

Un acercamiento al estado del arte en Cloud Computing

An Approach to the state of art in Cloud Computing

Jaider Ospina Navas*

Fecha de recepción: 5 de abril de 2013

Fecha de aceptación: 5 de mayo de 2013

Resumen

Cloud Computing se vale del core de internet para ofrecer recursos software y hardware, a una gran gamma de usuarios finales, desde organizaciones internacionales hasta personas del “común”. En este sentido y dada su propuesta de un modelo de gestión tecnológica que cambia la forma tradicional en el aprovisionamiento y despliegue de infraestructura de redes y recursos hardware y software; hacia una nueva visión que los convierte en servicios, cloud computing se ha posicionado en el mundo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC’s como un nuevo paradigma que parece anunciar una larga estadía.

El objetivo principal de este paper se centra en el acercamiento al estado del arte de esta tecnología en constante versión beta; de manera que permita ser el preámbulo a la alquimia necesaria para poner la ciencia al servicio del ser humano.

En la primera sección se realiza un abrebocas de las diferentes visiones de lo que se define como cloud computing. En la sección dos se aborda la definición de la Computación en nube, tipos y características. La sección tres, se centra en el conceso existente en la definición de tres capas fundamentales: el Software como Servicio (SaaS), la Plataforma como Servicio (PaaS) y la Infraestructura como Servicio (IaaS).

1 Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: jospinan@udistrital.edu-co

En la cuarta sección, proveedores de la nube, se mencionan las plataformas más representativas y los niveles de madurez que se consideran en estas organizaciones. La quinta parte recoge aspectos regulatorios reinantes en Colombia en materia de la TIC's.

Finalmente se presentan las conclusiones arrojadas del trabajo de investigación y el trabajo futuro.

Palabras clave: Grid Computing, PaaS, Virtualización, SaaS, IaaS, sistemas distribuidos.

Abstract

Cloud computing uses the Internet to deliver core software and hardware resources, to a large gamma of end users, from international organizations to persons of "common". In this regard and given his proposal for a technological management model changes the traditional way in the provision and deployment of network infrastructure and hardware and software resources, towards a new vision that makes services, cloud computing has positioned itself in the world of Information Technology and Communication ICT as a new paradigm which seems to announce a long stay.

The main objective of this paper focuses on the approach to the state of the art of this technology in beta constant, so that allows it to be the preamble to the alchemy needed to put science at the service of mankind.

The first section offers a appetizer of different views of what is defined as cloud computing. Section two deals with the definition of Cloud Computing, types and characteristics. Section three focuses on the existing concessive in the definition of three basic layers: Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS) and infrastructure as In-Service (IaaS).

The fourth section, the cloud providers are mentioned most representative platforms and maturity levels considered in these organizations. The fifth part contains prevailing regulatory aspects Colombia on ICT `s.

Finally, we present the conclusions drawn from the research work and future work.

Key words: Grid Computing, PaaS, Virtualization, SaaS, IaaS, distributed systems.

1. Introducción

En tiempos en que la ruptura de las fronteras parece desaparecer en todos sus ámbitos, tecnologías como la grid computing y el cloud computing son las llamadas a hacer realidad esta visión en el marco de la era de la información, acceso al conocimiento y olas de vertientes tecnológicas.

Para referirse a Cloud Computing la literatura acuña diferentes connotaciones, entre las cuales se podrían citar:

Cisco Systems Inc. quien la define como:

- “Recursos de TI que se abstraen de la infraestructura subyacente y se brindan bajo demanda y a escala en un entorno multiusuario” [1].

El Instituto Nacional para la Estandarización y Tecnología de los Estados Unidos de Norte América (NIST):

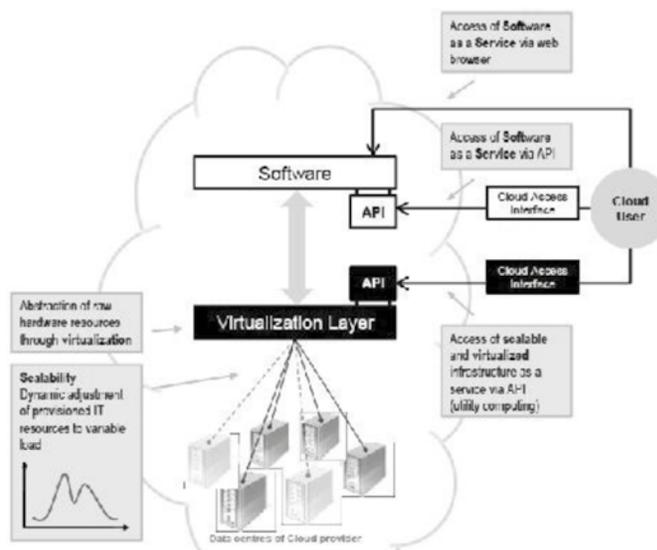
- “Cloud Computing es un modelo para habilitar el acceso a un conjunto de servicios computacionales (e.g. Redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) de manera conveniente y por demanda, que pueden ser rápidamente aprovisionados y liberados con un esfuerzo administrativo y una interacción con el proveedor del servicio mínimos” [2].

T. Vengattaraman, P. Dhavachelvan y R. Baskaran:

- “Cloud computing es una evolución del paradigma de la computación distribuida que permite gran flexibilidad y escalabilidad en la oferta de servicios” [3]

Finalmente la salomónica definición de Katarina StanoevskaSlabeva y Thomas Wozniak [4] quienes recogen a diferentes autores, figura 1.

