

Mayo 2018 - ISSN: 1696-8352

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO SOBRE CLOUD COMPUTING EN LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO SAN ALFONSO LTDA. DE LA CIUDAD DE AMBATO”

Gustavo Israel Valle Medina

gvalle@uea.edu.ec

Diego Roberto Quesada Revelo

dr.quesada@uta.edu.ec

César Antonio Villacis Uvidia

cesar10antony@live.com

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Gustavo Israel Valle Medina, Diego Roberto Quesada Revelo y César Antonio Villacis Uvidia (2018): “Estudio de factibilidad para la implementación de infraestructura como servicio sobre Cloud Computing en la cooperativa de ahorro y crédito san Alfonso LTDA. de la ciudad de Ambato”, Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, (mayo 2018). En línea: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/implementacion-infraestructura.html>

RESUMEN

La presente investigación se centra en el estudio de factibilidad para la migración de servicios a la nube de una cooperativa de ahorro y crédito ubicada en la ciudad de Ambato. Los costos de referencia asociados a adoptar una infraestructura cloud y desarrollo de un diseño propuesto como solución al cumplimiento de los objetivos planteados.

Se investigó el marco general que abarca cloud computing, la situación en que los equipos e infraestructura física se vuelven obsoletos. Se analizan las principales plataformas existentes en el mercado así como sus fortalezas y debilidades realizando un estudio comparativo como estrategia de selección y aplicación.

El dimensionamiento de equipos que se plantean en este trabajo parte de un análisis de información, obtenida al analizar la infraestructura física y requisitos de red existentes en la

* Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones en la Universidad Técnica de Ambato, Magister en Redes de Comunicaciones en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Docente por Contrato en la Universidad Estatal Amazónica en el periodo 2017-2018, impartiendo las asignaturas de Matemáticas I,II,III, Estadística y Matemática Financiera.

** Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones en la Universidad Técnica de Ambato, Magister en Redes de Comunicaciones en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Docente Ocasional en el Sistema de Nivelación y Admisión de la Universidad Técnica de Ambato desde el año 2012, impartiendo las asignaturas de Ciencias Básicas para las Facultades de Ingeniería.

*** Licenciado en Informática aplicada a la Educación, Consejo Nacional Electoral, Docente a contrato en el Instituto Superior Tecnológico San Gabriel, Docente a contrato en la Escuela de Educación básica fiscal san José de Gaushi, Docente a contrato del Instituto Tecnológico Superior Juan de Velasco.

cooperativa. La migración de servicios se realiza de manera exitosa comprobando su funcionamiento y métricas que funcionan en conexión con un cloud de red privada.

Como parte final de nuestra investigación presentamos las conclusiones y recomendaciones, en donde exponemos los resultados obtenidos al migrar los servicios a la nube, y recomendaciones para posibles estudios o implementaciones con esta nueva tendencia de tecnología cloud.

Palabras claves: Cloud Computing, Software as a Service, Platform as a Service, Infrastructure as a Service, Estándares.

ABSTRACT

TITLE: "Study of Feasibility for the implementation of infrastructure as a service on cloud computing In the Cooperative of savings and Credit San Alfonso Ltda. of the city of Ambato"

This research focuses on the feasibility study for migrating services to the cloud from a credit union located in the city of Ambato. Costs associated reference to adopt a cloud infrastructure and development of a proposed solution to meeting the design objectives.

The general framework covering cloud computing investigated the situation and physical infrastructure equipment become obsolete. The cloud platforms on the market and their strengths and weaknesses conducting a comparative study as strategy selection and application are analyzed.

The equipment sizing raised in this paper based on an analysis of information obtained by analyzing the physical infrastructure and network requirements existing in the cooperative. The migration service is done successfully checking the operation and metrics that work in connection with a private network cloud

As a final part of our investigation we present the conclusions and recommendations, where we present the results obtained when migrating services to the cloud, and recommendations for possible studies or implementations with this new trend of cloud technology.

Key words: Cloud Computing, Software as a Service, Platform as a Service, Infrastructure as a Service, Standards.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años han aparecido diversas tendencias tecnológicas como herramientas de gestión empresarial, por lo que la interacción con las denominadas Tecnologías de Información influyen de una forma decisiva en el funcionamiento, escalabilidad y mejora de servicios que una institución brinda a sus potenciales clientes.

El presente proyecto de investigación consiste en desarrollar un estudio de factibilidad para la migración del servicio financiero mediante cloud computing de una Cooperativa de Ahorro y Crédito ubicada en la ciudad de Ambato. Es necesario considerar los principales factores técnicos y económicos que intervienen en el desarrollo del proyecto para resolver la problemática de rigidez de sistemas convencionales que hoy en día se vuelven obsoletos.

Los servicios Cloud de Infraestructura cada vez son más eficientes, y gracias a la gran cantidad de proveedores los costos y accesibilidad se han hecho muy flexibles dependiendo de la calidad de servicio que se desee obtener, es decir ya no solo empresas grandes se ven en la necesidad de optimizar recursos sino más bien se convierte en una tendencia mundial para estar a la altura de las exigencias tecnológicas de hoy en día.

DESARROLLO

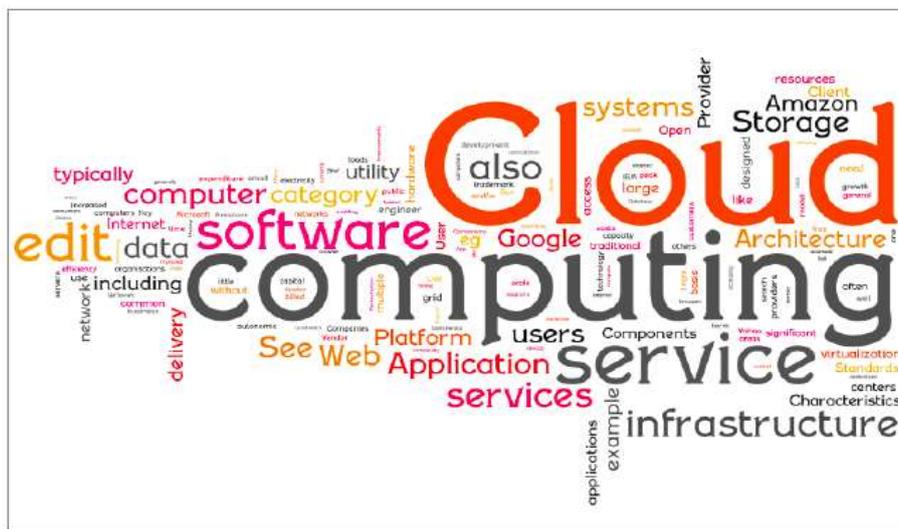
Concepto de Cloud Computing

El avance en las técnicas de virtualización, la reducción en los costes del hardware y el aumento de las prestaciones de las redes de computadores ha propiciado la aparición de Cloud Computing (también conocida como Computación en Nube).

Existen diversas definiciones que permiten comprender de mejor manera cual es la tendencia de esta herramienta que en estos últimos años ha tenido una mayor aceptación dentro de empresas y organizaciones para gestión y almacenamiento de información. No existe un único concepto de lo que en realidad es el Cloud Computing pero es necesario examinar algunas de ellas para clarificar el término y lo que implica. A continuación citamos cuatro definiciones:

ILUSTRACION N° 1

Conceptos de Cloud Computing



Fuente: <http://www.comusoft.com/aspectos-juridicos-del-cloud-computing>, s.f.

Cloud Computing proporciona un modelo para permitir el acceso ubicuo y bajo demanda a un conjunto de recursos informáticos y de almacenamiento configurables que pueden ser rápidamente aprovisionados y liberados con una mínima interacción con el proveedor, de acuerdo a la definición del NIST. (Mell, 2011).

Cloud computing es un modelo que conviene dependiendo a la demanda al acceso de red, a un conjunto compartido de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser rápidamente aprovisionados y puesto en libertad con un mínimo esfuerzo de gestión o de servicio de interacción entre el proveedor. (Technology, 2012).

Un grupo de abstracción, altamente escalable, que logra mantener la infraestructura y es capaz de acoger a todo tipo de empresas, teniendo seguros sus datos finales de aplicaciones y solo se le factura por el consumo. (STATEN James, Septiembre 2012).

Una nube, es un tipo de sistema paralelo y distribuido que consta de una colección de ordenadores interconectados y virtuales, que están aprovisionados dinámicamente y

representa como uno o más recursos de computación unificada, basada en los acuerdos de nivel de servicio establecido a través de la negociación entre el proveedor de servicios y los consumidores. (Buyya R., 2008).

