

Fortalecimiento del almacenamiento y disponibilidad de la información en pequeñas empresas, por medio de sistemas cloud de bajo costo

Strengthening the storage and availability of information in small companies, through the low cost cloud

J.Santoyo 

Universidad Autónoma de Bucaramanga, Facultad de Ingeniería. Bucaramanga, (Colombia)
jsdiaz@unab.edu.co

M.Quevedo 

Universidad Autónoma de Bucaramanga, Facultad de Ingeniería. Bucaramanga, (Colombia)
marticalq@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc>

Tipo de Artículo (Artículo de Investigación Científica, Artículo de Revisión). Fecha de Recepción: , Fecha de Aceptación:.

Resumen

Introducción: Diseño y evaluación de un prototipo de almacenamiento de datos sobre Cloud Computing, bajo la plataforma de servicios AWS (Amazon Web Services), implementados sobre NextCloud como conjunto de aplicaciones. Fortaleciendo el uso de herramientas libres, de código abierto, de bajo costo y colaborativas para pequeñas empresas, como una alternativa de contribución a la competitividad y productividad de negocio; con funciones y aplicaciones para compartir y colaborar en tiempo real, caracterizadas por la ubicuidad, integridad, disponibilidad y posibilidad de auditoría en todas las funciones.

Objetivo: Implementar un prototipo de almacenamiento de datos sobre Cloud Computing mediante el uso de herramientas de software libre, a fin de evaluar la pertinencia, viabilidad e impacto de estas, en el manejo de la información de pequeñas y medianas empresas.

Metodología: La primera parte comprende la aplicación del modelo de comparación de productos de software libre QSOS para identificar la mejor herramienta Cloud Storage, seguido se realizó el diseño e implementación del prototipo de sistema de almacenamiento sobre Cloud Computing y se efectuaron pruebas y la validación del prototipo.

Resultados: el prototipo de almacenamiento de datos sobre Cloud Computing mediante el uso de herramientas de software libre, para pequeñas y medianas empresas propuesto, es una herramienta de soporte en la gestión de los datos de bajo costo y de despliegue, de fácil implementación, confiable, útil, estable, e intuitiva que puede beneficiar la operación de este segmento del sector productivo.

Conclusiones: La construcción de sistemas de almacenamiento de datos sobre Cloud Computing, basados o guiados en el prototipo logrado, se constituye como una herramienta de bajo costo en su implementación y mantenimiento, lo que contribuye a la sostenibilidad de la solución junto con la posibilidad de escalamiento de nuevas funciones y/o módulos, por parte de pequeñas y medianas empresas, que no poseen de altos volúmenes financieros para la inversión en tecnología de la información y servicios de conectividad y almacenamiento.

Palabras claves: Cloud Computing, Cloud Storage, pequeñas y medianas empresas, soluciones de almacenamiento, Software como Servicio (SaaS), Plataforma como Servicio (PaaS) e Infraestructura como Servicio (IaaS), Modelos de Servicios Cloud.

Abstract

Introduction: Design and evaluation of a data storage prototype on Cloud Computing, under the AWS services platform (Amazon Web Services), implemented on NextCloud as a set of applications. Strengthening the use of free, open source, low cost and collaborative tools for small businesses, as an alternative to contribute to competitiveness and business productivity; with functions and applications to share and collaborate in real time, characterized by the ubiquity, integrity, availability and possibility of audit in all functions

Objective: Implement a prototype of data storage on Cloud Computing by using free software tools, in order to assess the relevance, feasibility and impact of these, in the handling of information of small and medium enterprises.

Method: The first part comprises the application of the free software product comparison model. Cloud Storage, followed was the design and implementation of the storage system on Cloud Computing and testing and validation of the prototype..

Results: the prototype of storage of data on Cloud Computing by means of the use of tools of free software, for proposed small and medium companies, is a tool of support in the management of the data of low cost and of deployment, of easy implementation, reliable, useful, stable, and intuitive that could benefit the operation of this segment of the productive sector.

Conclusions: The construction of data storage systems on Cloud Computing, based or guided on the achieved prototype, constitutes a low cost tool in its implementation and maintenance, which contributes to the sustainability of the solution together with the possibility of scaling new functions and / or modules, by small and medium enterprises, that do not have high financial volumes for investment in information technology and connectivity and storage services.

Key Words: Cloud Computing, Cloud Storage, small and medium enterprises, storage solutions, Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS) and Infrastructure as a Service (IaaS), Cloud Service Models

I. INTRODUCCIÓN

El uso de los servicios de Internet a nivel corporativo es concebido hoy en día como una ventaja competitiva, que ha permitido que las empresas puedan realizar operaciones sin importar su ubicación geográfica. De igual forma, las infraestructuras de red y los servicios que se presta sobre las mismas, han venido evolucionando permitiendo el uso de los beneficios de Internet y otras redes, desde la simple red de datos, pasando por la virtualización de servicios y actualmente integrando sistemas en la nube. En este sentido, al uso de Cloud Computing podría representar para muchas pymes el aprovechamiento de recursos tecnológicos modernos con una disminución de costos en la implantación y funcionamiento. Con la utilización de la infraestructura Cloud Computing, las empresas pueden, llegar a reducir el espacio físico que requiere las redes de datos, disminuyendo así los costos asociados a estas, igualmente, la facilidad de gestión y administración, se puede dar bien sea directamente o con terceros, lo que permite que el personal de la empresa dedique más tiempo a labores propias de la misión del negocio y no a la operación del área informática.

