



Ventajas de la migración a los servicios de la nube en el sector público de salud del Valle del Cauca

Advantages of migration to the cloud computing in the public health sector of Valle del Cauca

César Augusto Gutiérrez Rodríguez¹ Ricardo Andrés Almeida Delgado²

Para citar este artículo: C. A. Gutiérrez-Rodríguez; R. A. Almeida-Delgado, "Ventajas de la migración a los servicios de la nube en el sector público de salud del Valle del Cauca". *Revista Vínculos: Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol 16, n° 1, enero-junio 2019, 92-103. DOI: <https://doi.org/10.14483/2322939X.14757>.

Recibido: 11-02-2019 / Aprobado: 30-03-2019

Resumen

La computación en la nube no solo tiene múltiples beneficios a nivel informático y organizacional, también apoya el cuidado del medio ambiente. Este artículo describe los resultados de un estudio realizado a las áreas de tecnología de información (TI) de 13 hospitales de segundo nivel del Valle del Cauca, Colombia, donde además de conocer el estado de su infraestructura lógica y física, se identificaron otros hallazgos como el mal tratamiento de residuos como material RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) como computadores o máquinas para realizar diagnósticos, papel y plástico. Como estudio de caso se implementaron las tres primeras fases de un modelo de migración a la nube al área de TI del Hospital Departamental Mario Correa Rengifo, lo que mostró como resultados las ventajas de migrar sus servicios en tanto se minimizan al máximo riesgos informáticos como la pérdida al acceso de la información por la vulnerabilidad de estado del servidor y las conexiones, el deterioro

de información reposada en carpetas físicas, el aprovechamiento de los equipos de cómputo y la reducción de residuos.

Palabras clave: administración de la información, computación en la nube, medio ambiente, modelo de migración a la nube.

Abstract

Cloud computing not only has multiple benefits at the computer and organizational level, but also supports the care of the environment. This article describes the results of a study conducted in the Information Technology (IT) areas of 13 level II hospitals in Valle del Cauca - Colombia, where in addition to knowing the state of its logical and physical infrastructure, other findings were identified as the bad treatment of WEEE material such as computers or diagnostic machines, paper and plastic. As a case study, the first three phases of a cloud migration model were implemented in the T.I. of the Mario Correa Rengifo Departmental Hospital "ESE", which showed as results the advantages of migrating

1. Magíster en Informática Educativa, Universidad Libre de Colombia. Docente investigador en Escuela Militar de Aviación Marco Fidel Suarez, Colombia. Correo electrónico: profecesar15@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5536-4264>
2. Magíster en Informática, Universidad Santiago de Cali. Docente tiempo completo en Universidad Santiago de Cali. Correo electrónico: ricardo.almeida00@usc.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2582-2484>

its services to the cloud minimizing risks, such as the loss of access to information due to the vulnerability of the server's state and connections or deterioration of information stored in physical folders, the use of computer equipment and the reduction of waste.

Keywords: cloud computing, cloud migration model, environment, information management.

1. Introducción

En la actualidad, los servicios de la nube dejaron de ser una tendencia y se convirtieron en una realidad, su utilización es cada vez más amplia y diversas empresas, desde las privadas hasta las públicas, están migrando sus áreas de TI a este nuevo esquema tecnológico; según la International Data Corporation [1], las empresas deben invertir en nuevas tecnologías que ayuden tanto a la estrategia del negocio como en el cuidado ambiental.

El Ministerio de las TIC de Colombia [2] realizó el primer estudio llamado “Cloud Computing una perspectiva para Colombia”, en el cual desarrolló una aproximación a los diferentes servicios que ofrece esta tecnología, además de un análisis de las posibilidades que existen para la adopción de esta tendencia tecnológica en empresas colombianas. El estudio básicamente se refiere al estado actual de las grandes empresas y de las pymes en el país, también a la posible adopción de esta tecnología, aunque no hace referencia a las entidades públicas y mucho menos a las del sector salud.

En Colombia las instituciones públicas de salud anualmente invierten una gran cantidad de recursos en tecnología, inversiones que están sujetas al conocimiento y necesidades particulares de cada director de TI, donde muchas veces se evidencia la falta de pericia y de conocimiento a la hora de seleccionar la tecnología más eficiente para el modelo de negocio y para las necesidades en particular que se requieren; por otro lado, ha sido evidente el crecimiento de la consciencia y las políticas sobre el cuidado ambiental, aunque parecen ser considerados un problema menor

en tanto los residuos de documentación como papel, cartón, plástico y los electrónicos como computadores, dispositivos móviles y equipos médicos obsoletos no son tratados de una manera adecuada, lo que genera evidentes riesgos a nivel ambiental.

El Ministerio de Protección Social [3] apoya la noción de que lo importante es la información, mas no dónde reposa, por lo que apoyarse en las TIC para su tratamiento se convierte en una oportunidad de mejora; la información se convierte en el insumo fundamental para la toma de decisiones, la orientación de políticas públicas, la formulación de estrategias, planes y programas que velan por el bienestar de la población estudiada. Sin embargo, para que la información sea un recurso capaz de satisfacer las expectativas de los tomadores de decisiones, debe garantizarse la calidad —en términos de confiabilidad y validez— de los datos obtenidos y el conocimiento que de ellos se infiere.