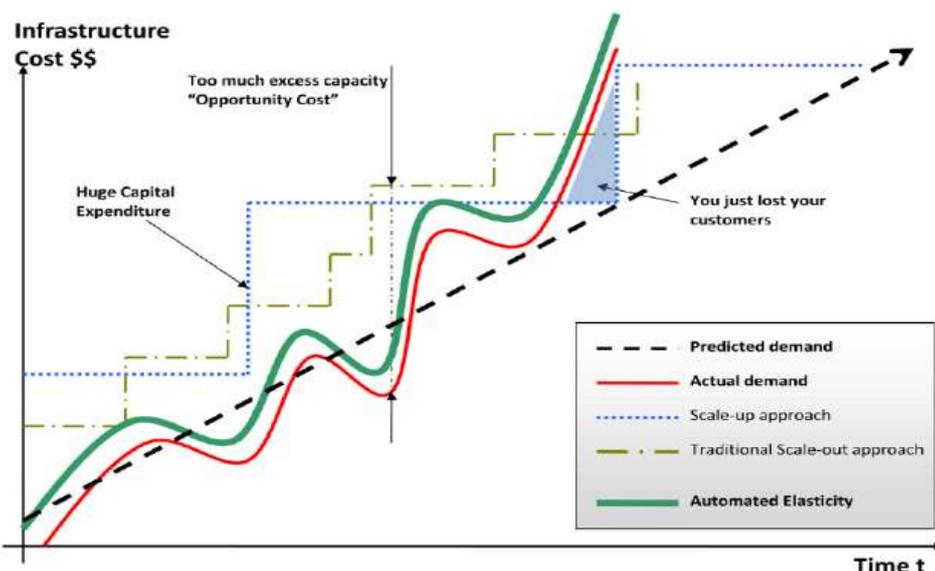
Al tratar de combinar todos los conceptos mencionados sobre Cloud Computing se establece siempre la relación de cliente servidor, ofertando un servicio viable, accesible y gestionable en cuanto al manejo de información. Pero por qué es necesario Cloud Computing dentro de una empresa? pues por varias razones. En primer lugar, porque las inversiones en hardware se deprecian a gran velocidad. Esto implica que es necesario realizar un aprovechamiento eficiente de los recursos hardware para garantizar una adecuada amortización de los equipos. En segundo lugar, porque la demanda de recursos informáticos de las organizaciones es muy variable, teniendo siempre picos de uso elevado ante situaciones extraordinarias.

Esto significa que los recursos generalmente están infrautilizados pero puntualmente puede existir una demanda de cómputo repentina que no pueda ser satisfecha por los recursos de hardware de la organización.

Por lo tanto, el objetivo del Cloud es permitir ajustar el consumo de recursos a las demandas reales de cómputo de las aplicaciones. Para ello, se aprovisionan y liberan recursos de forma elástica para satisfacer la carga de trabajo en cada momento. La Ilustración N° 2 resume las ventajas de la elasticidad del Cloud (la capacidad para aprovisionar y libera recursos de forma rápida) en escenarios con demanda de recursos variables.

ILUSTRACION N° 2

Ajuste dinámico de infraestructura ante demanda de recursos variable



Fuente: <http://aws.amazon.com/whitepapers/>, s.f.

Se observa el escalado tradicional antes de que existieran las plataformas Cloud (aproximación de tipo scale-up, línea punteada azul). La organización, en lugar de diseñar las aplicaciones para que escalen, adquieren una máquina (o varias) suficientemente potente para satisfacer las necesidades informáticas. Conforme la demanda real aumenta (línea roja en la figura), se debe realizar fuertes inversiones en hardware para actualizar o adquirir un hardware mejor con el objetivo de adaptarse a aumentos en la carga de trabajo, es lo que se conoce como escalado vertical. (Sommerville, 2005). Sin embargo, aumentos repentinos de la carga de trabajo por encima de la capacidad del hardware adquirido implica no poder satisfacer los requisitos de cómputo lo que puede provocar pérdida de clientes.

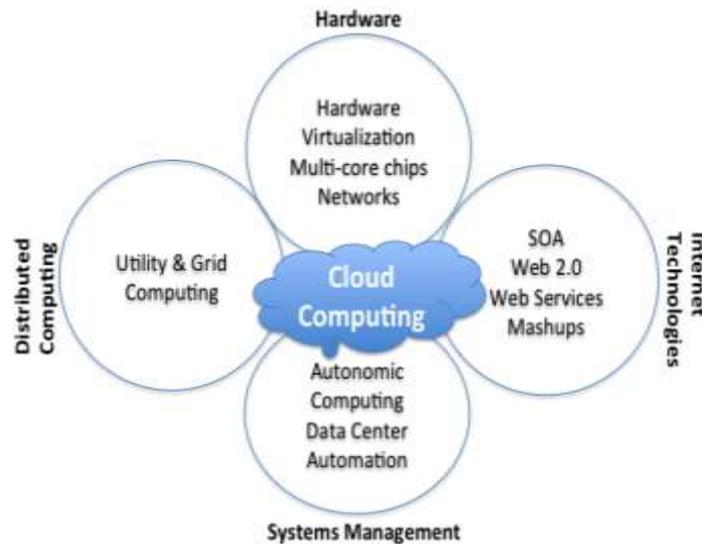
Por el contrario, mediante una aproximación de tipo scale-out (línea marrón), la organización diseña su aplicación para que escale horizontalmente de manera que sea posible ejecutarla sobre N equipos basados en hardware modesto de manera que sea posible adquirir M equipos adicionales para ir acomodando aumentos en la carga de trabajo. Sin embargo, si no se predice adecuadamente la demanda es posible que se pase de malgastar el dinero (adquirir hardware y no utilizarlo) a morir de éxito (si aumenta de forma repentina la carga de trabajo y excede la capacidad de la infraestructura).

Tecnologías Relacionadas

Existen múltiples avances tecnológicos que han propiciado el auge del Cloud computing las más relevantes se pueden apreciar en la Ilustración N° 3.

ILUSTRACION N° 3

Orígenes de Cloud Computing



Fuente: Cloud Computing principales paradigmas, 2011

Los avances en el hardware, con el aumento del número de núcleos (cores) de los procesadores que permiten ejecutar un mayor número de tareas concurrentes; el avance en las técnicas de virtualización, que cada vez introducen menores sobrecargas para la ejecución de múltiples máquinas virtuales sobre un hardware físico; el aumento en los anchos de banda de las redes de interconexión, que posibilita la transferencias de grandes cantidades de datos a lo largo del mundo en tiempos cada vez menores.

Los avances en tecnologías de Internet, como las arquitecturas orientadas a servicio (Sommerville, 2005) que permite la separación y distribución de componentes de una aplicación que se comunican entre ellos por medio de interfaces estándar, la evolución de los servicios Web con la introducción de estándares y protocolos que facilitan la interoperabilidad entre los mismos .

La gestión automatizada de los centros de datos, utilizando aproximaciones de tipo Autonomic Computing , donde se reduce la intervención humana por medio del uso de sistemas de monitorización y toma de decisiones automáticas para reconfigurar partes de centros de datos ante, por ejemplo, fallos de hardware en determinadas zonas.

Esto se combina con el uso de técnicas de Green computing que permiten una gestión eficiente del consumo energético de los centros de datos mediante el apagado y encendido selectivo de los recursos físicos para reducir el consumo energético al mismo tiempo que se mantiene el nivel de servicio esperado.

Por último, los avances en tecnologías de computación que permiten ver a esta como una utilidad más, como es el caso del teléfono, la electricidad o el agua. Al igual que cuando conectamos un cargador de celular a la corriente eléctrica no es necesario conocer el origen de la energía, en un entorno Cloud, no es necesario conocer sobre qué hardware exactamente se están ejecutando.

Características de un Cloud

La constante evolución en tecnologías de información y las nuevas funcionalidades que los proveedores de servicios cloud ofrecen a sus clientes han hecho que se establezcan características propias, que marcan la esencia de este nuevo paradigma tecnológico entre las principales tenemos:

- **Auto-Servicio Bajo Demanda:** Un consumidor puede proveerse de forma unilateral de recursos sin interactuar con personal del proveedor del servicio.
- **Acceso a Través de Internet:** Las capacidades se proporcionan a través de la red con unos mínimos requerimientos en el cliente. El cliente utiliza un API, una interfaz web o una herramienta de línea de comandos para aprovisionar los recursos.
- **Elasticidad:** El consumidor puede dinámicamente incrementar o decrementar el número de recursos en cualquier momento, percibiendo una ilusión de capacidad infinita.
- **Servicio Mediante Pago por Uso:** Los recursos utilizados se contabilizan de forma independiente (almacenamiento, computación, ancho de banda, etc.) y precisa para poder implementar el pago por uso, tomando como unidad de referencia típicamente el tiempo de consumo.
- **Configurabilidad:** Los recursos contratados deben poder ser altamente configurables para adaptarse a las necesidades de los diferentes usuarios. Esto será más o menos posible dependiendo del modelo de servicio.
- **Separación:** Cloud computing proporciona recursos “en alquiler” bajo un modelo de pago por uso pero no expone los detalles de la infraestructura a los clientes o socios. Los usuarios utilizan los recursos sin conocer los detalles de la infraestructura de los proveedores.
- **Aislamiento:** Dada la naturaleza de anfitrión de los proveedores de Cloud, los consumidores necesitan mecanismos y garantías de que sus aplicaciones se encuentran aisladas del resto de los clientes alojados en la misma infraestructura.

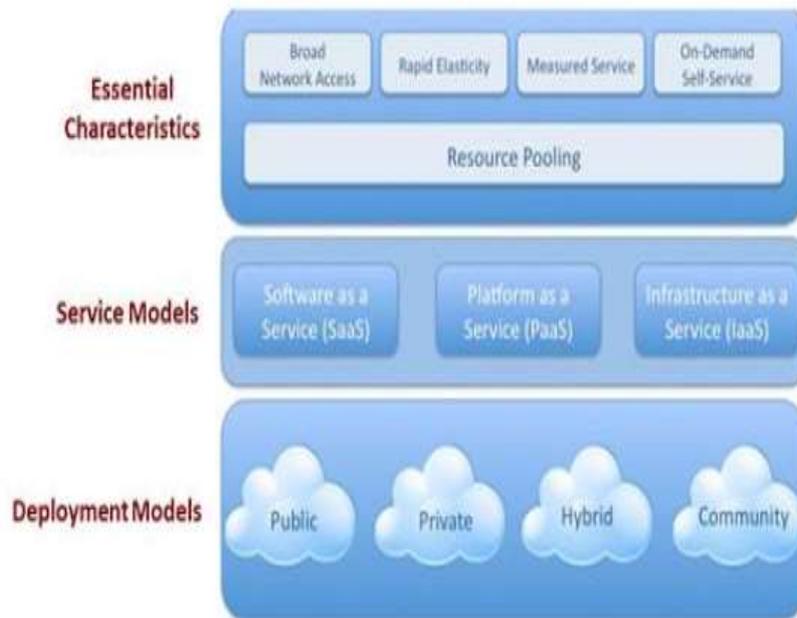
Taxonomía de Cloud Computing

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnologías ha definido el modelo de Cloud Computing mediante la descripción de sus características esenciales, es decir tres modelos de servicios cloud y cuatro modelos de despliegue en la nube (como podemos apreciar en la Ilustración N° 4).

