

Software como Servicio una herramienta utilizada en salud con alta disponibilidad de citas previas por internet

Walter Daniel Zambrano-Romero^{1*}
César Armando Moreira-Zambrano^{2*}
Miguel Joseph Rodríguez-Veliz^{1*}

¹Carrera de Sistemas informáticos, Universidad Técnica de Manabí Avenida. Urbina y Che Guevara Portoviejo Ecuador. 052 2632677

Contacto: walter.zambrano@fci.edu.ec

²Departamento de Tecnología Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Calceta, Ecuador
cmoreira@espam.edu.ec

Resumen

El propósito de esta investigación es mejorar los servicios del sistema sanitario y ofrecer una prestación equitativa en el área de la consulta externa del hospital Miguel Hilario Alcívar del cantón Sucre-Ecuador. Se realiza un estudio de la computación en la nube y su utilización de software como servicio (SaaS) para automatizar el agendamiento de referencias y citas previas en línea usando la aplicación de la empresa Bookitit- Nubesis. En la ejecución de cada uno de los procesos, se empleó, como estrategia, la metodología ciclo en V. Para contar con alta disponibilidad del servicio se contó con dos diferentes proveedores de internet y se configuró un servidor de redundancia, balanceo de carga y failover empleando la distribución libre de pfsense garantizado que el servicio de internet esté disponible si uno de estos proveedores se queda sin servicio. La implementación optimizó la capacidad resolutive de la casa de salud, facilitando la labor de los agendadores en la administración de los turnos del médico, optimizando los tiempos de reservación de citas previas en tres minutos, ofreciendo calidad de atención y satisfacción del paciente y profesionales.

Palabras clave: Calidad Asistencial, Redes de Comunicación, Sistema Salud, Software como Servicio.

ABSTRACT

The purpose of this research is to improve services in the health system and to offer an equitable service in the outpatient area of the Miguel Hilario Alcívar hospital in the Sucre-Ecuador canton, a study of cloud computing and its use of software is made as a service (SaaS) to automate the scheduling of references and previous appointments online using the company's application Bookitit- Nubesis. In the execution of each of the processes, the V-cycle methodology was used as a strategy. To have high availability of the service, there were two different internet providers and a redundancy, load balancing and failover server was configured using the free distribution of pfsense guaranteed that the internet service is available if one of these providers runs out of service. The implementation optimized the resolutive capacity of the health house, facilitating the work of the schedulers in the administration of the doctor's shifts, optimizing the reservation times of previous appointments in three minutes, offering quality care and patient and professional satisfaction.

Keywords: Communication Networks, Health System, Quality of Care, Software as a Service.

Introducción

La reservación de turnos desde el centro salud al hospital usando el método tradicional que es teléfono no satisface la necesidad de los usuarios relacionado con la calidad asistencial que se le debe ofrecer al paciente, el uso de las nuevas tecnologías ha propiciado un cambio sustancial en la forma de agendar un turno con el médico. Sin embargo la falta de recursos económicos en la implementación de un sistema de citas previa en línea que permitan disminuir los trámites administrativos y ofrecer un mejor servicio a los pacientes en el sistema sanitario.

El cloud computing es un modelo de tecnología que mueve los servicios de computación (software, plataformas o infraestructura) de un medio tradicional (computadora personal) a Internet (IMC, 2012).

(Prieto. 2012) Cloud Computing se relacionan con la disponibilidad, menores costos en infraestructura, escalabilidad, pago sólo por la infraestructura utilizada, y lo que es muy importante para el Estado, reducción de la complejidad en la infraestructura interna, destinando recursos a los temas que agregan verdadero valor al Sector Salud. "Nuestra visión es que no somos una empresa de software ni centro de datos, por lo que estas soluciones nos ofrecen la posibilidad de 'externalizar' la complejidad técnica".

(Chana Moreno, J. 2015) No hay una "receta" a la hora de decidir si es necesario usar un sistema de alta disponibilidad. Normalmente, si el servicio tiene que estar en constante funcionamiento, puede ser un elemento decisivo para escoger este tipo de montajes.