Riofrio [4], en una investigación realizada tomando un hospital en Cali, utilizó una herramienta diseñada por expertos para evaluar la producción de residuos e identificar las fallas, lo anterior en pro de orientar a la toma de decisiones, en este se evidencia la generación de entre 20% y 25% de desecho común; por otro lado, Rodríguez, Garcia y Zafra [5], en una investigación sobre la generación de residuos hospitalarios en Bogotá D.C. entre 2012-2015, indican que el porcentaje de residuos ordinarios y reciclables alcanza casi el 50%, entre estos se encuentra papel, cartón y plástico, representado principalmente en carpetas, historias clínicas, documentación administrativa, entre otros.

Además de estos residuos, existe otro tipo de material mucho más perjudicial al ambiente como son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), puesto que su tratamiento en el país aún no cuenta con la tecnología suficiente para su disposición de manera responsable.

Según el Ministerio de Ambiente [6], las categorías de material RAEE se encuentran distribuidas como se especifica en la Figura 1.

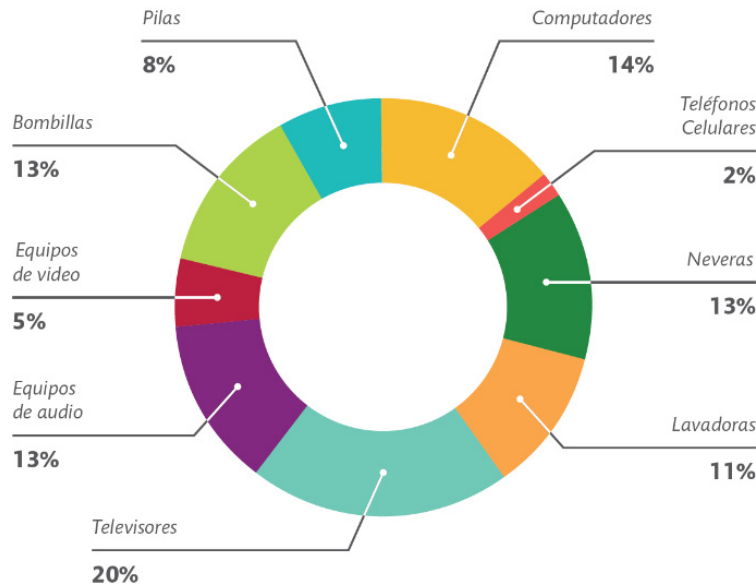


Figura 1. Participación por categoría de la generación estimada de RAEE [6].

Según Castro [7], dentro de un diagnóstico que se realizó en un hospital para saber qué uso se le da al material RAEE, se consultaron aspectos como qué tipo de disposición se ha dado a estos residuos, hablando de: donación, reúso, reciclaje, almacenamiento, venta, reacondicionamiento o arrojar a la basura. Se encuentra que el 42% se arroja a la basura, cifra alarmante por los problemas de gestión mencionados.

Teniendo en cuenta la información anterior, y en busca de una opción de mejora, se plantea la pregunta: ¿Cuál es el impacto de migrar a los servicios de la computación en la nube para mejorar la gestión de TI y el cuidado del medio ambiente en las entidades públicas de salud del Valle del Cauca?

2. Metodología

Para la elaboración de este proyecto se utilizó un tipo de investigación transaccional, centrado en la recolección de datos en momentos específicos, con un enfoque cuantitativo, mediante encuestas a las personas que se involucran directamente en el manejo de las áreas de TI, con lo cual se

implementó un caso de estudio para el Hospital Departamental Mario Rengifo Correa Rengifo, en busca de medir el impacto de migrar los servicios a la nube.

Los hospitales se clasifican según su nivel de complejidad como se muestra a continuación.

- Primer nivel. Dispositivos asistenciales básicos: equipos de atención primaria y servicios hospitalarios de referencia.
- Segundo nivel. Dispositivos asistenciales específicos: equipos de soporte domiciliario en cuidados paliativos, unidades hospitalarias de cuidados paliativos.
- Tercer nivel. Servicios sociales.

Ya que la propuesta que se presenta está orientada a instituciones públicas (hospitales de segundo nivel de complejidad en el departamento del Valle del Cauca), su diseño está alineado al modelo de gestión de tecnologías de la información (IT4+), modelo que se presentó en el 2016 por el Ministerio de las TIC para la gestión de las áreas de TI de las instituciones públicas de todo el país, el cual está conformado por los siguientes componentes:

estrategia de TI, gobierno de TI, análisis de información, sistemas de información, gestión de servicios tecnológicos, apropiación y uso [8].

Dentro de las fases de la investigación se inició con un análisis de la situación actual del modelo de la computación en la nube a nivel nacional e internacional, determinando el grado de madurez en que se encuentra esta tecnología para su adopción dentro de las áreas de TI, al igual que evaluar el grado de conocimiento sobre los conceptos, la definición de roles y responsabilidades orientadas al servicio para los directores de TI de los departamentos de sistemas; una vez determinado lo anterior, se realizó el diagnóstico (técnica de levantamiento de información) para identificar los requerimientos de infraestructura y aplicar un modelo diseñado como caso de estudio.

Para el cumplimiento de los objetivos se incluye el estudio teórico y práctico, con el fin de contar con una investigación intensiva de documentación a través de diferentes recursos académicos en la parte teórica, también es importante adquirir la información adecuada y contar con una comunicación fluida y amplia con las personas en el caso de estudio a realizar; de la misma manera, dentro de este estudio se utiliza un modelo de migración basado en una investigación teórica, un análisis del estado actual de las áreas de TI de los hospitales de segundo nivel en el Valle del Cauca y un caso de estudio con un hospital reconocido en Cali, lo anterior en busca de generar conclusiones.

