft Windows, esto se conoce como un hipervisor de tipo 2. ESX Server es conocido como un Hipervisor Tipo 1, y no requiere un sistema operativo host para ejecutar Virtual Machines.

Un hipervisor de tipo 1 es mucho más eficiente que un hipervisor de tipo 2, ya que puede optimizarse mejor para la virtualización y no requiere todos los recursos necesarios para ejecutar un sistema operativo tradicional.

Desde la liberación de ESX Server en 2001, VMWare ha experimentado un crecimiento exponencial en el mercado empresarial; ha añadido muchos productos complementarios para mejorar ESX Server. Otros proveedores han entrado en el mercado. Microsoft adquirió Connectix en 2003, después de lo cual volvió a lanzar Virtual PC como Microsoft Virtual PC 2004, luego Microsoft Virtual Server 2005, ambos productos no lanzados de Connectix en el momento en que Microsoft los adquirió.

Citrix Inc. entró en el mercado de virtualización en 2007 cuando adquirió XenSource, una plataforma de virtualización de código abierto que comenzó en 2003. Citrix pronto cambió el nombre del producto a Xenserver.

1.4 Análisis financiero

En la búsqueda de bibliografía adecuada se evaluaron varias ediciones de libros encontrando que lo expuesto por VanHorne (1971) el rol del administrador financiero en las compañías modernas siempre está cambiando. Sus responsabilidades siempre están creciendo y convirtiéndose en algo vital para el desarrollo de la misma. Alguna vez estas responsabilidades estaban principalmente concentradas en mantener registros financieros exactos, preparar reportes, manejar los flujos de efectivo, y proveer los medios para el pago de las deudas. Cuando la liquidez era insuficiente, de acuerdo a las necesidades proyectadas de efectivo, el administrador financiero era el responsable de procurar fondos adicionales.

En los años recientes de influencia del administrador financiero, se ha extendido mucho más allá de las funciones anteriormente descritas. Ahora sus preocupaciones, incluyendo determinar el monto total de fondos empleados en la empresa, co-

mo colocar estos fondos eficientemente en varios activos, obtener la mejor mezcla de financiamiento en relación al Valor total de la empresa.

De acuerdo a González et al (2016), la teoría financiera no siempre ha sido concebida tal y como se entiende al día de hoy, sí que ha sido un proceso de evolución durante el siglo pasado hasta llegar a la concepción que tenemos.

Esta evolución ha estado marcada por los cambios en el entorno económico, así como por el desarrollo empresarial y tecnológico, el enfoque clásico contempla la empresa desde una perspectiva externa además se centra en las empresas con forma jurídica de sociedad, se dedica temas financieros a largo plazo, orientada a aspectos descriptivos a formas y entes financieros relegando las cuestiones relativas a los medios financieros y no otorga gran interés al uso de los recursos financieros en el seno de la empresa ni a los criterios de asignación.

Azofra (2012) argumenta que el enfoque moderno por otro lado establece que su función no es solamente captar recursos además intervienen en la asignación de los mismos, que el costo de capital es una magnitud básica al decidir sobre una inversión, toma en cuenta la relación entre los recursos propios y ajenos, se enfoca tanto en la rentabilidad como en la liquidez y en el análisis de fondo de rotación, flujo de caja y política de dividendos son parte importante en las decisiones financieras.

Según VanHorne, (1971) para entender mejor el rol cambiante de un administrador financiero y la evolución de sus funciones es necesario tener un panorama de cómo fueron evolucionando las finanzas como disciplina. A principios del siglo xx, las finanzas emergieron como un campo estudio separado, ya que antes era considerado principalmente parte de la economía en general el campo abarcaba sólo los instrumentos, las instituciones y los procedimientos de los mercados de capital.

Para ese momento habían un gran número de consolidaciones de más grande fue la formación de la corporación de acero de estados unidos, en 1900. La contabilidad y los registros financieros, como los conocemos al día de hoy eran inexistentes,

sólo con el advenimiento de regulaciones la divulgación de datos financieros se vuelven predominante. Con la era de innovación tecnológica y nuevas industrias en 1920 las empresas necesitan más fondos. El resultado fue un énfasis mayor en liquidez y financiamiento de la empresa. Mucha de la tensión era dirigida al escribir los métodos de financiamiento externo, y poca la atención prestada a lo interno de la empresa. Durante este período un gran interés en valores, particularmente en acciones comunes este interés se intensificó hacia el final de esa década y el rol y función del inversionista era particularmente importante en el estudio de las finanzas.

VanHorne, (1971), establece que durante la depresión de los treinta necesariamente enfoco el estudio de las finanzas en los aspectos defensivos de supervivencia, la mayoría de los esfuerzos del estudio eran dirigidos a la preservación de la liquidez y la liquidación por bancarrota. La principal preocupación en el financiamiento externo era como un financista podría protegerse además se enfatizó en mantener a la empresa con una estructura financiera sólida. El gran número de abusos con la deuda fueron sacados a la luz cuando muchas compañías colapsaron. Estas fallas en conjunto con el trato fraudulento de numerosos inversionistas, fueron los precursores para la regulación y controles impuestos por el gobierno. Uno de los resultados de esta regulación fue el incremento de la cantidad de datos financieros ofrecidos por las compañías, las ventajas obtenidas del acceso estos datos fueron que el analista financiero podía comparar a las compañías por su condición financiera y su desempeño.

Las finanzas durante los años cuarenta y principios de los cincuenta eran dominadas por el punto de vista tradicional desarrollado durante la década de los veinte y los treinta este enfoque trataba la empresa desde fuera, desde el punto de vista de un financista o un inversionista y no interiorizaba en la toma de decisiones dentro la empresa. Sin embargo durante este período se desarrolló la planeación de flujos de efectivo junto con su control. Durante este tiempo también se establecieron las bases de la valoración basada en descuentos y se reivindica la idea de que el precio

de una acción debía corresponder con el valor descontado de los flujos esperados de dividendos y se propuso por primera vez que el Valor de la empresa no depende en modo alguno de cómo esté capitalizada.

Según Ferruz (2012) mediados de los cincuentas, se desarrolló un gran interés en el presupuesto de capital y las consideraciones que debían tener. El uso de la computadora como herramienta de análisis contribuyó al desarrollo de las finanzas durante los cincuentas y sesentas con este advenimiento, sistemas de información complejos han sido desarrollados, estos proveen al administrador financiero con los datos necesarios para hacer decisiones seguras, adicionalmente la aplicación de herramientas analíticas a problemas financieros tuvieron grandes avances. Durante estos años y como resultado de estos cambios los administradores financieros comenzaron a interesarse en cómo valoran la empresa los inversionistas y los financieros, este interés por el análisis del Valor planteó la necesidad de contar con un criterio racional de aceptación o rechazo de proyectos de inversión, toma de decisiones en función del tipo de interés el cual se presenta como un criterio de elección fijado por el mercado, esto conduce a establecer criterios de valoración de las inversiones a el valor actual neto y a la tasa interna de retorno, los fundamentos de estos instrumentos fueron publicados durante los años treinta.

Durante esta época Franco Modigliani y Merton Miller introdujeron el razonamiento deductivo informal de la teoría económica en las finanzas, y la teoría de la elección de carteras desarrollado por Markowitz, Tobin y Sharpe. Hacen posible el surgimiento de una teoría integral capaz de analizar el financiamiento de las decisiones de inversión de la empresa como la asignación del ahorro por parte de las economías domésticas.

Durante los años sesentas se desarrolla la teoría de carteras y su aplicación a la dirección financiera de las empresas publicada inicialmente por Markowitz en 1952 misma que fue generalizada y perfeccionada con las aportaciones de Sharpe, Lintner, y Fama, básicamente esta teoría plantea que el riesgo de un activo individual

no debe medirse en términos de variabilidad de su rentabilidad esperada, ésta debe medirse en función de su contribución marginal al riesgo global de una cartera de activos. En los años setentas se refinó el modelo de equilibrio de valoración de activos financieros permitiendo su aplicación a las finanzas corporativas estén sugiere que parte del riesgo de la empresa no es relevante para los accionistas siempre y cuando puede hacer diversificado a través de la formación de una cartera de acciones.

Según Snapp (2013) El costo total de propiedad TCO por sus siglas en inglés fue desarrollado por Hill Kirwin de Gartner Group Inc. En los años 80, este modelo proporciona las herramientas necesarias para analizar los costos relacionados con las soluciones de tecnología, a lo largo del ciclo de vida útil de los proyectos. Inicialmente fue desarrollada para soluciones de tecnología informática.

El principio básico del TCO es que los costos de propiedad de cualquier bien que se adquiera, tienen componentes más allá de los estipulados en inversión inicial en el mismo, dado que a lo largo de vida del activo se incurre en gastos adicionales, costos en los cuales se debe incurrir para garantizar el funcionamiento correcto, así como protegerlo, mantenerlo, administrarlo y operar el bien o conjunto de bienes, durante la vida útil del mismo. Esta medida surgió por la necesidad de comparar equitativamente propuestas que incluyen valores de cobro distribuido en el tiempo, al igual que valores de pago único. Proporciona una herramienta retrospectiva ya que nos informa el historial del costo que un proyecto ha tenido a lo largo del tiempo. Actualmente, la metodología que se basa en el descuento de flujos de caja es la más sensata y sólida en cuanto a sus fundamentos teóricos. Para la presente investigación es de interés los elementos que nos ayudan a desarrollar un análisis comparativo entre seguir con una arquitectura tradicional o migrar a una arquitectura hiperconvergente en los centros de datos de las instituciones del sector justicia de Guatemala, con una proyección financiera a cinco años utilizando las herramientas como el VAN, TIR, la Relación Costo Beneficio y el tiempo de recuperación de la inversión.

2. MARCO TEÓRICO

El Marco Teórico contiene la exposición y análisis de las teorías y enfoques teóricos y conceptuales utilizados para fundamentar la investigación relacionada con el análisis financiero de la utilización de tecnología convergente para sustituir la tecnología tradicional, como infraestructura de los centros de datos en las instituciones del sector justicia en Guatemala.

2.1 Análisis y evaluación financiera.

De acuerdo con Sapag (2011), la medición de la rentabilidad de un proyecto de inversión financiera tiende a complicarse, debido a las variables que condicionan su resultado. Por eso lo normal es explicar que la situación que se está evaluando es el escenario con probabilidades de ocurrencia más alta dadas las condiciones del entorno donde se quiere implementar.

La rentabilidad financiera de un proyecto se puede medir de varias formas: en unidades de moneda en porcentaje o en el tiempo que demora la recuperación de la inversión. Todas estas se basan en el concepto del valor del tiempo del dinero, que considera que siempre existe un costo asociado a los recursos que se utilizan en el proyecto por costo de oportunidad o por costo financiero si se tiene que recurrir al apalancamiento para obtener los recursos para su ejecución. Sapag (2011) también establece que la evaluación financiera de un proyecto de inversión compara, mediante el uso distintos instrumentos ya sea de forma individual o de forma conjunta, si los flujos de caja proyectados permiten al inversionista obtener una rentabilidad aceptable que permita recuperar la inversión y generar ganancias o por lo Menos ahorros. Los métodos más comunes corresponden al valor actual neto, la tasa interna de retorno, el período de recuperación de la inversión, la relación beneficio costo y la relación costo-efectividad.

Según Gitman y Zutter (2012) en su estudio del presupuesto de capital las inversiones a largo plazo representan salidas considerables de dinero que hacen las em-

presas de acuerdo a sus estrategias y la dirección que le quieren dar al negocio. Una inversión de capital es un desembolso de fondos que se realiza con la intención que genere algún tipo de beneficio durante un período mayor a un año en cambio una inversión operativa es un desembolso de fondos que se espera que produzca beneficios dentro del plazo de un año. Generalmente las inversiones en activos fijos son inversiones de capital sin embargo no todas las inversiones de capital se consideran un activo fijo.

Por otro lado existen dos enfoques básicos en lo que respecta a la toma de decisiones relacionadas con el presupuesto de capital. El enfoque de aceptación-rechazo, el cual se basa en el análisis de las propuestas de proyectos de inversión para establecer que cumplan con el criterio o criterios mínimos de aceptación por parte de la empresa. Este enfoque se debe utilizar cuando los fondos son de carácter ilimitado, un paso anterior a la evaluación de proyectos mutuamente excluyentes, o en una situación de capital racionado.

El segundo método, el enfoque de clasificación, en este método se establece una clasificación de los proyectos con base a una medida predeterminada, como por ejemplo el retorno sobre la inversión. Este tipo de enfoque se usa para determinar el proyecto con posibilidades mayores de retorno, entre un grupo de proyectos mutuamente excluyentes y en la evaluación de proyectos con limitaciones de capital.

Para asegurarse de que los proyectos de inversión seleccionados tienen la mejor oportunidad de aumentar el valor de la empresa, son necesarias herramientas que auxilien en la tarea de evaluar y clasificar las ventajas de los proyectos de forma individual. Existen diferentes técnicas para realizar este análisis, estos métodos integran técnicas de valor en el tiempo, riesgo y rendimiento para hacer las inversiones de capital congruente y orientado con los fines de las empresas.

2.1.1 Valor actual neto VAN

Sapag (2011) establece que el procedimiento utilizado por la mayoría de las empresas para evaluar los proyectos de inversión se conoce como valor presente neto.

El Van sirve para generar dos tipos de decisiones: en primer lugar decidir si las inversiones son factibles y como segundo uso determinar qué inversión en términos absolutos es más conveniente.