Figura 1. Características Cloud Computing[4]



Fuente: elaboración propia.

Este paper realiza un “acercamiento”, al estado del arte en cloud computing. Se habla de un “acercamiento” debido a la dinámica observada en materia de las TI, que se caracteriza por una permanente evolución; lo que ha llevado a varios autores hablar de un estado de “beta permanente”[5] en materia de Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones (TIC).

El paradigma de cloud computing hace posible el acceso a los recursos demandados por las TI de manera elástica y solventando los habituales “cuellos de botella” consecuencia de desfases entre la infraestructura, plataforma y el servicio (software), permitiendo un nivel de abstracción que optimiza el uso de la tecnología.

Pero no todo es color de rosa! y a pesar de una abrumadora inundación del mercado y de que los más grandes empresas del sector [6] [7] [8] [9] [10] han orientado su visión hacia este horizonte, existen grandes opositores como el fundador de la Free Software Foundation y el Proyecto GNU, Richard Stallman [11], quien la califica a cloud computing como una “trampa” de empresas como google, con el fin crear dependencia entre los usuarios y expresa además que el uso de programas basados en web como Gmail de Google es “peor que la estupidez”.

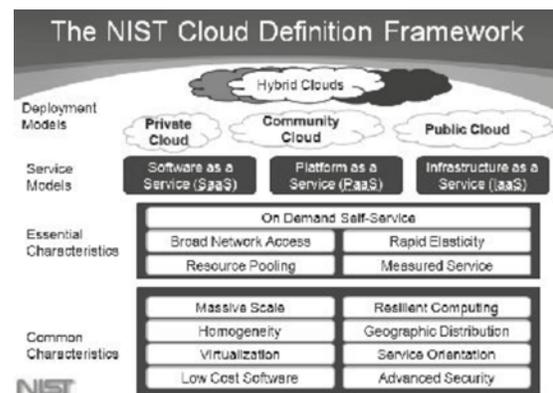
Este documento abordará primeramente la definición de la Computación en nube, los tipos existentes y su desarrollos de mayor impacto. La sección dos, Arquitectura de capas de la Computación en Nube, se centra en el conceso existente en la definición de tres capas fundamentales: el Software como Servicio (SaaS), la Plataforma como Servicio (PaaS) y la Infraestructura como Servicio (IaaS).

2. Cloud Computing, nuevo paradigma en TI

Como ya se comentó definir Cloud Computing o Computación en nube como lo recomienda la Fundación del Español Urgente (Fundéu BBVA) [12] y al cual se hará aquí alusión como la Nube, implica recoger la interpretación de diferentes autores que en mayor o menor medida conducen hacia la definición de un nuevo paradigma tecnológico, económico y social, producto de una era en que el internet ha pasado a concebirse como el “internet de las cosas”[13] dada la inmensa multitud de dispositivos que hacen posible la interacción con esta. Escenarios donde un usuario con dispositivos como un PC, PDA, Smartphone o cualquier dispositivo del futuro, un browser y una conexión a Internet, son los potenciales usuarios de la Computación en Nube[14].

La definición de mayor aceptación mundial, citada anteriormente en este documento es la dada por la NIST, la cual se encuentra recogida en el marco representado por la siguiente figura.

Figura 2. Framework definido por la NIST[2]



Fuente: elaboración propia.

2.1. Tipos de Nubes

Del anterior framework se desprenden cuatro tipos de nubes [2].

2.1.1. Nubes públicas

Se trata de un proveedor de servicios que ofrece su infraestructura al público o sectores particulares mediante diferentes APIs (application programming interface), los cuales sirven para gestionar los recursos por parte del cliente. Esta asignación se efectúa de manera dinámica y autónoma por los usuarios a través de las APIs y el proveedor cobra en función de su uso. Como ejemplo tómesese Google y Amazon.

“Estos servicios se ofrecen usualmente con “convención sobre configuración,” lo cual significa que se entregan con la idea de adaptar los casos de uso más comunes. Otro punto a tener en cuenta es que debido a que los consumidores tienen poco control sobre la infraestructura, los procesos que requieren un alto nivel de seguridad y el cumplimiento con normas establecidas no siempre se adaptan bien a las nubes públicas” [16].

2.1.2. Nubes privadas

Este tipo de nube está orientado a prestar un servicio exclusivo a una organización con características similares a las de una nube pública. Su administración puede ser realizada por la misma organización o un tercero.

En [17] se refieren a las nubes privadas como entornos altamente virtualizados del centro de datos ubicado dentro del firewall de la empresa.

De la combinación de las anteriores, resultan dos tipos de nubes, nubes híbridas y federaciones de nube [4].

2.1.3. Nubes comunitarias

Este tipo de nube posee una infraestructura compartida por diferentes organizaciones y está orientada a servir a un tipo de comunidad específica de acuerdo a sus intereses comunes. Su gestión puede ser realizada por las organizaciones o por un tercero.

2.1.4. Nubes híbridas

Son el resultado del uso común de características de las dos primeras, mediante la combinación de servicios que pertenecen al dominio público y otros de uso privativo.

Esta alternativa resulta atractiva para los sectores que desean independencia en su nube, pero sin privarse de la posibilidad de escalabilidad ofrecida por la nube pública. De esta manera, las empresas pueden beneficiarse de la escalabilidad de TI ofrecidos por proveedores externos de Cloud manteniendo aplicaciones específicas dentro del firewall de la empresa [4] y consiguiendo un “control” que redunde en mejores niveles de seguridad.