El Cloud Computing es un modelo de ingeniería verde, dado que permite satisfacer las necesidades energéticas de un modo más eficiente [1]. También el Cloud Computing se ha convertido en un sistema atractivo para los propietarios de las empresas que hacen uso de las TIC, al permitir mayor libertad a la hora de tomar decisiones en cuanto a inversión tecnología y personal se refiere, ya que pueden aumentar los recursos sólo cuando hay un aumento de la demanda de servicios [2]. Sin embargo, y teniendo en cuenta las oportunidades que ofrece el Cloud Computing para el sector

TIC, el desarrollo de esta tecnología se encuentra en sus inicios. La implementación de una infraestructura Cloud Computing plantea grandes retos y oportunidades para las empresas, por lo anterior se hace necesario identificar la mejor forma de adoptar estos servicios y los riesgos que se pueden presentar al migrar las aplicaciones y el hardware a este nuevo entorno, tales como la seguridad [3], integridad de los datos, privacidad, recuperación de datos o rendimiento y el costo de implementación y funcionamiento.

De acuerdo a lo anterior el objeto de estudio para la investigación surge con la iniciativa de diseñar un prototipo que les permita a las pymes implementar una herramienta de almacenamiento sobre Cloud Computing, que les permita sincronizar la información que manejan de manera digital para evitar duplicidad y pérdida de información. Igualmente se propone aplicar la metodología de calificación y selección de software libre QSOS para escoger la herramienta con mejores prestaciones.

A nivel mundial el uso de los servicios sobre Cloud Computing ha venido tomando fuerza, según el informe de la IDC [4], el crecimiento anual es del 19,4%, impulsando la industria con el uso de nube SaaS a tal punto que las grandes empresas piensan en seguir invirtiendo en esta tecnología y las pequeñas y medianas empresas desean ajustaran su inversión en un 40% anual.

Por su parte, Cisco Global Cloud Index (CGCI) [5] pronostica que los consumidores de almacenamiento en la nube aumentar el tráfico de 8 EB a 48 EB entre 2015 a 2020, con una tasa de crecimiento 42% anual como se observa en la Fig 1.

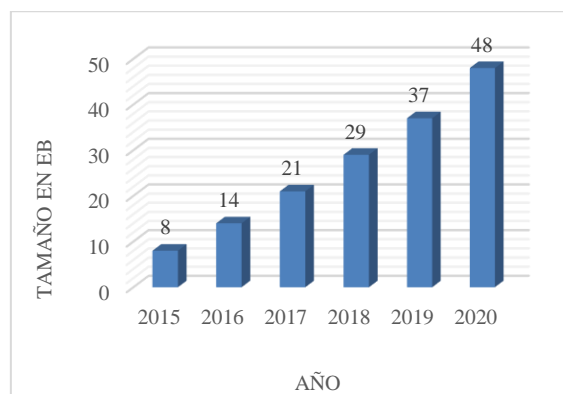


Fig. 1. Consumidores de almacenamiento en la nube. Fuente: Adaptación de White Paper Cisco Global Cloud Index [5]

A pesar de que Colombia ha demostrado un nivel competitivo en el uso de Internet, las comunicaciones móviles, el acceso a banda ancha, los sistemas de información, entre otros; los cuales han permitido significativos cambios en el ámbito educativo, social, cultural y económico; esto no ha sido suficiente, ya que lo concerniente a adopción de nuevas tecnológicas como lo es Cloud Computing, no ha sido tratado como un tema fundamental, evidenciando un grado de subdesarrollo tecnológico en relación con otros países latinoamericanos y el resto del mundo [6].

Se requiere concientizar a las empresas sobre los beneficios que podrían obtener al hacer uso de esta nueva tecnología; eso se puede lograr si se plantean estrategias y modelos que hagan alcanzable estos recursos a nivel financiero y humano hablando del nivel de conocimiento que requieren las personas que operan los sistemas de información y redes. La Tabla 1 muestra las causas y consecuencias del problema de investigación.

PROBLEMA: La ausencia de repositorios de información y sistemas que permitan compartir y realizar tareas de tipo colaborativo puede llegar a representar una seria desventaja competitiva en el mundo de las PYMES, toda vez que en una sociedad cada vez más digital, una de las principales ventajas competitivas que puede explotar una empresa en crecimiento, es el eficiente y oportuno manejo de sus activos de información.

CAUSAS	CONSECUENCIAS
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de apropiación tecnológica. • Gestión centralizada. • Almacenamiento localizado. • Puntos únicos de fallo. • Ausente o bajos recursos de inversión en tecnología. • Necesidad de mano de obra calificada y dedicada a la administración de TI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencias de herramientas tecnológicas potencializadores de competencias. • Toma de decisiones con información imprecisa o no actualizada. • Deficiente capacidad de recuperación de desastres. • Pérdida de información sensible a la continuidad del negocio. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pérdida de imagen corporativa. ▪ Pérdida de activos de información. • Fortalecimiento de la competencia • Desvió misional.