Para conseguir un turno y recibir atención médica en el área de consulta externa del hospital Miguel H Alcívar mediante llamadas telefónicas, es complicado debido a que las líneas telefónicas suelen estar ocupadas o fallas en la central telefónica. En consecuencia, los usuarios forman columnas en las ventanillas de admisión para la atención ambulatoria a fin de registrarse y ser atendidos. (Vila *et al.*, 2003) las consultas externas son la puerta de acceso a la atención especializada. Su buena gestión mejorará la calidad de la atención y la satisfacción de pacientes y profesionales.

Los ámbitos en los que estas tecnologías podrían aportar ventajas claras a las organizaciones de salud son múltiples. Entre ellos, destaca su aplicación para un acceso mejorado a grandes bases de información, como los archivos de imágenes digitales para el radiodiagnóstico, facilitando el diagnóstico complementario, o la investigación (Sociedad Española Informática de Salud, 2011).

La investigación se centra en el estudio del cloud computing y su utilización del software como servicio y su viabilidad en el agendamiento en línea de referencias y citas previas desde los centros de salud hacia los hospitales su estudio en el hospital Miguel H Alcívar. (Mira *et al.*, 2012) La cita por Internet aumenta la accesibilidad y reduce las inasistencias a las consultas, ofreciendo a los usuarios movilidad y flexibilidad en sus labores diarias.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el hospital Miguel H. Alcívar del cantón Sucre, al norte de la provincia de Manabí. Los materiales usados fueron una solución SaaS en la nube de citas previas online, servidor pfsense para brindar alta disponibilidad a la solución cloud en el agendamiento de referencias tanto del hospital como del centro de salud. La ejecución se realizó aplicando la metodología ciclo en V de los cuales se lleva las siguientes fases:

Fases de especificaciones

Esta fase se detalla el análisis de procedimientos que se realizan dentro del hospital iniciando como punto de partida los requisitos del sistema de agendamiento de referencias y citas previas, mediante una entrevista a su personal que labora en estadística para verificar las necesidades y falencias del sistema telefónico y número de médicos que atienden el área de la consulta externa.

En cloud computing debe tener en cuenta que se puede elegir tres modelos de capas SaaS, PaaS, IaaS cada uno de ellos puede ser usado en diferentes campos de la salud (Sociedad Española Informática, 2011). (Figura 1) En esta investigación se usó el modelo SaaS, de citas previas en líneas para agilizar el agendamiento de turnos.



Figura 1. Usos de cloud computing en el sistema salud, (Sociedad Española Informática, 2011).

La consulta externa en los hospitales de nuestro país está en un proceso de cambio cada casa de salud ha realizado su cartera de servicios para ser ofrecidos en la red integral de salud y poder administrar la agenda de manera óptima, en los centros de salud se tiene un aplicativo para asignar citas por medio de la web, pero todavía en los hospitales no poseen un aplicativo para el agendamiento de las referencias del nivel uno y de niveles de especialidad (Figura 2).



Figura 2, Sistema de Atención del Ministerio de Salud Pública, (Villacres-Nilda, 2013)

Fase de diseño de alto nivel y de detalle

Mediante esta fase se diseñó la arquitectura de red con dos proveedores de internet diferentes, el procedimiento para implementar un sistema MULTIWAN con balanceo de carga y redundancia que tiene la ventaja de que si un proveedor no presta el servicio de internet adecuado, el tráfico será redirigido por el ISP activo y a su vez si ambos funcionan correctamente realiza una asignación y reparto de cargas para

que el servicio de internet sea lo más eficiente posible para la LAN a la que provee de servicios. (Figura 3).

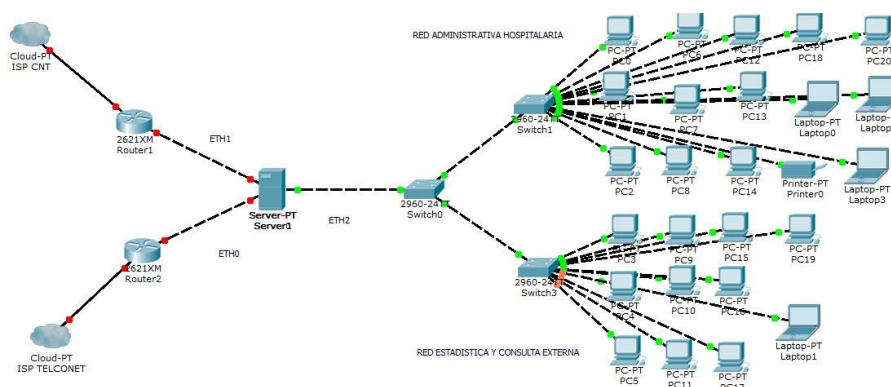


Figura 3: Arquitectura de red redundante.