La escalabilidad y flexibilidad de Cloud Computing permiten ofrecer un modelo de Arquitectura dedicado basado en fortalezas, debilidades, desafíos y aplicaciones en el escenario actual como respuesta a la tendencia mundial sobre la gestión de la información.

ILUSTRACIÓN N° 4

Taxonomía de Cloud Computing



Fuente: <http://www.ijsrp.org/research-paper-0714/ijsrp-p3128.pdf>, s.f.

Modelos de despliegue

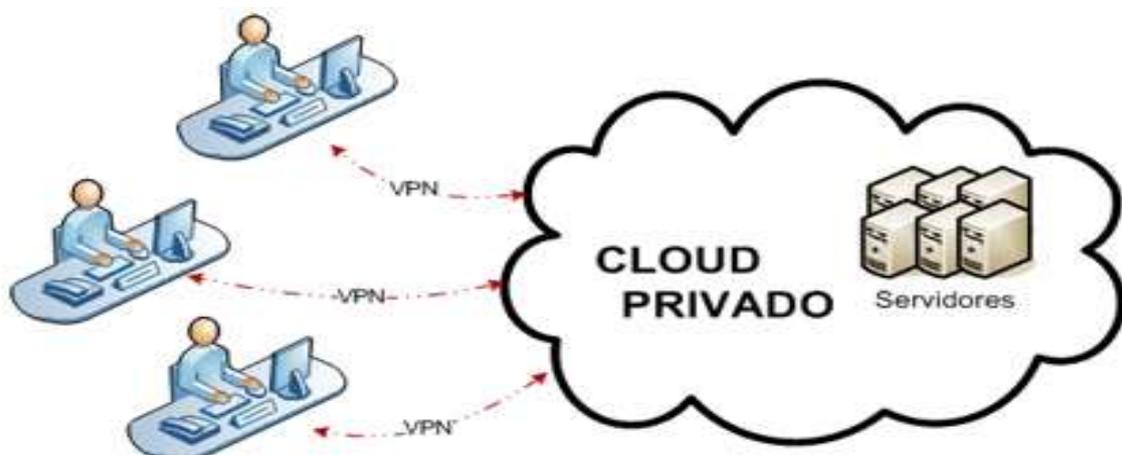
Cloud Privado

En la Ilustración N° 5 se observa la estructura general de un cloud privado, también conocido como Private Cloud, es una Infraestructura de uso exclusivo para una institución, permite aprovisionar recursos virtualizados sobre el hardware de una organización típicamente llamado On -premise (Sommerville, 2005), es decir, sobre las premisas o instalaciones de una organización.

Existen numerosas herramientas que facilitan la creación de despliegues on - premise, como es el caso de OpenNebula, OpenStack, Eucalyptus, Nimbus, etc.

ILUSTRACIÓN N° 5

Estructura de Cloud Privado



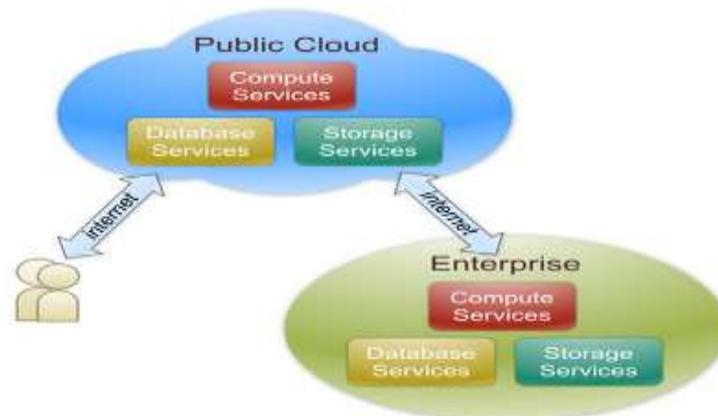
Fuente: <http://www.labelgrup.com/content/20-plataforma-saas>, s.f.

Cloud Público

Es una organización que dispone de grandes centros de datos (por lo general geográficamente distribuidos) y pone a disposición de sus clientes (que puede ser cualquier usuario con permisos de acceso) el acceso a recursos informáticos y de almacenamiento virtualizados mediante un modelo de pago por uso. En la Ilustración N° 6 se muestra la organización de un cloud público.

ILUSTRACIÓN N° 6

Estructura de Cloud Público



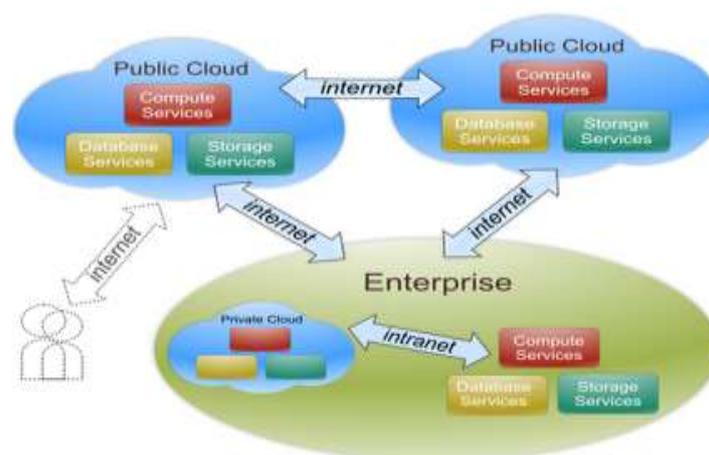
Fuente: <http://outsourcendo.blogspot.com/2011/05/jornada-clud-computing-en-esic-madrid.html>, s.f.

Cloud Híbrido (Hybrid Cloud).

La Ilustración N° 7 muestra la estructura de un cloud híbrido, es una combinación de Cloud privado con extensión a Cloud público. Esto facilita el uso de técnicas de Cloud Bursting (Mell, 2011), mediante las cuales es posible delegar temporalmente en un Cloud público a la carga de trabajo que exceda la capacidad informática de un Cloud privado.

ILUSTRACIÓN N° 7

Estructura de Cloud híbrido



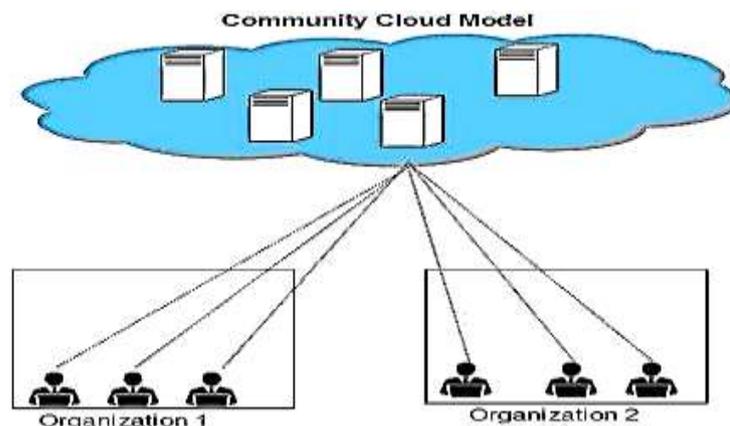
Fuente: <http://aunclidelastic.blogthinkbig.com/casos-de-uso-de-cloud-computing/>, s.f.

Cloud de Comunidad

Es una federación de recursos de diferentes organizaciones, la estructura de un cloud comunitario como se muestra en la Ilustración N° 8 se utiliza para compartir potencia de cómputo y de almacenamiento entre diferentes instituciones por medio de técnicas de virtualización. La idea es que una organización pueda utilizar recursos de otra ante picos de carga de trabajo que desborden su capacidad de ejecución y viceversa, esto fomenta un mejor aprovechamiento de los recursos.

ILUSTRACIÓN N° 8

Estructura de Cloud Comunitario



Fuente: http://www.w3ii.com/es/cloud_computing/cloud_computing_quick_guide.html, s.f.