Una vez recopilada la información teórica, se continuó con la recolección de los datos en los diferentes hospitales de segundo nivel del Valle del Cauca, sobre los cuales se realizará el análisis y se generará la propuesta del modelo. Los datos utilizados en esta investigación se pueden clasificar en dos partes principales: datos primarios y datos secundarios. Los datos primarios son aquellos que provienen de las experiencias prácticas obtenidos mediante entrevistas y observación directa, se aplicará una encuesta que busca recolectar información relevante sobre los conceptos de los servicios de la computación en la nube en el ámbito de la institución como:

- El grado de entendimiento de la organización acerca de los conceptos y servicios ofrecidos en el modelo de *cloud computing* y cómo estos servicios pueden afectar favorablemente la empresa.
- El grado de entendimiento de los directores de TI sobre los diferentes beneficios y ventajas que ofrece el *cloud computing* para la gestión, control y administración de la infraestructura tecnológica de la empresa.
- Conocer la infraestructura en *hardware* y *software* de los diferentes hospitales de segundo nivel del Valle del Cauca para, con esta información, poder generar el esquema de migración más apropiado.
- Conocer los diferentes servicios que se ofrecen en cada una de las instituciones para poder agrupar por similitud y generar etapas de migración por orden de importancia o por orden de complejidad.

Los datos secundarios incluyen información de artículos científicos, documentos, sitios web y otros documentos valiosos, estos datos son la base fundamental de la investigación y son considerados un recurso valioso para evaluar y validar el estudio. Luego de obtener todos los datos, se procede a realizar el análisis para los resultados de los instrumentos de estrategia, diseño, transición, operación y mejora continua. En esta investigación se considerará como población a las empresas sociales del Estado de segundo nivel de complejidad de la Gobernación del Valle del Cauca, registradas en la Secretaría Departamental de Salud, con lo cual se llega a un total de catorce empresas sociales del Estado de segundo nivel de complejidad en el 2016.

2.1 Caso de estudio. Implementación del modelo

Para este caso de estudio se utilizará el modelo de migración al cloud computing diseñado por Almeida, Gutiérrez y Romero [9], conformado por cinco etapas descritas en la Figura 2.

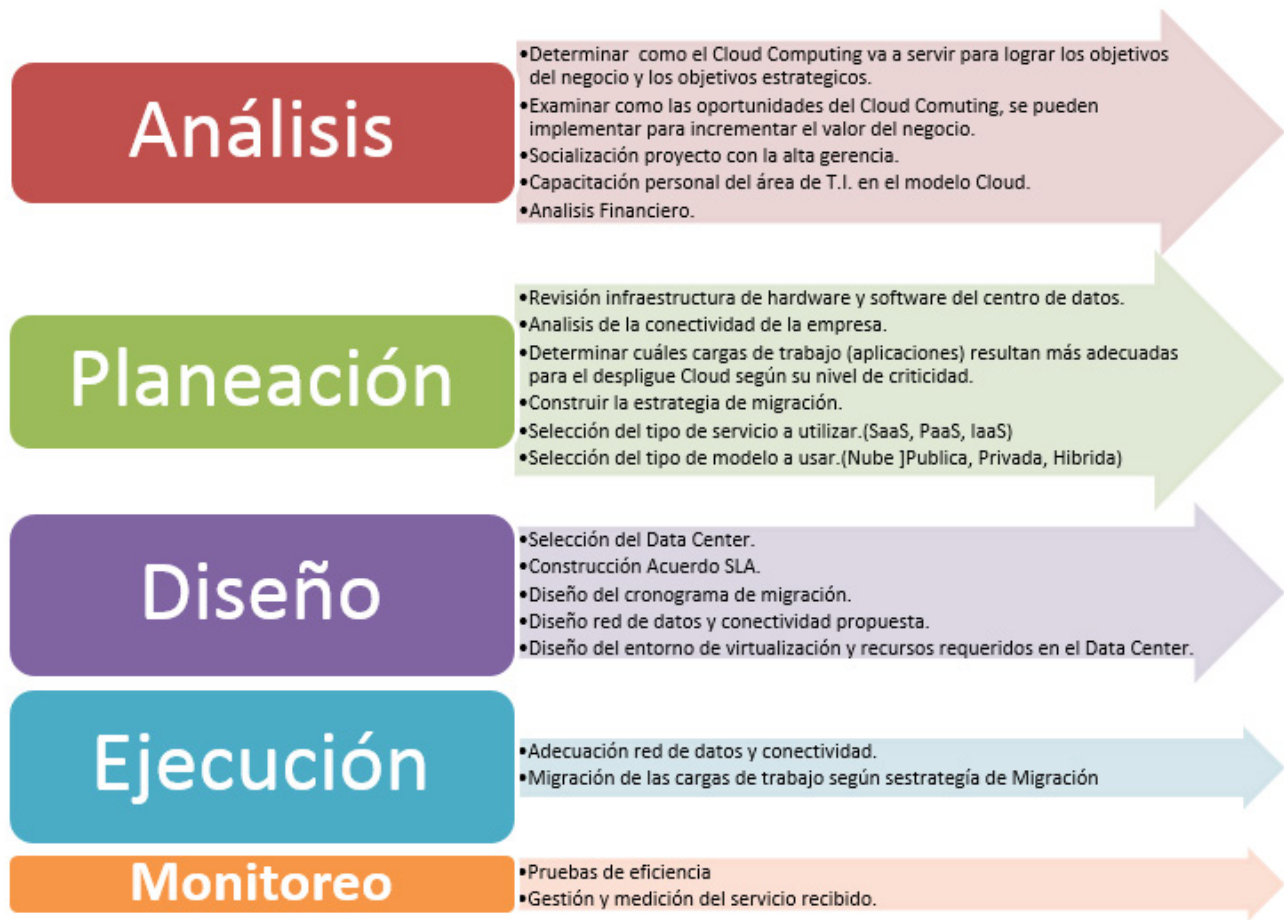


Figura 2: Modelo de migración a los servicios de la nube [9].