Tabla 1. Problema de investigación

De acuerdo a lo anterior la propuesta de éste proyecto es la creación de un Prototipo de Almacenamiento de Datos Sobre Cloud Computing Mediante el uso de Herramientas de Software Libre, Para Pequeñas y Medianas Empresas (Pymes), el cual contribuirá en mejorar la capacidad de almacenamiento de información, incorporando al proceso una herramienta de almacenamiento Cloud Computing, que permita crear, guardar y actualizar los datos de forma sincronizada desde cualquier ubicación geográfica, reduciendo los riesgos de mantener varias versiones de un documento y pérdida de información temporal o definitiva.

II. METODOLOGÍA

A. Metodologías de Evaluación de Software Libre.

El prototipo software de almacenamiento sobre Cloud Computing para pequeñas y medianas empresas (pymes), requiere de la identificación y selección de la una herramienta Cloud de almacenamiento que se adapte a las necesidades de las pymes, por ello se analizaron diferentes metodologías de evaluación de software libre.

Existen varias metodologías para evaluar el software libre, según el marco de referencia para la comparación de los métodos de evaluación de software de código abierto [7] se debe analizar criterios relacionados con antigüedad, autores o comunidad, licencia, modelo de evaluación, calificación y comparación que aplicada el método.

Las metodologías encontradas fueron: C-OSMM - Open Source Maturity Model from Capgemini, N-OSMM - Open Source Maturity Model from Navica, BRR - Business Readiness Rating, RRL - NASA's Reuse Readiness Levels, QSOS - Methodology of Qualification and Selection of Open Source software [11], [12], [13].

Al analizarlas, se propone aplicar la metodología de calificación y selección de software libre Qsos para escoger la herramienta de almacenamiento de datos sobre Cloud Computing con mejores prestaciones. La metodología Qsos consiste en realizar la selección del software aplicando 4 pasos [14], como se observa en la Tabla 2.

PASO	OBJETIVO
Definir	Definir tipo de software, tipo de licencia y comunidad
Evaluar	Evaluar utilizando plantillas para determinar la madurez del software y el nivel de riesgo para el usuario
Calificar	Ponderación de criterios divididos en los tres ejes, modelando el contexto (requerimientos de los usuarios y/o estrategias establecidas por el proveedor de servicios). Aplicación del filtro creado en la Etapa 3, "Calificación" en datos proporcionados por las dos primeras etapas, con el fin de continuar las consultas, comparaciones y selecciones de productos.
Seleccionar	

Tabla 2. Pasos en QSOS [14]

B. Herramientas de Software.

Se identificaron los requerimientos esenciales que debe tener la herramienta de almacenamiento de Cloud Computing. Se tiene en cuenta que en ésta etapa de la metodología QSOS se debe definir: tipo de software, tipo de licencia y comunidad, adicionalmente, se definieron los siguientes requerimientos principales:

- Código abierto: se ha establecido la definición de una arquitectura que cumpla entre otras características el de ser basada en soluciones Open Source, dadas las posibilidades de inclusión y por ende reducción de la brecha digital. Aspecto que garantiza el mayor impacto posible en el sector de estudio elegido.
- Sincronización de archivos: característica deseable toda vez que se concibe como parte de la solución el uso de repositorios digitales en momento fuera de línea, según se desprendió de las muestras del sector.
- Instalación en Sitio: el cliente puede mantener en su sistema los contenidos y actualizarlos.
- Monitoreo del estado y el rendimiento del sistema.
- Seguridad: cifrado de extremo a extremo.
- Multiplataforma: soporta todos los sistemas operativos.
- Auditoría de cambios: control de carpetas y archivos.
- Gestión de la Identidad: existencia de usuarios por roles en el sistema.
- Funciones adicionales: agenda, video llamada, entre otras.

En base en los requerimientos mencionados, se crean filtros que permitan descartar herramientas que no cumplan con los requerimientos esenciales, por ejemplo, no dispongan de código abierto. En la Tabla 3 se presenta una lista de filtros basados en los requerimientos iniciales, donde F# representa el número de filtro.

Código	Filtro
F1	Código Abierto
F2	Sincronización de archivos
F3	Instalación en sitio
F4	Monitoreo del sistema
F5	Seguridad
F6	Multiplataforma
F7	Auditoría de cambios
F8	Gestión de la Identidad
F9	Funciones adicionales

Tabla 3. Lista de filtros según los requerimientos. Fuente: Autor

Se hizo una revisión de Software existente que permitiera usar Cloud Computing. Las herramientas encontradas tenían licenciamiento Propietario y Open Source. Las herramientas obtenidas fueron: OwnCloud, NexCloud, Dropbox, Syncbox, OneDrive, Google Drive y SugarSync.

En la Tabla 4 se pueden ver los resultados de la valoración de las plataformas usando una escala numérica de 0 a 3 para la ponderación, que describe el nivel de cumplimiento del filtro como; Muy aceptable = 2, Aceptable = 1 y No Aceptable = 0. F# corresponde al número de filtro descrito en la Tabla 3.