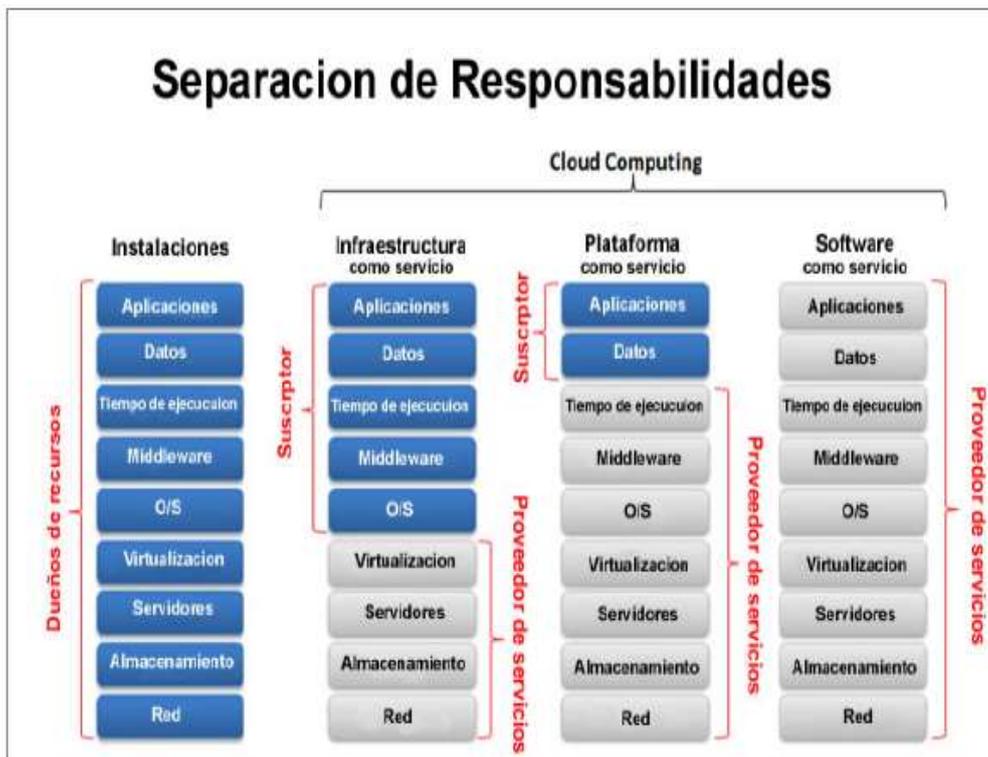
Modelos de Servicio

Independientemente de los modelos de despliegue existen diferentes modelos de servicio que determinan el tipo de servicio que un determinado proveedor Cloud o herramienta Cloud ofrece a sus usuarios.

La Ilustración N° 9 muestra cada una de las responsabilidades de los modelos de servicios de cloud computing, los tres bloques de servicio que ofrece la nube de computación al cliente les asigna control al momento de realizar la contratación. El primer bloque, el *IaaS* se encarga de dar soporte a los sistemas virtualizados, el soporte se ejecuta a todas las aplicaciones del suscriptor.

ILUSTRACIÓN N° 9

Responsabilidades de los modelos de servicios de cloud computing



Fuente: <http://blogs.cisco.com/security/penetration-testing-in-the-cloud/>, s.f.

Software as a Service (SaaS)

Este modelo está orientado a usuarios finales, que usan un navegador web para acceder a las aplicaciones finales. El cliente tiene control de los parámetros de las aplicaciones para su configuración específica y administración constante este es el caso de aplicaciones web como Gmail, Office 365 o Google Docs. Sus principales características son:

- Acceso Web al software comercial.
- El software se gestiona desde una ubicación central.
- El Software es entregado en un modelo "uno a muchos".
- Los usuarios no están obligados a manejar las actualizaciones y parches de software.
- Las Interfaces de programación de aplicaciones (API) permiten la integración entre las diferentes piezas de software.

Platform as a Service (PaaS)

Este modelo está dirigido a desarrolladores de aplicaciones. El desarrollador utiliza un kit de desarrollo (Software Development Kit, SDK) para construir una aplicación que utiliza los múltiples servicios de la plataforma Cloud. Este es el caso de proveedores como Microsoft Azure, Google Cloud Platform ó Heroku entre otros. Sus principales características son:

- Herramientas de creación de interfaz de usuario basada en web para crear, modificar, probar y desplegar diferentes escenarios de interfaz de usuario.

- Construido en la escalabilidad del software implementado incluyendo balanceo de carga y conmutación por error.
- La integración con servicios web y bases de datos a través de normas comunes.
- Herramientas para gestionar la facturación y gestión de suscripciones.

Infrastructure as a Service (IaaS)

Este modelo está orientado a administradores de sistemas sysadmins (Buyya R., 2008). Con esta aproximación, el proveedor ofrece el acceso a recursos informáticos y de almacenamiento mediante un modelo de pago por uso. Existen muchos ejemplos de proveedores Cloud IaaS, como es el caso de Amazon Web Services, GoGrid, Rackspace o ElasticHosts. Entre sus principales características tenemos:

- Los recursos se distribuyen como un servicio.
- Permite el escalado dinámico.
- Tiene un costo variable, modelo de pago por uso.
- Por lo general incluye varios usuarios en una única pieza de hardware.

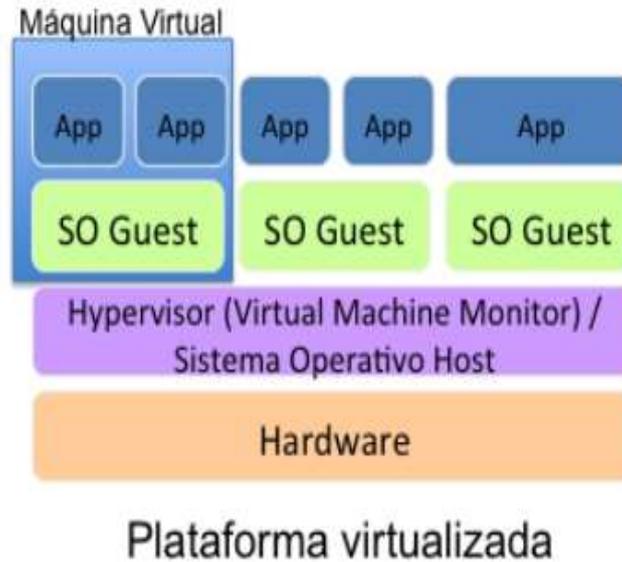
Virtualización

Para que las plataformas Cloud sean eficientes y con unos costes atractivos para los clientes que desean dar el salto a externalizar sus datos y almacenamiento, es importante considerar varios factores. En primer lugar, es importante considerar las economías de escala de los Datacenters (centros de datos), que por el hecho de realizar grandes inversiones en equipamiento y en redes, consiguen obtener importantes descuentos frente al coste que sufren otro tipo de organizaciones de tamaño más reducido.

Cloud Computing se apoya fundamentalmente en el uso de técnicas de virtualización para poder compartir un recurso hardware y ofrecerlo a múltiples clientes. Mediante virtualización es posible ejecutar múltiples máquinas virtuales sobre una misma máquina física. Una máquina virtual es la encapsulación de un Sistema Operativo junto con unas aplicaciones y un conjunto de datos, que puede ser ejecutada sobre un recurso físico con ayuda de un hipervisor

.ILUSTRACIÓN N° 10

Capas dentro de una plataforma Virtualizada



Fuente: <http://www.neuronet.cl/consultoria/virtualizacion/>, s.f.

La Ilustración N°10 resume las capas que aparecen al introducir la virtualización. Se observa que sobre el hardware se ejecuta un hipervisor (STATEN James, Septiembre 2012) junto con el sistema operativo anfitrión que se encarga de mediar entre las máquinas virtuales y el hardware.

Por encima del hipervisor se ejecutan las máquinas virtuales que contienen un SO (denominado invitado o guest) junto con unas aplicaciones y datos. Existen numerosos hipervisores pero los más relevantes actualmente son KVM (Kernel-based Virtual Machine), Xen y VMware, esto permite, por ejemplo, ejecutar varias máquinas virtuales GNU/Linux sobre una equipo físico cuyo sistema operativo anfitrión es Windows (y viceversa).

Ventajas de la Virtualización

A continuación se resumen algunas ventajas de la virtualización:

- Permite desacoplar la ejecución de aplicaciones del hardware subyacente. Una aplicación legacy (antigua) puede ejecutarse sobre la versión específica de SO que precisa, por encima de un hardware moderno.
- Permite incrementar la tasa de utilización del hardware, al ejecutar más máquinas virtuales sobre el mismo equipo físico.
- Reduce la necesidad de invertir en hardware y proporciona aislamiento entre aplicaciones.
- Es lo que se conoce como consolidación de servidores (server consolidation) de manera que una misma máquina física puede ejecutar varias máquinas virtuales donde cada una ellas realiza un servicio (servidor de correo, servidor de impresión, servidor web, etc.)

Plataformas de Cloud Computing

Grandes empresas (Microsoft, Google, Amazon entre otras) están creando soluciones para abordar los tres niveles de modelos de servicio del Cloud (IaaS, PaaS y SaaS). Aunque inicialmente sus productos pudieran estar catalogados en un nivel concreto, los avances en los desarrollos están provocando que amplíen sus gamas de soluciones Cloud para abarcar los diferentes niveles.

Entre las Plataformas Cloud más utilizadas tenemos:

Amazon Web Services (AWS)

Es el proveedor Cloud pionero y el que actualmente dispone de mayor cuota de mercado. Incluye servicios para el aprovisionamiento dinámico de capacidad de cómputo así como la gestión y almacenamiento eficiente de datos y el diseño escalable de aplicaciones en la nube mediante un modelo de pago por uso.

Generalmente se clasifica como un IaaS, pero también ofrece numerosos servicios que hacen que AWS pueda acercarse a nivel de PaaS.

El sin número de aplicaciones ha permitido que los usuarios opten por esta plataforma cloud, la facilidad del manejo de información y la escalabilidad de servicios permite que se mantenga dentro de los principales proveedores a nivel mundial. EL logotipo de Amazon Web se aprecia en la Ilustración N° 11.

ILUSTRACIÓN N° 11

Logotipo Amazon Web Services



Fuente: <http://aws.amazon.com/ec2/>, s.f.

Windows Azure

Es una plataforma Cloud de Microsoft. Permite el desarrollo de aplicaciones .NET alojadas que combinan web, bases de datos SQL, almacenamiento de ficheros, etc., sobre una infraestructura virtual basada en Windows. Aunque tradicionalmente se ha catalogado como PaaS, también permite el despliegue de máquinas virtuales (incluso basadas en GNU/Linux), por lo que también está abarcando funciones de IaaS, el logotipo de Windows Azure se aprecia en la Ilustración N° 12.

ILUSTRACIÓN N° 12

Logotipo Windows Azure



Fuente: <http://www.microsoft.com/windowsazure/windowsazure/>, s.f.