La fórmula para determinar el VAN de una inversión es la siguiente:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

F_t son los flujos de dinero en cada período t

I_0 es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$)

n es el número de períodos de tiempo

k es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión,

Cuando el VAN se usa para tomar decisiones de aceptación o rechazo, los criterios de decisión son los siguientes:

- Si el VAN es mayor que 0, el proyecto se acepta.
- Si el VAN es menor que 0, el proyecto se rechaza.

Si el VAN es mayor que 0, la empresa ganará un rendimiento mayor que su costo de capital.

2.1.2 Tasa interna de retorno TIR

Gitman y Zutter (2012), establecen que la tasa interna de retorno, es una de las técnicas más utilizadas para la elaboración de presupuesto de capital. La tasa interna de retorno es la tasa que iguala el VAN a 0 en resumen es la tasa de rendimiento que ganara la empresa si invierte en el proyecto y recibe las entradas de efectivo esperadas.

Los criterios de decisión de la TIR son: Si la TIR es mayor que el costo de capital, se acepta el proyecto. Si la TIR es menor que el costo de capital, se rechaza el proyecto.

Según Sapag (2011) la TIR la utilización de este parámetro de evaluación está entrando en desuso debido a las siguientes razones: entrega un resultado que es exactamente el mismo obtenido por el VAN. No es de utilidad para comparar proyectos ya que la dimensión del parámetro es función de la cuantía de la inversión realizada. Es un parámetro dependiente de los cambios de los flujos de caja. Este parámetro no es útil en los proyectos de desinversión ya que la TIR muestra la tasa de interés que hace equivalente los flujos positivos y negativos sin distinguir los costos de los beneficios para el inversionista.

2.1.3 Período de recuperación de la inversión PRI

Gitman y Zutter (2012) hacen mención de que el período de recuperación de la inversión es el tiempo requerido para que una entidad recupere la inversión inicial de un proyecto, calculado a partir de las entradas de efectivo. Aunque la técnica es de uso difundido se considera una técnica rudimentaria de elaboración del presupuesto de capital por que no considera el valor del dinero en el tiempo.

Los criterios de decisión que se aplican cuando se usa este tipo de análisis son los siguientes.

Si el período de recuperación de la inversión es menor que el período de recuperación máximo aceptable, se acepta el proyecto. Si el período de recuperación de la inversión es mayor que el período de recuperación máximo aceptable se rechaza el proyecto. El valor aceptable se determina subjetivamente y depende de diversos factores incluyendo el tipo de proyecto y la relación percibida entre el proyecto y el valor de las acciones. Sapag (2011) complementa indicando que la importancia de este indicador es que aporta información omitida por el supuesto de que, si el flujo no alcanza, se adeuda tanto el VAN como el TIR.

2.1.4 Análisis de costo beneficio

De Rus (2008) indica que para identificar si un proyecto de inversión es viable se debe disponer de criterios y métodos que permitan comparar los beneficios y los costos que se derivan de su posible ejecución el análisis costo beneficio es un procedimiento para comparar asignaciones de recursos que tiene como objetivo determinar cuál de los probables escenarios es el preferible.

En base a Sapag (2011) la relación costo beneficio hace una comparación entre el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos, incluyendo la inversión. Este método tiene como criterio de decisión del VAN, ya que cuando ese es 0, la relación beneficio costo es igual a 1. Si el VAN es mayor que 0 la relación es mayor que 1, y si el VAN es negativo, esta es menor que 1.

2.1.5 Tasa de rendimiento mínima aceptable TREMA

Baca (2007) establece que previo a tomar una decisión los inversionistas ya sea individual, una empresa o incluso el gobierno, tiene como objetivo obtener un beneficio por la inversión financiera que pretende realizar. De esa cuenta todo inversionista debe tener una tasa de referencia sobre la cual basarse para realizar sus inversiones dependiendo del entorno de la inversión. Esta tasa es la base de comparación y el cálculo de las evaluaciones que desee realizar de no obtener como mínimo esta tasa de retorno de alguna posible inversión esta deberá rechazarse.

Esta tasa es necesaria para calcular VAN, TIR y la relación costo beneficio se requieren que todos los ingresos, egresos y la TREMA que es, como ya se mencionó, la tasa que representa una medida de rentabilidad, la mínima que se le exigirá al proyecto de tal manera que permita cubrir la inversión inicial, los costos de operación, el costo del capital obtenido por otros medios, impuestos y la rentabilidad requerida por los inversionistas.

Para el cálculo de la TREMA se considera un índice inflacionario más una prima por incurrir en el riesgo de invertir el dinero en el proyecto o de manera alterna se puede calcular con la tasa de interés interbancaria de equilibrio, la cual es libre de riesgo, más una prima por riesgo.

2.1.6 Costo total de propiedad

Mieritz y Kirwin (2005) indican que el costo total de propiedad (TCO) como una evaluación integral de la tecnología de la información (TI) u otros costos a través de los límites de la empresa evaluados en el tiempo. Para TI, el TCO incluye adquisición de hardware y software, administración y soporte, comunicaciones, gastos de usuario final y el costo de oportunidad de tiempo de inactividad, capacitación y otras pérdidas de productividad.

En otros términos el costo total de propiedad destaca las diferencias entre el precio de compra y el costo a largo plazo. Este análisis fue creado a mediados de los 80 debido a los gastos en el soporte de hardware y software después de su adquisición. Los administradores de la tecnología descubrieron que el soporte del equipo y del software podía costar entre 5 y 8 veces el costo inicial de compra.

Hay tres componentes clave para los cálculos de TCO: Costos de adquisición hardware físico, Costos de operación, Costos de personal

Los costos de adquisición hardware físico incluyen el costo del equipo o propiedad antes de impuestos, pero después de comisiones, descuentos, incentivos de com-

pra y costos de cierre. A veces esto incluirá equipo periférico de una sola vez o mejoras necesarias para la instalación o utilización del activo.

Costos de operación incluyen las suscripciones o los servicios necesarios para poner el artículo en uso. Esto incluye costos de servicios públicos, mano de obra directa del operador y costos de capacitación inicial.

Los gastos indirectos del personal pueden incluir personal administrativo, personal de apoyo al equipo, instalación que aloja el equipo y los operadores. Esto puede incluir formación continua y solución de problemas de mano de obra para fines de mantenimiento.

Además Mieritz y Kirwin (2005) mencionan que el verdadero costo total puede incluir no sólo costos, sino ahorros incrementales o flujos de ingresos creados por la inversión de capital. El cambio en los flujos de efectivo en comparación con la opción de "negocio como de costumbre" es lo que mitiga el costo total de propiedad (TCO). Dichos fondos deben valorarse utilizando los cálculos del Valor Presente Neto para considerar los valores a lo largo del tiempo.

El análisis del costo total de propiedad (TCO) es una herramienta fundamental en la toma de decisiones para cualquier negocio. Requiere tanto una comprensión de la inversión considerada y el impacto potencial del negocio para encontrar la respuesta correcta.

2.2 Centros de datos

Arregoces y Portolani (2004), establecen que los centros de datos alojan recursos de cómputo críticos en ambientes controlados y bajo una administración centralizada, que permite a la empresa operar a toda hora de acuerdo a las necesidades del negocio. Esto recursos de computo incluyen mainframes, servidores de aplicaciones y web, servidores de archivos e impresión, servidores de mensajería, sistemas

operativos, sistemas de almacenamiento de datos y la infraestructura de red de datos pudiendo ser redes de datos IP o fibra canal.

Las aplicaciones que corren en la infraestructura pueden variar desde las internas tales como las financieras y recursos humanos a externas como el comercio electrónico.

Virtualmente, todas las empresas tienen uno o más centros de datos, algunas han evolucionado para acomodar varias aplicaciones empresariales usando distintos sistemas operativos y plataformas de hardware dicha evolución ha dado como resultado ambientes complejos y dispares que son costosos de manejar y mantener. Además del entorno de aplicación, la infraestructura de red de apoyo podría no haber cambiado lo suficientemente rápido como para ser flexible y acomodar la redundancia, la escalabilidad, la seguridad y los requisitos de gestión.

De acuerdo con un informe del Proyecto de Política Energética Renovable sobre centros de datos inteligentes en el uso de la energía, “son un componente esencial de la infraestructura de apoyo a Internet y al comercio digital y Sector de las comunicaciones electrónicas. El crecimiento continuo de estos sectores requiere una infraestructura fiable porque las interrupciones en los servicios digitales pueden tener consecuencias económicas significativas.”

2.2.1 Metas de los centros de datos

Conforme a lo que establece Santana (2014) los beneficios proporcionados por un centro de datos incluyen objetivos tradicionales orientados al apoyo a las operaciones de negocio durante todo el día (resiliencia), reduciendo el costo total de operación y mantenimiento necesarios para mantener las funciones de la empresa (costo total de propiedad), y el rápido despliegue de aplicaciones y la consolidación de la informática recursos (flexibilidad).

Estos objetivos de negocio generan una serie de iniciativas de tecnología de la información incluyendo lo siguiente: Continuidad del negocio, Mayor seguridad en el centro de datos, consolidación de aplicaciones, servidores y centros de datos, integración de aplicaciones, ya sea cliente / servidor o web y la consolidación de almacenamiento.

2.2.2 Instalaciones del centro de datos

De acuerdo a Santana (2014). Debido a que los centros de datos albergan recursos de cómputo críticos, las empresas deben hacer arreglos especiales con respecto a las instalaciones que albergan tanto al equipo como al personal requerido para una operación 24-7. A estas instalaciones se les requerirán soportar una alta concentración de servidores e infraestructura de red. Las demandas planteadas por estos recursos junto con la criticidad empresarial de las aplicaciones, crean la necesidad de abordar siguientes áreas: Potencia de alimentación eléctrica, capacidad de enfriamiento, cableado, controles de humedad y temperatura, sistemas contra incendios, seguridad física, espacio en los gabinetes y pisos técnicos.

2.3 Arquitectura de los centros de datos

En el caso de los centros de datos dadas las tendencias del mercado se pueden distinguir dos tipos de arquitecturas para los tipos de infraestructura, la arquitectura de referencia o tradicional y la arquitectura de referencia y la arquitectura de hiperconvergencia a continuación describiremos los diseños y sus marcadas diferencias.

2.3.1 Arquitectura tradicional

Según Arregoces y Portolani (2004). En la arquitectura tradicional se pueden distinguir los elementos que la conforman de acuerdo con la actividad que realizan y la capa que ocupan dentro del funcionamiento del centro de datos y son: Almacenamiento de datos, Servidores en red, Infraestructura de red y Software de Virtualización.

2.3.2 Servidores en red

Arregoces y Portolani (2004), también establecen que un servidor es una computadora con características especiales. Está construido con estas características debido a que se usa para administrar redes informáticas y las computadoras que están conectadas a estas redes. En las organizaciones un gran número de computadoras son utilizadas para propósitos diferentes, muchas veces surge la necesidad de comunicarlas entre sí, ahí es donde el servidor entra en escena.

La definición apropiada del servidor sería - Un programa del ordenador que cubre cierta necesidad del cliente. Por ejemplo un servidor de archivos proporciona el espacio necesario para almacenar los archivos de los clientes. Si se trata de un servidor de impresión, varios clientes pueden utilizar una o varias impresoras a través de él. Por lo tanto, un servidor sirve a un propósito específico.

Dentro de los tipos más comunes de servidores están: Servidor de Archivos como su nombre el propósito de este servidor es el de resguardar todos los archivos de las maquinas cliente. Puede ser usado como medio de respaldo o para propósitos generales de almacenamiento generalmente soporta la conexión de discos duros externos u otras formas de almacenamiento, mismas que se expondrán más adelante. En este corren programas especializados y dedicados a las tareas antes descritas. Servidor Web, este servidor también trabaja atendiendo clientes pero su característica principal es que atiende a clientes vía una página electrónica desplegada en un navegador, estos pueden atender clientes internos o estar conectados a la red mundial de internet. Servidor de Base de Datos, este es un servidor muy importante en el modelo cliente servidor. Se utiliza para almacenar recuperar y administrar datos de una forma estructurada, tiene la capacidad de permitir el acceso a los datos guardados en el simultáneamente a varios clientes y garantiza la seguridad e integridad de los mismos.

2.3.3 Almacenamiento de datos

En términos generales el almacenamiento de datos a gran escala que son altamente transaccionales necesitan una infraestructura especial denominada SAN (Storage Área Network), por sus siglas en inglés, conforme a Poelker y Nikitin (2009) es una colección de servidores y dispositivos de almacenamiento, conectados por una red óptica de gran velocidad dedicada a resguardar y proteger datos.

Una SAN usa los protocolos ISCSI y FC para mover datos sobre la red y guardarlos directamente en discos duros en formato de bloque. Al día de hoy esta red consiste en cables y conmutadores ópticos que usan ondas de luz para transmitir datos bajo los protocolos antes mencionados.

Según Poelker y Nikitin (2009) La industria de Almacenamiento en Red (SNIA) define la red de área de almacenamiento SAN como una red cuyo propósito principal es la transferencia de datos entre sistemas informáticos y elementos de almacenamiento. Una SAN consiste en una infraestructura de comunicación, que proporciona conexiones físicas. También incluye una capa de gestión que organiza las conexiones, elementos de almacenamiento y sistemas informáticos para que la transferencia de datos sea segura y robusta. El término SAN normalmente se identifica (pero no necesariamente) con servicios de Entrada/Salida de bloque en lugar de servicios de acceso a archivos.