Como ejemplo de este tipo de nube se tiene el cloud bursting, concebida para realizar balanceo de carga entre nube al llegar una de ellas a su máxima capacidad.

2.1.5. Federación de nubes

Este tipo de nube es una colección de nubes individuales que pueden interactuar entre sí, es decir, intercambian datos y recursos informáticos a través de interfaces definidas. Las nubes poseen independencia, pero puede interoperar con otras nubes de la federación a través de interfaces estándar.

Actualmente no existe una normatividad que regule la comunicación entre diferentes nubes, pero existen alternativas que tratan

de desarrollar una norma común, liderada por el Grupo de Trabajo Open Cloud Computing Interfaz (<http://www.occi-wg.org/>) del Open Grid Forum.

2.2. Características de la computación en nube

- Repositorios de recursos: la nube se presenta al usuario final (cliente) como un repositorio de recursos hardware y software que se brindan a este como un servicio, el cual es aprovechado bajo la figura de multinencia.
- Auto-servicio por demanda: el empleo de los servicios puede ser desplegado en cualquier momento por el cliente sin intervención del proveedor de la nube. Estos servicios abarcan desde recursos de red, capacidad computacional, almacenamiento, recursos software, entre otros. El pago está sujeto al tiempo de uso del servicio.
- Acceso ubicuo a la red: los servicios están desplegados en la nube y son accesibles desde cualquier dispositivo (iphone, celulares, portátiles, etc), con acceso a la red [19].
- Elasticidad: la elasticidad o flexibilidad se refiere a la capacidad de la nube en escalamiento en la atención de las necesidades del cliente, de manera eficiente y oportuna tanto el aumento como la disminución de estas.
- Servicio medido: se definen métricas que permiten la cuantificación del uso de recursos, tanto para el aspecto tradicional de administración como para la facturación de los servicios (NIST, 2009) [19].
- Alta Virtualización: la tecnología de virtualización [20] representa el pilar de la computación en nube. Esta permite a los servidores, dispositivos de almacenamiento y otros tipos de recursos, ser tratados como un conjunto de servicios

que se pueden usar por demanda [21]. La computación en nube representa una evolución en el despliegue y uso de la virtualización [22]. Mediante la encapsulación de recursos físicos, la virtualización soluciona aspectos como. Algunos de los más representativos de la computación en nube son:

- Índices de uso mayores: a través de la virtualización, las cargas de trabajo pueden ser encapsuladas y transferidas a los sistemas inactivos o con poca carga, lo que redundaría en mejores indicadores de uso de los recursos.
- Consolidación de recursos: consolidación de la arquitectura de sistemas, infraestructura de aplicaciones, bases de datos, interfaces, redes, equipos de escritorio e incluso los procesos de negocio, con el consiguiente ahorro de costes y aumento de la eficiencia.
- Ahorro energético: consecuencia directa de tener una máquina corriendo varios servidores virtualizados que de no estarlo requerirían de consumo de energía por cada servidor físico.

Finalmente y por citar algunas más de sus bondades, fácil recuperación de desastres, entornos de pruebas "seguros" y costos de operación reducidos.

2.3. Alta disponibilidad

El término alta disponibilidad (HA) se emplea para indicar sistemas redundantes capaces de resistir la caída de cualquiera de los elementos que componen el sistema, mediante la identificación y eliminación de SPOF's (Single Point Of Failure). La nube rinda esta característica mediante balanceo de carga,

redundancia en infraestructura y aplicaciones, enmarcadas en esquemas de recuperación de desastres [23].

En opinión de AT&T [24] [25] [26] la industria de TI busca los siguientes atributos:

- Proveedores de robustos
- Capacidad de ventas empresariales
- Ciclo de vida de servicio y soporte, definidos
- Operaciones a escala fiables
- Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA)
- Portafolios de servicios amplios
- Integración de hosting y servicios de red
- Cooperación en la distribución de funciones

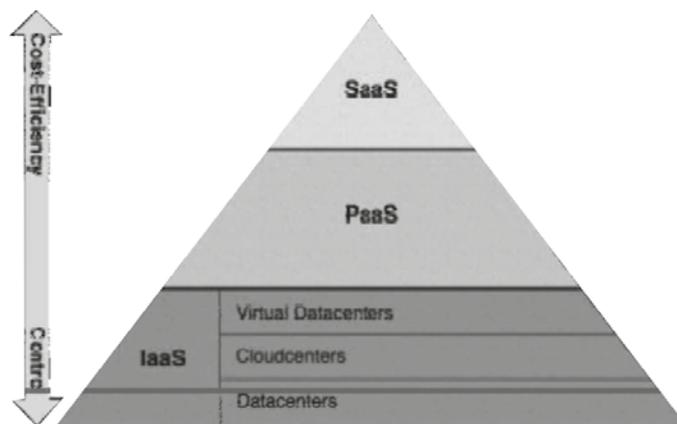
- Ruteo basado en políticas
- Configuración personalizable

Estas características se encuentran contenidas en la lógica del negocio planteada por la computación en nube.

3. Modelos de servicios

Dependiendo del tipo de servicio se distinguen tres capas en el mundo de la nube, el software como servicio (Software As A Service, SaaS), la plataforma como servicio (Platform As A Service, PaaS) e Infraestructura como servicio (Infrastructure As A Service IaaS).

Figura 3. Modelos de la computación en nube



Fuente: [32]

3.1. Infraestructura como servicio (IaaS)

La capa inferior, conocida como infraestructura como servicio (IaaS), proporciona al cliente recursos tales como CPU, memoria y almacenamiento, empleando principalmente la virtualización. El cliente compra recursos

a un proveedor externo, para su hosting, capacidad de cómputo, mantenimiento y gestión de redes, entre otros. Ejemplos de este tipo de servicio la virtualización completa, Amazon EC2 y Azure de Microsoft [27] [28] [29].