Se implementará en el área de TI del hospital público de segundo nivel Mario Correa Rengifo, creado en 1972, para atender a la población de escasos recursos económicos del municipio de Cali, Colombia, ubicado en el barrio Mario Correa de la comuna 18. Hoy en día, este hospital no utiliza ningún servicio de la nube por desconocimiento de la tecnología; el grado de madurez del área de TI todavía está inmaduro, su centro de datos no dispone de: sistema de CCTV, piso elevado y sistema contra incendio, monitoreo y control ambiental, sistema de control de acceso, sistema de interferencia contra ruido, malla certificada, polo a tierra y pararrayos. El director de TI de la institución admite que el modelo del negocio, utilizando los servicios de la nube, tiene el potencial de reducir costos operativos y con

ello destinar recursos a los temas del objeto del negocio que agreguen valor administrativo, acelerar el despliegue de nuevas redes de atención y optimizar la calidad de atención a los usuarios; por lo anterior, la institución está dispuesta a adoptar los servicios a corto, mediano y largo plazo, dependiendo del servicio que migrará a esta nueva tecnología. El modelo de migración propuesto, para efectos de su aplicabilidad se desarrolló en la Unidad Funcional Sistemas de Información y Estadística del Hospital Departamental Mario Correa Rengifo. Para la aplicabilidad del modelo se realizaron las tres primeras fases (análisis, planeación y diseño) que se describirán a continuación, dejando a consideración de las directivas del hospital el desarrollo de las dos últimas (ejecución y monitoreo).

2.1.1 Análisis

En el hospital Mario Correa Rengifo se desarrolló el plan operativo anual 2017, dentro del cual se elaboró una matriz estratégica donde se encuentran

los ejes y objetivos estratégicos con los programas y actividades a desarrollar para cada uno; a continuación se presentan las macroactividades y cómo los servicios de la nube ayudaron a cumplir la actividad y llegar a las metas propuestas (Tabla 1).

Tabla 1. Impacto de los servicios en la nube sobre la administración del hospital.

| Eje estratégico 1: fortalecimiento del modelo de gestión | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Objetivo | Actividad | Impacto del cloud |
| Afianzar el modelo de gestión financiera | “Reducir los costos de operación en las actividades complementarias para el funcionamiento, incluyendo: aseo, vigilancia, lavandería, alimentación, mantenimiento, servicios públicos, transporte, mensajería, comunicaciones y contratación de profesionales por productividad”. | La implementación de servicios de <i>cloud</i> permitirá la reducción en el servicio de energía, menores labores de mantenimiento en los equipos informáticos, ahorro de papel, se pueden implementar un sistema de circuito cerrado de televisión donde se mejore la seguridad, implementar un servicio de telefonía IP y mensajería instantánea dentro de la institución. |
| | “Fortalecer el servicio de apoyo diagnóstico, tac, mamografías, endoscopias y ecografía, con la automatización de RX y todos los complementarios que funciona en el hospital. Lograr con el cumplimiento de las ventas y obtener un correcto manejo y soporte para realizar el análisis de lo facturado”. | Entrega de los resultados de diagnóstico vía correo electrónico que permitirá la reducción de costos en papelería y eficiencia en este proceso. |
| Eje estratégico 2: atención con calidez humana, razón de ser | | |
| Garantizar oportunidad y accesibilidad en la prestación de los servicios institucionales | Mejorar la encuesta de medición de satisfacción de cliente interno. | Realizar esta encuesta en línea que permita ahorro en papel, análisis y entrega de resultados de manera más eficiente y en menor tiempo. |
| | Mejorar los procedimientos del área (recepción de quejas, atención al usuario). | Formatos unificados en línea dentro de la intranet que permita ahorro en papel, análisis y entrega de resultados de manera más eficiente y en menor tiempo. |
| | Realizar charlas a los funcionarios del área que permitan mejorar los servicios del área en atención al usuario. | Utilización de herramientas E-learning para la capacitación de los empleados dentro y fuera de la institución. |
| | “Elaborar y ejecutar un plan de comunicaciones acorde a las necesidades, el cual cuente con la difusión de los servicios de salud del Hospital Departamental Mario Correa Rengifo, hacia toda la población de la ciudad, en especial las comunas del área de influencia de la institución, para así promocionar y estimular la comercialización de los servicios de la entidad”. | Masificación en el uso de las redes sociales y el cambio y mejora de la página web institucional. |
| | Realizar trabajo de mercadeo y recuperación de imagen corporativa al interior y exterior de la organización. | Uso de las redes sociales para la implementación de una estrategia de <i>marketing</i> digital. |
| | Oportunidad en asignación de cita en consulta de medicina general y odontología. | Diseño de una aplicación en la nube que permita a los usuarios del hospital poder realizar citas médicas y odontológicas desde su casa o dispositivo móvil, consultando la disponibilidad del médico y su agenda. |
| | Oportunidad en asignación de cita en consulta de medicina interna, pediatría, ginecología, cirugía general. | Diseño de una “agenda virtual” que permita a todas las dependencias, médicos, especialistas y al público conocer la agenda de cada uno de los especialistas, agilizando el proceso de asignación de citas y asignación de recursos. |