Para la prueba de esta aplicación se realizó una investigación de soluciones SaaS en Salud en la cual se encontraron dos proveedores que son Bookitit, TuOtempO el cual su forma de pago es por agenda de médicos sea anual o mensual, para las prueba se utilizó la empresa Bookitit que adapto su solución SaaS a nuestra realidad, se crearon las 22 agendas de los médicos del área de consultar externa y esta se agruparon por especialidad brindando la facilidad para su utilización al personal de admisión de los centros de salud y hospital (Figura 4).



Figura 4, Agendamiento de citas por especialidad, (bookitit-Nubesis, 2013)

Fase de implementación

Para la parte de implementación se trabajó de dos maneras: La implementación del servidor con su respectiva configuración de dos interfaces WAN y su interfaz LAN, se crearon los grupos y reglas multiwan con la misma prioridad de TIER para que realice a su vez el balanceo de cargas y la redundancia. Luego a FAILOVER se configura el servicio en el que se asigna una prioridad mayor Tier uno al ISP primario y una prioridad menor Tier dos al ISP secundario aplicando estas reglas para el correcto funcionamiento en el momento que se quede sin internet (Figura 5).

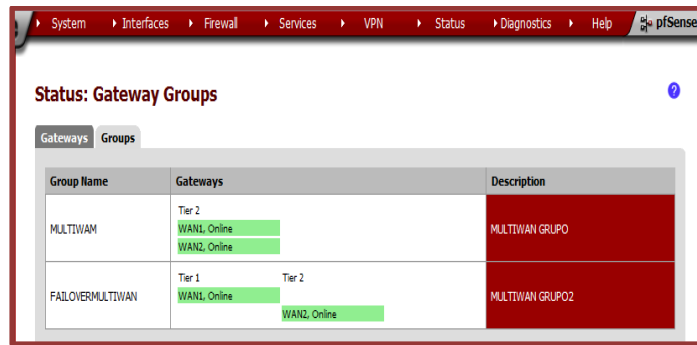


Figura 5. Configuración de reglas multiwan y failover

La segunda fase es la prueba de la aplicación en la nube de citas previas online para reservación de turnos de los pacientes del centro de salud al hospital es bastante sencilla de configurar las agendas de los médicos con sus horarios para establecer los turnos de acuerdo a su itinerario de atención.

El programa también incluye las restricciones de vacaciones de los médicos y los días festivos, para que no se visualicen al usuario en el momento de agendar los turnos. De esta manera, el panel de control del agendador se puede gestionar por médico, semanal, por especialidad o mensual. La aplicación envía mensajes a los médicos con los turnos asignados, así como a los pacientes un recordatorio de sus citas (Figura 6).



Figura 6. Configuración de las agendas de los médicos

La computación en la nube en este ámbito de comunicación y colaboración, brindan la infraestructura, plataformas o servicios necesarios para el desarrollo de las actividades normales de la empresa, aportando escalabilidad, agilidad, utilidad, simplicidad y usabilidad a la empresa. (Tarra *et al.* 2013).

Fases del test unitario, de integración y operacional

Para corroborar que la configuración se ha realizado de manera correcta, podemos visualizar el estado de los gateways desde el servidor pfsense en que su estado nos indica online. (Figura 7).



The screenshot shows the 'Status: Gateways' page in pfSense. It features a table with the following data:

Name	Gateway	Monitor	RTT	Loss	Status	Description
WAN1	192.168.137.1	192.168.137.1	3.624ms	0.0%	Online	Interface WAN1 Dynamic Gateway
WAN2	192.168.0.1	192.168.0.1	0.231ms	0.0%	Online	Interface WAN2 Dynamic Gateway

Figura 7. Estado de conexiones de internet.