3.1.1. Plataforma como servicio (PaaS)

Esta capa proporciona al usuario la capacidad de desplegar sus aplicaciones en la nube mediante la programación en lenguajes y herramientas de software compatible con el proveedor (por ejemplo, Java, Python) [27] [28] [29], ejemplo Google App Engine, web application frameworks (Ajax, Python).

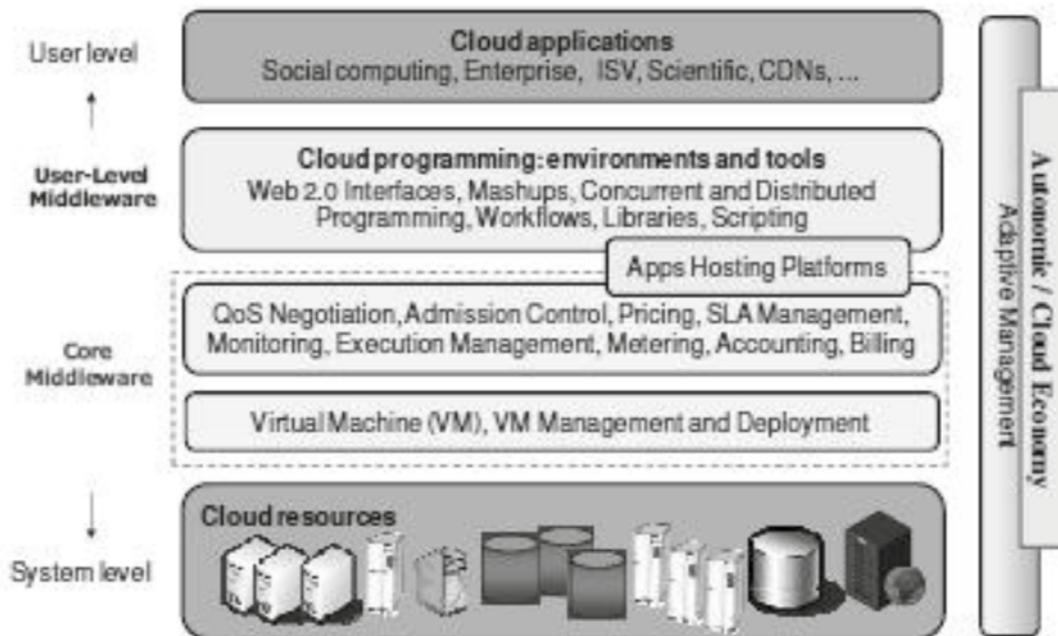
3.1.2. Software como servicios (SaaS) [30]

La más alta capa de abstracción de la computación en nube, se resume en la conceptualización del software como un servicio.

Este brinda una serie de recursos distribuidos, mediante miles de aplicaciones a los usuarios a través de un navegador [31]. Su principal uso se centra en ofrecer una solución completa para la construcción y puesta en marcha de aplicaciones y servicios web que estarán completamente disponibles a través de Internet. Entre estos se hallan por ejemplo hojas de cálculo que se ejecutan en la nube del proveedor y son accedidos por medio del browser del cliente [27] [28] [29], ejemplo Salesforce.com.

3.2. Arquitectura de la nube

Figura 4. Arquitectura de la nube



Fuente: [32].

- **Middleware, nivel de usuario:** esta capa incluye los marcos de software como la web 2.0 Interfaces (Ajax, IBM Workplace) que ayudan a los desarrolladores en la creación de programas con interfaz de usuario para aplicaciones basadas en navegador. Esta capa también proporciona los entornos de programación y herramientas de composición, para el desarrollo.
- **Middleware, núcleo:** esta capa implementa la plataforma de servicios que proporcionan un ambiente propicio en tiempo de ejecución.
- **Nube de capacidades de cómputo a los servicios de aplicación** construida utilizando a nivel de usuario Middlewares.
- **Núcleo middleware:** esta capa implementa la plataforma de niveles servicios. El corazón de esta capa es los servicios SLA, servicios de contabilidad, facturación, ejecución, control y gestión.
- **Nivel de sistema:** el poder de la computación en la nube es suministrada por un conjunto de centros de datos, que normalmente se instalan con cientos de miles de servidores. En la capa de nivel de sistema existen recursos físicos (servidores de almacenamiento y servidores de aplicaciones).

Estos servidores son transparentemente gestionados por la virtualización de nivel superior.

3.3. Hacia una estandarización

La estandarización de cualquier tecnología se convierte en el paso obligatorio, aunque no garante, para su posicionamiento y permanencia en el mercado. La computación en nube se encuentra en este sentido, dando sus primeros pasos; para lo cual se han creado algunos grupos y organizaciones preocupadas por este tema, entre las cuales figuran el

Grupo de Trabajo de la Gestión Distribuida (DMTF, Distributed Management Task Force) [38], el Consorcio de Nube Abierta (OCC, Open Cloud Consortium) [14], el foro de interoperatividad de la computación en nube (CCIF, Cloud Computing Interoperability Forum) [39] y el NIST entre otros.

