

Cloud Computing como canal de comunicación entre plataformas: Caso de estudio de HSLAB

Herman Ramírez Gómez, Javier E. De la Hoz Freyle y Luis Carlos Gómez Flórez

Resumen— En la actualidad el paradigma *Cloud Computing* (CC) ha permitido el desarrollo de aplicaciones *software* con ciertas características que facilitan la labor del usuario final, así como la de los desarrolladores. Una de esas características es la posibilidad de ejecutar aplicaciones desde distintas plataformas, y compartir datos, e información a través de ellas con pocas restricciones tanto hardware como software. HSLAB es una herramienta *software* basada en *Cloud Computing* que gestiona la información de servicios de ensayo de laboratorios científicos, que cuenta con un módulo de monitoreo para dispositivos móviles usando tecnología *web mobile*. La experiencia en el desarrollo e implantación de HSLAB, así como su módulo de muestreo, ha llevado a la perspectiva en la que *Cloud Computing* es visto como un canal de comunicación entre plataformas *hardware/software*. En este artículo se explora dicha perspectiva tomando como caso de estudio, HSLAB y su módulo de monitoreo para móviles.

Palabras clave— Computación en la nube (*Cloud Computing*), dispositivos móviles (*mobile devices*), laboratorios científicos (*scientific labs*), plataforma (*platform*)

I. INTRODUCCIÓN

EL auge del uso de las tecnologías de información en las organizaciones ha fomentado la aparición de nuevas tendencias en el mundo de la computación. *Cloud Computing* es una de esas tendencias que ha cambiado de forma radical el concepto del uso de recursos computacionales en el entorno empresarial [1-6]. De tal manera, dicha tendencia ha impulsado el desarrollo de sistemas de información gerencial orientados a la computación en la nube alrededor del mundo [7].

Las empresas colombianas, no han sido ajenas a esta tendencia global, lo que ha llevado a organizaciones de diferentes sectores industriales a invertir en recursos de tecnologías de información basadas en CC [8]. Un ejemplo de ello, son los laboratorios científicos de análisis de muestras de la Universidad Industrial de Santander (UIS) que han acogido el desarrollo de la herramienta software para el control de información de los servicios de ensayos según la norma ISO 17025 HSLAB [9] orientada a la computación en la nube.

Los autores, en conjunto con los directores de los laboratorios

científicos, luego de haber implementado HSLAB durante más de dos (2) años en sus organizaciones, vieron la necesidad de desarrollar e integrar un nuevo módulo de muestreo en dispositivos móviles debido a las características propias del proceso de muestreo y monitoreo de alguno de los laboratorios implicados. El desarrollo de tal módulo guiado por el paradigma CC y orientado a *web mobile*, condujo a una serie de observaciones sobre la integración de datos que dos o más aplicaciones pueden tener entre sí, al estar basadas en CC, sin importar las plataformas que estas manejan. Dichas observaciones se ven reflejadas en la perspectiva adoptada en este artículo, en la cual CC se percibe como un canal de comunicaciones entre plataformas, la cual se presenta siguiendo como caso de estudio el desarrollo del módulo de muestreo en *web mobile* de la herramienta software HSLAB.

La estructura de este artículo es la siguiente: se inicia plasmando los conceptos de *Cloud Computing*, y *web mobile*; se continúa dando una breve descripción de HSLAB y del módulo de muestreo; seguidamente, se presenta la perspectiva de CC como canal de comunicaciones entre plataformas; y se culmina con las conclusiones.

II. CLOUD COMPUTING

El termino *Cloud Computing*, que en español se traduce como computación en la nube, surge de la representación simbólica de Internet en diagramas de redes en el área de la electrónica, que es como su nombre lo indica: una nube. En la actualidad no existe una definición formal aceptada por todos los profesionales de TI de lo que es CC, lo que ha llevado que cada autor defina el término según sus experiencias y puntos de vista [10]. Sin embargo, el NIST¹ ofrece una definición que ha sido acogida en el ámbito de la TI. Según ellos, “*Cloud Computing* es un modelo que permite un cómodo acceso a un conjunto configurable de recursos computacionales compartidos sobre demanda a través de Internet (ej. Redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser rápidamente provistos y entregados con mínimos esfuerzos de gestión o interacción del proveedor de servicios” [11].