En la gráfica de tráfico, se puede observar que cuando los dos ISP están prestando servicio tanto la WAN1 y WAN2 mejora la calidad del tráfico de datos que suministra a la red interna del hospital. (Figura 8).

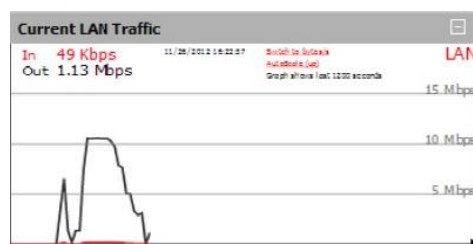


Figura 8. Gráfico de conexiones de internet.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de cloud computing en el área de salud permitió ofrecer servicios informáticos en donde los recursos, el software y los datos son configurables de manera on-line. Permite, además, una buena agilidad y eficiencia de costes en la gestión de la información digital de cualquier organización, a través de una implantación sencilla y flexible.

Las pruebas realizadas cuando uno de los proveedores se queda sin servicio de internet dieron como resultado que el aplicativo en la nube se mantiene activo al tener redundancia y los agendadores del hospital realizan su trabajo sin interrupciones, el servicio de Internet de la WAN1 brinda automáticamente una alta disponibilidad a la aplicación que se encuentra en la nube.

(Chana Moreno, J. 2015) Cuando hablamos de alta disponibilidad en un sistema web, lo que se pretende es que el sistema sea accesible por un usuario la mayor cantidad de tiempo posible, reduciendo por tanto al mínimo posible el tiempo de fallo o indisponibilidad. Se desconectó el otro proveedor para verificar que el

servidor realizo el correcto balanceo de carga y disponibilidad del servicio que el otro ISP asume toda la conexión (figura 9).

The screenshot shows the pfSense web interface with the 'Status: Gateways' page. It features a navigation menu at the top and a table with the following data:

Name	Gateway	Monitor	RTT	Loss	Status	Description
WAN1	dynamic	192.168.137.1	0.570ms	0.0%	Offline	Interface WAN1 Dynamic Gateway
WAN2	192.168.0.1	192.168.0.1	0.249ms	0.0%	Online	Interface WAN2 Dynamic Gateway

Figura 9. Estado de conexiones de internet proveedor

Esta solución en la nube se configuro en el hospital Miguel Hilario Alcívar, en el sitio web de la casa de salud, se cargó la aplicación de la solución SaaS para que los agendadores de los centros de salud y el hospital realicen la reservación de los turnos de acuerdo a la especialidad de cada profesional de salud y su respectivo horario de atención a la consulta externa. (Figura. 10, 11).



Figura 10. Interfaz de pedir cita, Fuente: (Bookitit-Nubesis, 2013)



Figura 11. Agenda de turnos disponibles del medico, Fuente: (Bookitit -Nubesis, 2013)

Las pruebas realizadas en el hospital Miguel Hilario Alcívar con la solución de agendamiento de turnos, consistió en utilizar el funcionamiento del sistema de la empresa Bookitit para reservar turnos de los usuarios. Los agendadores que utilizaron el sistema web se encontraban en el intervalo de edad 25 a 55 años, demostrando la facilidad y agilidad de la aplicación en la nube en diferentes

grupos de edades. Con ello se demostró que este servicio permite aprovechar los turnos de mejor manera en esta casa de salud.

El Hospital NISA en España implementó la solución de citas en línea porque el 65% de las llamadas que recibía Hospitales NISA para solicitar cita previa, venían de consultas externas. Gracias al gran esfuerzo que tanto Hospitales NISA como bookitit, ahora se gestiona a través del Sistema de Reservas Online y Gestión de Cita Previa, las citas médicas de 900 médicos y 850 consultas externas con una mejora notable del Servicio de Cita Previa a los pacientes. (Bookitit -Nubesis, 2013)

Un agendador anteriormente demandaba de cuatro a seis minutos en reservar un turno utilizando el sistema telefónico pero en la actualidad lo hacen en dos a tres minutos usando la solución SAAS. (Mira *et al.*, 2012) indican que el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para obtener una cita no supone demoras en la fecha de la consulta. La facilidad de uso es elevada, por encima del 90%, en comparación con los canales tradicionales de comunicación.