4. Proveedores de la nube

4.1. Las híades de la nube

- **Amazon [40]:** Amazon Web services, es una creciente unidad dentro la compañía Amazon.com que ofrece una importante variedad de soluciones de Cloud Computing a empresas, tanto PYMES como grandes organizaciones, a través de su infraestructura interna, siendo la marca número 1 actualmente en el mercado de la nube. Amazon ofrece unos servicios en la nube pública mediante una tarificación de precios en función del tiempo de uso, anchos de banda consumidos, etc. de manera que su gran ventaja competitiva es ofrecer unos recursos de infraestructura y plataforma poco asumibles a la mayoría de empresas para el periodo que se requiera.
- **Google [41]:** Google Apps es un servicio que ofrece varias aplicaciones accesibles vía web, es lo que algunos han denominado “la apuesta” de Google en la nube. Entre las herramientas ofrecidas se encuentran el universalmente conocido servicio de correo de Gmail, servicios como calendar, Docs, Sites, Talk, Vídeo y juegos entre otros. Se ofrecen diferentes ediciones dependiendo de las necesidades del cliente: Standard Edition (gratuita), Premier Edition (de pago) y Education Edition (gratuita).
- **Windows Live [42]:** Se trata de una plataforma en la que Microsoft agrupa un conjunto de servicios y productos soft-

ware. La mayoría de estos servicios son aplicaciones web accesibles desde un navegador y otras son de tipo binario. Los servicios que se ofrecen son entre otros: Windows Live Hotmail, Windows Live Calendar, Windows Live ID, Windows Live SkyDrive, Windows Live Spaces, Windows Live Photos, Windows Live Contacts, Windows Live Maps, Xbox Live, Microsoft Office Live. Windows Live ofrece estos servicios como aplicaciones de Windows Live Essentials, servicios web y servicios móviles.

- **Microsoft Azure [43]:** conocido como Azure Service Platform es un modelo PaaS almacenado en los centros de datos de Microsoft que proporciona un sistema operativo (Windows Azure) y un conjunto de servicios que pueden utilizarse individualmente o unidos. Permite a los desarrolladores crear aplicaciones que serán ejecutadas en la nube utilizando sus conocimientos en el entorno de desarrollo Microsoft Visual Studio y el framework Microsoft.NET. Proporciona un entorno con soporte para múltiples protocolos de internet, incluyendo HTTP, REST, SOAP y XML. Incluye cinco servicios que los desarrolladores pueden utilizar para construir las aplicaciones que se ejecutarán en la nube:
- **Windows Azure:** sistema operativo orientado a la nube que facilita la gestión de la plataforma Microsoft Azure.
- **Live Services:** conjunto de bloques de construcción para gestión de datos de usuario y aplicaciones.

- **Microsoft SQL Services:** extiende las posibilidades de Microsoft SQL Server a la nube, convirtiéndola en una base de datos distribuida y relacional basada en la web.
- **Salesforce[44]:** force.com incluye base de datos, seguridad, interfaz de usuario y otras herramientas que facilitan la construcción de aplicaciones y sitios web. Estas aplicaciones son construidas utilizando Apex, un lenguaje de programación propietario, similar a Java para la plataforma Force.com y Visualforce (similar a XML) para la construcción de interfaces de usuario en HTML, AJAX o FLEX.

4.2. Nivel de madurez de los proveedores de servicios en la Nube [45]

Los proveedores de servicio en la nube deben de poseer un conjunto de capacidades funcionales, procesos y niveles de madurez técnica que permitan definir la capacidad de los servicios ofrecidos. La mayoría de estos proveedores han acordado la publicación de este estadio de madurez como práctica comercial.

El centro para la protección de la infraestructura Nacional (CPNI), establece unos criterios para determinar el grado de madurez de una organización considerando una serie de preguntas con las que los clientes potenciales podrán orientar sus decisiones en el proceso de adopción de un servicio, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 2. Estado de madurez de los proveedores

Aspecto de madurez	Evaluación de la madurez
Funcionalidad	¿Puede el servicio propuesto por la nube apoyar adecuadamente el modelo de negocio actual, el crecimiento esperad, reducción o cambios en la estrategia de negocios?
Seguridad	¿El proveedor puede demostrar certificaciones de seguridad, con normas como la ISO 27001 o PCI DSS dado su ámbito específico de aplicación?
Disponibilidad	¿Puede ofrecer tiempos de actividad aceptable y cuantificable en consonancia con las operaciones comerciales esperadas por su negocio?
Desempeños de red	¿El servicio de la nube brinda el ancho de banda y la atención de red adecuada para ofrecer un rendimiento aceptable para sus usuarios?
Redundancia	¿El servicio ofrece varias ubicaciones de almacenamiento de copias de seguridad de datos y hardware resistente con el fin de recuperarse de los incidentes, incluidos los riesgos ambientales como terremotos o inundaciones?
Organización y estabilidad financiera	¿El proveedor tiene un historial de reconocimiento de prestación de servicio de nube?, ¿cuál es su situación financiera?, ¿son un blanco probable para la adquisición o fusión?, ¿es la cultura de seguridad alineada la suya?
Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA)	¿Es lo suficiente amplio el SLA ofrecido por el proveedor, incluidos los elementos de seguridad específicos?, ¿cuál es el historial de cumplimiento de estos contactos por parte del proveedor con otros clientes?

Fuente: elaboración propia.

5. Aspectos legales de la computación en la nube [19]

La materia procesable de la computación en nube es la información, la cual cobra hoy por hoy valores impensables para años atrás en relación a su importancia en una empresa, después de todo nos encontramos en la era de la información.

En vista de esto y dado que la sinergia necesaria en el escenario de la nube requiere de acuerdos de niveles de servicio (SLA's) y del establecimiento de unas reglas claras de negocio, se debe establecer las implicaciones legales de los diferentes actores.