Plataformas Cloud Storage											
Plataforma	Código del Filtro								Cal.	Características	
	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8			F 9
OwnCloud	1	2	2	2	1	2	2	1	1	14	Intercambio de archivos desde Outlook. Autenticación de usuarios por contraseña y token. Calendario / Contacto.
NextCloud	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	Llamadas privadas, grupales y públicas. Administración de archivos eliminados. Video Conferencia. Llamadas de Audito. Compartir Pantalla. Calendario / Contacto / Integración x Correo.
Dropbox	0	2	0	2	1	2	1	1	1	10	Borrado remoto de archivos. Cifrado AES de 256 bits y SSL/TLS. Carga fotos y video desde móviles. Grupos administrados por la empresa.
Syncbox	0	2	0	0	1	0	1	1	1	6	Streaming de contenidos en video. El Usuario controla su servicio.
OneDrive	0	2	0	1	1	0	1	1	1	7	Extensible con aplicaciones de microsoft.
Google Drive	0	2	0	1	1	0	1	1	1	7	Ficheros y directorios colaborativos. Oficina en línea
SugarSync	0	2	0	0	1	0	1	1	1	6	Ficheros y directorios colaborativos

Tabla 4. Calificación por filtros de las plataformas

A partir de la Tabla 4, se identifican las herramientas más aptas, las dos principales herramientas con mayor calificación son: Nextcloud con 18 puntos y OwnCloud con 14 puntos. Estas dos herramientas fueron escogidas para realizar la evaluación con la matriz de comparación QSOS.

Para determinar que plataforma será seleccionada para la implementación del prototipo se realiza los pasos de evaluación y calificación que propone la metodología QSOS, al final se comparan las calificaciones, como se observa en la Tabla 5 NextCloud obtuvo la mejor calificación 0,87/1.00 aproximándose a la meta planteada, por lo tanto, será la plataforma a instalar, configurar y parametrizar para el desarrollo de proyecto.

Criterios	OwnCloud	NextCloud	Limite
Seguridad	0,65	0,83	1
Características Funcionales	0,76	0,84	1
Fortaleza de la Comunidad	0,80	0,94	1
Total	0,74	0,87	1

Tabla 5. Selección plataforma para implementar el prototipo. Fuente: Autor

Se incluyó en la selección de la plataforma un diagrama radial que permite visualizar los resultados obtenidos, donde NextCloud se acercó a la meta planteada (ver figura 2).

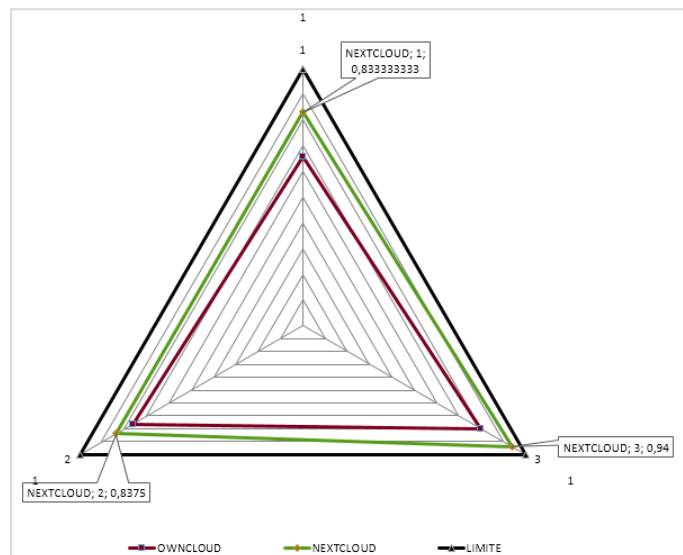


Fig. 2. Selección plataforma para implementar el prototipo

C. Requerimientos de Hardware y software

El prototipo de almacenamiento de datos sobre Cloud Computing, permitirá a las pequeñas empresas la gestión de sus datos sin importar la ubicación geográfica. El usuario que acceda al prototipo, puede crear sus propios directorios, archivos y contactos; los archivos creados permiten la colaboración con otros usuarios y la compartición de los mismos. Cuando un usuario no tenga acceso a internet o la red interna de las empresas, podrá editar, crear, eliminar, compartir o sugerir archivos, sincronizándolos automáticamente cuando exista el acceso a red. El prototipo posee nodos PI, que le permite a los usuarios implementar pequeños servidores locales de almacenamiento a muy bajo costo, estos pequeños servidores se muestran como una extensión del servidor central y se sincronizarán periódicamente para la actualización y comprobación de datos, logrando esta característica dar le a la herramienta un punto a favor en el concepto de la implementación, con bajos recursos económicos y cortos intervalos de tiempo, convirtiéndose en una posible motivación para la migración a servicios Cloud Computing por parte de los pequeños empresarios.

Para la elaboración del prototipo se definieron los siguientes componentes:

- **Nodo Grueso:** Servidores dedicados que poseen NextCloud y alta capacidad de almacenamiento. Para la implementación del servidor se ha integrado un nodo compuesto por:
 - Componentes de Software
 - Centos 7
 - MariaDB
 - PHP 7.0
 - Apache 2.4
 - Componentes de hardware
 - 64 bit CPU (x86_64)
 - 4 GB of RAM
 - 2 TB de espacio en disco
- **Nodo PI:** Se ha denominado nodo PI al dispositivo dedicado que implementa una instancia de NextCloud sobre una tarjeta Raspberry PI. Estos poseen baja capacidad de almacenamiento de manera directa. Para efectos de la implementación del prototipo se ha integrado un nodo compuesto por:
 - Tarjeta Raspberry PI 3.
 - Micro SD 16 Gb o superior.