Openstack

Es una plataforma de tecnología de código abierto basado en el proyecto de infraestructura proporcionado por rackspace en conjunto con las NASA, de tal forma estandariza la nube evitando así el monopolio o privatización que ofrece las nubes de computación. La plataforma comprende básicamente del software que utiliza actualmente rackspace permitiendo a las organizaciones crear y ofrecer cloud computing.

Esta plataforma se compone de dos aspectos fundamentales: La computación y su almacenamiento. La Ilustración N° 13 muestra el logotipo de openstack.

ILUSTRACIÓN N° 13

Logotipo Openstack



Fuente: <https://en.wikipedia.org/wiki/OpenStack>, s.f.

Google Cloud Platform (GCP)

Dentro de GCP, Google App Engine es la solución PaaS de Google para crear y alojar aplicaciones web en la nube. Por su parte, Google Compute Engine es la solución IaaS de Google para desplegar máquinas virtuales sobre sus centros de datos. La Ilustración N° 14 muestra el logotipo de la plataforma Google Cloud.

ILUSTRACIÓN N° 14

Google Cloud Platform



Fuente: <http://www.averesystems.com/google-cloud-platform>, s.f.

Al final, los grandes proveedores Cloud buscan que sus clientes utilicen la gama de soluciones cloud propuesta por el proveedor, para que no tenga que depender de otros servicios externos. En este sentido, el cliente puede incurrir en vendor lock-in (Buyya R., 2008) si se enfrenta a dificultades para tratar de migrar su arquitectura de aplicación y los datos, desplegados en un proveedor, a un nuevo proveedor. Algunos proveedores tratan de facilitar el proceso de exportación de los datos de un usuario, para que pueda luego usar la información de manera local (o trasladarla a otro proveedor).

Este es el caso de Google TakeOut, que permite descargar los datos de usuario de más de 19 productos de Google. Más allá de los datos, que puede ser relativamente fácil extraerlos de un proveedor Cloud, el vendor lock-in se suele dar al ligar el diseño de una arquitectura de aplicación a los servicios que ofrece un determinado proveedor. Migrar una arquitectura de una aplicación en producción a un nuevo proveedor Cloud (por cuestiones económicas o de otro tipo) implica rediseñar la misma sobre la base de los servicios del nuevo proveedor Cloud. Otro ejemplo de riesgo es la quiebra o cierre de un determinado proveedor Cloud, así como las posibles interrupciones de servicio, que afectan a las aplicaciones por encima desarrolladas.

En cualquier caso, existen numerosas empresas que se ligan exclusivamente a una plataforma Cloud, como es el caso de NetFlix o Airbnb que usan exclusivamente la plataforma AWS y asumen (gestionan) los riesgos derivados de esa decisión (con infraestructuras tolerantes a fallos, replicación, etc.).

Siempre es mucho más fácil y operativo diseñar una aplicación sobre un determinado proveedor Cloud. Aun así, es posible mitigar el vendor lock-in siguiendo una serie de pautas:

- Usar múltiples proveedores Cloud para el diseño de una arquitectura de aplicación. Aunque complica el diseño de la aplicación, la posibilidad de aprovisionar recursos de forma independiente de ambos proveedores permite gestionar mejor los posibles fallos en un proveedor.
- Usar, en la medida de lo posible, servicios y herramientas independientes de los proveedores Cloud. Por ejemplo, el despliegue y configuración automática de recursos puede hacerse de forma automatizada en AWS con un servicio llamado Cloud Formation, pero se pueden usar herramientas externas (como Ansible) para realizar una funcionalidad similar, sobre otros muchos proveedores Cloud (evitando así el uso de herramientas exclusivas para un solo proveedor).

Valoración de servicios Cloud

Existen numerosos desafíos a los que se enfrentan las plataformas Cloud. A continuación se resumen los más relevantes:

Disponibilidad de servicio y data lock-in

Se espera que el proveedor de servicio esté disponible 24/7 para atender a los clientes, cuyo negocio puede depender en parte de la disponibilidad de la infraestructura virtual subcontratada al proveedor Cloud. Una caída en un proveedor puede afectar de forma muy negativa a la operación de múltiples clientes.

Privacidad de los datos y aspectos de seguridad

Los datos almacenados en la nube no tienen por qué estar cifrados. Esto implica que un administrador malicioso trabajando en las instalaciones del proveedor Cloud podría acceder a datos de sus clientes. Por otra parte, existen directivas de seguridad europeas que impiden el almacenamiento de datos sensibles fuera de las fronteras de la unión europea, salvo en países que cuentan con adecuados niveles de protección (como es el caso de las entidades estadounidenses que cumplen los principios de Puerto Seguro Safe Harbor (STATEN James, Septiembre 2012)). Por ello, es importante considerar los aspectos de seguridad en el diseño de la aplicación en la nube.

Prestaciones no deterministas

Por el hecho de usar hardware compartido, es posible que máquinas de un cliente que hagan un uso intensivo de recursos puedan afectar a las prestaciones de las máquinas virtuales de otro cliente que estén ejecutándose sobre el mismo hardware. Sin embargo, los proveedores Cloud implementan técnicas de separación de recursos, para evitar que este problema ocurra.

Almacenamiento distribuido

El aprovechamiento de las capacidades de distribución geográfica de los proveedores Cloud complica a menudo el diseño de las aplicaciones. Acercar los datos de la aplicación a los clientes (en el caso de clientes en cualquier parte del mundo) requiere una adecuada gestión de réplicas de la información así como un movimiento de datos cuidadoso entre las diferentes regiones utilizadas.

Escalabilidad, Interoperabilidad, Estandarización

La escalabilidad es la habilidad de una aplicación para auto-aprovisionar recursos de informática dinámica para satisfacer aumentos de carga de trabajo. Esto implica que una aplicación Cloud debe ser diseñada para que aproveche las características elásticas de la plataforma subyacente, así como facilitar la interoperabilidad con otras aplicaciones para por utilizar estándares. En el caso del Cloud por ejemplo para la descripción de imágenes de máquinas virtuales (OVF–Open Virtualization Format), para el acceso a datos (CDMI–Cloud Data Management Interface), para el despliegue de máquinas virtuales (OCCI –Open Cloud Computing Interface), entre otros.

Licencias de Software y compartición de reputación

La gestión de licencias de aplicaciones debe adaptarse a los esquemas de funcionamiento del Cloud. Debe ser posible desplegar diferentes máquinas virtuales con instancias de una aplicación comercial donde la licencia contemple el uso de múltiples nodos. Además, algunas empresas como Microsoft, Oracle e IBM permite el uso de licencias de software para ejecutar aplicaciones tradicionalmente ejecutadas en un equipo físico en la nube es lo que se conoce como BYOL (Bring Your Own License).

Compartición de reputación

Este es un aspecto serio ya que el proveedor está cediendo el uso de parte de su infraestructura a un cliente externo. Si un usuario malicioso usa la infraestructura de un proveedor de Cloud público para un acto delictivo (como por ejemplo mandar spam/correos electrónicos de forma masiva), los receptores verán que el abuso proviene desde la infraestructura del proveedor.

SLA (Service Level Agreement)

Otro aspecto a considerar son los acuerdos de nivel de servicio (SLA–Service Level Agreement) que ofrecen los proveedores de Cloud públicos a sus clientes. Un SLA es un documento donde el proveedor delimita las garantías que ofrece a sus clientes, incluyen las compensaciones que perciben los clientes en caso de interrupciones del servicio.

Estándares

La estandarización ayuda a la adopción de una tecnología y el Cloud no es ajeno a esta realidad. Por ello, existen numerosos organismos internacionales dedicados a la creación de estándares en numerosos ámbitos del Cloud. De hecho, uno de los principales riesgos es la existencia de diversos estándares que persiguen el mismo objetivo, perdiendo así las ventajas de un único estándar. A continuación se resumen algunos estándares relacionados con el Cloud.

- OVF (Open Virtualization Format), estándar del DMTF descripción de imágenes de máquinas virtuales.
- CIMI (Cloud Infrastructure Management Interface), estándar del DMTF define un modelo lógico para la gestión de recursos en proveedores de tipo IaaS.
- CDMI (Cloud Data Management Interface), estándar de SNIA Gestión de datos en el Cloud.
- OCCl (Open Cloud Computing Interface), estándar del OGF Gestión de recursos en proveedores de tipo IaaS.

Desventajas de Cloud Computing

La computación en nube sin duda ha beneficiado a muchas empresas al reducir los costos sustancialmente, permitiendo así desvincularse de cualquier tipo de gestión de equipos y problemas de infraestructura. Pero, aún existen diversas desventajas de Cloud Computing especialmente en lo relativo a dependencia de servicios, que se deben considerar antes de proponer una migración.

Dependencia de conexión

La computación en nube hace dependiente a una empresa en la fiabilidad de su conexión a Internet. Si este servicio sufre de frecuentes cortes o velocidades lentas la computación en nube puede no ser adecuado para un negocio. Otro aspecto a considerar es el grado de dependencia, incluso los proveedores de servicios de computación en nube más fiables sufren caídas de servidores, como lo sucedido el 20 de mayo del 2015 Apple iCloud tenía un corte de siete horas que afectó a correo electrónico y otros servicios en la nube como iCloud Drive.

Seguridad de Información

La computación en la nube significa la informática de Internet . Por lo que no es conveniente utilizar aplicaciones de cloud computing con información delicada o confidencial. Diversas plataformas cloud han hecho grandes esfuerzos para promover la idea de que poseen los sistemas de seguridad más sofisticados posibles, ya que quieren su negocio sea confiable y llamativo; sin embargo su credibilidad en este sentido ha sufrido mucho como consecuencia de escándalos de espionaje en la NASA.