| Eje estratégico 3: compromiso gerencial | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Los servicios de salud que brinda la institución, cumplen con los requisitos del sistema obligatorio de garantía de calidad. | Cumplimiento al Programa de tecnovigilancia y farmacovigilancia | Diseño de aplicativos en nube que permitan la captura de esta información y su análisis, permitiendo generar informes mucho más unificados, inmediatos, efectivos, actualizados y confiables. |
| | Evaluación de aplicación de guía de manejo de la primera causa de egreso hospitalario o de morbilidad atendida. | La historia clínica subida a la nube permitirá unificar todos los datos de los pacientes, además permitirá compartir estas historias clínicas con otras instituciones y la descarga de por parte de los pacientes como parte de su derecho. |
| Eje estratégico 4: posicionamiento de la imagen institucional | | |
| Fortalecimiento del sistema de apoyo logístico hospitalario. | Elaborar y ejecutar el plan de mantenimiento programado de infraestructura, el plan de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos y el plan de metrología y calibración. | Diseñar una aplicación de cronograma virtual que permita a los funcionarios del hospital conocer con anticipación qué equipos y en qué fechas no estarán disponibles, esto con el fin de generar acciones de contingencia. |
| Desarrollo y fortalecimiento de la tecnología y sistemas de información ajustadas a las necesidades específicas de la institución. | Definir e implementar plan de mantenimiento a la tecnología informática con cronograma, indicador y seguimiento | Reducción de costos y tiempos destinadas a tareas de mantenimiento. |
| | Diseñar el centro de cómputo de acuerdo con los lineamientos de la norma y la capacidad de la institución, presupuestar los requerimientos e implementar | Ahorro de costos sustanciales, ya que la implementación del modelo <i>cloud</i> en el hospital permitirá transferir todas las necesidades (seguridad, disponibilidad, eficiencia, soporte, <i>hardware</i> , <i>software</i> , licenciamiento, mantenimiento, respaldo y vigilancia) al <i>data center</i> , esto permitirá que el área de TI comience a cambiar su papel de solo soporte a uno mucho más estratégico alineado a los objetivos del hospital. |
| Desarrollo y fortalecimiento de la cultura institucional. | Entrenar y capacitar al personal con el fin de mejorar la interiorización y aplicación de los procedimientos y guías asistenciales y administrativos, mediante la ejecución de un plan de capacitaciones. | Utilización de herramientas E-learning para la capacitación de los empleados dentro y fuera de la institución. |
| | Implementar la herramienta de evaluación y seguimiento que permita medir la eficacia de la estrategia de clima organizacional | Formatos unificados en línea dentro que permitan ahorro en papel, análisis y entrega de resultados de manera más eficiente y en menor tiempo. |
| | Realizar la encuesta para medir la satisfacción al cliente interno | Formatos unificados en línea dentro que permitan el ahorro en papel, análisis y entrega de resultados de manera más eficiente y en menor tiempo. |
| Valor del negocio | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • A corto, mediano y largo plazo reducir los costos en el presupuesto del hospital. • Aumentar la competitividad del hospital. • Unificar <i>software</i> ofimático y otros aplicativos. • Las aplicaciones de <i>software</i> se convierten en un servicio que se paga por el uso. • Solo se cancela por el <i>software</i> y los recursos que se consumen. • El hospital no se involucra en la adecuación de la infraestructura que soporta este modelo. • Se puede acceder a <i>software</i> y <i>hardware</i> de última generación sin pagar por la inversión inicial. • La infraestructura informática deja de ser una inversión en capital y pasa a ser un gasto operacional. • Permitirá construir a gran velocidad la estrategia de modernización tecnológica del hospital. • Ganancia en eficiencia y efectividad. • Capacidad de innovación al poder generar y llevar a cabo proyectos tecnológicos que requieren infraestructura de manera mucho más rápida. • Servicio inmediato en la adquisición de infraestructura que se requiera en un momento dado. • Ubicuidad en el acceso a la información. • Elasticidad en la liberación y asignación de los recursos informáticos. • Efecto de economía de escala al compartir <i>hardware</i> y <i>software</i> con instituciones similares en el <i>data center</i>. • Ayuda al medio ambiente reduciendo costos energéticos y de desechos informáticos. • Cumplir con el compromiso de gobierno en línea, ya que en este momento se realiza a través de la página institucional la cual tiene un atraso de hasta cuatro años en su información y contenido. | | |

Fuente: elaboración propia.

La implementación de este proyecto en el hospital surge de la necesidad de ser más competitivos, controlar sus costos de operación, mejorar la gestión sobre la demanda, definir el porfolio de productos futuros que aportan al modelo estratégico y aportar significativamente al cuidado del medio ambiente. Con respecto a la viabilidad financiera, en los últimos cuatro años en el área de TI del hospital se han venido realizando diferentes inversiones para mejorar la infraestructura tecnológica según se puede evidenciar en la Figura 3.