- Interfaz de Red (Ethernet y/o Wifi).
- Disco duro Externo 500 Gb o superior.
- **Nodo Sumidero:** Es el encargado de recolectar datos generados por los otros tipos de nodos, puede ser tanto un nodo grueso como uno PI.
- **Redes Cluster:** Conjunto de pequeñas redes que comparten nodos de datos mediante diferentes topologías que abarca desde conexiones wireless con infraestructura hasta redes tipo mesh.
- **Plataforma Cloud Storage:** Dispositivo de datos del tipo file Sync and shared sobre el cual se implementa recursos de administración del storage con características como la sincronización de datos, gestión de la identidad, versionamiento, auditoría y capacidad de gestión de diferentes fuentes de almacenamiento entre otras.

D. Topología y arquitectura del prototipo

Se planteó una topología de red de tres capas que recogen el modelo de cinco capas planteado por la SNIA (Storage Networking Industry Association), motivado en la identificación de componentes con bajo acoplamiento, lo que se podría llamar volatilidad como es la presencia de múltiples interfaces y medios de almacenamiento [8].

En la topología se tiene un nodo central convergente ubicado en la capa Cloud Layer que posee todos los elementos propios para el despliegue de Cloud Storage, además se convierte en la capa que permite la sincronización de múltiple clúster de área local sobre 802.11s Wireless Mesh Network (WMN), que se conectan a este haciendo las veces de clientes autónomos de la misma.

La siguiente capa Routing Layer está destinada al enrutamiento de redes de clúster y en la capa inferior denominada como Mesh Layer, se caracteriza para poder realizar conexiones dinámicas en forma de malla con todos los nodos que se soliciten conexión.

Finalmente, la capa Cloud y la capa Mesh poseen la capacidad de ser autónomas y observar el comportamiento esperado por una plataforma Cloud Storage y su interacción se podría entender como de tipo federado, es decir, cada nube podría intercambiar datos y recursos informáticos a través de su interfaz, como se puede observar en la Figura 3.

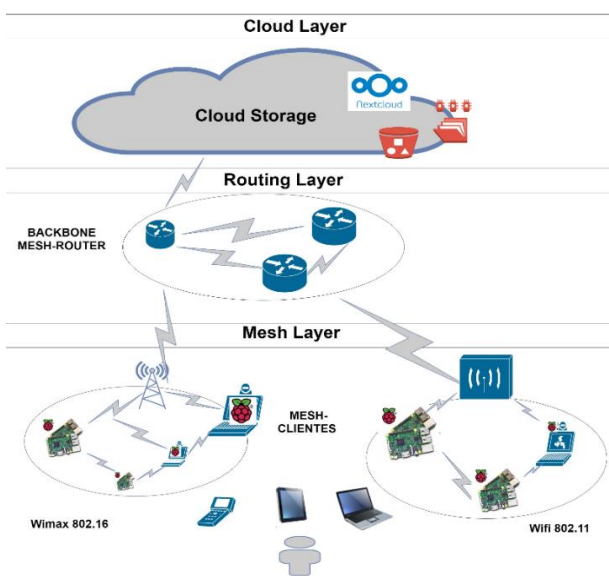


Fig. 3. Topología planteada. Fuente: Autor

En la capa Mesh Layer propuesta en la topología, se pueden visualizar los nodos PI, ubicados con el propósito de facilitar la

conexión en espacios rurales o sitios con dificultad de acceso a Internet.

Los nodos PI son dispositivos dedicados que implementan una instancia de NextCloud sobre una tarjeta Raspberry PI 3. Forman una red con los otros nodos de la red (celulares, portátiles, computadores, tables, etc) que se conectan en el caso de no contar con internet a través de una Red Ad Hoc, a fin de recibir los datos que estos usuarios desean almacenar, consultar, modificar, etc. Como ejemplo en la Figura 4 se observa un nodo PI como dispositivo central con acceso a Internet permitiendo que otros dispositivos se conecten a él para usar NextCloud.

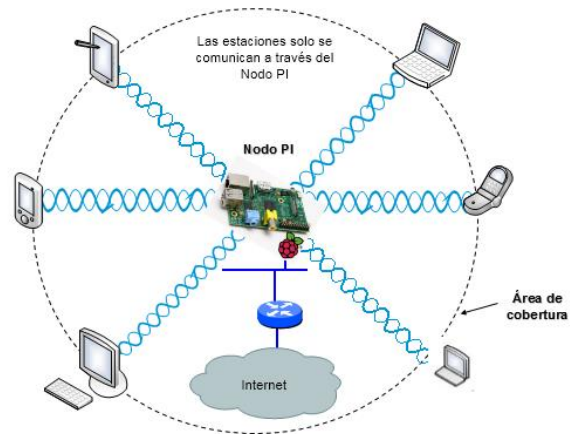


Fig. 4. Nodo PI como dispositivo central. Fuente: Autor

El almacenamiento en la nube o Cloud Storage, es un concepto derivado de Cloud Computing, específicamente se refiere al servicio unificado de varios dispositivos de almacenamiento y servidores, que brindan el acceso a los datos online o a través de la nube de forma descentralizada, con el propósito de gestionar el almacenamiento de forma independiente a las aplicaciones y redes de datos.