En términos simples, una SAN es una red especializada de alta velocidad que conecta servidores y dispositivos de almacenamiento. La SAN a veces se conoce como la red detrás de los servidores. Una SAN permite una conexión todos-a-todos a través de la red, mediante el uso de elementos de interconexión, como conmutadores y directores. La SAN elimina la conexión dedicada tradicional entre un servidor y almacenamiento, y el concepto de que el servidor posee y administra efectivamente los dispositivos de almacenamiento.

Las SAN crean nuevos métodos para proporcionar almacenamiento a los servidores. Estos nuevos métodos pueden permitir grandes mejoras tanto en disponibilidad como en rendimiento. Las SAN de hoy se utilizan para conectar arreglos de almacenamiento compartidos y bibliotecas de cintas a varios servidores, y son utilizadas por servidores agrupados para la conmutación por error. Tate et al. (2016).

Una SAN puede utilizarse para evitar los cuellos de botella tradicionales de la red. La SAN facilita las transferencias de datos directas y de alta velocidad entre servidores y dispositivos de almacenamiento, potencialmente de cualquiera de las tres maneras siguientes: Servidor a almacenamiento, este método es el modelo tradicional de interacción con dispositivos de almacenamiento. La ventaja es que el mismo dispositivo de almacenamiento se puede acceder en serie o simultáneamente por varios servidores.

Servidor a servidor: Una SAN puede ser utilizada para comunicaciones de alta velocidad y de alto volumen entre servidores.

Almacenamiento en almacenamiento: Esta capacidad de movimiento de datos fuera de línea permite que los datos se muevan sin intervención del servidor, liberando así los ciclos del procesador del servidor para otras actividades, como el procesamiento de aplicaciones. Los ejemplos incluyen un dispositivo de disco que respalda sus datos a un dispositivo de cinta sin intervención del servidor, o un dispositivo remoto replicando la SAN.

De acuerdo con Tate et al. (2016) Las SANs permiten que las aplicaciones que mueven datos funcionen mejor, por ejemplo, enviando datos directamente desde el dispositivo de origen al dispositivo de destino con una intervención mínima del servidor. Las SAN también permiten nuevas arquitecturas de red en las que varios hosts acceden a múltiples dispositivos de almacenamiento que se conectan a la misma red.

El uso de una SAN puede ofrecer los siguientes beneficios: Mejoras en la disponibilidad de la aplicación, el almacenamiento es independiente de las aplicaciones y accesible a través de múltiples rutas de datos para una mayor fiabilidad, disponibilidad y facilidad de servicio. Mayor rendimiento de la aplicación, el procesamiento de almacenamiento se descarga de los servidores y se traslada a una red independiente. Almacenamiento centralizado y consolidado, es posible una administración, escalabilidad, flexibilidad y disponibilidad más sencillas.

Transferencia de datos y almacenamiento seguro a sitios remotos, una copia remota de datos está habilitada para la protección contra desastres y contra ataques maliciosos. Gestión centralizada simplificada, Una sola imagen de los medios de almacenamiento simplifica la gestión.

2.3.4 Infraestructura de red

Lowe (2013) establece que la infraestructura de red en un centro de datos consiste en dos o más elementos conectados por un medio común de comunicación y un proceso para transmitir datos de un emisor a uno o más receptores. La trayectoria que un mensaje toma de la fuente al destino puede ser tan simple como un solo cable que conectar una computadora a otra o tan compleja como una red que literalmente recorre el globo. Esta infraestructura de red es la plataforma proporciona el canal estable y confiable sobre el cual nuestras comunicaciones pueden ocurrir.

De acuerdo a Dye et al. (2008) los dispositivos y medios son los elementos físicos o el hardware de la red. El hardware es a menudo los componentes visibles de la plataforma de red, como un ordenador portátil, un PC, o el cableado utilizado para conectar los dispositivos. De vez en cuando, algunos componentes pueden no ser tan visibles en el caso de medios inalámbricos los mensajes se transmiten a través del aire utilizando radiofrecuencia u ondas infrarrojas.

Los servicios y procesos son los programas de comunicación, llamados software, que se ejecutan en los dispositivos en red. Un servicio de red proporciona informa-

ción en respuesta a una solicitud. Los servicios incluyen muchas de las aplicaciones de red comunes que la gente usa todos los días, como servicios de alojamiento de correo electrónico y servicios de alojamiento web. Los procesos proporcionan la funcionalidad que dirige y mueve los mensajes a través de la red. Los procesos son menos evidentes para nosotros, pero son fundamentales para el funcionamiento de las redes.

Un dispositivo final se refiere a un equipo que es la fuente o el destino de un mensaje en una red. Los usuarios de la red normalmente sólo ven y tocan un dispositivo final, que suele ser un ordenador. Otro término genérico para un dispositivo final que envía o recibe mensajes es un *host*. Ejemplos de hosts y dispositivos finales son los siguientes: Computadoras, incluidas estaciones de trabajo, ordenadores portátiles y servidores conectados a una red, Impresoras de red, etc.

Dispositivos intermedios y su papel en la red, los dispositivos finales son los elementos que inician las comunicaciones y son los que la gente está más familiarizada. Pero conseguir que un mensaje viaje de la fuente al destino puede ser una tarea compleja que implica varios dispositivos intermedios a lo largo del camino. Los dispositivos intermedios conectan los hosts individuales a la red y pueden conectar múltiples redes individuales para formar una inter-red. Los dispositivos intermedios no son todos iguales. Algunos trabajan dentro de la LAN (Red de Área Local), realizando funciones de conmutación, y otros ayudan a encaminar mensajes entre redes.

Según Lowe (2013) la gestión de los datos a medida que fluyen a través de la red es también un papel de los dispositivos intermedios. Estos dispositivos usan la dirección de host de destino, junto con información sobre las interconexiones de red, para determinar la ruta que los mensajes deben tomar a través de la red. Los procesos que se ejecutan en los dispositivos de red intermedios realizan estas funciones: Regenerar y retransmitir señales de datos, mantener información sobre qué vías, existen a través de la red y la inter-red, notificar a otros dispositivos de errores

y fallos de comunicación redirigir datos a lo largo de rutas alternativas cuando hay un fallo de enlace.

La comunicación a través de una red se lleva a cabo en un medio. El medio proporciona el canal sobre el cual el mensaje viaja desde la fuente hasta el destino. Los tres tipos principales de medios en uso en una red son el cable de fibra óptica de cobre inalámbrico. Cada uno de estos medios tiene propiedades físicas muy diferentes y utiliza diferentes métodos para codificar mensajes. Los mensajes de codificación se refieren a la forma en que los datos se convierten en patrones de energía eléctrica, luminosa o electromagnética y se transportan en el medio.

2.3.5 Arquitectura hiperconvergente

Conforme a lo que establece Campbell y Eitenbichler (2012), en el pasado, las aplicaciones funcionaban mejor cuando se les daba su propio servidor físico y poseía un LUN en la SAN para su almacenamiento. Con la virtualización del servidor, y la consolidación de servidores físicos proporcionó una eficiencia sorprendente en tantas áreas que en realidad terminó dando inicio a la revolución de hiperconvergencia de hoy. Esto se debe a que, a medida que creció el número de servidores virtualizados, se hizo evidente que la infraestructura de almacenamiento no ofrecía el rendimiento requerido, la utilización de esa infraestructura de almacenamiento era ineficiente y la gestión de la infraestructura de almacenamiento era el elemento más complicado del sistema.

La convergencia en el centro de datos dio inicio al combinar por primera vez servidores y almacenamiento en un solo producto cuando VMware Cisco y EMC formaron VCE y comenzaron a desarrollar la solución convergente Vblock. Sin embargo, la gran mayoría de las empresas requieren una solución de convergencia mucho más accesible, flexible y granular. Aquí es donde entra la hiperconvergencia.

El término hiperconvergencia se atribuye al blogger y tecnólogo, Steve Chambers, quien en 2012 dijo que esta tecnología era una extensión de la tendencia de convergencia general, colapsando el centro de datos en un factor de forma de dispositivo. Algunas empresas la definen simplemente como "una solución que, utilizando la virtualización, reúne la capa informática y la capa de almacenamiento".

Se debe estar consciente de que la hiperconvergencia de hoy es mucho más que eso. Esta utiliza la virtualización y reúne recursos de computación y almacenamiento en el centro de datos; sin embargo, también integra esos recursos en una solución completa que es mucho más fácil de manejar, apoyar y escalar. Además, debería ofrecer a las empresas funcionalidades adicionales con las que se contaba en las soluciones anteriores tales como la reducción de datos, la protección de datos, una mayor disponibilidad y una mayor agilidad empresarial.

Según Davis, D. y Lowe, S. (2015) una infraestructura hiperconvergente, o HCI, suele estar compuesta por varios servidores que ejecutan un hipervisor de virtualización y una capa de almacenamiento distribuida, ofreciendo alta disponibilidad para computación y almacenamiento, facilidad de escala para ambos tipos de recursos y una consola de administración simplificada.

El ciclo de vida de TI, o ITLC, dicta la vida útil de un servicio de TI, desde la planificación y optimización del servicio hasta la alineación del servicio con la estrategia de negocio. Este describe el diseño y la prestación de servicios, así como su funcionamiento y soporte continuos. Es importante porque la gestión del mismo es una constante en la empresa, que requiere una dedicada inversión de tiempo y dinero.

Si bien el ITLC siempre debe estar alineado con las necesidades del negocio y sus aplicaciones críticas, en demasiadas empresas, muchos aspectos del ITLC se han convertido en enormes gastos que son desproporcionados a las demandas del negocio. El ITLC se desglosa en la adquisición, despliegue, operación y escala o eliminación de hardware y software. Durante la adquisición los profesionales de TI se

encargan de la especificación de nuevos servidores y almacenamiento; Sin embargo, a medida que aumenta el número de servidores, aumenta el número de matrices de almacenamiento y la complejidad. Cuando el proceso de adquisición consume muchas semanas e incluso meses, alejándose de otras actividades de TI valiosas y haciendo que la empresa cuestione la eficacia del grupo de TI.

Con tantos servidores y matrices de almacenamiento (cada uno con horarios de arrendamiento diferentes) en el centro de datos, el proceso de adquisición se convierte en un proceso continuo y diario. De hecho, muchas grandes empresas cuentan con grupos de adquisición de tecnología cuyo único trabajo es adquirir nueva tecnología de centro de datos. Este tipo de actualización de tecnología constante es un uso inútil de tiempo y dinero. La única verdadera necesidad de la compañía es que sus aplicaciones funcionen con fiabilidad y dentro de un coste asociado razonable.

De acuerdo a Davis, D. y Lowe, S. (2015), el uso de la tecnología de hiperconvergencia cambia el ciclo de adquisiciones en diferentes formas: la primera es la eliminación del arreglo de almacenamiento heredado, los arreglos de almacenamiento son por mucho los elementos más costosos del centro de datos y suelen ser adquiridos para un ciclo de 3 a 5 años debido a su enorme costo y complejidad. Dado que el recurso más caro en el centro de datos es la matriz de almacenamiento, la hiperconvergencia puede justificarse en muchos casos simplemente porque elimina el arreglo de almacenamiento legado y su costoso contrato de mantenimiento.

Nodos de computación homogéneos, a medida que las empresas adquieren más y más servidores en ciclos de adquisición diferentes, los tipos de servidores en el centro de datos variarán. Esto crea innecesaria complejidad e incompatibilidad para funciones avanzadas. Con la hiperconvergencia (utilizando la virtualización) en su lugar, los nodos de procesamiento y de almacenamiento se convierten en un elemento básico simplificado para el centro de datos. La adquisición tradicional de centros de datos generalmente incluye la compra de un gran rack de servidores y al-

macenamiento para una sola aplicación y durante un largo período de tiempo. Con la hiperconvergencia en su lugar, sólo compra los servidores que necesita. A medida que crece el centro de datos, añade la nueva capacidad que necesita, simplificando así el ciclo de adquisiciones.

De acuerdo con Davis, D. y Lowe, S. (2015). Una vez finalizada la adquisición, el proceso de despliegue es la siguiente fase importante del ITLC. En la implementación, los servidores y el almacenamiento que se adquirieron se instalan en el centro de datos. En la mayoría de los casos, el despliegue de una nueva infraestructura de servidor y almacenamiento puede tardar de una semana a un mes, dependiendo del alcance de la implementación. La razón por la cual los despliegues tradicionales de infraestructura consumen tanto tiempo Y recursos se debe a que varios equipos están involucrados (administradores de servidores y almacenamientos) debido a las complicadas complejidades y compatibilidades de la configuración que deben resolverse entre el servidor y la infraestructura de almacenamiento.

Según Lowe (2014). En un despliegue de infraestructura hiperconvergente (HCI), los nuevos nodos se ponen simplemente en línea para aumentar la capacidad de procesamiento y de almacenamiento del centro de datos a medida que se agregan nuevas aplicaciones o cuando aumenta el uso de la aplicación. Con la hiperconvergencia, las implementaciones del centro de datos (es decir, reemplazar hardware o agregar capacidad adicional) se pueden realizar rápida, fácilmente y sin interrupciones. Con el uso de la HCI reducen las interfaces de gestión a una sola interfaz para la gestión del almacenamiento, servidores (infraestructura virtual), redes y quizás otras aplicaciones (como la copia de seguridad y la recuperación de desastres), los administradores reducen la cantidad de tiempo que les lleva realizar tareas administrativas comunes. Con menos interfaces de gestión también permitirán identificar problemas antes de que sucedan, y para resolver problemas en la infraestructura virtual más rápido, reduciendo tiempos de caída durante un incidente. La última fase de la gestión del ciclo de vida de TI es ampliar la infraestructura que tiene, reducir o eliminar la infraestructura innecesaria.