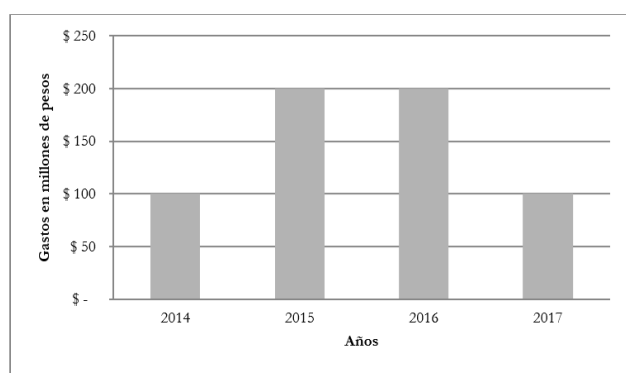


Figura 3. Inversión anual en el área de TI.

Fuente: elaboración propia.

Esto indica que el hospital ha realizado una inversión promedio anual de 150 millones de pesos, valor que puede ser mejorado con el costo anual de los servicios de la nube según la Tabla 2 (válidos para 2017).

Tabla 2. Costo de solución en data center.

| No. | Servidor | Costo mes | Costo año |
|----------------------|----------------------------|-----------|------------|
| 1 | Correo institucional | 85 000 | 1 020 000 |
| 2 | Página web | | |
| 3 | Antivirus centralizado | 60 000 | 720 000 |
| 4 | Motor de base de datos | 1 387 000 | 16 644 000 |
| 5 | CRM | | |
| 6 | Panacea | 1 020 700 | 12 248 400 |
| 7 | Servidor de archivos | | |
| 8 | Ofimática Office 365 | 2 690 000 | 32 280 000 |
| 9 | Herramientas colaborativas | | |
| 10 | Servicio de <i>back up</i> | 120000 | 1 440 000 |
| 11 | Escritorio virtual | 29 000 | 348 000 |
| Costo total solución | | 5 391 700 | 64 700 400 |

Fuente: elaboración propia.

Como análisis de la comparación entre las inversiones realizadas en los últimos cuatro años por un valor promedio anual de 150 millones y los costos que generarían un *data center* con todos los servicios necesarios anualmente por valor de casi 65 millones (un ahorro del 53%), se puede observar que la solución presentada es financieramente viable; además, cabe resaltar que se están incluyendo servicios que actualmente no existen, tecnología de punta, licenciamiento de todo el *software*, entre otras muchas ventajas ya mencionadas.

2.1.2 Planeación

El Hospital Mario Correa Rengifo, en su infraestructura de hardware, software y conectividad, cuenta con lo presentado en la Tabla 3.

Para determinar cuáles cargas de trabajo (aplicaciones) resultan más adecuadas para el despliegue del modelo según su nivel de criticidad, se utilizará una herramienta metodológica [10], la cual permite evaluar diferentes aspectos de cada uno de los servicios y, de esta forma, determinar cuáles son los más críticos para dar una prioridad en la migración. La criticidad, para los nueve productos y servicios de TI que administra el área de informática del hospital, se presenta en la Tabla 4.

Los servicios de TI con mayor índice de criticidad, con menor número de horas de tolerancia al riesgo y con mayor número de usuarios afectados, son los más críticos y los cuales se deben migrar con prioridad; sobre estos servicios identificados como críticos, se determinaron cuáles son los susceptibles de ser llevados al modelo de computación en la nube. Lo anterior se hizo teniendo en cuenta las recomendaciones y los planteamientos de las diferentes teorías sobre este modelo de computación, es decir, lo que se consideró mejor para la organización.

2.1.3 Diseño

Esta etapa inicia con la selección del data center, la selección se basa en los criterios para comparar y seleccionar proveedores según el PMI [11] y Microsoft (Tabla 5).

Tabla 3. Revisión de hardware, software y conectividad.

| Arquitectura de servidores | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Servidor tipo 1 2 Servidores Blade Poweredge M620 Microsoft Windows Server 2012 R2 HDD 4 Teras Redundantes Intel® Xeon® E5-2600 6 Núcleos Memoria de 64 GB hasta 768 GB 2015 | Servidor tipo 2 1 Servidor HP Microsoft Windows Server HDD 2 Teras Intel® Pentium IV 4 Núcleos |
| Arquitectura de PC | |
| PC tipo 1 100 CORE I 3 WIN 8 Y 7 Y 10 HDD 1 TERA RAM 4 GIGAS 2015-2016 | PC tipo 2 70 CLONES WIN XP – WIN 7 Procesador Pentium IV HDD 500 GIGAS RAM 2 GIGAS |
| Arquitectura de software | |
| Motor de base de datos Sistema operativo Ofimática R-Fast Panacea Correo institucional Intranet Controlador de dominio Página web Antivirus | Versión y fecha SQL 2014 Windows Server 2012 R2 – Windows 7, 8 y 10 Microsoft Office y Open Office En proceso de cambiarlo por un software integral En proceso de implementación está integrado con los siguientes módulos: gerencial, administrativo, asistencial y apoyo. Correo institucional no generalizado: Hotmail, Gmail y Yahoo. La administración de la mensajería interna se realiza utilizando SPARK. Con Windows La administración de la página web se realiza por consola y está alojada en un servidor externo por contratación de <i>hosting</i> . Kaspersky |
| Red de comunicación | |
| Cableado estructurado en categoría 6 marca AMP, tecnología giga certificada con capacidad de transmisión de datos a gigabit por canaleta plástica decorativa con división con el fin de evitar las interferencias electromagnéticas. Topología estrella para mayor velocidad al tráfico de información al interior de la red. Norma ethernet utilizado: EIA/TIA T568B Router y switchs AMP nivel de capa 3 y 2, brinda conectividad <i>fast</i> ethernet y gigabit ethernet a velocidad de cable, consumen menos energía y brindan la conectividad confiable y sólida. ISP: EMCALI, ancho de banda 2 megas, IP: privada. ISP: Claro, ancho de banda 20 Megas, IP privada. | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Criticidad de los productos y servicios de TI