Lo que diferencia a CC, a otros paradigmas de la

¹ Del inglés National Institute for Standard and Technologies

computación, es que la información toma más importancia que el computador y los recursos *hardware/software* en sí mismos. Por ejemplo; en CC no interesa si el usuario se encuentra editando un documento en el computador de su oficina, y luego se mueve hacia su hogar para continuar haciéndolo, debido a que los documentos no reposan en computadores individuales, sino que se accede a ellos a través de Internet, haciendo que la escena sea documento-céntrica y no PC-céntrica [12]. De hecho, varias personas que tengan los permisos adecuados, pueden trabajar en un mismo documento al mismo tiempo en diferentes partes del mundo, permitiendo que se cree un ambiente de colaboración mucho más dinámico.

Así como la información pueden ser accedida en cualquier lugar del mundo, en cualquier momento, también pueden ser consultada, modificada o insertada a través de cualquier dispositivo que posea conexión a Internet y este dotado de un explorador web, o aplicaciones software nativas que sirvan para tal propósito (ej. iPad, iPhone, smart-phones, BlackBerry, Android-Pad, Netbooks). Al estar los documentos en la nube, y ser accedidos por medio de un explorador web o aplicaciones nativas, éstos son independientes del sistema operativo del dispositivo en cuestión, facilitando aún más la colaboración en documentos, proyectos, agendas y demás, así como el intercambio de información entre usuarios [13-15].

Las características de CC no quedan ahí, y según la NIST, ellas se dividen en cinco (5) esenciales [11]:

- Auto servicio sobre demanda: se refiere a la capacidad que tienen las soluciones CC para que un usuario pueda acceder a los recursos que requiera conforme los necesite sin mediación por parte del proveedor de servicios.

- Amplio acceso a la red: una de las claves de las soluciones CC es que estas no dependen de un sistema operativo o dispositivo electrónico específico para funcionar, por lo contrario, se diseñan para que puedan ser ejecutadas bajo la mediación de un navegador de Internet, por lo tanto, cualquier dispositivo (Laptop, Smartphone, Tablet, PC, etc.) que posea conexión a Internet y un navegador web puede acceder a los recursos.

- Agrupación de recursos: los proveedores de servicios en CC agrupan una gran cantidad de recursos de TI para poder ofrecer a los usuarios las comodidades propias de este paradigma bajo el modelo multi-tenant, que permite que varios usuarios creen diferentes instancias de una misma aplicación, sin necesidad de existir una instalación o base de datos por cada usuario [3, 11].

- Rápida elasticidad: las soluciones CC ofrecen a los usuarios el beneficio que los recursos necesitados sean rápidamente provistos, y una vez estos no sean requeridos, sean liberados de manera automática sin la intervención de los proveedores de los servicios dejándolos a disposición del uso de otros usuarios.

- Servicio controlado: el control automático de las soluciones CC permiten que se aprovechen de una mejor manera los recursos *hardware* y *software* dispuestos por los proveedores de los servicios.

Los recursos ofrecidos bajo el paradigma CC, pueden ser

bajo cuatro (4) diferentes tipos de solución de acuerdo a su acceso, a esto se le conoce como tipos de CC [11].

A. Tipos de Cloud Computing

A continuación se presenta una tabla en donde se resumen las descripciones de los tipos de nube o Cloud.

TABLA I. Tipos de Cloud Computing, tomado y adaptado de [16]

Tipo de CC	Descripción
Public Cloud	Las nubes públicas son aquellas que ofrecen al público en general el servicio de consumo de recursos de TI a través de Internet, ya sea pago o de manera gratuita. (Ej. Google, Amazon, Yahoo!)
Private Cloud	Las nubes privadas son recursos de TI ofrecidos por empresas que cuentan con los mismos beneficios de CC, pero que sólo pueden ser accedidos por funcionarios de organizaciones privadas.
Hybrid Cloud	Las nubes híbridas son la combinación de los recursos de las públicas y privadas para un fin particular.
Community Cloud	Las nubes de comunidad son nubes públicas organizadas, mantenidas y gestionadas por un grupo o comunidad con los mismos intereses de negocio.

Adicionalmente, los servicios CC, pueden ser catalogados en capas de servicio, de acuerdo a la clase de recursos que se ofrecen, dichas capas de servicio se presentan a continuación.