Basado en el concepto de Cloud Storage y en modelo de la SNIA, se propone la arquitectura del prototipo de almacenamiento de datos sobre Cloud Computing (ver Figura 5).

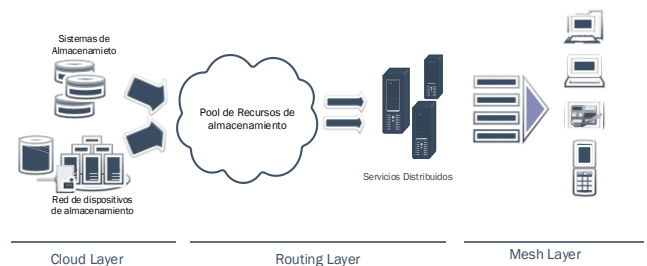


Fig. 5. Arquitectura del prototipo. Fuente: Autor

III. RESULTADOS

E. Población Objetivo

La población objetivo fue un factor determinante al momento de diseñar, desarrollar e implementar el prototipo, ya que un proyecto de renovación tecnológica va sujeto a la lógica del negocio y la disponibilidad financiera para la implementación. Razón por la cual se trabajó con las pequeñas y medianas empresas (PYMES) como la población objetivo para para la

implementación del prototipo. Las PYMES que permitieron la instalación de las herramientas y equipos son voluntarias y corresponden al sector de tecnología en la ciudad de Bogotá. El trabajo de campo tuvo como eje central las siguientes acciones:

- Análisis de áreas.
- Análisis de conectividad.
- Implantación local de los nodos PI.
- Integración del prototipo.
- Capacitación en el uso.
- Pruebas.

Para evaluar el prototipo una vez implementado, se tiene en cuenta el modelo propuesto por la ISO/IEC 9126-1 [9], se adaptaron las características y subcaracterísticas tomando seis aspectos fundamentales: usabilidad, acceso, gestión de la infraestructura, fiabilidad, seguridad y eficiencia (ver tabla 5).

Características/ subcaracterística	Puntuación		
	0 - Nivel bajo	1- Nivel medio	2- Nivel alto
Usabilidad	<i>¿La plataforma, es fácil de usar y aprender?</i>		
Entendimiento	No se entiende	Se entiende pero su estructura es compleja y poco aplicable.	Es fácil de entender y reconocer su estructura y aplicabilidad
Aprendizaje	No se aprende a usar fácil	Es fácil aprender a usar	Es muy fácil de aprender a usar
Operabilidad	No es fácil de operar y controlar	Es fácil de operar y controlar	es muy fácil de operar y controlar
Atracción	La interfaz no es atractiva	La interfaz es atractiva	La interfaz es muy atractiva
Acceso	<i>¿Es fácil de acceder en diferentes ambientes?</i>		
Despliegue	No se despliega correctamente	Optimizado para un navegador específico	Despliegue correcto multinavegador
Adaptabilidad	No se adapta a todos los entornos	Se adapta a casi todos los entornos	Se adapta muy bien a cualquier entorno
Interoperabilidad	No interactúa con otros sistemas	Interactúa con algunos sistemas	Interactúa con muchos sistemas específicos
Gestión de infraestructura	<i>¿Es fácil de modificar y gestionar?</i>		
Adecuación	No se puede adecuar	Algunas funciones para las tareas específicas	Conjunto de funciones apropiadas para las tareas específicas
Conformidad	No aplica leyes, normas ni estándares	Conforme con algunas leyes y estándares	Esta conforme a las leyes y estándares
Facilidad de Pruebas	No permite validar modificaciones	Fácil de validar las modificaciones	Muy fácil de validar las modificaciones
Fiabilidad	<i>¿Puede mantener un nivel de rendimiento?</i>		
Madurez	Fallos y errores mayor a 10% respecto al uso	Fallos y errores entre 5% y 10% respecto al uso	Fallos y errores por debajo del 5% respecto al uso
Tolerancia a fallos	No se detecta las fallas	Se detecta las fallas y se recuperan cerca al performance especificado	Se detecta las fallas y se recupera acorde al performance especificado
Capacidad de recuperación	No recupera datos en caso de fallos	Es capaz de recuperar datos en caso de fallos	Recupera muy fácilmente datos en caso de fallos

Seguridad	<i>¿Garantiza confidencialidad e integridad en el alojamiento y transferencia de datos?</i>		
	Autenticación	Los usuarios no requieren autenticación	Los usuarios con contraseñas validas pueden acceder a la cuenta
Cifrado	sin cifrado	En un extremo	Extremo a extremo
Eficiencia	<i>¿Es rápido y consume bajos recursos?</i>		
	Utilización de recursos	Poca capacidad de almacenamiento	Capacidad promedio de almacenamiento
Tiempo de carga	Más de 6 segundos	Entre 3 y 6 segundos	Menos de 3 segundos

Tabla 6. Plantilla evaluación del prototipo. Fuente: Adaptación de Applying the iso 9126 quality model to test specifications [9]

El prototipo se evaluó con la aplicación de encuestas realizadas a PYMES que voluntariamente aceptaron participar, verificando el cumplimiento de las características propuestas al utilizar el prototipo de almacenamiento implementado.