| No. | Servicio de TI | Índice de criticidad | Tolerancia al riesgo | Usuarios afectados |
|-----|-------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | Antivirus | 1801,6 | 4 | 200 |
| 2 | Motor de base de datos | 955 | 4 | 200 |
| 3 | Panacea | 62,75 | 4 | 200 |
| 4 | Controlador de dominio | 53 | 24 | 200 |
| 5 | Página web | 3,25 | 72 | 2000 |
| 6 | Correo institucional | 26.75 | 72 | 130 |
| 7 | Ofimática | 4,625 | 72 | 100 |
| 8 | Intranet (mensajería interna) | 1,875 | 72 | 100 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Criterios de comparación de proveedores cloud en Cali.

| Nombre | Años | Estabilidad financiera y capacidad técnica | Calidad del desempeño pasado | Capacidad de dirección de proyectos | Asesoría | Precio |
|------------------------|------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------|-------------|
| Netgroup | 11 | Alta | Bueno | Incluye | Incluye | Bajo |
| Claro -Telmex | 70 | Muy Alta | Bueno | No informa | No informa | Bajo |
| TIGO- UNE | 80 | Alta | Bueno | No informa | No informa | Según dólar |
| ETB | 33 | Alta | Bueno | No informa | No informa | Alto |
| Level 3 Communications | 50 | Muy alta | Muy bueno | No informa | No informa | Muy alto |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Características del servicio de Netgroup

| | |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ubicación geográfica | Centro de Cali |
| Nivel de Tier | Tier III |
| Servicios que presta | SaaS, PaaS, IaaS, colocation, zona de trabajo, virtualización, dirección de proyectos. |
| Atención a los clientes | Soporte 24x7x364. |
| Infraestructura | De última tecnología |
| Energía | Cuenta con dos plantas una principal y otra de soporte, con una duración de más de una semana. |
| Enfriamiento | Cuenta con aires acondicionados de precisión. |
| Seguridad física | Cuenta con cuatro anillos de seguridad iniciando con la vigilancia a la entrada del edificio. Así mismo, tenemos un control de acceso por tarjeta y biométrico en las tres puertas principales con blindaje de alto nivel. |
| Reportes e informes | Se entregan mensualmente, para medir el comportamiento de los servidores. |
| Costos de los servicios | Pago x consumo. |
| Asesoría | Se presta asesoría y gestión de proyectos para la migración. |

Fuente: elaboración propia.

Por los siguientes motivos se descartaron los proveedores a nivel nacional e internacional:

- Necesidad de realizar auditorías y revisiones a la infraestructura y seguridad del *data center*.
- Necesidad de realizar pruebas con los aplicativos que se piensan ir migrando.
- Necesidad de un tratamiento especial como cliente para ser guiados, asesorados y orientados en el proceso de migración.

Por lo tanto, para el caso en estudio el *data center* seleccionado con las características más adecuadas para el estudio fue el de Netgroup.

NetGroup S.A. tiene una experiencia de once años y está identificado plenamente con el concepto de computación en la nube y sus componentes, este es un *data center* nivel Tier III, construido bajo la norma internacional TIA /EIA 942 (Tabla 6).

Además, ofrecen características adicionales como:

- Área de trabajo y de pruebas de migración como servicio incluido.
- Formación y certificaciones del personal de TI del *data center*.
- Enlaces redundantes de salida a internet con

Level 3, Emcali, MediaCommerce, Columnas Networks, Claro, Telefónica y radios propios garantizando una comunicación estable.

- Acuerdos con los principales fabricantes de *software* entre ellos Microsoft, Oracle, Symantec y otros con el fin de colocar sus productos como servicio.
- Acompañamiento en la migración.
- Disponibilidad para auditorias o revisiones por parte de terceros.

3. Resultados y discusión

Los resultados de esta investigación demuestran la gran oportunidad que tienen no solo las instituciones públicas de salud, sino los otros sectores económicos del país al migrar a los servicios de la nube.

Contrastando los resultados de esta investigación con trabajos como [12], donde se implementan los servicios de la nube en la consulta externa de un hospital de Ecuador, se coincide en que las instituciones puedan usar aplicaciones adaptadas a la realidad del país, se podrá revisar la información del paciente en tiempo real para agilizar el servicio, tanto el usuario como los funcionarios (médicos, enfermeras, personal administrativo) entregaran la información ágil y precisa, se ahorrará tiempo a los pacientes gracias a las solicitudes en línea, donde las directivas tendrán un control permanente.

Del mismo modo, en informes como el de Gartner Inc., se puede observar cómo las empresas privadas y públicas a nivel mundial están haciendo un mayor uso de servicios de TI como los de la nube, dejando en un segundo lugar la compra de *hardware* y *software*, lo que difiere de las prioridades en Latinoamérica y Colombia donde la compra de *hardware* y *software* son prioridad a la hora de hacer inversiones en TI; lo anterior lograría disminuir sustancialmente el consumo de energía en cada uno de los hospitales y aumentar la eficiencia de los servicios de TI y la compra de equipos de cómputo y periféricos que tienen una vida útil de, en promedio, cinco años, y que al no tener planes de reciclaje electrónico dentro de los hospitales entran

a aumentar la contaminación en las instalaciones o en los depósitos sanitarios de la ciudad.