B. Capas de Servicio

Entre los servicios ofrecidos por las empresas que utilizan el paradigma de Cloud Computing para hacer negocios, es posible diferenciar las capas: infraestructura, plataforma y software como servicios [11]. En inglés estas capas de servicios se conocen como:

- IaaS – Infrastructure as a Service (Infraestructura como un Servicio). Son todas aquellas soluciones en la nube que ofrecen el consumo de recursos *hardware* a través de Internet [10], como los casos de Amazon EC2, Rackspace Cloud, Terremark y Google Compute Engine, entre otros.

- PaaS – Platform as a Service (Plataforma como un Servicio). Son aquellas soluciones que proveen a los usuarios de plataforma de desarrollo de aplicaciones en la nube a través de Internet [17], como los casos de Microsoft Azure, Google App Engine y Cloud9, entre otros.

- SaaS – Software as a Service (Software como un Servicio). Son todas aquellas aplicaciones software que se entregan al usuario final para su uso a través de Internet [14]. Un ejemplo de ello son: Google Docs; Microsoft Office Web Apps; Salesforce.com; entre otras.

A continuación se presenta una figura ilustrativa de las capas de servicio en CC.

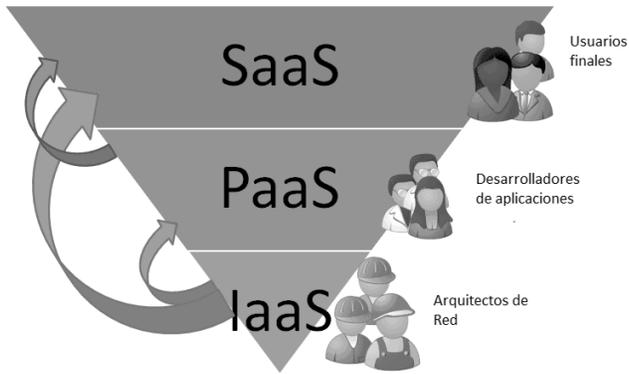


Fig. 1. Capas de servicio en CC, tomado y adaptado de [18].

Luego de plasmar en breve los conceptos de CC, se propone continuar con una descripción de *web mobile* que dará pie a detallar la herramienta software HSLAB, así como el módulo de muestreo en dispositivos móviles.

III. WEB MOBILE

La aparición de dispositivos móviles en el mundo ha revolucionado en parte la forma en como las personas acceden a la información [19-21]. La cada vez más, creciente demanda de potencia computacional encapsulada en pequeños dispositivos de bolsillo, ha permitido que día tras día ascienda el número de usuarios, dispuestos a consultar sus redes sociales, revisar correo electrónico, gestionar agendas, y hasta pagar sus facturas a través de dichas plataformas [22-24].

Dicha revolución ha permitido que cada año que pasa, aparezcan más y más aplicaciones empresariales, dispuestas a integrar datos, e información de los sistemas de información de las organizaciones con aplicaciones especialmente diseñadas y desarrolladas para dispositivos móviles, con el fin de aprovechar las ventajas y beneficios, en términos de movilidad que estos artefactos ofrecen [9, 25], a esto se le denomina sistemas de información móviles [26-28].

Sin embargo, debido a las limitantes propias de estos dispositivos en comparación a los tradicionales computadores (capacidad de procesamiento, memoria RAM, espacio en disco, velocidad de Internet, etc.), el acceso a los recursos de información organizacionales no es total, sino que en la mayoría de los casos es relegado al uso de módulos de consulta, y en algunos casos modificación e inserción de datos e información específica [29-31].

Dichos módulos, pueden ser diseñados y desarrollados básicamente de dos (2) maneras, a través de aplicaciones nativas dependiendo del sistema operativo del dispositivo móvil, o por medio de sitios web especialmente diseñados para su uso en dispositivos móviles, lo que es denominado *web mobile*. Cada una de las dos (2) formas tiene sus ventajas que pueden ser aprovechadas según la situación lo amerite, así como desventajas frente a la otra. El desarrollo de aplicaciones móviles directamente sobre la plataforma nativa del dispositivo móvil, garantiza el acceso a los recursos locales de los dispositivos, como, cámaras, GPS, wifi, auriculares,