En esta materia Colombia posee y adelanta esfuerzos en el establecimiento de un marco regulatorio

- **Ley 1273 de 2009:** por medio de la cual se modifica el Código Penal, se crea un nuevo bien jurídico tutelado, denominado “de la protección de la información y de los datos”, y se preservan integralmente los sistemas que utilicen las tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otras disposiciones. La cual versa sobre los atentados contra la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de los datos y de los sistemas informáticos, los atentados informáticos y otras infracciones.
- **Ley 1221 de 2008:** Ley del teletrabajo, por la cual se establecen normas para promover y regular el Teletrabajo y se dictan otras disposiciones.
- **Ley 1266 de 2008:** por la cual se dictan las disposiciones generales del *habeas data* y se regula el manejo de la información contenida en bases de datos personales, en especial la financiera, crediticia, comercial, de servicios y la proveniente de terceros países y se dictan otras disposiciones.
- **Ley 1341 de 2009:** por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC-, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones.
- **Resolución CRC 2258 de 2009:** teniendo en cuenta que la protección del ciberespacio es un factor de trascendente importancia para preservar la seguridad de la nación y su economía, la CRC comprendió la necesidad de estudiar los cambios que se han generado sobre estos asuntos, y analizar alternativas de modificación o creación de reglas para contribuir desde la perspectiva regulatoria interna. Por medio de esta Resolución, se incluyeron definiciones de términos asociados a la ciberseguridad en el Artículo 1.8 de la Resolución CRT 1740 de 2007: autenticación, autorización, ciberespacio, ciberseguridad, confidencialidad de datos, disponibilidad, entidad, infraestructura crítica, integridad de datos, interceptación, interferencia, interrupción, no repudio, pharming, phishing, software malicioso (malware), vulnerabilidad, entre otros aspectos.
- **Plan Nacional de TIC:** el Plan Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones es la estrategia nacional para la utilización de TICs en Colombia. Entre sus objetivos, el Plan está orientado a contribuir en el fortalecimiento de las políticas de inclusión y de equidad social y aumentar la competitividad del país, lo cual redundará en desarrollo social para los colombianos. Para esto, el Plan propone una serie de políticas, acciones y proyectos en ocho ejes principales: cuatro transversales y cuatro verticales.
- **Documento CONPES 3072 de 2000:** este presenta la “Agenda de Conectividad”, que es el programa del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, encargado de impulsar el uso y masificación de las Tecnologías de Información y Comunicación -TIC- como herramienta dinamizadora del desarrollo social y económico del país.
- **Documento CONPES 3248 de 2003:** este define el programa de renovación de la administración pública y establece que la finalidad de la estrategia de Gobierno electrónico es “definir una política y un conjunto de instrumentos adecuados para el manejo de la información en el sector público de modo que se garantice plena transparencia de la gestión, alta eficiencia en los servicios prestados a los ciudadanos y en las relaciones con el sector productivo y condiciones adecuadas para promover el desarrollo interno y la inserción internacional.

6. Conclusiones y trabajos futuros

La nube están destinadas a impulsar la próxima generación de centros de datos mediante redes de servicios virtuales (hardware, base de datos, interfaz de usuario, lógica de la aplicación) de modo que los usuarios puedan acceder y desplegar aplicaciones en cualquier parte del mundo con precios competitivos y con los requerimientos de QoS por estos requeridos [53].

En [46] se presenta una evaluación de herramientas en el entorno de la nube que permite la virtualización de escritorios (equipos pc de escritorio) como alternativa al uso del escritorio tradicional evidenciando las bondades ya mencionadas de este paradigma.

En el campo de la educación documentos como [47] [48] [49] permiten ver el amplio potencial de la computación en nube, en aplicaciones como aulas virtuales, laboratorios en red, entornos colaborativos, entre otros. En general en los diferentes campos de aplicación de la nube, los países asiáticos han tomado ventaja en el estudio y adopción de la tecnología.

Aplicaciones como las IAS (Interactive Application Service), que combina la computación en nube con las redes sociales [50] han logrado posicionarse en común de una manera transparente y crear, porque no decirlo, niveles de dependencia que garantizan su prevalencia.

De esta manera cloud computing está llamado, y de hecho, ya se encuentra posicionado como el nuevo paradigma de la era de la información, capaz de cambiar la manera en que se brindan y consumen recursos informáticos, las relaciones existentes entre los consumidores de recursos y la interacción de

estos con los mismos, convirtiéndose en un agente generador de verdaderos ecosistemas informáticos.

7. Referencias

- [1] I. Cisco Syst., San Jose, CA. (2009, Cisco Cloud Computing - Data Center Strategy, Architecture, and Solutions. Available: http://www.cisco.com/web/strategy/docs/gov/CiscoCloudComputing_WP.pdf
- [2] NIST. (10-7-2009, NIST Definition of Cloud Computing v15. Available: <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/>
- [3] P. D. T. Vengattaraman, et al., "A Model of Cloud Based Application Environment for Software Testing," International Journal of Computer Science and Information Security, vol. 3, pp. 257-260, 2010.
- [4] K. S. a. T. Wozniak, Grid and Cloud Computing, A Business Perspective on Technology and Applications, Primera ed. Berlin Heidelberg 2010.
- [5] M. D. Sguerra. (2009) Editorial. SISTEMAS. 4-5.
- [6] ORACLE. (2010, Cloud Computing Center. Available: <http://www.oracle.com/technology/tech/cloud/index.html>
- [7] IBM. (2010, Cloud Computing. Available: <http://www.ibm.com/ibm/cloud/>
- [8] H.-P. D. Company, "HP Unveils "Cloud Assure" to Drive Business Adoption of Cloud Services."
- [9] S. CORPORATION, "Sun Cloud Computing," 2010. [10] M. Corporation, "Cloud Services," 2010.
- [11] R. Stallman. (Monday 29 September 2008 Cloud computing is a trap, warns GNU founder Richard Stallman. Available: <http://www.guardian.co.uk/technol->