Por otro lado, la aplicación de este modelo de transición le permitirá a la Unidad Funcional Sistemas de Información y Estadística del Hospital Departamental Mario Correa Rengifo ofrecer servicios de alta calidad, robustos y documentados, incorporando las mejores prácticas para enriquecer los macroprocesos misionales y estratégicos, lo cual se vería traducido en ciudadanos y usuarios satisfechos.

Con respecto al impacto ambiental, fue complejo encontrar otras experiencias para generar una discusión al respecto, sin embargo, se puede afirmar que con la implementación de las tres primeras fases del modelo propuesto se generó un ahorro aproximado del 20% en residuos inorgánicos como papel/cartón y plástico, pues por medio de la capacitación de los funcionarios se redujo la impresión de correos electrónicos, historias clínicas, el reuso de papel impreso por una cara y de carpetas o legajadores de manera inofensiva.

4. Conclusiones

El mercado del diseño de *software* a nivel mundial se está orientando hacia la creación de aplicaciones de pago por uso, ya que su rentabilidad es mucho mayor que la de pago único por compra de licencia, cambiando paradigmas dentro de las empresas diseñadoras de *software* en Colombia.

El Gobierno nacional y el Ministerio de las TIC actualmente están impulsando a las instituciones públicas a ser más eficientes, este modelo permitirá a los hospitales que deseen realizar la migración de su área de TI a la nube estar alineados con las políticas gubernamentales y, además, lograr que su institución se coloque a la vanguardia en tecnología y estar a la par de multinacionales que poseen grandes recursos económicos.

La necesidad de la implementación de nuevas tecnologías dentro de las instituciones públicas es necesaria para que puedan acceder a tecnología de punta a bajos costos y a estándares internacionales de calidad, orientados hacia los objetivos del negocio

y a los objetivos estratégicos de la alta dirección, no al mantenimiento y soporte de la infraestructura tal como se evidenció en los resultados de este estudio de las encuestas, las cuales, además, revelaron que existen debilidades en su centro de datos, baja seguridad en la custodia de su sistema de información y de las copias de seguridad, la protección de la arquitectura tecnológica es de un nivel bajo, existe una escasa inversión en el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica y un atraso evidente debido a que la dirección de estas entidades piensa que las tecnologías de información no aportan un valor real al negocio y que son muy costosas. Gracias a las economías de escala que están presentes en el modelo de la computación en la nube, se destaca el aprovechamiento de nuevas tecnologías en todos los ámbitos del modelo: energía, seguridad, virtualidad, servidores, redes, refrigeración y administración; adquiriendo nuevos productos tecnológicos que están diseñados y construidos siguiendo los lineamientos de las políticas de *green IT*, las cuales buscan la construcción de dispositivos amigables con el medio ambiente.

Referencias

- [1] IDC Analyze the Future, "Valor empresarial obtenido mediante el servicio HPE Data Center Care". [En línea]. Disponible en: www.idc.com
- [2] Ministerio de las Tecnologías de la Información y Comunicación. "Datos Abiertos". [En línea] Disponible en: <http://estrategia.gobiernoonline.gov.co/623/w3-article-9407.html>
- [3] Ministerio de Protección Social, "Análisis de la situación de salud en Colombia 2002 – 2007". Tomo VII. Bogotá: Ministerio de Protección Social, 2010.
- [4] L. C. Riofrío y J. Torres, "Herramienta para evaluar la gestión de residuos hospitalarios". *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 26, no. 1, pp. 41-56, 2016, <https://doi.org/10.18359/rcin.1671>
- [5] J. P. Rodríguez, C. A. García y C. A. Zafra "Hospital waste: generation rates in Bogotá, 2012-2015". *Revista de la Facultad de Medicina*, vol. 64, no. 4, pp. 625-628, 2016.
- [6] Ministerio de Ambiente. "Gestión integral de residuos de aparatos eléctricos". [En línea] Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/contenido_3_2.html
- [7] H. Castro. "Propuesta Plan de Gestión de los Residuos Eléctricos y Electrónicos Para el Sector Salud", en *11° Congreso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos*, Lima, 2013.
- [8] Ministerio de las Tecnologías de la Información y Comunicación, "Modelo de Gestión IT4+". [En línea]. Disponible en: <http://estrategia.gobiernoonline.gov.co>
- [9] C. A. Gutiérrez, R. A. Almeida y W. E. Romero "Diseño de un modelo de migración a cloud computing para entidades públicas de salud", *Investigación e Innovación en Ingenierías*, vol. 6, no. 1, pp. 10-26, 2018, <https://doi.org/10.17081/invinno.6.1.2772>
- [10] O. I. Páez, "La computación en la nube, como solución a los problemas de disponibilidad y continuidad en los servicios informáticos de la aeronáutica civil", Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2012.
- [11] I. Pant y B. Baroudi, "Project management education: The human skills imperative". *International journal of project management*, vol. 26, no. 2, pp. 124-128, 2008, <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.05.010>
- [12] W. D. Zambrano, "Cloud Computing un modelo aplicado a la salud usando el modelo de Software como servicio (SAAS) caso de estudio consulta externa del Hospital Miguel H. Alcívar", Tesis de maestría. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2014.