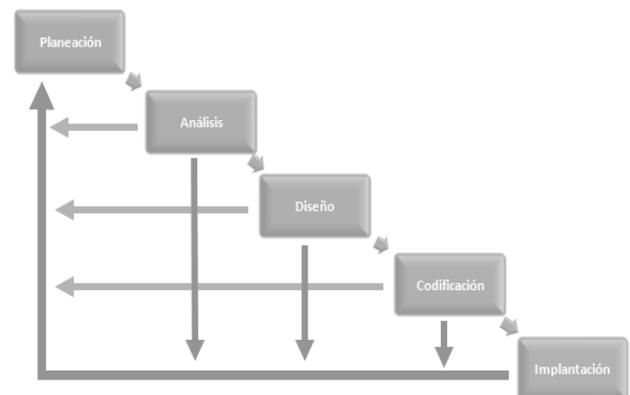
micrófono, etc [32]. Pero también supone una desventaja al momento del desarrollo y despliegue de aplicaciones al estar sujeta a un único sistema operativo móvil [33]. Por su parte, el desarrollo de aplicaciones usando *web mobile* permite que una sola aplicación sea construida, siguiendo estándares para el desarrollo de esta clase de soluciones, por lo general las de la W3C [34], y estas, sean desplegadas y accedidas desde dispositivos móviles con conexión a Internet sin importar su plataforma o sistema operativo [25, 32, 35, 36]. A su vez, el desarrollo de aplicaciones *web mobile* limita el acceso a los recursos locales de cada dispositivo, lo que es visto como una desventaja frente al desarrollo de aplicaciones nativas [32].

Teniendo esto en cuenta, se tomó la decisión de desarrollar una aplicación en *web mobile* que se integrara con la herramienta software HSLAB y sirviera como módulo de muestreo móvil, debido también a la variedad de dispositivos móviles y sistemas operativos que existen en la actualidad, y que son utilizados por los profesionales de los laboratorios para cumplir con su labor. En el siguiente capítulo se detalla la herramienta software HSLAB y el alcance de la misma, así como se describe el módulo de muestreo desarrollado en *web mobile*.

IV. HSLAB

La Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad Industrial de Santander, que cuenta con un programa de acreditación de laboratorios bajo la norma ISO 17025, decidió involucrar las TI en los sistemas de gestión de procesos de cada laboratorio contribuyendo así al objetivo de lograr la acreditación bajo la norma y posicionarlos como líderes en la prestación de servicios de análisis de muestras, con proyección internacional y como modelo de excelencia en la competencia técnica e investigación científica [37].

Con el fin de lograr la inmersión de las TI en los procesos de calidad, se diseñó y construyó HSLAB orientada al paradigma CC, siguiendo las fases de planeación, análisis, diseño, codificación e implantación (Figura 2), con el propósito de gestionar la información de clientes, muestras, ofertas, servicios y tareas, de tal manera que ayudara a los investigadores y directivos en la toma de decisiones referente a



la gestión de procesos de los servicios de ensayo, ver Figura 3.

Fig. 2. Metodología usada para el desarrollo de HSLAB. Tomada y adaptada de [9].

La herramienta *software* HSLAB permite unificar los procesos de Servicio de Ensayo de los laboratorios, y el almacenamiento de los datos de forma ordenada para su posterior consulta. El uso de la herramienta ha contribuido a la reducción de los tiempos en las labores correspondientes de los laboratorios, como por ejemplo la generación de formularios para los diferentes procesos del servicio de ensayo [9]. También con HSLAB se ha logrado tener control sobre las tareas programadas a cada auxiliar del laboratorio con el fin de auditarlas en el futuro.



Fig. 3. Imagen de HSLAB.

La herramienta aprueba la integración de varios procesos de los laboratorios que se llevan a cabo en diferentes lugares geográficos eliminando la redundancia de datos y la tardanza en la entrega de la información.

También HSLAB cuenta con un módulo de muestreo que usa tecnología *web mobile* y permite gestionar todas las labores relacionadas con la toma de muestras por parte de los laboratorios a diferentes clientes como por ejemplo: gastos de monitoreo; plan de muestreo; preparación de materiales; gestionar la información de los procesos de monitoreo simple y compuesto; descripción del punto de muestreo; determinación del caudal, medidas y cálculos, entre otros. Ver Figura 4.