El Distrito de Salud 11 (Sucre y San Vicente) cuenta con siete centros y tres puestos de salud; Así mismo, posee un sistema telefónico el cual permite agendar turnos a los usuarios, recordando que el gasto telefónico anual para el año 2013 genero 1855.54 dólares. La solución a este problema es reducir los gastos mediante una implementación de un software como servicio en la nube el cual permitirá al hospital mejorar sus procesos con rapidez y optimización de los recursos humanos, tecnológicos y económicos, con un costo anual de 1159 dólares. (Aguilar, 2012) Existe una tendencia creciente en el empleo de cloud computing. La Comisión Europea estima que, en 2014, los servicios de la nube generarán ingresos de casi 35.000 millones de euros.

Las pruebas de aplicación en la nube con un centro salud y el hospital dieron como resultados que se agendaron las citas a 203 pacientes en la semana 3 del mes de enero del 2014, superando el mayor agendamiento de turnos del 2013 que era en la segunda semana del mismo mes que fueron 184 pacientes, con lo que demuestra que esta solución es mucha más efectiva que el sistema telefónico como se muestra en la figura 12. La computación en la nube promete potenciar el

sistema de salud tradicional, redefiniendo la forma en que la atención médica se ha suministrado durante décadas.

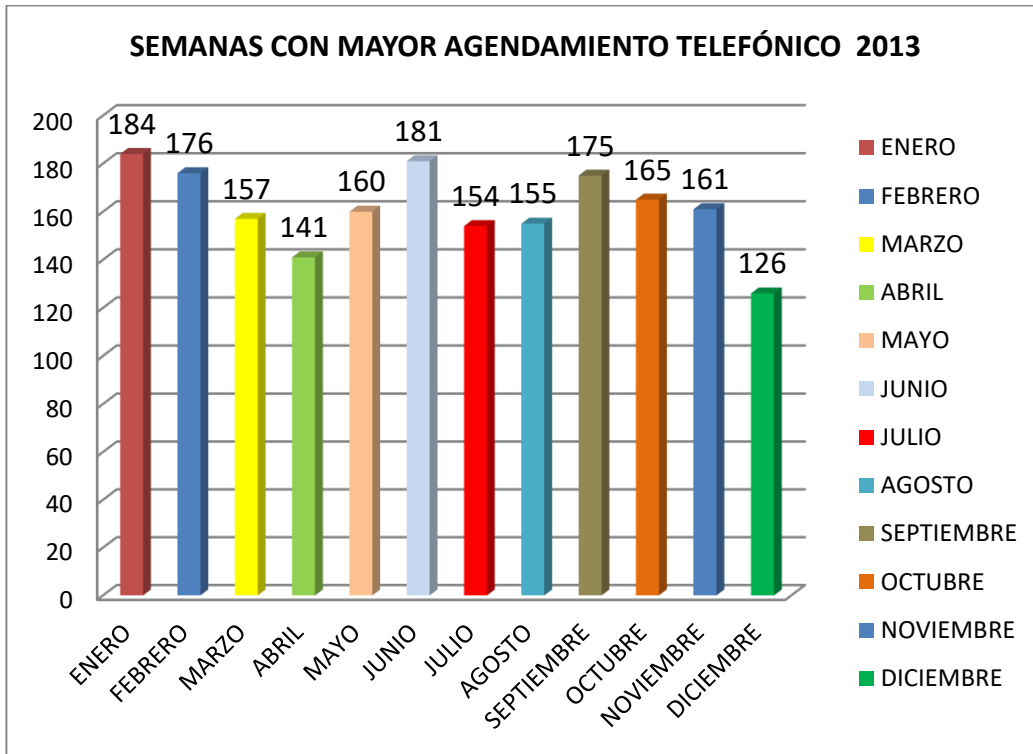


Figura 12. Agendamiento de turnos telefónico del nivel 1 al nivel 2 por semanas 2013

La nube permite ofrecer mejor calidad a precios bajos al contar con infraestructura redundante y servicio bajo demanda, en comparación con adquisición de tecnología de software licenciados (Chana Moreno, J. 2015) Si se utilizan servidores propios, es necesario hacer una mayor inversión por el número de usuarios que demande, puesto que hay que adecuar la capacidad de trabajo al tráfico, para que se puedan satisfacer todas las peticiones y no se pierdan usuarios o el sistema entre en estado de fallos.