Lowe (2014), menciona que además, parte de esta fase incluye la renovación continua de la infraestructura que se discutió anteriormente. La supervisión de la capacidad de cualquier centro de datos de recursos es también una función crítica que debe hacerse para garantizar que las aplicaciones de la empresa obtengan los recursos que necesitan. Hoy en día, el almacenamiento de datos y los recursos del servidor son difíciles de supervisar porque tienen interfaces de monitorización independientes y utilizan diferentes "taras de medición". Es difícil monitorear la capacidad de la infraestructura de almacenamiento porque el almacenamiento suele dividirse en LUNs, y cada LUN con características de performance y redundancia. Con la hiperconvergencia en su lugar, escalar la infraestructura, reemplazo o actualización de la tecnología de la infraestructura de almacenamiento y servidores puede ser mucho más eficiente. Elimina el paradigma de LUN y RAID y convierte todos los recursos de almacenamiento en un solo grupo compartido. Gracias a la hiperconvergencia que elimina el arreglo de almacenamiento heredado, el almacenamiento sólo se convierte en un elemento de la infraestructura del servidor. A medida que crece el grupo de procesamiento, también lo hace el grupo de almacenamiento (existiendo técnicas para escalar el almacenamiento o procesamiento a diferentes velocidades, si es necesario). Al virtualizar los servidores y el almacenamiento, la hiperconvergencia facilita la actualización de esos recursos, ya que las aplicaciones ya no están vinculadas al hardware.

2.4 Virtualización

Según Portnoy (2012) la virtualización en la informática a menudo se refiere a la abstracción de componente en un objeto lógico. Al virtualizar un objeto, puede obtener mayor medida de utilidad del recurso que proporciona el objeto. Por ejemplo, las LAN virtuales (redes de área local) o VLAN proporcionan un mayor rendimiento de la red y una mayor capacidad de gestión al separarse del hardware físico. Asimismo, las redes de área de almacenamiento (SAN) proporcionan una mayor flexibilidad, una disponibilidad mejorada y un uso más eficiente de los recursos de almacenamiento mediante la abstracción de los dispositivos físicos en objetos lógicos

que pueden manipularse rápida y fácilmente. Nuestro enfoque, sin embargo, estará en la virtualización de computadoras enteras.

Para explicar de alguna manera la virtualización se puede tomar como ejemplo la realidad virtual -la tecnología que, a través del uso de sofisticada proyección visual y retroalimentación sensorial, puede dar a una persona la experiencia de estar realmente en un entorno creado artificialmente. En un nivel fundamental, esto es exactamente de lo que se trata la virtualización de una computadora: es la manera como una aplicación informática experimenta su entorno abstraído.

Según Lee, H. (2014). La virtualización suele referirse a la creación de máquinas que pueden virtualizar todos los recursos de hardware, incluidos procesadores, memoria, almacenamiento y conectividad de red. Con esta tecnología, los recursos de hardware físico pueden ser compartidos por una o más máquinas virtuales, hay tres aspectos para satisfacer la virtualización. En primer lugar, la misma debe proporcionar un entorno equivalente para ejecutar un programa en comparación con un sistema nativo. Si el programa muestra una diferencia de comportamiento bajo este proceso, puede que no sea elegible como entorno equivalente al físico. Esta tecnología también necesita proporcionar un control seguro de los recursos virtualizados. Tener un control total de los recursos es importante para proteger los datos y recursos en cada entorno virtual de cualquier amenaza o interferencia en el rendimiento al compartir recursos físicos. Al usar esta técnica a menudo espera una degradación del rendimiento debido a las tareas adicionales para aplicar esta técnica, pero un buen rendimiento se debe lograr con un soporte de software o hardware en manejo de instrucciones privilegiadas. Con estos requisitos, la virtualización eficaz está garantizada.

2.4.1 Hipervisores

De acuerdo a Portnoy (2012) el monitor de máquina virtual original (VMM) se creó para resolver un problema específico, pero los VMM se han convertido en algo

completamente diferente. El término administrador de máquina virtual ha caído en desuso y ha sido reemplazado con el término hipervisor. Los hipervisores actuales nos permiten hacer un mejor uso de los procesadores y un uso más eficiente de la memoria. Este elemento es una capa de software que se encuentra en una capa subyacente de las máquinas virtuales y por encima del hardware. Sin un hipervisor, un sistema operativo se comunica directamente con el hardware debajo de él. Las operaciones de disco van directamente al subsistema de disco y las llamadas de memoria se extraen directamente de la memoria física. Sin este elemento, más de un sistema operativo de varias máquinas virtuales querría un control simultáneo del hardware, lo que daría lugar al caos. Este elemento gestiona las interacciones entre cada máquina virtual y el hardware que comparten todas las máquinas virtuales.

Los hipervisores de tipo 1 se ejecutan directamente en el hardware del servidor sin un sistema operativo intermedio debajo de él. Debido a que no existe una capa intermedia entre el este elemento y el hardware físico, esto también se conoce como una implementación de “al metal”. Sin un intermediario, el hipervisor Tipo 1 puede comunicarse directamente con los recursos de hardware debajo de él, haciéndolo mucho más eficiente que el hipervisor Tipo 2.

Según Portnoy (2012). Además de tener mejores características de rendimiento, los hipervisores de tipo 1 también se consideran más seguros que los hipervisores de tipo 2. Las operaciones de los huéspedes son transferidas y, como tal, una máquina no puede afectar al hipervisor en el que se admite. Una máquina virtual puede dañarse sólo a sí misma, provocando un único bloqueo, pero ese evento no escapa a los límites del contenedor de VM. Otras máquinas continúan procesando y el hipervisor no se ve afectado. Un huésped malicioso, en el que el código intenta deliberadamente interactuar o interferir con el hipervisor o con los otros sistemas operativos, no podría hacerlo. Se requiere menos sobrecarga de procesamiento para un hipervisor Tipo 1, lo que significa que se pueden ejecutar más máquinas virtuales en cada host.

Desde un punto de vista financiero puro, un hipervisor Tipo 1 no requeriría el costo de un sistema operativo anfitrión, aunque desde un punto de vista práctico, la discusión sería mucho más compleja e implicaría todos los componentes y facetas que comprenden un cálculo del costo total de propiedad.

Un hipervisor Tipo 2 en sí es una aplicación que funciona encima de un sistema operativo tradicional. Los primeros hipervisores en procesadores X86 fueron Tipo 2, el sistema operativo real ya manejaba todos los recursos de hardware y el hipervisor aprovecharía esa capacidad. Según Portnoy (2012). La ventaja de este tipo de hipervisor es que puede soportar una amplia gama de hardware porque se hereda del sistema operativo que utiliza. A menudo, los hipervisores de tipo 2 son fáciles de instalar y desplegar porque gran parte del trabajo de configuración del hardware, como la creación de redes y el almacenamiento, ya ha sido cubierto por el sistema operativo.

2.4.2 Máquinas virtuales

Rathod y Townsend (2014). Establecen que una máquina virtual, también conocida como VM, tiene muchas de las mismas características que un servidor físico. Al igual que un servidor real, una VM admite un sistema operativo y está configurada con un conjunto de recursos a los que las aplicaciones que se ejecutan en la VM pueden solicitar acceso. A diferencia de un servidor físico (en el que sólo se ejecuta un sistema operativo en un momento determinado y se ejecutan pocas aplicaciones, normalmente relacionadas), muchas VM pueden ejecutarse simultáneamente dentro de un único servidor físico y estas VM también pueden ejecutar muchos sistemas operativos diferentes que admiten muchas aplicaciones diferentes. Además, a diferencia de un servidor físico, una VM es en realidad nada más que un conjunto de archivos que describe y comprende el servidor virtual.

Los archivos principales que componen una VM son el archivo de configuración y los archivos de disco virtual. El archivo de configuración describe los recursos que puede utilizar la VM: enumera el hardware virtual que compone ese VM.

Según Portnoy (2012) las máquinas virtuales tienen acceso a varios recursos de hardware, pero desde su punto de vista, no saben que estos dispositivos son realmente virtuales. Los dispositivos virtuales con los que trabajan son dispositivos estándar, es decir, son los mismos dentro de cada máquina virtual, lo que los hace portátiles a través de varias plataformas de hardware, soluciones de virtualización o, a través de soluciones de proveedores. En una máquina virtual, como en una máquina física, puede configurar varios tipos y cantidades de dispositivos periféricos.

3 METODOLOGÍA

El presente capítulo contiene la Metodología de investigación que explica en detalle de qué pasos se siguieron y cómo se procedió para resolver el problema de la investigación relacionado con el análisis financiero de la utilización de tecnología convergente para sustituir la tecnología tradicional, como infraestructura de los centros de datos en las instituciones del sector justicia en Guatemala.

Es relevante mencionar que, para el desarrollo de la investigación, se utilizó una muestra de casos tipo, que de acuerdo con Hernández et al. (2014), este tipo de muestra se utiliza en estudios cuantitativos exploratorios, en el que el objetivo es la riqueza, profundidad y calidad de la información, no la cantidad ni la estandarización. Por lo tanto, el análisis financiero se realizó a una institución miembro del sector justicia en la Ciudad de Guatemala, como caso representativo del sector de este tipo de instituciones.

El contenido incluye: La definición del problema; objetivo general y objetivos específicos; hipótesis y especificación de las variables; método científico; y, las técnicas de investigación documental y de campo, utilizadas. En general, la metodología presenta el resumen del procedimiento usado en el desarrollo de la investigación.

3.4 Definición del problema

En las instituciones del sector Justicia, se procesan una gran cantidad de indicios en forma digital, en un principio este proceso era realizado de forma manual y descentralizado creando islas de información sin relación o coordinación alguna; como consecuencia de esto, el acceso a la información se entorpecía, en las diferentes instituciones se implementaron sistemas de manejo de información como medida para contrarrestar esta situación.

Al tener estos sistemas en funcionamiento y con el advenimiento de nuevas tecnologías de recopilación de indicios digitales la demanda que se hacen a los sistemas

instalados ha crecido de forma exponencial, la infraestructura que soporta los sistemas ha llegado a un punto de inflexión donde se hace necesario decidir si se continua con una arquitectura de centro de datos tradicional o se reemplaza por otra arquitectura.

La propuesta teórica para resolver el problema anteriormente planteado, es la elaboración de un estudio financiero comparativo que permita establecer, cuál de las dos opciones permite maximizar los beneficios obtenidos de la inversión de capital, minimizar los costos de operación y obtener un costo total de propiedad menor.

Para el desarrollo de la presente investigación, se planteó el tema y subtemas en forma interrogativa y se delimitó el problema. A continuación se describe el tema y subtemas TEMA: ¿Cómo se puede evaluar, mediante criterios financieros, las ventajas y desventajas de realizar una migración a tecnología convergente, o asignar recursos en la continuidad de la tecnología tradicional ya establecida en los centros de datos?

Los subtemas se describen como sigue: ¿Cómo determinar el impacto financiero basándose en criterios financieros de la continuidad de la tecnología tradicional como infraestructura en un centro de datos? ¿Cómo determinar el impacto financiero basándose en criterios financieros de la migración de la tecnología convergente como infraestructura en un centro de datos?, ¿Cómo evaluar desde un punto de vista financiero los factores tecnológicos que afectan las implementaciones de soluciones tecnológicas?, ¿Cómo identificar los beneficios financieros de la continuidad en tecnología tradicional o la migración hacia la tecnología convergente?

En lo que corresponde a la delimitación del problema, fue necesario fijar la unidad de análisis, el período de investigación y el ámbito geográfico que comprende la investigación, las cuales se describen a continuación: la unidad de análisis de la presente investigación se realiza en las instituciones que forman parte del sector

Justicia. El período a investigar será del 1 de enero de 2015 a junio de 2017. Como ámbito geográfico está definida la ciudad de Guatemala

3.5 Objetivos

Los objetivos constituyen los propósitos o fines de la presente investigación, en la que se plantean objetivos generales y específicos.

3.5.4 Objetivo general

Determinar la conveniencia, de reemplazar con tecnología hiperconvergente la tecnología de tipo tradicional instalada en las instituciones del sector justicia en el departamento de Guatemala como infraestructura de centro de datos, haciendo una evaluación financiera, con las herramientas de presupuesto de capital

3.5.5 Objetivos específicos

- Determinar el impacto financiero, de la utilización de la tecnología tradicional como infraestructura del centro de datos para establecer parámetros financieros, base, con los cuales se pueda comparar.
- Determinar el impacto financiero, de la utilización de la tecnología hiperconvergente como infraestructura de centro de datos para poder establecer los beneficios financieros obtenidos con la implementación de la misma.
- Establecer los criterios para la evaluación desde el punto de vista financiero, los factores tecnológicos que deben considerarse para la implementación de soluciones de tecnología.
- Realizar un análisis financiero comparativo de las ventajas y desventajas de la utilización de ambas tecnologías y generar criterios de decisión para la inversión en este tipo de escenarios.

3.6.1 Hipótesis

Con la implementación de la tecnología de hiperconvergencia en relación con la arquitectura tradicional, genera beneficios, mismos que permite la recuperación de la inversión en el tiempo proyectado en las instituciones del sector justicia en Guatemala.

3.6.2 Especificación de variables

A continuación se especifican las variables de la hipótesis planteada.

Variable Independiente

El tipo de tecnología que se elige para infraestructura a utilizar en los centros de datos.

Variables dependientes

Costos de operación derivados del funcionamiento de un centro de datos

Los costos asociados al uso de la tecnología actual.