Fig. 4. Menú principal del módulo de muestreo para dispositivos móviles

Una de las razones por las cuales se decidió implementar en el marco de HSLAB el módulo de muestreo con tecnologías *web*

mobile, fue la necesidad presentada por los laboratorios en el momento de llevar a cabo éste proceso, puesto que se realiza en lugares donde el acceso a internet es limitado (corregimientos, sectores apartados del casco urbano, fincas...), pero se puede hacer uso de la señal de los operadores móviles en Colombia (Movistar, Tigo, Claro, Uff). También, la necesidad de tener la información a tiempo a disposición de los directivos para la toma de decisiones y de los analistas del laboratorio con el fin de iniciar el proceso de análisis.

V. CLOUD COMPUTING COMO CANAL DE COMUNICACIÓN ENTRE PLATAFORMAS

En la actualidad la versatilidad de soluciones de TI que apoyan los procesos empresariales suponen un reto para los desarrolladores informáticos, quienes tienen que buscar la forma de integrar las TI en la organización. Es por eso que *Cloud Computing* siendo un paradigma que permite un cómodo acceso a un conjunto configurable de recursos computacionales [11], posee características que facilitan la integración entre plataformas *software*. Las aplicaciones desarrolladas orientadas a CC garantizan el uso y consumo de recursos informáticos sin depender exclusivamente de un sistema operativo, dispositivo hardware, o software. Únicamente, es necesario para su ejecución el uso de un explorador *web*, soportado por la mayoría de dispositivos con conexión a Internet (computadores, laptops, smartphones, tables, etc.) en el mercado.

Las aplicaciones *web mobile* aunque son desarrolladas teniendo en cuenta las características propias de los dispositivos móviles, no son otra cosa sino aplicaciones *web* con diseño enfocado en las prestaciones de celulares, tablets, reproductores mp3, etc. Esto permite que esas mismas aplicaciones sean ejecutadas también en las terminales tradicionales de cómputo, como lo son los computadores de escritorio, laptops, netbooks y ultrabooks, conservando las características de diseño originales.

Así mismo la inclusión de aplicaciones nativas para otras plataformas distintas a las tradicionales terminales de cómputo, puede realizarse orientada a CC si estas adoptan la Arquitectura Orientada a Servicios – SOA, considerada como una buena práctica en el desarrollo de soluciones CC [12, 16]. Ya sea desarrollando aplicaciones utilizando *web mobile*, o nativas bajo SOA, un sistema de información basado en CC puede valerse de componentes diseñados para plataformas móviles. El uso de alguna de las dos (2) técnicas mencionadas anteriormente permite que el acceso a los recursos de información dispuestos en las aplicaciones móviles sea relativamente fácil para los desarrolladores de software, más aún cuando se utiliza *web mobile*.

En el caso del módulo de muestreo móvil para HSLAB, este aspecto aportó a la toma de la decisión para optar por tecnologías *web mobile* en vez de aplicaciones nativas. El módulo de muestreo, al ser una solución *web mobile*, se comunica directamente con la base de datos de HSLAB que está desarrollada en MySQL v5. Por lo tanto, la inserción, consulta, modificación y borrado de cada uno de los elementos de las tablas por parte del módulo de muestreo son transparentes para la herramienta

software HSLAB, lo que implica que esta no tiene que implementar ningún tipo de protocolo o método para capturar las acciones ejecutadas por el módulo de muestreo.

Fig. 5. Comunicación directa entre módulo de monitoreo ejecutado desde dispositivos móviles con HSLAB.

Tanto HSLAB como el módulo de muestreo fueron diseñados para ser orientados a CC, esta característica les permite crear un canal de comunicación entre ambos, sin la necesidad de implementar un protocolo especial, o llamadas a métodos, o recepción de paquetes de datos. El aprovechamiento del diseño orientado a CC para facilitar la transferencia de datos entre ambas aplicaciones desarrolladas para funcionar en distintas plataformas hace que las modificaciones realizadas en alguna de las dos (2) no interfiera ni interrumpa las funcionalidades de la otra, lo que facilita la inserción, mejora o eliminación de funciones y requerimientos de una herramienta de manera independiente.

La transparencia en la transferencia de datos entre aplicaciones motivó a esta reflexión, y ha permitido el desarrollo independiente de cada una de las dos (2) aplicaciones (HSLAB y el módulo de muestreo) para prestar mejores servicios a los laboratorios científicos de análisis de muestras de la UIS.