Dependencia de un proveedor

Aunque los proveedores de servicios en la nube prometen que será flexible para usar e integrar, el cambio de servicios es algo que no ha evolucionado todavía por completo. Las organizaciones pueden tener dificultades para migrar sus servicios de un proveedor a otro. Acoger e integrar aplicaciones en la nube actuales en otra plataforma puede arrojar problemas de interoperabilidad y de asistencia técnica. Por ejemplo, las aplicaciones desarrolladas en el marco de desarrollo de Microsoft (.Net) podrían no funcionar correctamente en la plataforma Linux.

Control Limitado

Dado que la infraestructura, gestión y supervisión de la nube es propiedad del proveedor en su totalidad, solo se transfiere el control mínimo al cliente. Es decir sólo puede controlar y gestionar las aplicaciones, datos y servicios operados por encima de eso, no la propia infraestructura de backend, tampoco tareas administrativas clave, tales como el acceso shell del servidor, actualización y gestión de firmware etc.

Costos de transferencia de datos

Si un negocio consiste en la transferencia de grandes cantidades de datos, hay que tener en cuenta que durante la transferencia de los mismos a la nube (de entrada) son gratuitos, pero las transferencias de datos de salida sobre la asignación básica mensual se pagan en una base por GB. Si las necesidades del negocio incluyen la descarga de mercancías en grandes cantidades de datos o el almacenamiento y uso de recursos, los costes adicionales pueden sumar de manera muy excesiva.

Afortunadamente, la computación en nube es un negocio muy competitivo y los costos están disminuyendo en general, a fin de comprobar los precios actuales.

Uso bajo demanda

La mayoría de proveedores de servicios cloud cuentan con diversos paquetes de servicios a los que se pueden acceder de acuerdo a un plan de tiempo de uso, puede ser mensual, anual o bajo demanda. Si se va a utilizar recursos por pocas horas es posible que cuesten el doble o el triple de que lo valdría al reservar recursos por un año, por esta razón la dependencia de un solo proveedor se hace frecuente por este tipo de planes a largo plazo.

RESULTADOS

ANÁLISIS DE SERVICIOS E INFRESTRUCTURA DE RED ACTUAL DE LA COOPERATIVA SAN ALFONSO

La cooperativa San Alfonso Ltda. Se ha visto en la necesidad de migrar sus servicios a la nube, principalmente para cuidar la integridad de la información personal y financiera de sus clientes,

así como también buscar una solución viable y escalable con proyección a futuro para sus potenciales usuarios que crecen año tras año.

Al plantear un modelo Cloud Computing se hace necesario conocer requisitos de red e infraestructura por lo que se ha elaborado una entrevista dirigida al Ing. Diego Sánchez encargado del departamento de Redes y Sistemas de la Cooperativa y también la observación de campo realizada por el Autores.

Se analizó la infraestructura física e inalámbrica de las tres sucursales de la Cooperativa, todos estos datos obtenidos servirán de base para el dimensionamiento de IaaS que se utilizará con el proveedor Cloud Computing proporcionando características relevantes a tomar en cuenta dentro del diseño.

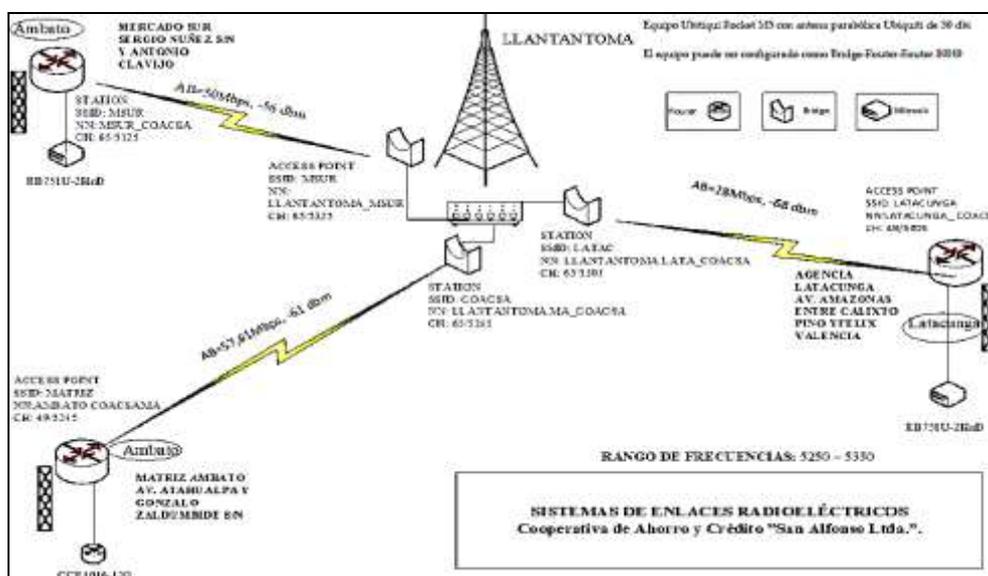
Estructura física de la red inalámbrica

La Cooperativa de Ahorro y Crédito San Alfonso está constituida por tres sucursales ubicadas en la provincia de Tungurahua y Cotopaxi respectivamente. La matriz principal y una secundaria se encuentran ubicadas en la ciudad de Ambato, mientras que la restante se encuentra funcionando en la ciudad de Latacunga.

El sistema de comunicaciones inalámbrico está constituido por conexiones punto a punto trabajando en la banda de frecuencias de 5250-5350 MHz y su repetidora está ubicada en el cerro Llantantoma, como se aprecia en la Ilustración N° 15.

ILUSTRACIÓN N° 15

Red inalámbrica de la Cooperativa San Alfonso



Fuente: Cooperativa de Ahorro y Crédito San Alfonso Ltda.

De acuerdo al sistema de comunicación inalámbrico se tienen tres puntos de enlace configurados con el modo de operación (Access point o estación) de cada tarjeta Mikrotik RouterOS, el detalle del rango de frecuencias, anchos de banda y potencias de Rx se muestran a continuación en la tabla 4.1.

Tabla N° 1

Rango de Frecuencias y ancho de banda del enlace inalámbrico

| Ubicación | Recepción (Rx) | Ancho de banda (Mbps) | Rango de frecuencias |
|---------------------------|----------------|-----------------------|----------------------|
| Llantantoma – Matriz | -56 dBm | 50 Mbps | 5250 a 5350 Mbps |
| Llantantoma – Latacunga | -66 dBm | 28 Mbps | 5250 a 5350 Mbps |
| Llantantoma – Mercado Sur | -63 dBm | 57,6 Mbps | 5250 a 5350 Mbps |

Elaborado por: Autores

Estructura de Comunicaciones

Matriz Ambato

Se encuentra ubicada en el redondel de Huachi Chico en las calles Atahualpa y Gonzalo Zaldumbide, a continuación en la figura 4.2 observa la fachada principal de acceso a las instalaciones.

ILUSTRACIÓN N° 16

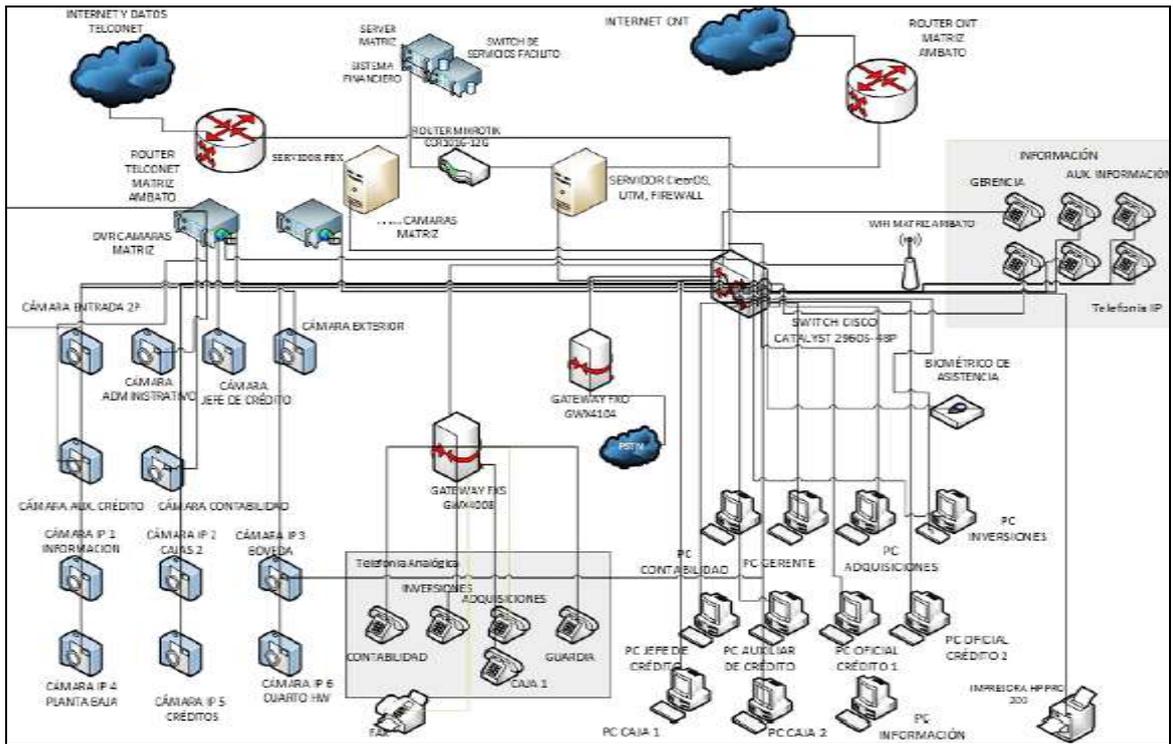
Agencia Matriz de la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Alfonso