El puntaje asignado para la calificación del prototipo implementado se estableció con una puntuación de 0 a 2, acorde a:

- (2) Nivel alto: cumple con los requerimientos, soportados con documentación de ellos.
- (1) Nivel medio: existe definición explícita de la mayoría de las especificaciones en documentos reverenciados, pero no existe un plan que asegure el conocimiento, la aplicación o la evaluación de que así sea conocido o aplicado. No se puede asegurar en todos los casos que se haya producido formación específica ni evaluación del grado de cumplimiento.
- (0) Nivel bajo: no se puede constatar o referenciar lo señalado en los niveles anteriores (medio o alto). Cumplimiento bajo de los requerimientos.

Con los resultados obtenidos de cada característica evaluadas, se pudo determinar que existe un gran número de aplicaciones y desarrollos de almacenamiento sobre Cloud Computing para llegar a una implementación se puede contar con un número grande de aplicaciones y herramientas, pero no todas de ellas ofrecen las mismas funcionalidades y/o beneficios, como también poseen limitantes dependiendo de las necesidades del cliente. Las principales ventajas del prototipo implementado se desglosan a continuación:

- El bajo monto de recursos de inversión en equipos.
- La versatilidad y alcance logrado por los nodos PI.
- La inocuidad de la información de las empresas.
- El establecimiento de posibles redes Mesh.
- Herramientas de uso libre y código abierto.
- El acceso desde diferentes sistemas operativos.
- Sincronización local periódica.

Las actuales soluciones Cloud que existen en el mercado están dadas de alguna forma genérica pero no específicas y adaptadas para las pequeñas empresas, razón por la cual, los costos de estas mismas son elevados. Es por esta razón que la implementación de un prototipo de almacenamiento de datos sobre Cloud Computing usando herramientas de software libre, para pequeñas y medianas

empresas, puede ser una solución de bajo costo y acorde con los presupuestos y expectativas de las pequeñas empresas.

F. Costo de propiedad en sitio vs en la nube

Las bondades de la nube como plataforma de despliegue de recursos computacionales son innegable; no obstante, es un ejercicio válido su confrontación versus en despliegue en sitio, haciendo usos de recursos propios cuando se usan en local. Como es apenas lógico este escenario puede favorecer a empresas que ya posean recursos tecnológicos y humanos necesarios, toda vez que una infraestructura loca implica desde administradores de red, de aplicación, personal de seguridad hasta la garantía de condiciones medioambientales como lo es el respaldo de infraestructura, fuentes de energía ininterrumpida (UPS) y plantas eléctricas entre otros.

En la figura 6 se puede vislumbrar las diferencias entre ambos modelos (Onsite vs nube). Se tiene en cuenta la operación para 20 usuarios concurrentes y 160 horas de trabajo mensual durante tres (3) años. Los variables más relevantes para el cálculo de costos son:

- Customización: corresponden al tiempo empleado para adaptación o modificación de las herramientas usadas de acuerdo a las preferencias personales de la empresa. Para el ejercicio se toma un valor de USD \$36 por hora.
- Servidores: representa el dispositivo de almacenamiento en físico o virtual implementado con NFS.
- Renta: se tiene en cuenta el valor de arriendos para alojar el servidor.
- Backup: para respaldar la información en caso de pérdida o siniestro se contempla mantener copias de seguridad.
- Recuperación desastres: se calcula mantener un valor reservado para casos de siniestros, será usado solo si ocurre algún imprevisto para arrendar los servicios de un proveedor y alojar la información por corto tiempo.
- UPS: mantener un sistema de alimentación ininterrumpido puede ayudar proporcionando energía eléctrica por un tiempo limitado y durante un apagón eléctrico para que el servidor y los dispositivos que lo conectan a la red estén disponibles.
- Servicios profesionales: pago por servicios profesionales en caso de requerir mantenimiento o actualización de la plataforma.

De los hitos más representativos se puede destacar que; el servicio profesional tiene a ser más económicos en la opción Online debido al tiempo de usado, para el total en infraestructura es superior en la opción en Onsite por que se adquieren los activos durante el primer año, en actualizaciones las dos opciones se comportan igual en el tercer año.

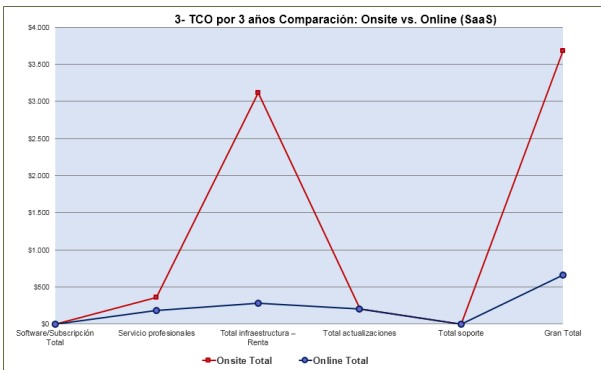


Fig. 6. TCO por 3 años comparación: Onsite vs. Online (SAAS). Fuente: Autor

De tal modo que mantener los servicios de un proveedor de Cloud Computing como AWS para soportar el sistema de almacenamiento Online tiene un menor costo que implementar el sistema en sitio. Por lo tanto, el sistema Online representa una buena opción para que las PYMES al adquirir el servicio adicionalmente tiene la posibilidad de actualizar las capacidades a medida que lo requieran.