- ogy/2008/sep/29/cloud.computing.richard.stallman
- [12] F. BBVA. (2010, «cloud computing»: prefíerese «**computación en nube**». Available: http://www.fundeu.es/Recomendaciones.aspx?frmOpcion=RECOME_NDACION&frmFontSize=2&frmIdRecomendacion=578
- [13] L. J. Aguilar. (2009) La Computación en Nube (Cloud Computing): El nuevo paradigma tecnológico para empresas y organizaciones en la Sociedad del Conocimiento. *icade*. 97-111.
- [14] F. M. F. Aymerich, G. Surcis, S. and U. o. C. Dept. of Comput. Sci., Cagliari "An approach to a Cloud Computing network," presented at the Applications of Digital Information and Web Technologies, 2008. ICADIWT 2008. First International Conference on the Ostrava 4-6. Aug. 2008
- [15] A. P. Malik, A. Fujimoto, R. , "Optimistic Synchronization of Parallel Simulations in Cloud Computing Environments," presented at the Cloud Computing, 2009. CLOUD '09. IEEE International Conference on Bangalore 09 octubre 2009
- [16] S. Q. Dustin Amrhein. (2010, Cloud computing for the enterprise. Available: http://www.ibm.com/developerworks/websphere/techjournal/0904_a_mrhein/0904_amrhein.html
- [17] R. B. Judith Hurwitz, Marcia Kaufman, and Dr. Fern Halper, Cloud Computing for Dummies: Wiley Publishing, Inc., 2010.
- [18] rightscale.com. (2010, 1 de may0 de 2010). Why use cloud computing for web applications? Available: <http://www.rightscale.com/products/cloud-computing-uses/scalable-website.php>
- [19] C. M. S. C. COMPUTING, "CLOUD COMPUTING UNA PERSPECTIVA PARA COLOMBIA," ed. 2010.
- [20] A. Singh. (Virtualization Technology, An Introduction to Virtualization. Available: <http://www.kernelthread.com/publications/virtualization>
- [21] T. C. M. Chieu, A. Karve, A.A. Segal, A. and I. T.J. Watson Res. Center, Hawthorne, NY, USA, "Dynamic Scaling of Web Applications in a Virtualized Cloud Computing Environment," presented at the e-Business Engineering, 2009. ICEBE '09. IEEE International Conference on Macau 21-23 Oct. 2009
- [22] E. P. R. Mancini, M. Villano, U. and U. d. S. Dipt. di Ing., Benevento, Italy "PerfCloud: GRID Services for Performance-Oriented Development of Cloud Computing Applications," presented at the Enabling Technologies: Infrastructures for Collaborative Enterprises, 2009. WETICE '09. 18th IEEE International Workshops on Groningen June 29 2009-July 1 2009
- [23] G. F. Minutoli, M. Paone, M. Puliafito, A. and U. o. M. Engineering Fac., Messina, Italy "Virtual business networks with Cloud Computing and virtual machines," presented at the Ultra Modern Telecommunications & Workshops, 2009. ICUMT '09. International Conference on St. Petersburg 12-14 Oct. 2009
- [24] G. R. Caryer, T. Gallop, J. Schulz, S. Grabowski, J. Stokes-Rees, I. Kovacikova, T. and U. Telecommun. Manage. Consultants Ltd., "Grid/cloud computing interoperability, standardization and the Next Generation Network (NGN)," presented at the Intelligence in Next Generation Networks, 2009. ICIN 2009. 13th International Conference on Bordeaux 26-29 Oct. 2009