El costo –beneficio de su implementación

La recuperación de la inversión, medido a través de herramientas como el TIR, VAN y el período de recuperación de la inversión.

3.7 Método científico

La presente investigación relacionada con el análisis financiero de la utilización de tecnología convergente para sustituir la tecnología tradicional, como infraestructura de los centros de datos en las instituciones del sector justicia en Guatemala, se fundamenta en la aplicación del método científico.

El concepto de método proviene del griego *methodos* (camino o guía) que hace referencia a la forma que se utiliza para llegar a cierto propósito, científico es un adjetivo vinculado a la ciencia. Según Hernández et al. (2014) El método científico en su enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio para obtener un conocimiento válido de punto de vista científico, utilizando instrumentos que sean fiables reduciendo la influencia de la subjetividad del científico en el presente trabajo.

Este trabajo de investigación se basa en la utilización del método científico en sus tres fases, que se detallan a continuación:

Indagatoria: En esta fase se realiza la recopilación de información, con el uso de fuentes secundarias como libros, tesis, publicaciones, entre otros.

Demostrativa: En esta fase se realiza la comprobación de la hipótesis, por medio del análisis y comparación.

Expositiva: En esta fase, se presentan los resultados de la investigación, por medio del informe de tesis.

3.8 Técnicas de investigación aplicadas

Las técnicas de investigación documental y de campo aplicadas en la presente investigación, se refieren a lo siguiente:

3.8.1 Técnicas de investigación documental

Como técnica de investigación documental se utilizaron libros, páginas web, tesis y publicaciones relacionadas con el tema de investigación, se realizaron resúmenes, subrayados de texto, fichas bibliográficas.

3.8.2 Técnicas de investigación de campo

La investigación se realizó analizando la información proporcionada por instituciones del sector objeto de estudio, para lo cual se utilizaron las siguientes técnicas.

Mediciones por observación directa de los consumos de energía de la operación del data center. Análisis de contratos de mantenimiento de los diferentes elementos que constituyen la solución actual del centro de datos. Medición de cargas de trabajo de la solución actual para dimensionar de una forma certera los equipos de reemplazo. Cotizaciones de equipo para reemplazo de la tecnología actual para determinar la inversión inicial de la solución de reemplazo.

3.9 Delimitación del problema

El desarrollo de esta investigación tiene como objeto el estudio de las instituciones que conforman el sector justicia, que son las siguientes: Organismo Judicial, Ministerio Público y el INACIF, con la finalidad de proporcionar una solución a la problemática establecida con anterioridad.

3.9.1 Unidad de análisis

La presente investigación se realizara en las instituciones que forman parte del sector Justicia

3.9.2 Período y ámbito geográfico de la investigación

De 1 de enero de 2016 a junio de 2017, en la Ciudad de Guatemala

4 ANÁLISIS FINANCIERO DE LAS PROPUESTAS DE ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA.

En este capítulo se exponen los resultados de los estudios realizados durante la investigación en la muestra de las instituciones del sector justicia para renovar la tecnología a sus centros de datos. Es relevante mencionar que para la investigación se utilizará una muestra tipo representativa del sector y que por razones de confidencialidad se mantiene el nombre de la institución bajo reserva.

En general los servicios de tecnología son considerados de misión crítica para las organizaciones e instituciones del sector justicia, el incremento en el número de usuarios, la demanda nuevas tecnologías y la complejidad de los sistemas frecuentemente origina que los costos de los servicios mencionados crezcan más rápido que otros costos de operación.

El análisis comparativo financiero que se realizó está orientado al mejoramiento de la infraestructura tecnológica y del uso de las tecnologías de información, se realizaron una serie de mediciones que permitieron identificar los elementos del costo total de propiedad de los activos informáticos.

4.1 Costos asociados a los centros de datos.

En esta parte del capítulo se determinan los costos necesarios para el funcionamiento del centro de datos en una institución del sector justicia. Asimismo, se determinan las inversiones de capital necesarias. Cada una de las instituciones del sector justicia poseen la infraestructura y los recursos necesarios para albergar su propio centro de datos; éstos incurren en costos y gastos de operación que pueden ser clasificados de la siguiente forma:

Cuadro 1: Clasificación de costos del centro de datos.

Costo	Descripción
Hardware	Servidores, equipos activos de red, elementos de almacenamiento de datos, estaciones de trabajo.
Software	Sistemas operativos, hipervisores, monitoreo de rendimiento y análisis de tráfico
Personal	Nomina, asesorías técnicas, soporte no planificado por parte de proveedores
Instalaciones	Servicios públicos(electricidad, telefonía), alquileres, seguridad

Fuente: Tomada de Sánchez et al. (2016).

Según Sánchez et al. (2016) se debe hacer una clasificación de los elementos de los costos siendo las siguientes: Costos de capital son todos aquellos costos que aplican a los activos físicos de la organización. Costos operativos son todos aquellos costos están asociados con ejecución diaria de los servicios de tecnología de la organización.

4.1.1 Análisis de costos para la arquitectura tradicional de centros de datos.

Para analizar los costos de la arquitectura tradicional utilizada los últimos años de operación en los centros de datos se utiliza la clasificación antes mencionada y se procedió a hacer mediciones de campo de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

Costos de hardware: dado que el hardware fue adquirido en una época anterior el estudio solamente se toman en cuenta los costos que se tienen para la renovación de las garantías extendidas de los servidores, la SAN y los conmutadores de red, a los cuales por su edad apliquen.

Tabla 1: Cálculo del costo anual de extensión de garantía para servidores.

Costo anual por ampliación de garantías de servidores			
Modelo	Costo unitario	Unidades	Costo por tipo de servidor
Tipo 1	Q10,000.00	2	Q20,000.00
Tipo 2	Q8,000.00	3	Q24,000.00
Tipo 3	Q8,000.00	2	Q16,000.00
Tipo 4	Q5,000.00	7	Q35,000.00
		Total	Q95,000.00

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de muestra tipo.

Cómo se puede observar en la tabla 1, existe una mezcla heterogénea de clases de servidor debido a que en primer lugar cada servidor debe cumplir con una tarea específica el segundo lugar el crecimiento en la demanda y una planificación deficiente en cuanto el presupuesto de capacidad ha generado la compra desordenada de este tipo de elemento para suplir las necesidades de este factor. En la Tabla 1 se han ordenado en forma tal que los servidores un costo más alto de mantenimiento están a la izquierda, en esta costo intervienen factores como el número de procesadores que tienen, la cantidad de memoria instalada, el número de discos internos instalados, y la antigüedad del servidor.

En la **Tabla 2**, se puede apreciar los costos que se requieren para mantener bajo la garantía del fabricante al elemento de almacenamiento denominado SAN.

Tabla 2: Cálculo del costo anual de extensión de garantía para SAN

Costos por ampliación de garantías SAN			
Modelo	Costo unitario	Unidades	Total
SAN	Q300,000.00	2	Q600,000.00

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de la muestra tipo.

Este elemento de hardware representa uno de los costos más altos de mantenimiento dentro del centro de datos pero también desempeña una de las tareas más importantes en el mismo, debido a que en este elemento se resguarda la mayor parte de la información crítica de la institución tanto, es así que como se puede

apreciar existen dos elementos que generan costo, ya que uno guarda la réplica del otro para asegurar que en un caso de desastre la información pueda ser recuperada.

El último componente de hardware que se va analizar es el sistema de enfriamiento ambiental para el centro de datos; la importancia reside en mantener a una temperatura de operación segura los equipos de cómputo este consiste en tres compresores de aire acondicionado de 20000 BTU.

Tabla 3: Cálculo del costo por mantenimiento de AC.

Costo por mantenimiento del aire acondicionado			
Modelo	Costo unitario	Unidades	Total
AC tipo1	Q25,000.00	3	Q75,000.00

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de muestra tipo.

En los costos asociados al software se considera únicamente los costos generados por la renovación del contrato de soporte de los hipervisores, utilizados para virtualizar los servidores como se aprecia en la tabla 4.

Para la administración del centro de datos actualmente se cuentan con 6 personas las cuales están dispuestas como sigue, tres personas encargadas del manejo del hardware y software de virtualización de servidores, dos personas que están a cargo de la administración de la SAN, y por ultimo una persona que se encarga de la configuración y administración de los elementos activos de red, los egresos debido a los salarios anuales es de Q119,000 por cada uno siendo un total por los seis de Q714,000 exactos como se muestra en la tabla 5.

Tabla 4: Cálculo de costo por renovación de suscripciones de software de virtualización.

Costo anual por renovación de soporte de hipervisores				
Modelo	Costo por licencia	Licencias	Servidores	Costo por tipo de servidor
Tipo 1	Q3,889.00	4	2	Q31,112.00
Tipo2	Q3,889.00	4	3	Q46,668.00
Tipo 3	Q3,889.00	4	2	Q31,112.00
Tipo 4	Q3,889.00	2	7	Q54,446.00
			Total	Q163,338.00

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de muestra tipo.

Tabla 5: Costos anuales del personal del centro de datos.

Costo por Personal			
Área	Sueldo Anual	Operadores	Sueldo Anual por área
Redes	Q119,000.00	1	Q119,000.00
Servidores	Q119,000.00	3	Q357,000.00
Storage	Q119,000.00	2	Q238,000.00
		Total	Q714,000.00

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de la institución.

En lo referente a los costos de instalación se ha calculado únicamente el costo de la energía eléctrica consumida tanto para mantener los equipos que conforman el data center en producción, como de los equipos que los mantienen a una temperatura óptima de operación.

La técnica utilizada para monetizar el valor del consumo de energía para este estudio es el siguiente se toman mediciones de la potencia real demandada por el aparato, se multiplica por las horas que el aparato consume energía para proveer de servicios, el resultado de esta multiplicación es dividido entre mil para obtener un resultado con dimensionales kilowatt-hora diarios consumidos esto se multiplica por la cantidad de días que se mantienen en operación y se obtiene el valor en kilowatt

hora anuales consumidos por ultimo multiplicamos esto por el valor en quetzales del kilowatt hora promedio y así obtenemos la erogación anual necesaria por equipos de procesamiento de datos.

Tabla 6: Cálculo de costo anual por energía consumida por servidores.

Energía requerida para equipo de proceso de datos			
Modelo	Costo de KWH	Consumo anual KWH	Costo por tipo de servidor
Tipo 1	Q1.25	12,925.44	Q16,156.80
Tipo2	Q1.25	38,776.32	Q48,470.40
Tipo 3	Q1.25	12,925.44	Q16,156.80
Tipo 4	Q1.25	30,844.80	Q38,556.00
		Total	Q119,340.00

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de muestra tipo.

Ver anexo 2 para mayor detalle en el cálculo de la potencia consumida por los elementos de la arquitectura tradicional, de la misma forma procederemos con los equipos de almacenamiento de datos y con los equipos de enfriamiento destinados al centro de datos.

Tabla 7: Cálculo de costo energía consumida por la SAN.

Energía requerida para equipo de almacenamiento de datos				
Modelo	Costo de KWH	Consumo anual KWH	Unidades	Total
SAN	Q1.25	34,214.40	2	Q85,536.00

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de muestra tipo.

Siendo la SAN el sistema con más elementos internos activos, hace un uso intensivo del recurso únicamente por debajo del aire acondicionado mismos que se analizan en la Tabla 7 y 8 correspondientemente.

Tabla 8: Cálculo de costo energía por enfriamiento.

Energía requerida para enfriamiento del centro de datos				
Modelo	Costo de KWH	Consumo anual KWH	Unidades	Total
AC	Q1.25	34,285.68	3	Q128,571.30

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en muestra tipo.

Tabla 9: Cálculo de costo energía por elementos activos de red.

Energía requerida para equipo activo de red				
Modelo	Costo de KWH	Consumo anual KWH	Unidades	Total
Conmutador	Q1.25	2,592.00	8	Q25,920.00

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de muestra tipo.

Por último se calculan los costos por los equipo de red los cuales cumplen la importante función de establecer canales de comunicación entre clientes y los servicios que se ofrecen y mantienen en un centro de datos. Después de prorratear los costos, por rubro se procedió a consolidar los mismos para poder estimar el costo total de operación del centro de datos durante un año regular de operación como se muestra a continuación.

Tabla 10: Resumen de los costos en el centro de datos.

Cuadro resumen de costos					
Elemento de costo	Hardware	Software	Personal	Instalaciones	Sub totales
Servidores	Q95,000.00	Q163,338.00	Q357,000.00	Q119,340.00	Q734,678.00
SAN	Q600,000.00		Q238,000.00	Q 85,536.00	Q923,536.00
Aire Acondicionado	Q75,000.00			Q128,571.30	Q203,571.30
Redes			Q119,000.00	Q 25,920.00	Q144,920.00
				Total	Q2,006,705.30

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de muestra tipo.

Se estima que estos costos de forma global tendrán un crecimiento interanual similar al valor promedio interanual de los últimos cinco años valor que a continuación se calcula.

Tabla 11: Cálculo del valor porcentual, interanual de la inflación.

PERIODO	ÍNDICE	VARIACIÓN INTERMENSUAL	VARIACIÓN INTERANUAL	VARIACIÓN ACUMULADA	VARIACIÓN PROMEDIO
2012	108.17	0.28	3.80	1.86	4.45
2013	112.87	0.36	4.34	2.74	4.21
2014	116.73	0.24	3.42	1.79	3.56
2015	119.52	0.25	2.39	1.23	2.38
2016	124.83	0.35	4.45	2.59	4.36
Promedio	116.42	0.30	3.68	2.04	3.79

Fuente: Valores históricos obtenidos del Banco de Guatemala.