Al usar los servidores en la nube, si el número de usuarios aumenta, se puede ir aumentando el sistema paulatinamente, acorde a las necesidades. Además, los beneficios se mantendrán constantes.

Curioso, W. H. (2014). El sistema de citas médicas en línea es un servicio que le permite programar su cita a la consulta médica de manera fácil, oportuna y rápida, evitando el tiempo de espera del paciente y de las masivas filas de personas en espera que necesitan esta atención, incluye una confirmación a través de un mensaje de correo electrónico y/o de un mensaje de texto gratuito al celular del usuario.

Conclusiones

Cloud Computing es flexible para el agendador al ser un sistema portable permite llevar un control de cada una de las reservaciones que se registran, permitiendo conocer el estado de la cita previa o referencia en todo momento y saber que el paciente ha sido atendido.

Integrar los servicios de agenda online para hacer que la relación entre los centros de salud y hospital sea más simple e inmediata, al mejorar el acceso a la atención especializada ambulatoria elimina el tiempo de respuesta para obtener la cita y se evitan desplazamientos y trámites burocráticos.

La aplicación de conexiones redundantes de internet en las instituciones que tiene sistema de alta disponibilidad en la web, permite eliminar tiempos muertos y tener su aplicación siempre producción posibilitando al agendador y el usuario un flujo de información seguro.

Finalmente queda aún desafíos por superar como es su implementación de este servicio de citas médicas en línea en todos los centros de salud y dotar de conectividad de alta velocidad a los establecimientos de sistema sanitario para una óptima implementación de servicios

Bibliografía

Aguilar, L. J. 2012. Computación en la nube. Revista del Instituto Español de Estudios Estratégicos. 0(0): 87-110.

Bookitit-Nubesis. 2013. Sistemas Citas Online. Consulta 10 Oct 2013. Formato PDF. Obtenido de <http://www.bookitit.com/>

Chana Moreno, J. (2015). Sistemas web con alta disponibilidad en cloud. Consulta 10 Sep. 2015. Formato PDF. Obtenido de http://oa.upm.es/34718/1/PFC_JULIO_CHANA_MORENO.pdf

Curioso, W. H. (2014). eSalud en Perú: implementación de políticas para el fortalecimiento de sistemas de información en salud.

IMC (Instituto Mexicano para la competitividad). 2012. Cómputo en la nube es un modelo de tecnología que mueve los servicios de computación, Consultado 20 Feb 2014 Formato PDF. http://imco.org.mx/wpcontent/uploads/2012/6/computo_en_la_nube_detonador_de

_competitividad_doc.pdf

Mira, J. J., Nebot, C., Navarro, I., Ortega, B. y Pérez-Jover, V. 2012. Cita por Internet, SMS y portal vocal. Nuevas tecnologías para un viejo problema. Revista de Calidad Asistencial. 27(5): 249-254.

Prieto A. 2012. Cloud Computing ¿Es un modelo aplicable a la salud? Informática médica. 9(1):8-9.

Sociedad Española Informática de Salud. 2011. Monográfico cloud computing. Sociedad Española Informática Salud. 88. Consultado 10 Dic 2013. Formato PDF. Obtenido de www.seis.es documentos.

Vila-Blanco, J. M., Garrote, C. y Hernández, M. A. 2003. Implantación de un sistema informatizado para la citación de consultas externas en un área sanitaria. Revista de Calidad Asistencial. 18(1): 20-26.

Villacres-Nilda. 2013. Sistema de Salud del Ecuador. Consulta 11 Sep. 2014. Formato PDF. Obtenido de <http://www.orasconhu.org/ckfinder/userfiles/files/002-CASE-Nilda%20Villacres.pdf>