Fuente: Autores

ILUSTRACIÓN N° 17

Estructura de Comunicaciones de la Matriz Ambato



Fuente: Cooperativa de Ahorro y Crédito San Alfonso Ltda

Equipos en la Matriz principal Ambato

La figura 4.3 muestra el esquema de red de la matriz principal ubicada en Ambato, posee la mayor cantidad de servidores y los equipos utilizados se detallan a continuación en la tabla 4.2

Tabla N° 2

Lista de Equipos en la Matriz Ambato

| Equipo | Marca | Modelo |
|--------------------|-------------|--|
| Router | Mikrotik | CCR1016-12G |
| Router | Cisco | Cisco 800 Router |
| Switch | Cisco | Catalyst 2960S-48P |
| Radio Wifi | Ubiquiti | Rocket M5 |
| Gateway de Voz | Grandstream | GWX4104, Gateway FXO |
| Gateway de Voz | Grandstream | GWX4008, Gateway FXS |
| Gateway de Voz | OpenVox | VS-GGU-E2M0400, Base GSM:850 Mhz |
| ATA | Grandstream | HT502, ATA FXS Doble |
| Modem ADSL | Dlink | Dlink (Internet CNT) |
| Router Inalámbrico | Mikrotik | RB751U-2HnD |
| NVR 8CH | Hikvision | NVR DS-7608NI-SE, 8 Cámaras IP, Disco duro 4TB |
| DVR 8CH | Hikvision | DVR DS-7208HVI-S, 8 Cámaras Analógicas, Disco duro 2TB |
| UPS | Tripp Lite | Tripp Lite Smart Online 6KVA doble conversión. |
| Rack | Beaucoup | Rack de armario cerrado |

Elaborado por: Autores

Matriz Latacunga

Ubicada en la Avenida Amazonas entre Calixto Pino y Félix Valencia, a continuación en la figura 4.4 se observa la fachada de ingreso a las instalaciones.

ILUSTRACIÓN N°18

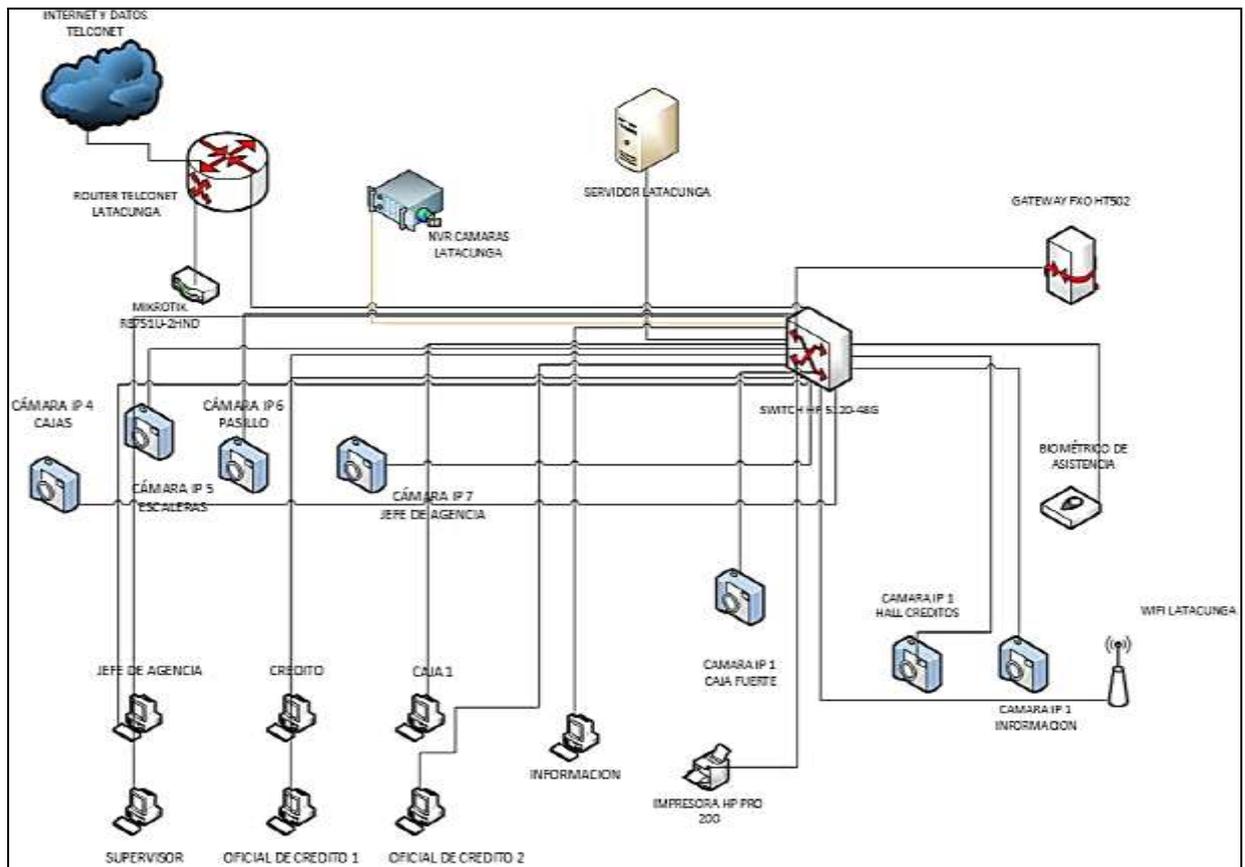
Sucursal Latacunga Cooperativa de Ahorro y Crédito San Alfonso



Elaborado por: Autores

ILUSTRACIÓN N°19

Estructura de Comunicaciones Sucursal Latacunga Cooperativa San Alfonso



Fuente: Cooperativa de Ahorro y Crédito San Alfonso

Equipos en la Sucursal Latacunga

La figura 4.5 muestra el esquema de red de la matriz Latacunga, se observa los servidores y los equipos utilizados se detallan a continuación en la tabla 4.3.

Tabla N° 3

Lista de Equipos en la Sucursal Latacunga

| Equipo | Marca | Modelo |
|--------------------|-------------|--|
| Router | Cisco | Cisco 800 Router |
| Switch | HP | HP 5120-48G |
| Radio Wifi | Ubiquiti | Rocket M5 |
| ATA | Grandstream | HT502, ATA FXS Doble |
| ATA | Grandstream | HT286, ATA 1FXS |
| Router Inalámbrico | Mikrotik | RB751U-2HnD |
| NVR 8CH | Hikvision | NVR DS-7608NI-SE, 8 Cámaras IP, Disco duro 4TB |
| Rack | Beaucoup | Rack de armario cerrado |

Elaborado por: Autores

Sucursal Ambato Mercado Sur

Ubicada en Ambato, Calles Barcelona entre Santa Cruz de Tenerife y Sergio Núñez es una de las sucursales más pequeñas generalmente los usuarios la utilizan para el pago de servicios básicos, a continuación en la figura 4.6 se observa la fachada de acceso principal.

ILUSTRACIÓN N°20

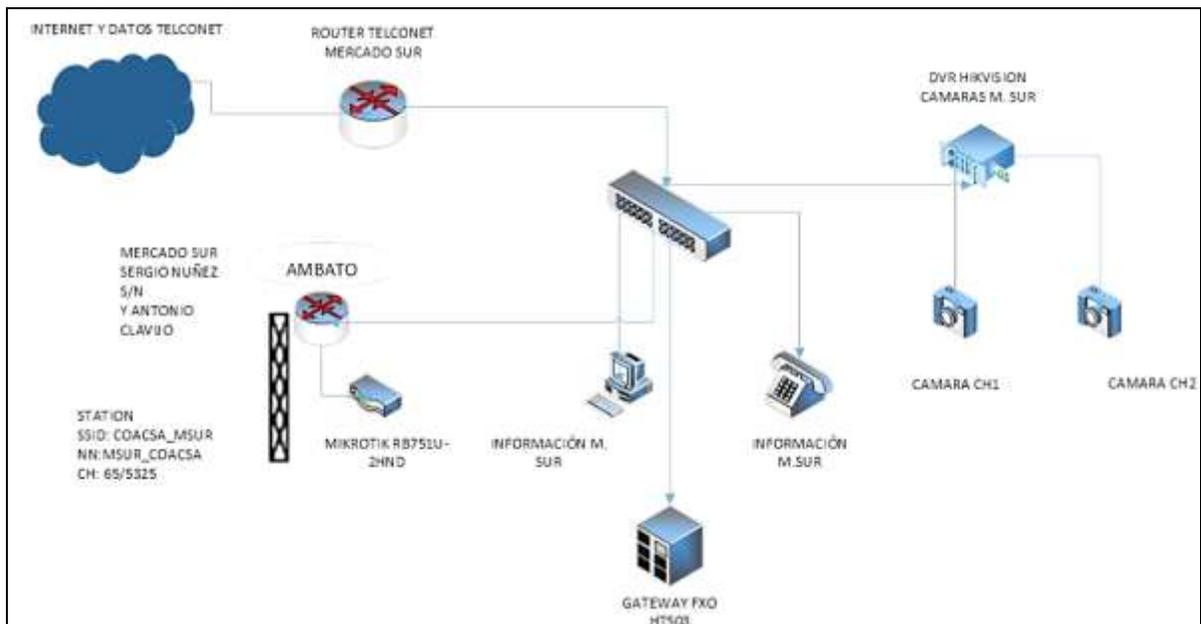
Sucursal Ambato Mercado Sur Cooperativa San Alfonso



Elaborado por: Autores

ILUSTRACIÓN N° 21

Estructura de Comunicaciones Sucursal Ambato Mercado Sur



Fuente: Cooperativa de Ahorro y Crédito San Alfonso

Equipos en la Sucursal Ambato Mercado Sur

La figura 4.7 muestra el esquema de red de la sucursal Mercado Sur, se observa los servidores y los equipos utilizados se detallan a continuación en la tabla 4.4.