De la tabla anterior se determina que el valor promedio de los últimos cinco años de la tasa de variación interanual de la inflación, que tiene un valor de 3.68% que es la tasa de variación que se usó para calcular la tasa de crecimiento en los flujos de los costos de operación. Además para la construcción de los flujos debemos tomar en cuenta que en al inicio del período considerado se hace necesaria una inversión inicial para ampliar la SAN a su máxima capacidad de almacenamiento.

A continuación presentamos los flujos estimados que tendrá el centro de datos:

Tabla 12: Flujos de fondos solución tradicional del centro de datos.

Flujos de la solución tradicional						
Año	año 0	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
Inversión inicial	-500,000.00					
Costos de operación		-2,006,705.30	-2,080,552.06	-2,157,116.37	-2,236,498.25	-2,318,801.39
Flujos totales	-500,000.00	-2,006,705.30	-2,080,552.06	-2,157,116.37	-2,236,498.25	-2,318,801.39

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida

El valor actual neto de continuar con una arquitectura tradicional de centro de datos se estima tomando una tasa de 5.5% (asumiendo que el costo de capital es igual al interés pagado por los bonos del tesoro nacional de Guatemala valor tomado de Prensa Libre en su artículo digital por Bolaños Rosa (2016)) es de Q9,687,930 negativos siendo el período de estudio de 5 años.

4.1.2 Análisis de costos para la solución de reemplazo

Para el estudio realizado para el reemplazo de la arquitectura de referencia o tradicional se debieron tomar en cuenta además del costo de adquisición de la solución, el soporte técnico extra a la instalación e implementación del equipo, el entrenamiento del personal de la institución para operar y ser la primera línea de soporte ante una eventualidad, garantías que ofrecen de fábrica y las opciones de garantía extendida. Todo esto debido a que a lo largo del ciclo de vida del producto existen costos que resultan de la adquisición que pueden ser superiores incluso al costo de compra del activo informático.

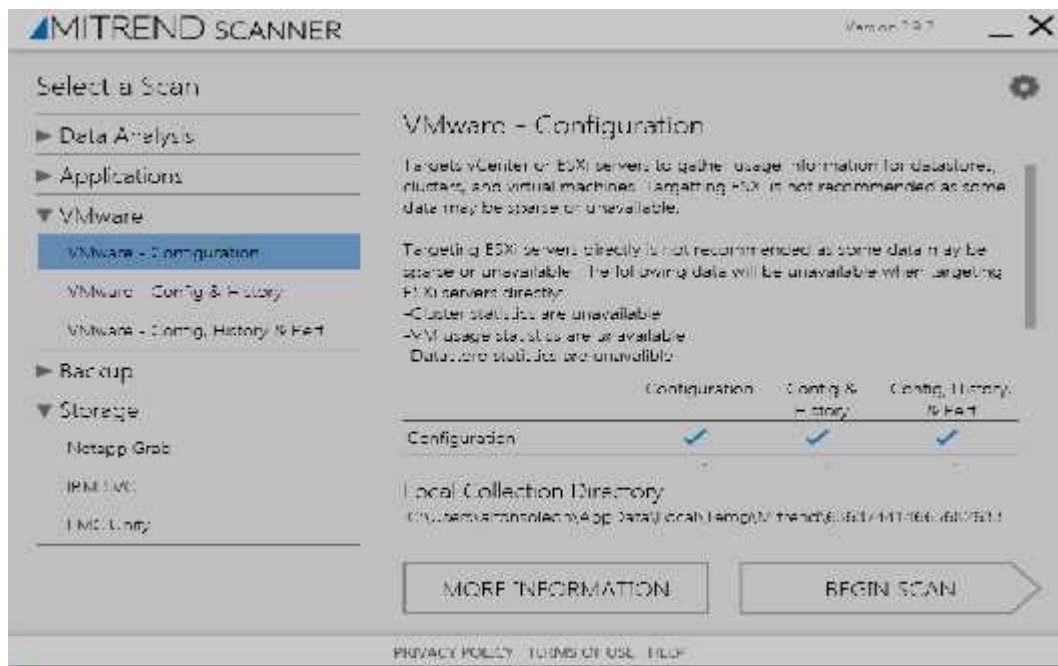
Como se demostró en la sección anterior el costo total de propiedad se refiere al costo total asociado con el uso del equipo, costos que se describieron y que tienen la misma validez para la solución de reemplazo. Este tipo de análisis debe realizarse con una periodicidad tal que permita usarlo como herramienta de planificación para presupuesto financiera, este ejercicio debe practicarse al menos una vez por año.

Todo este estudio parte de la necesidad de evaluar financieramente las opciones tecnológicas que tiene la institución para darle continuidad de servicio al centro de datos. El reemplazo de un equipo o conjunto de equipos tiene sus fundamentos en que el equipo padezca de insuficiencia para satisfacer las necesidades de operación del negocio, exija un mantenimiento excesivo mismo que progresivamente aumente los costos de operación, por último la antigüedad o tiempo de servicio, este último factor es determinante en dado el tipo de activos que son objeto de este es-

tudio. Es importante mencionar que uno o varios de estos elementos pueden ser causa para el reemplazo.

La principal razón de ser de los equipos del centro de datos es el atender las necesidades que son demandadas por los sistemas a los que sirve de infraestructura por lo que para la propuesta para el reemplazo de la tecnología se realizó un estudio de cargas de los elementos actuales del centro de datos a través de herramientas que totalizan los requerimientos mínimos a cubrir con la nueva solución.

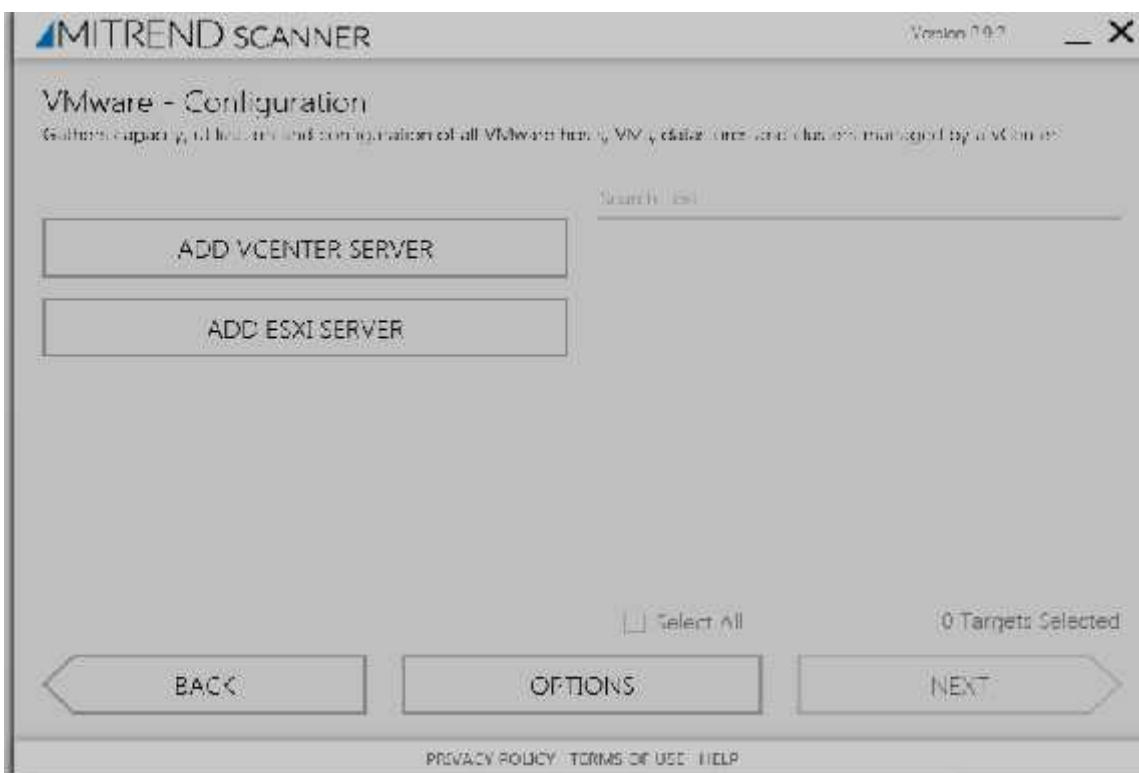
Figura 1: Programa utilizado para la extracción de requerimientos.



Fuente: Estudio realizado con herramientas del proveedor.

La Figura 1 muestra la pantalla de inicio del software que se utilizó para recobrar la información necesaria para cuantificar los requerimientos necesarios para cubrir la configuración actual, una vez elegido el tipo de estudio que se desea revisar el programa solicita credenciales de administración del equipo a encuestar como se muestran en la Figura 2.

Figura 2: Pantalla de ingreso para las credenciales de servidores.



Fuente: Estudio realizado con herramientas del proveedor.

Una vez terminado el estudio de todos los servidores que están en funcionamiento se hace lo mismo con la unidad de almacenamiento de datos y los elementos de red, que son los tres ejes del centro de datos que se desean reemplazar obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 13: Requerimientos actuales que deben ser cubiertos por la solución.

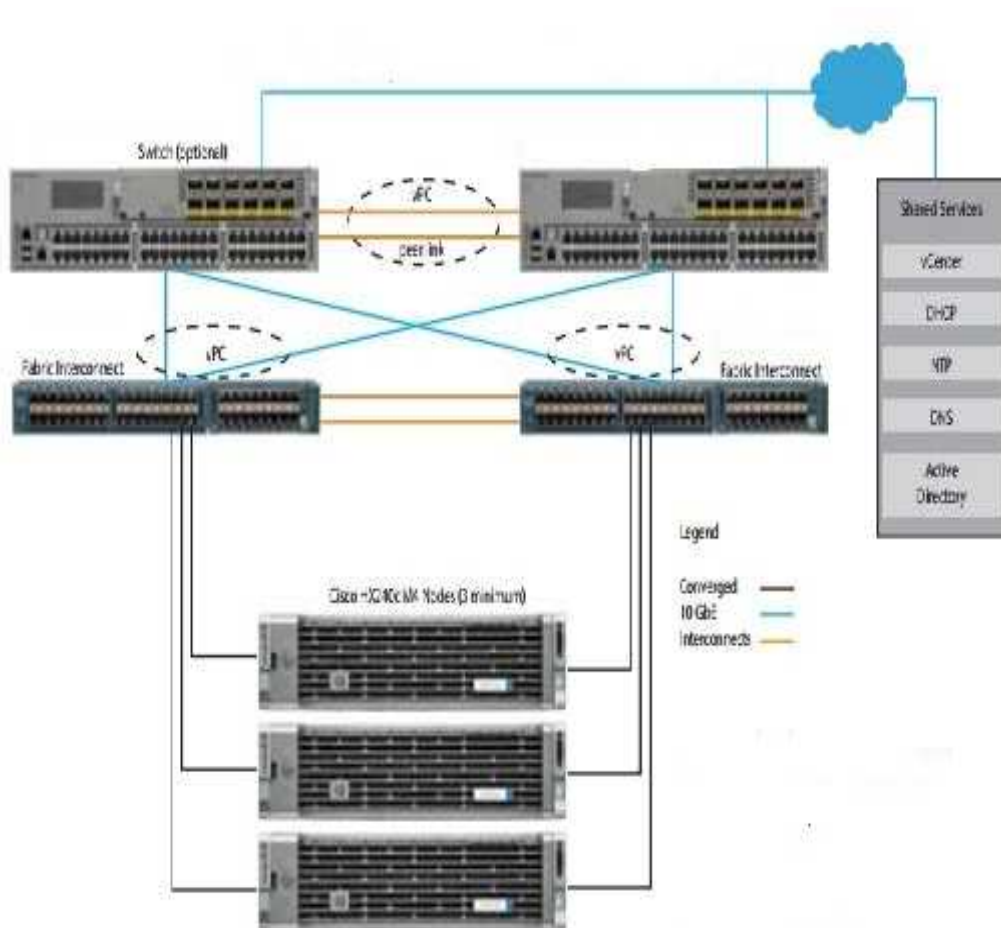
Requerimientos actuales	
Sockets	34
Cores	134
Memoria RAM	2560
Almacenamiento en SAN	33

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de la institución.

Una vez establecido los requerimientos actuales se procedió a realizar el diseño y a validarlo con los proveedores de tecnología hiperconvergente.

Dado que el número mínimo de nodos iniciales para la tecnología hiperconvergente es de tres nodos se eligieron nodos con las siguientes características, dos procesadores en dieciséis núcleos, dieciséis tarjetas de memoria RAM de 64 GB, y un espacio total de almacenamiento por nodo de 20 TB.

Figura 3: Arquitectura hiperconvergente propuesta



Fuente: Cisco.com

Esta solución que se adquirió tiene un soporte de cinco años tanto de hardware como de software, en la negociación se incluyó un entrenamiento a nivel de certificación para dos personas las cuales serán encargadas de operar el centro de datos. Todo esto con un costo de tres millones quinientos mil quetzales exactos. Con estos tres nuevos nodos se reemplazan los catorce servidores cuyas edades oscilan entre tres y cinco años de edad, la unidad de almacenamiento masivo SAN que es uno de los elementos más caros de mantener en funcionamiento dada la naturaleza de sus componentes. En la tabla 14 se hace el estudio de la demanda de energía eléctrica requerida para operar la solución completa de reemplazo y en el anexo 3 se muestran los métodos que se usaron para calcular la cantidad de potencia requerida para cada uno de los elementos de la arquitectura hiperconvergente.