- [25] A&T. (2009, Making the Impossible, Possible: The Impact of Grid Computing in Telecommunications. Available: <http://www.xchangemag.com/webexclusives/64h2092240.html>
- [26] T. H. Miyamoto, M. Tanaka, H. and K. R. D. L. I. Opt. Network Archit. Lab., Fujimino, Japan "Customizing Network Functions for High Performance Cloud Computing," presented at the Network Computing and Applications, 2009. NCA 2009. Eighth IEEE International Symposium on Cambridge, MA 9-11 July 2009
- [27] M. S. Jensen, J. Gruschka, N. Iacono, L.L. , "On Technical Security Issues in Cloud Computing," presented at the Cloud Computing, 2009. CLOUD '09. IEEE International Conference on Bangalore 09 octubre 2009.
- [28] M. Fouquet, et al., "Cloud Computing for the Masses," presented at the CoNEXT 2009, Rome, Italy, 2009.
- [29] S. Y. H. Kai Hwang Kulkareni and L. A. Univ. of Southern California, CA, USA, "Cloud Security with Virtualized Defense and Reputation-Based Trust Mangement," presented at the Dependable, Autonomic and Secure Computing, 2009. DASC '09. Eighth IEEE International Conference on Chengdu 12-14 Dec. 2009.
- [30] F. L. L. L. W. Chou, "Communications Enablement of Software-as-a- Service (SaaS) Applications," presented at the Global Telecommunications Conference, 2009. GLOBECOM 2009. IEEE Honolulu, HI Nov. 30 2009-Dec. 4 2009.
- [31] X. L. X. Z. M. S. T. Xiongyan and C. U. N. E. Lab. of Broadband Service Applic., Beijing, China, "Cloud computing and services platform construction of telecom operator," presented at the Broadband Network & Multimedia Technology, 2009. IC-BNMT '09. 2nd IEEE International Conference on Beijing 18-20 Oct. 2009.
- [32] S. C. Berger, R. Goldman, K. Pendarakis, D. Perez, R. Rao, J. R. Rom, E. Sailer, R. Schildhauer, W. Srinivasan, D. Tal, S. Valdez, E. and T. J. W. R. C. IBM Research Division, 19 Skyline Drive, Hawthorne, New York 10532, USA "Security for the cloud infrastructure: Trusted virtual data center implementation," IBM Journal of Research and Development vol. 53, pp. 6:1 - 6:12.
- [33] V. P. Nae, R. Fahringer, T. Iosup, A. and U. o. I. Inst. for Comput. Sci., Innsbruck, Austria "The impact of virtualization on the performance of Massively Multiplayer Online Games," presented at the Network and Systems Support for Games (NetGames), 2009 8th Annual Workshop on Paris 23-24 Nov. 2009
- [34] X. L. Y. L. T. L. J. Q. F. Wang, "The Method and Tool of Cost Analysis for Cloud Computing," presented at the Cloud Computing, 2009. CLOUD '09. IEEE International Conference on Bangalore 09 octubre 2009.
- [35] A. Ji Hu Klein and K. SAP Res. Center Karlsruhe, Germany "A Benchmark of Transparent Data Encryption for Migration of Web Applications in the Cloud," presented at the Dependable, Autonomic and Secure Computing, 2009. DASC '09. Eighth IEEE International Conference on Chengdu 12-14 Dec. 2009
- [36] Y. Z. W. Huang and C. A. o. S. Inst. of Comput. Technol., Beijing, China, "Adaptive Distributed Load Balancing Algorithm Based on Live Migration of Virtual Machines in Cloud," presented at the INC, IMS and IDC, 2009. NCM '09. Fifth International Joint Conference on Seoul 25-27 Aug. 2009.
- [37] O. R. A. Caminero1, B. Caminero1, C. Carri'on1, "Evaluacion de prestaciones

- de metaplanificadores de Grid conscientes de la red”.
- [38] DMTF. (2010, Distributed Management Task Force. Available: <http://www.dmtf.org/home>
- [39] C. C. I. Forum. (2010, Cloud Computing Interoperability Forum. Available: <http://www.cloudforum.org/>
- [40] A. Inc. 2010). Amazon Web Service. Available: <http://aws.amazon.com/>
- [41] Google. 2010). Google app. Available: <http://www.google.com/apps/intl/es/business/index.html>
- [42] Microsoft. 2010). Windows Live. Available: <http://download.live.com/>
- [43] W. Azure. 2010). windowsazure. Available: <http://www.microsoft.com/windowsazure/>
- [44] Salesforce. 2010). Cloud Computing. Available: <http://www.salesforce.com/mx/?ir=1>
- [45] CPNI, “Cloud Computing,” ed: INFORMATION SECURITY BRIEFING 01/2010, 2010.
- [46] K. K. Beaty, A. Shaikh, H. and H. IBM T.J. Watson Res. Center, NY, USA “Desktop to Cloud Transformation Planning,” presented at the Parallel & Distributed Processing, 2009. IPDPS 2009. IEEE International Symposium on Rome 23-29 May 2009
- [47] B. D. Q. Z. J. Y. H. L. M. Qiao, “An E-learning Ecosystem Based on Cloud Computing Infrastructure,” presented at the Advanced Learning Technologies, 2009. ICALT 2009. Ninth IEEE International Conference on Riga 07 agosto 2009
- [48] S. F. A. Razak and M. U. Fac. of Inf. Sci. & Technol., Ayer Keroh, Malaysia “Cloud computing in Malaysia Universities,” presented at the Innovative Technologies in Intelligent Systems and Industrial Applications, 2009. CITISIA 2009 Monash.
- [49] K. Hartig, “Cloud computing,” Journal of cloud computing, 2008.
- [50] N. C. Markatchev, R. Kiddle, C. Mirtchovski, A. Simmonds, R. Tingxi Tan and U. o. C. Grid Res. Centre, Calgary, AB, Canada “A Cloud-Based Interactive Application Service,” presented at the e-Science, 2009. e-Science '09. Fifth IEEE International Conference on Oxford 9-11 Dec. 2009.
- [51] A. F. Mohammad and Q. s. U. Sch. of Comput., Kingston, ON, “An Achievable Service-Oriented Architecture ASOA,” presented at the Modelling & Simulation, 2009. AMS '09. Third Asia International Conference on Bali 25-29 May 2009
- [52] P. K. S. McKinley, F.A. Shapiro, J.K. Chiping Tang and M. S. U. Dept. of Comput. Sci. & Eng., “Service Clouds: A Distributed Infrastructure for Constructing Autonomic Communication Services,” presented at the Dependable, Autonomic and Secure Computing, 2nd IEEE International Symposium on Indianapolis, IN Sept. 29. 2006-Oct. 1 2006
- [53] R. R. Buyya, R. Calheiros, R.N. , “Modeling and simulation of scalable Cloud computing environments and the CloudSim toolkit: Challenges and opportunities,” presented at the High Performance Computing & Simulation, 2009. HPCS '09. International Conference on Leipzig 07 agosto 2009.