Tabla N° 4

Lista de Equipos en la Sucursal Ambato Mercado Sur

| Equipo | Marca | Modelo |
|--------------------|-------------|--|
| Router | Cisco | Cisco 800 Router |
| Switch | Dlink | Des-1008 ^a |
| Radio Wifi | Ubiquiti | Rocket M5 |
| ATA | Grandstream | HT503, ATA 1FXS/1FXSO |
| Router Inalámbrico | Mikrotik | RB751U-2HnD |
| DVR 4CH | Hikvision | DVR DS-7204HVI-S, 4 Cámaras Analógicas, Disco duro 2TB |
| Rack | Beaucoup | Rack de pared cerrado |

Elaborado por: Autores

Servidores

De acuerdo al esquema general de las tres sucursales la cooperativa cuenta con 8 servidores que se detallan a continuación en la figura 4.8:

- ✓ Servidor de Correo Electrónico

- ✓ Servidor de Telefonía (Elastix)
- ✓ Servidor de Base de datos
- ✓ Servidor de Archivos
- ✓ Servidor de Aplicaciones Web
- ✓ Servidor UTM
- ✓ Servidor Financiero (Financial Business)

ILUSTRACIÓN N° 22

Servidores de la cooperativa San Alfonso



Fuente: Autores

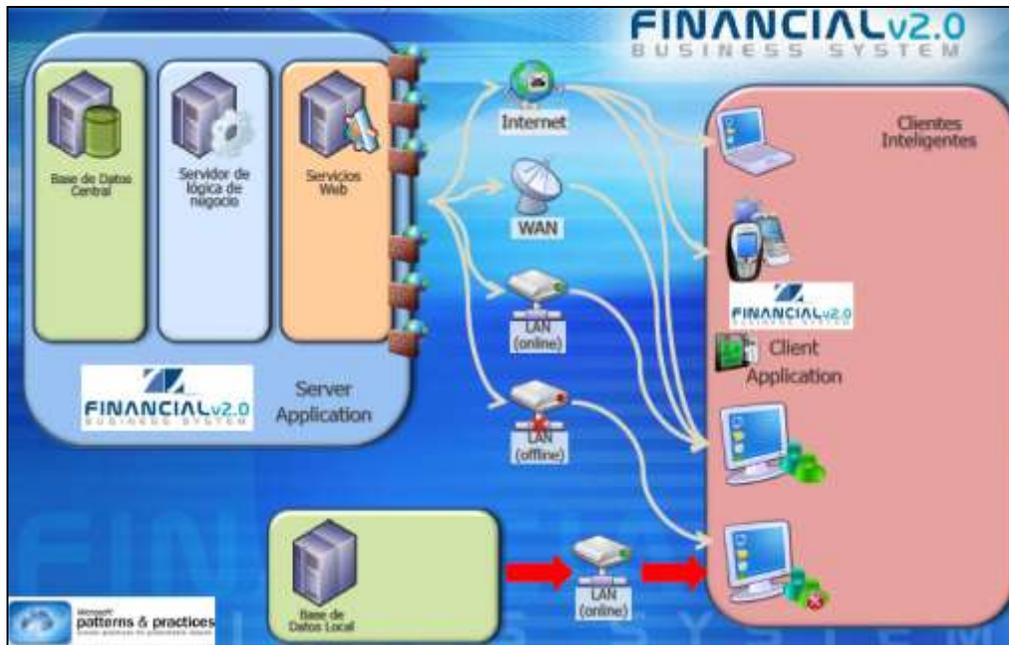
Servidor Financiero

Financial Business es una herramienta informática de tecnología avanzada que lidera el mercado Ecuatoriano, basada en una arquitectura orientada a Servicios es decir todas las funciones se definen como servicios independientes con interfaces invocables bien definidas, que pueden ser llamadas en secuencias definidas para formar procesos de negocios. Desarrollado en Visual Studio 2008-2010, Multi base de Datos (SQL Server 2005/2008/2012, Oracle 10g, Oracle 11g, DB2, Sybase).

Es una programa completamente parametrizable, genera Pistas de Auditoría configurables y de varios niveles, soporta todo el ciclo de operaciones de una Institución Financiera, Cooperativa o Micro financiera.

ILUSTRACIÓN N° 23

Arquitectura de Financial Business System



Fuente: <https://www.sifizsoft.com/financial-business-system>, s.f.

La Arquitectura de Financial Business que se aprecia en la figura 4.9 servirá como referente para el diseño de la infraestructura que se utilizará al migrar los servidores que forman parte del sistemas financiero de la cooperativa San Alfonso.

CONCLUSIONES

- ✓ La publicidad de la mayoría de proveedores hace pensar que sería muy conveniente migrar todos los servicios de una institución de forma inmediata. Para nuestra investigación se tomaron en cuenta diversos parámetros desglosados en el análisis planificación y diseño buscando siempre optimizar recursos, en todo caso la comprobación de la funcionalidad y factibilidad del proyecto se realizó de manera exitosa, y la decisión de la inversión dependerá de los directivos de la institución financiera.
- ✓ Se estableció un conjunto de parámetros en común entre los principales proveedores de servicios cloud existentes en el mercado, un análisis comparativo como estrategia de selección con las características más relevantes de cada uno de ellos permitió determinar cuál sería el indicado para nuestro proyecto, aprovechando así las ventajas que nos ofrecen desde un punto de vista comercial y funcional.
- ✓ Se realizó un análisis de la red e infraestructura física de la Cooperativa, permitiéndonos obtener datos importantes como el ancho de banda de los tres puntos de enlace del sistema de comunicación inalámbrico, además de analizar los equipos existentes en cada una de las agencias se determinó la cantidad de servidores y las características de Financial business 2.0 para su posterior migración y diseño de la arquitectura IaaS.

BIBLIOGRAFÍA

Buyya R., Y. C. (2008). Market-oriented cloud computing.

Fuente: Cloud Computing principales paradigmas. (2011). En Buyya.

Fuente: <http://aws.amazon.com/ec2/>. (s.f.).

Fuente: <http://aws.amazon.com/whitepapers/>. (s.f.).

Fuente: <http://blogs.cisco.com/security/penetration-testing-in-the-cloud/>. (s.f.).

Fuente: <http://www.comusoft.com/aspectos-juridicos-del-cloud-computing>. (s.f.).

Fuente: <http://www.microsoft.com/windowsazure/windowsazure/>. (s.f.).

Fuente: <http://aunclicdelastic.blogthinkbig.com/casos-de-uso-de-cloud-computing/>. (s.f.).

Fuente: http://blog.soreygarcia.me/2014_03_01_archive.html. (s.f.).

Fuente: <http://cloudacademy.com/blog/aws-cloudwatch-monitoring/>. (s.f.).

Fuente: <http://docs.aws.amazon.com/AmazonVPC/latest/GettingStartedGuide/ExerciseOverview.html>. (s.f.).

Fuente: <http://outsourcando.blogspot.com/2011/05/jornada-clud-computing-en-esic-madrid.html>. (s.f.).

Fuente: <http://www.averesystems.com/google-cloud-platform>. (s.f.).

Fuente: http://www.cse.hut.fi/en/publications/B/5/papers/Maenpaa_final.pdf. (s.f.).

Fuente: <http://www.ijsrp.org/research-paper-0714/ijsrp-p3128.pdf>. (s.f.).

Fuente: <http://www.labelgrup.com/content/20-plataforma-saas>. (s.f.).

Fuente: <http://www.neuronet.cl/consultoria/virtualizacion/>. (s.f.).

Fuente: http://www.w3ii.com/es/cloud_computing/cloud_computing_quick_guide.html. (s.f.).

Fuente: <https://aws.amazon.com/es/about-aws/global-infrastructure/>. (s.f.).

Fuente: <https://aws.amazon.com/es/ec2/pricing/>. (s.f.).

Fuente: <https://aws.amazon.com/es/s3/pricing/>. (s.f.).

Fuente: <https://cloud.google.com/appengine/>. (s.f.).

Fuente: https://cloud.google.com/files/articles/google-cloud_technical-article_overview-of-storage-options.pdf. (s.f.).

Fuente:https://s3.amazonaws.com/awspsworkshop/01_DAY1_Introduction. (s.f.).

Fuente:<https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2G2O5FC&ct=150519>. (s.f.).

Fuente:<https://www.sifizsoft.com/financiam-business-system>. (s.f.).

<http://docs.aws.amazon.com/AmazonVPC/latest/GettingStartedGuide/ExerciseOverview.html>. (s.f.).

http://www.cloud-council.org/Cloud_Computing_Use_Cases_Whitepaper-4_0.pdf. (s.f.).

<https://cualquiercosadetecnologia.wordpress.com/2014/05/01/que-es-throughput-redes-cualquiercosatecno/>. (s.f.).

<https://cualquiercosadetecnologia.wordpress.com/2014/05/01/que-es-throughput-redes-cualquiercosatecno/>. (s.f.).

<https://en.wikipedia.org/wiki/OpenStack>. (s.f.).

https://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz_de_programaci%C3%B3n_de_aplicaciones. (s.f.).

Mell, P. &. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing. NIST Special Publication*. Obtenido de <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800>.

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del Software*. Madrid.

STATEN James. (Septiembre 2012). "Is cloud computing ready for the enterprise?". En F. Research.

Technology, N. I. (2012, Agosto). Obtenido de <http://www.nist.gov/itl/csd/>.