Tabla 14: Cálculo de costo de energía de solución de reemplazo

Energía requerida para equipo de proceso de datos				
Modelo	Costo de KWH	Consumo anual KWH	Unidades	Total
HIP TIPO 1	Q1.25	36,288.00	3	Q136,080.00

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de la institución.

Tabla 15: Cálculo de costo de energía debido a AC

Energía requerida para enfriamiento del centro de datos				
Modelo	Costo de KWH	Consumo anual KWH	Unidades	Total
AC	Q1.25	28571.4	3	Q107,142.75

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de la institución.

Dentro del planteamiento de reemplazo tecnológico, no se contempla el cambio de las unidades de enfriamiento, pero dado que la nueva tecnología tiene un diseño termodinámico mejorado aprovechando mejor la circulación de aire para enfriar sus componentes el costo de la utilización de estas manejadoras deber ser recalculado tal y como se muestra en la tabla 15.

Tabla 16: Costo de energía debido a los elementos activos de red

Costo de elementos activos de red				
Modelo	Costo de KWH	Consumo anual KWH	Unidades	Total
AC	Q1.25	1555.2	4	Q7,776.00

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de la institución.

De igual forma que para los demás elementos de costo anteriores se debe calcular el nuevo consumo de los elementos activos de red ya que la solución de reemplazo incluye los necesarios para reemplazar los que estaban instalados, con la cantidad correcta de puertos, este cálculo se puede apreciar en la tabla 16.

Otro rubro que también debe recalcularse es el del personal dedicado únicamente a mantener en funcionamiento del centro de datos, dado que dentro de los requerimientos que fueron negociados con los proveedores está el de un entrenamiento con nivel de certificación para dos personas, se consideró que este número de personas es el óptimo para la operación del mismo.

Tabla 17: Costo debido a personal dedicado al centro de datos

Costo por Personal			
Área	Sueldo Anual	Operadores	Sueldo Anual por área
Centro de datos	Q119,000.00	2	Q238,000.00

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de la institución.

Por último el costo de mantenimiento del aire acondicionado permanece constante como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18: Costo de mantenimiento de aire acondicionado

Costo por mantenimiento del aire acondicionado			
Modelo	Costo unitario	Unidades	Total
AC tipo1	Q25,000.00	3	Q75,000.00

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de la institución.

Por ultimo al igual que en el caso anterior después de prorratear los costos por unidad, procederemos a consolidar los mismo y obtener el valor total del costo de operación.

Tabla 19: Resumen de costos de operación por solución de reemplazo

Cuadro resumen de costos					
Elemento de costo	Hardware	Software	Personal	Instalaciones	Sub total
Servidores	Q0.00	Q0.00		Q136,080.00	Q136,080.00
SAN	Q0.00		Q238,000.00		Q238,000.00
Aire Acondicionado	Q75,000.00			Q107,143.00	Q182,143.00
Redes				Q7,776.00	Q7,776.00
				Total	Q563,999.00

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos.

A continuación se presentan los flujos de la solución de reemplazo total del centro de datos por una solución de tecnología hiperconvergente.

Tabla 20: Flujos de fondos solución hiperconvergente del centro de datos.

Flujos de la solución hiperconvergente						
Año	año 0	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
Inversión inicial	-3,500,000.00					
Costos de operación		-563,998.75	-575,278.73	-586,784.30	-598,519.99	-610,490.39
Ahorros de operación		1,442,706.55	1,505,273.33	1,570,332.07	1,637,978.27	1,708,311.00
Flujos totales	-3,500,000.00	878,707.80	929,994.61	983,547.77	1,039,458.28	1,097,820.62

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos.

Se calculó el VAN de la solución tomando en cuenta los montos de ahorro como flujos positivos y se obtuvo que el valor actual neto es de Q685,105 positivos, lo que de acuerdo al criterio de aceptación del VAN supone la solución como rentable ya que genera valor para la institución.

En otro análisis se calculó la tasa interna de retorno TIR, y el resultado fue que la tasa que hace cero al VAN es del 12% que es superior a la tasa utilizada de 5.5% valor que se le asignó como costo del capital invertido.

Tabla 21: Cálculo de la relación beneficio costo.

Análisis costo beneficio						
	año 0	año1	año 2	año 3	año 4	año 5
Inversión inicial	-3,500,000.00					
Beneficios anuales		1,442,706.55	1,505,273.33	1,570,332.07	1,637,978.27	1,708,311.00
Costos anuales		-563,998.75	-575,278.73	-586,784.30	-598,519.99	-610,490.39
Beneficios totales		6,686,517.99				
Costos totales		-6,001,412.58				
Relación Beneficio Costo		1.11				

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de la institución.

Se procedió a calcular el valor de la razón costo beneficio siendo esta de un valor superior a 1 lo que confirma que la solución es rentable siempre y cuando se den las condiciones que se describieron a lo largo del estudio.

Tabla 22: Cálculo del período de recuperación de la inversión.

Periodo de recuperación de la inversión						
	año 0	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
Flujo de caja	-3,500,000.00	878,707.80	929,994.61	983,547.77	1,039,458.28	1,097,820.62
Flujo Acumulado	-3,500,000.00	-2,621,292.20	-1,691,297.59	-707,749.82	331,708.46	1,429,529.08
Periodo anterior al cambio de signo	3.00					
Valor absoluto del flujo acumulado	331,708.46					
Flujo de caja del siguiente periodo	1,097,820.62					
Periodo de recuperación en años	3.30					

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de la institución.

Como un último factor de prueba se procedió a calcular el tiempo de recuperación estimado de la inversión, al igual que con el van se utilizaron los flujos provenientes de los ahorros en operación, a finalizar el ejercicio nos da un tiempo de recuperación de la inversión en aproximadamente tres años con cuatro meses.

4.2 Análisis financiero comparativo de las soluciones de actualización tecnológica de los centros de datos.

En la sección anterior, se determinaron las inversiones iniciales, tanto para darle continuidad a la tecnología de arquitectura convencional, como para la arquitectura hiperconvergente, los elementos de costos y ahorros incrementales, con estos datos se determinaron indicadores de rentabilidad como los son el valor actual neto VAN, la tasa interna de retorno TIR, el período de recuperación de la inversión PRI y la razón costo-beneficio

En esta sección se procede a realizar el análisis comparativo entre las opciones, de dar continuidad a la arquitectura convencional de centros de datos, o hacer un reemplazo por la arquitectura hiperconvergente, esto con el objetivo de determinar la opción que mejora la calidad del gasto de los fondos asignados a la institución que sirvió de muestra tipo para la presente investigación.

Conforme a los resultados obtenidos se procede a comparar en este caso los costos que son necesarios para la correcta operación del centro de datos.

En el caso de los costos de operación podemos observar que al utilizar la tecnología de hiperconvergencia los costos de operación se reducen en un 72% comparado con la solución de arquitectura tradicional.

Tabla 23: Comparación de los costos totales de operación de ambas tecnologías.

Tecnología	Costo anual de operación
Arquitectura tradicional	Q2,006,705
Arquitectura Hiperconvergente	Q563,999

Fuente: elaboración propia con base a información de tablas 10 y 19.

Ahora compararemos los valores actuales netos de ambas soluciones, como se describió en el capítulo anterior se utilizó una tasa de descuento de 5.5% debido al

costo del capital que aplica en ambos casos. En la opción de la arquitectura tradicional se construyeron los flujos a partir de los costos anuales de operación y todos los flujos son negativos, en el caso de la solución de hiperconvergencia en los flujos se incluyeron como entradas positivas los ahorros que provoca optar por esta solución.

Tabla 24: Comparación de los valores actuales netos de ambas soluciones

Tecnología	VAN
Arquitectura tradicional	-Q9,687,931
Arquitectura Hiperconvergente	Q685,105

Fuente: elaboración propia con base a información de tablas 12 y 20 de este documento.

Como se puede observar en la Tabla 25 la arquitectura tradicional obtiene un valor actual neto negativo, caso contrario en arquitectura hiperconvergente obtenemos un valor positivo dado que genera un flujo positivo de ahorro, en este caso el valor de este indicador bajo estas condiciones indica que la solución de reemplazo es conveniente bajo la óptica de optimizar la calidad del gasto de la institución.

Estos ahorros provienen de la reducción de costos tanto en la energía necesaria para la operación de los elementos activos del centro de datos, como los elementos utilizados para enfriar y mantener una temperatura de operación óptima del mismo.

Otro factor importante en el ahorro de operación es la negociación de las garantías por los cinco años en que se contempla en la solución tanto en software como en hardware ya que según la industria ambos cumplen con su ciclo de vida al final del cual el mismo fabricante no ofrece una extensión de garantías sino que ofrece una opción de reemplazo.

También se contempla el entrenamiento de dos personas mismas que serán las únicas encargadas de mantener en operación el centro de datos lo que reduce los costos por personal en un tercio de lo que ocupa la tecnología tradicional.

Uno de los ahorros más importantes es el de la garantía demandada por la SAN, y esto se logra debido a que en la arquitectura hiperconvergente no existe un elemento de almacenamiento de datos centralizado, en su lugar se virtualiza el almacenamiento en cada uno de los nodos y es presentado de manera tal que para los servidores e hipervisores no hay diferencia ni de espacio ni de desempeño.

Tabla 25: Comparación de las tasas internas de retorno.

Tecnología	TIR
Arquitectura tradicional	N/A
Arquitectura Hiperconvergente	12%

Fuente: elaboración propia con base a cálculos destinados a este documento.

Dadas las condiciones de las propuestas, se hizo el cálculo de las tasas internas de retorno, en el caso de la arquitectura tradicional no existe un flujo positivo ya que todos los flujos son productos de erogaciones para pagar los costos de operación caso contrario en la arquitectura de reemplazo en la cual si existen flujos positivos, y se obtuvo una tasa interna de retorno del 12% misma que es superior a la tasa mínima impuesta de 5.5% que representa el costo del capital que se invierte para su implementación y operación.

Para la solución de reemplazo por arquitectura hiperconvergente se calcula un período de recuperación de la inversión de alrededor de tres años, esto no se puede calcular en el caso de mantener la arquitectura tradicional ya que esta tecnología ya está en una etapa de madurez y no existen flujos que puedan considerarse como ahorros o ingresos e efectivo como tal, este período de recuperación de la inversión es aceptable dada la expectativa de vida que se consideró para esta solución.

Tabla 26: Comparación del período de recuperación de la inversión.

Tecnología	PRI
Arquitectura tradicional	N/A
Arquitectura Hiperconvergente	3años y 4 meses

Fuente: elaboración propia con base a cálculos destinados a este documento

Por último se comparamos la razón costo beneficio para ambas opciones para el caso de la arquitectura tradicional nos da un resultado de 0 y para la opción de arquitectura hiperconvergente se obtiene una relación con un valor mayor a 1 lo que indica que la solución si genera beneficios aun siendo estos generados por ahorros.

Tabla 27: Comparación del período de recuperación de la inversión.

Tecnología	C/B
Arquitectura tradicional	0.00
Arquitectura Hiperconvergente	1.11

Fuente: elaboración propia con base a cálculos destinados a este documento

Con base a los resultados obtenidos se determinó que la mejor alternativa es la opción de actualización del centro de datos a la arquitectura de hiperconvergencia en la muestra tipo obtenida del sector justicia en Guatemala.

CONCLUSIONES

1. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos mediante las herramientas de evaluación financiera, se comprueba la hipótesis planteada, ya que al implementar la tecnología hiperconvergente los costos de operación se reducen en un 71%, el período de recuperación de la inversión de 3 años y 4 meses y es menor al tiempo de vida de la solución que es de cinco años.
2. Que el valor actual neto, de seguir utilizando la arquitectura tradicional de centros de datos es Q.9,687,930 negativos, lo que refleja los altos costos de operación en que se incurren para mantenerlo en producción , en cuanto al cálculo de los valores de TIR, PRI, relación Costo Beneficio son necesarios, ingresos, ahorros o cualquier valor positivo generado, en este caso no los hay, y es por esta razón que no se pueden calcular.
3. Que el valor actual neto de reemplazar la arquitectura tradicional del centro de datos por arquitectura hiperconvergente es de Q685,105 este resultado se obtuvo debido a que se usaron como ingresos los ahorros en costos de operación que se lograron a partir de la implementación se pudo calcular una TIR que dio como resultado una tasa de 12 % que es superior a la TREMA que se consideró de 5.5%, el período de recuperación de la inversión solo con la baja de los costos de operación fue de 3 años y cuatro meses misma que es un 34% menor al tiempo estimado de vida útil según estándares de la industria.
4. La inversión inicial en la continuidad de la arquitectura tradicional es de solamente de Q500,000, mientras que la inversión inicial de la arquitectura hiperconvergente es de Q3,500,000, con estos volúmenes de inversión se obtienen los mismos resultados tecnológicos en cuanto a espacio de almacenamiento, debe considerarse los tiempos de vida útil de los elementos que constituyen las respectivas arquitecturas, los tiempos que marca la industria en cuanto al soporte que le dará a la tecnología que se está adquiriendo, además

se deben analizar factores como el período de finalización de ventas, finalización de soporte, y fin de vida para poder tomar una decisión acertada.

5. Al realizar el análisis comparativo se evidencia la ventaja que tiene la arquitectura convergente en el sentido de la reducción de costos de operación y mantenimiento; esto debido al diseño con el que cuenta la solución, la homogenización de los componentes de costo como son las garantías, tanto de software como de hardware y la eliminación de un elemento de almacenamiento de datos que es el elemento más caro de la arquitectura tradicional.