IV. CONCLUSIONES

La construcción de sistemas de almacenamiento de datos sobre Cloud Computing, basados o guiados en el prototipo logrado, se constituye como una herramienta de bajo costo en su implementación y mantenimiento, lo que contribuye a la sostenibilidad de la solución junto con la posibilidad de escalamiento de nuevas funciones y/o módulos, por parte de pequeñas y medianas empresas, que no poseen de altos volúmenes financieros para la inversión en tecnología de la información y servicios de conectividad y almacenamiento.

La aplicación y seguimiento de la metodología de evaluación y selección de herramientas para el diseño e implementación del prototipo de almacenamiento, garantizo el mayor número de prestaciones y grado de calidad de la integración, con otras funciones, herramientas, plataformas y dispositivos que pudiesen ser necesarios.

Con base a lo expuesto, se puede afirmar que el prototipo de almacenamiento de datos sobre Cloud Computing mediante el uso de herramientas de software libre, para pequeñas y medianas empresas propuesto, es una herramienta de soporte en la gestión de los datos de bajo costo y de despliegue, de fácil implementación, confiable, útil, estable, e intuitiva que pude beneficiar la operación de este segmento del sector productivo

El prototipo de almacenamiento de datos sobre Cloud Computing, fue diseñado e implementado bajo la idea de concebir una herramienta de utilidad y bajo costo, que permita a las pequeñas empresas el aseguramiento de su información y la toma de buenas decisiones soportadas en la ubicuidad y disponibilidad de sus datos. Por ello la importancia de que otros investigadores, desarrolladores o implementadores, pudiesen darle continuidad a la implementación del prototipo en un número mayor de pequeñas empresas; para que de esta forma pueda lograrse la cooperación y la mejora del mismo, donde se puede lograr incluir algunas funcionalidades no descritas en el prototipo inicial como:

- Funciones asociadas con gestión de tráfico y calidad de servicio desde los nodos PI.
- Módulos de control horario
- Módulos de gestión logística y trazabilidad de envíos y suministros
- Módulos de control de inventarios
- Módulos de supervisión de proyectos

Adicional a lo anterior se propone el posterior diseño de nodos PI, con case o housing de tipo IP65, para uso exterior, para todas estas pequeñas empresas o agrupaciones de índole rural, donde este prototipo, puede manejarse en exteriores y alimentarse por medio de energía solar.

V. FINANCIAMIENTO

Artículo de investigación científica derivado del proyecto de investigación titulado: “Prototipo de Almacenamiento de Datos Sobre Cloud Computing Mediante el Uso de Herramientas de Software Libre, Para Pequeñas y Medianas Empresas (Pymes)”. Proyecto financiado por el grupo de investigación Prisma y la

REFERENCIAS

- [1] Y.Z.I.R. Ian Foster, Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared. Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE '08, Austin, TX, USA: IEEE, 2008.
- [2] L.C.R.B. Qi Zhang, «Cloud computing: state-of-the-art and research challenges.» Journal of Internet Services and Applications, vol. 1, pp. 7-18, 2010.
- [3] LS.H. Farhan Bashir Shaikh, Security threats in cloud computing, Abu Dhabi, United Arab Emirates: IEEE, 2011.
- [4] International Data Corporation (IDC), «Worldwide Semiannual Public Cloud Services,» Austin, Texas, Estados Unidos.
- [5] Cisco, «Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2015–2020,» Cisco Public, 2016.
- [6] A. Cabarcas, «Conceptualización de La Cloud Computing en el entorno colombiano,» INGENIATOR, 2012.
- [7] K.-J. S. Babar, «A Comparison Framework for Open Source Software Evaluation Methods,» Berlin, 2010, pp. págs. 389-394.
- [8] R. & P. R. A. & S. Arokia, «Evolution of Cloud Storage as Cloud Computing Infrastructure Service,» IOSR, pp. 1. 2278-661. 10.9790/0661-0113845, 2012.
- [9] Zeiss, B., Vega, D., Schieferdecker, I., Neukirchen, H., & Grabowski, J. (2007). Applying the iso 9126 quality model to test specifications. Software Engineering, 15(6), 231-242.
- [10] Arokia, R & Paul Rajan, Arokia & Shanmugapriya, S. (2012). Evolution of Cloud Storage as Cloud Computing Infrastructure Service. IOSR. 1. 2278-661. 10.9790/0661-0113845.
- [11].Capgemini. (2003). Open Source Maturity Model from Capgemini. 24/11/2017, de OSSWatch Sitio web: www.osswatch.ac.uk/resources/archived/osmm
- [12]. NASA Working Group. (2010). NASA's Reuse Readiness Levels (RRL). 24/11/2017, de NASA's Reuse Readiness Levels Sitio web: ww.wiki.earthdata.nasa.gov/pages/viewpage.action?pageId=49446977
- [13].Spike Source, CarnegieMellonWest, Intel. (2005). Business Readiness Rating for Open Source. 24/11/2017, de OpenBRR.org Sitio web: https://www.immagic.com/eLibrary/ARCHIVES/GENERAL/CMU_US/C050728W.pdf
- [14]. Bootstrap, J. B. (19 de 01 de 2013). Qualification and Selection of Opensource Software. Obtenido de www.QSOS.org