RECOMENDACIONES

1. Para tener un centro de datos que sea costo efectivo, se sugiere la actualización a una arquitectura eficiente, homogénea y adecuada a la necesidades, la de infraestructura utilizada para su operación; debido a que al elegir este curso de acción los costos asociados a la operación del mismo se ven reducidos, obteniendo de esta manera una mejor calidad del gasto.
2. El departamento encargado del centro de datos, debe establecer una revisión del costo total de propiedad del centro de datos para poder establecer las tendencias de los costos y tener una herramienta de cálculo para presupuestar los fondos necesarios para mantener en producción las aplicaciones.
3. De la misma manera el departamento encargado del centro de datos, debe revisar constantemente los niveles de utilización de los recursos, los ciclos de vida marcados por la industria de los elementos que constituyen el centro de datos, para poder presupuestar financieramente, con un período de antelación razonable la ampliación o cambios de equipos.
4. Durante el período de análisis anterior a la adquisición de cualquier solución de reemplazo es conveniente adquirir todas las garantías y suscripciones extendidas debido a que su posterior adquisición resulta más costosa al no tener las ventajas de los descuentos por volumen que ofrecen los fabricantes al inicio de un proyecto.
5. Para mitigar los costos de mano de obra calificada requerida de los proveedores para la operación de los equipos, es necesario que en la negociación se incluyan cursos de entrenamiento con capacitaciones, para el personal de la institución esto con la intención de que el personal sea la primera línea de soporte, recurriendo algún servicio externo, solo hasta que se sobrepase el nivel de pericia de estos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.Asamblea Nacional Constituyente, P (1993). Constitución de la República de Guatemala Reformada por Acuerdo legislativo No. 18-93 del 17 de Noviembre de 1993.
- 2.Arregoces, M. y Portolani, M. (2004). Data Center Fundamentals. Estados Unidos. Cisco Press. Primera edición.
- 3.Baca Urbina, G. (2007). Fundamentos de Ingeniería Económica. Mexico. MacGrawHill/Interamericana. Cuarta edición.
- 4.Campbell, D. y Eitenbichler, P. (2012). HP Converged Infrastructure For Dummies. Estados Unidos. Jhon Willey & Sons.
- 5.Ceruzzi, PE. (2003). A History of Modern Computing. Inglaterra. The MIT Press. Inglaterra. Segunda edición
- 6.Ceruzzi, PE. (2012). Computing A Concise History. Inglaterra. The MIT Press. Inglaterra. Primera edición.
- 7.Davis, D. y Lowe, S. (2015). Hyperconvergence Fundamentals & Maxta Advantage. Estados Unidos. Actual Tech Media. Primera edición.
- 8.De Rus, G (2008). Análisis Coste-Beneficio: Evaluación económica de políticas y proyectos de inversión. España. Editorial Ariel. Tercera edición.
- 9.Dittner, R. y Rule, D. (2007) Best Damn Server Virtualizacion Book Period. Estados Unidos. Syngress Publishing,Inc. Primera edición.
- 10.Dye, M.; MacDonald, R. y Ruff A. (2008). Network Fundamentals. Estados Unidos. Cisco Press. Primera edición.
- 11.González Arias, J. y Arquedas Sanz, R. (2016). Finanzas Empresariales. Editorial Universitaria Ramón Areces. Madrid España.

12. Gitman, J.L. y Zutter, C. (2012). *Administración Financiera*. México. Pearson Educación. Décimo Segunda edición.
13. Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; y, Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México. McGraw-Hill Interamericana. Sexta Edición.
14. Lowe D. (2013). *Networking For Dummies*. Estados Unidos. Wiley & Sons Inc. Décima edición.
15. Lowe S. (2014). *Hiperconverged Infrastructure for Dummies*. Estados Unidos. Wiley & Sons Inc. Primera edición.
16. Mata Vela, JF. (2007). *Tesis Doctoral La Reforma Penal de Guatemala*. España .Universidad Autónoma de Barcelona Facultad de Derecho.
17. Poelker, C. y Nikitin, A. (2009). *Storage Area Network for Dummies*. Estados Unidos. Wiley Publishing Inc.
18. Portnoy, M (2012). *Virtualization Essentials*. Estados Unidos. John Wiley & Sons, Inc. Primera edición.
19. Rathod, H. y Townsend, J. (2014). *Virtualization 2.0 for DUMMIES*. Inglaterra. Wiley. Segunda edición.
20. Sapag, N. (2011). *Proyectos de inversión*. Chile. Pearson Educación. Décimo Segunda edición.
21. Santana, G. (2014). *Data Center Virtualization Fundamentals*. Estados Unidos. Cisco Press. Primera edición.
22. Snapp S. (2013). *Enterprice SoftwareTCO: Calculating and Using Total Cost of Ownership for Decision Making*. SCM Focus Press. Estados Unidos.
23. Tate, J.; Beck, P.; Ibarra, HH.; Kumaravel, S. y Miklas, L. (2016). *Introduction to Storage Área Networks*. Estados Unidos. IBM Redbooks. Séptima edición.

- 24.Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Postgrado. (2009). Guía metodológica para la elaboración del plan e informe de investigación de postgrado de Ciencias Económicas.
- 25.Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Postgrado. (2009). Normativo de Tesis para optar al grado de Maestro en Ciencias.
- 26.VanHorne, J. (1971). Management and Policy. Estados Unidos. Prentice Hall. Segunda edición.

EGRAFÍA

1. Azofra Valentín, P (2012). Pasado y presente de las finanzas corporativas. España. Universidad de Valladolid. Recuperado de http://www.accid.org/revista/documents/Pasado_y_presente_de_las_finanzas_corporativas.pdf
2. Bolaños Rosa María (2016): ¿Quiere invertir en Bonos del Tesoro? Emitirán títulos de Q5 mil y Q10 mil recuperado de <http://www.prensalibre.com/economia/economia/emitiran-bonos-de-q5-mil-y-q10-mil> consultado el 16-08-2017
3. Ferruz Agudo, L (2000): "Historia de la teoría de las decisiones financieras", recuperado de <http://www.5campus.com/leccion/fin016>. Consultado septiembre 2017.
4. Historia. (2018). Recuperado de http://www.inacif.gob.gt/index.php?option=com_content&view=article&id=91&Itemid=91. Consultado diciembre 2017
5. Lee Hyungro (2014) Virtualization Basics: Understanding Techniques and Fundamentals. Recuperado de <http://dsc.soic.indiana.edu/publications/virtualization.pdf>
6. Ministerio Público de Guatemala. (2017). Recuperado de <http://www.mp.gob.gt/>. Consultado diciembre 2017
7. Mieritz Lars, Kirwin Bill, P (2008): Defining Garner Total Cost of Ownership. Recuperado de <https://www.gartner.com/doc/487157/defining-gartner-total-cost-ownership>.
8. Organismo Judicial - Inicio. (2018). Recuperado de <http://www.oj.gob.gt/>. Consultado diciembre 2017

9. Sánchez Delgado Maritza del Pilar, Villamizar Estrada William Avilio, Rojas Contreras William Mauricio, (2016). Modelo de Costos de Servicios de Tecnologías de Información en Instituciones de Educación Superior. Recuperado de <https://documentos.redclara.net/bitstream/10786/1085/1/Modelo20de20Costos20de20Servicios20de20TecnologC3ADas20de20InformaciC3B3n20e-n20Instituciones20de20EducaciC3B3n20Superior2028229.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Tendencias del índice de inflación obtenidas del banco de Guatemala.

ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR NIVEL REPÚBLICA Base diciembre de 2010=100 PERÍODO: 2010 - 2017 ^{al}					
PERÍODO	ÍNDICE	VARIACIÓN INTERMENSUAL	VARIACIÓN INTERANUAL	VARIACIÓN ACUMULADA	VARIACIÓN PROMEDIO
		1/	2/	3/	4/
2010					
Diciembre	100.00	0.08	5.39	5.39	3.86
2011					
Diciembre	106.20	0.22	6.20	6.20	6.22
2012					
Diciembre	109.86	0.54	3.45	3.45	3.78
2013					
Diciembre	114.68	0.31	4.39	4.39	4.34
2014					
Diciembre	118.06	-0.11	2.95	2.95	3.42
2015					
Diciembre	121.68	0.43	3.07	3.07	2.39
2016					
Diciembre	126.83	0.01	4.23	4.23	4.45

Anexo 2: Cálculos de energía consumida por los equipos utilizando la arquitectura tradicional.

Energía eléctrica requerida para equipo de proceso de datos					
Modelo	Potencia real demandada (Watts)	Horas de operación anuales	Kilowatt-hora consumidos anualmente	Cantidad de equipos	Consumo anual KW-H
Tipo 1	748.00	8,640.00	6,462.72	2.00	12,925.44
Tipo2	1,496.00	8,640.00	12,925.44	3.00	38,776.32
Tipo 3	748.00	8,640.00	6,462.72	2.00	12,925.44
Tipo 4	510.00	8,640.00	4,406.40	7.00	30,844.80
				Total	95,472.00

Energía eléctrica requerida por equipo de resguardo de datos SAN					
Modelo	Potencia real demandada (Watts)	Horas de operación anuales	kilowatt- hora consumidos anualmente	Cantidad de equipos	Consumo anual KW-H
Tipo 1	3,960.00	8,640.00	34,214.40	2.00	68,428.80

Energía eléctrica requerida por equipo de enfriamiento					
Modelo	Potencia real demandada (Watts)	Horas de operación anuales	kilowatt- hora consumidos anualmente	Cantidad de equipos	Consumo anual KW-H
AC Tipo 1	5,291.00	6,480.00	34,285.68	3.00	102,857.04

Energía eléctrica requerida por equipo activo de red					
Modelo	Potencia real demandada (Watts)	Horas de operación anuales	kilowatt- hora consumidos anualmente	Cantidad de equipos	Consumo anual KW-H
Conmutador	300.00	8,640.00	2,592.00	8.00	20,736.00

Anexo 3: Cálculo de energía consumida por los equipos utilizando la arquitectura tradicional

Energía eléctrica requerida para equipo de proceso de datos					
Modelo	Potencia real demandada (Watts)	Horas de operación anuales	Kilowatt-hora consumidos anualmente	Cantidad de equipos	Consumos por modelo anual
HIP TIPO 1	4200	8640	36288	3	108864
Total					108864

Energía eléctrica requerida por equipo de enfriamiento					
Modelo	Potencia real demandada (Watts)	Horas de operación diarias	kilowatt-hora consumidos anualmente	Cantidad de equipos	Consumo anual KW-H
AC Tipo 1	5291	5400	28571.4	3	85714.2

Energía eléctrica requerida por equipo activo de red					
Modelo	Potencia real demandada (Watts)	Horas de operación diarias	kilowatt-hora consumidos anualmente	Cantidad de equipos	Consumo anual KW-H
Conmutador	180	8640	1555.2	4	6220.8

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cálculo del costo anual de extensión de garantía para servidores. ...	46
Tabla 2: Cálculo del costo anual de extensión de garantía para SAN	46
Tabla 3: Cálculo del costo por mantenimiento de AC.....	47
Tabla 4: Cálculo de costo por renovación de suscripciones de software de virtualización.	48
Tabla 5: Costos anuales del personal del centro de datos.....	48
Tabla 6: Cálculo de costo anual por energía consumida por servidores.	49
Tabla 7: Cálculo de costo energía consumida por la SAN.	49
Tabla 8: Cálculo de costo energía por enfriamiento.	50
Tabla 9: Cálculo de costo energía por elementos activos de red.	50
Tabla 10: Resumen de los costos en el centro de datos.	50
Tabla 11: Cálculo del valor porcentual, interanual de la inflación.	51
Tabla 12: Flujos de fondos solución tradicional del centro de datos.	51
Tabla 13: Requerimientos actuales que deben ser cubiertos por la solución.	54
Tabla 14: Cálculo de costo de energía de solución de reemplazo	56
Tabla 15: Cálculo de costo de energía debido a AC.....	56
Tabla 16: Costo de energía debido a los elementos activos de red	57
Tabla 17: Costo debido a personal dedicado al centro de datos	57

Tabla 18: Costo de mantenimiento de aire acondicionado	57
Tabla 19: Resumen de costos de operación por solución de reemplazo.....	58
Tabla 20: Flujos de fondos solución hiperconvergente del centro de datos... 	58
Tabla 21: Cálculo de la relación beneficio costo.....	59
Tabla 22: Cálculo del período de recuperación de la inversión.	59
Tabla 23: Comparación de los costos totales de operación de ambas tecnologías.	60
Tabla 24: Comparación de los valores actuales netos de ambas soluciones .	61
Tabla 25: Comparación de las tasas internas de retorno.	62
Tabla 26: Comparación del período de recuperación de la inversión.	63
Tabla 27: Comparación del período de recuperación de la inversión.	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Programa utilizado para la extracción de requerimientos.....	53
Figura 2: Pantalla de ingreso para las credenciales de servidores.	54
Figura 3: Arquitectura hiperconvergente propuesta.....	55

GLOSARIO

Computadora: Máquina electrónica capaz de almacenar información y tratarla automáticamente mediante operaciones matemáticas y lógicas controladas por programas informáticos.

CPU: Sigla de la expresión inglesa *central processing unit*, 'unidad central de proceso', que es la parte de una computadora en la que se encuentran los elementos que sirven para procesar datos.

Hardware: Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático.

Programa: es una secuencia de instrucciones, escritas para realizar una tarea específica en una computadora.

Relevadores: es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Software: Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

SAN: Del inglés Storage Área Network, es un conjunto de elementos especializados dedicados a proporcionar almacenamiento de datos.

Virtualización: En Informática, es la creación a través de software de una versión virtual de algún recurso tecnológico.