VI. CONCLUSIONES

Cloud Computing facilita la integración de aplicaciones diseñadas para distintas plataformas, debido a que las soluciones de éste tipo no dependen de un sistema operativo o dispositivo electrónico, sino que al contrario están diseñadas para ser ejecutadas a través de la *web* haciendo uso del Internet, permitiendo la integración de la información sin importar las barreras geográficas, y tecnológicas.

En el desarrollo de HSLAB, orientar las aplicaciones al paradigma CC, facilitó la transferencia de datos entre ellas, así como las modificaciones buscando la mejora al no depender la una de la otra.

Se espera que esta reflexión y perspectiva mostrada propicie el desarrollo de sistemas de información orientados a CC que posean módulos para dispositivos móviles, ya sea utilizando *web mobile* o SOA, teniendo en cuenta las consideraciones aquí presentes.

AGRADECIMIENTOS

En agradecimiento a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad Industrial de Santander por permitir y facilitar la ejecución del desarrollo de HSLAB, y brindar todas las condiciones tanto materiales como humanas para que la implantación del sistema fuera un éxito en los laboratorios.

REFERENCIAS

[1] R. Buyya, C. S. Yeo, S. Venugopal *et al.*, "Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility," *Future Generation Computer Systems*, vol. 10, pp. 1-18, 2009.

[2] I. Foster, Y. Zhao, I. Raicu *et al.*, *Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared*, Department of Computer Science, University of Chicago, Chicago, IL, 2009.

[3] J. De la Hoz, and L. C. Gomez, "Gestión del conocimiento en la era del Cloud Computing."

[4] V. Chang, D. Bacigalupo, G. Wills *et al.*, "A Categorisation of Cloud Computing Business Models," in *Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid)*, 2010 10th IEEE/ACM International Conference, Melbourne, Australia, 2010, pp. 509-512.

[5] R. Chow, P. Golle, and M. Jakobsson, "Controlling Data in the Cloud: Outsourcing Computation without Outsourcing Control," in *CCSW '09 Proceedings of the 2009 ACM workshop on Cloud computing security*, New York, USA, 2009.

[6] A. Khajeh-Hosseini, I. Sommerville, and I. Sriram, "Research Challenges for Enterprise Cloud Computing."

[7] M. Ahmad-Bhat, R. Mohd-Shah, B. Ahmad *et al.*, "Cloud Computing: A Solution to Information Support Systems (ISS)," *International Journal of Computer Applications*, vol. 11, no. 5, pp. 5-9, 2010.

[8] M. p. y. marketing, "Cloud Computing ya tiene casos de éxito en Colombia," 2012; <http://maspublicidadymarketing.com/cloud-computing-ya-tiene-casos-de-exito-en-colombia/>.

[9] H. Ramírez, J. De la Hoz, and L. C. Gómez, "HSLAB: Sistema de Gestión de Información de los Servicios de Ensayo de Laboratorios de Análisis de Muestras Según la Norma ISO 17025," *Revista Inge CUC*, vol. 7, no. 1, 2012.

[10] M. Armbrust, I. Stoica, M. Zaharia *et al.*, "A view of cloud computing," *Communications of the ACM*, vol. 53, no. 4, pp. 50, 2010.

[11] NIST, *The Nist Definition of Cloud Computing*, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 2011.

[12] M. Miller, *Cloud Computing, Web-Based Applications that Change the Way You Work and Collaborate Online*, Indianapolis, USA, 2008.

[13] K. D. Bowers, A. Juels, and A. Oprea, "HAIL: a high-availability and integrity layer for cloud storage." pp. 1-12.

[14] S. Bhardwaj, L. Jain, and S. Jain, "An Approach for Investigating Perspective of Cloud Software-as-a-Service (SaaS)," *International Journal of Computer Applications*, vol. 10, no. 2, pp. 40-43, 2010.

[15] H. Abu-Libdeh, L. Princehouse, and H. Weatherspoon, "RACS: A Case for Cloud Storage Diversity."

[16] E. Marks, and B. Lozano, *Executives Guide to Cloud Computing*, New York, USA: Jhon Wisley& Sons, Inc, 2010.

[17] S. Nagaprasad, A. VinayaBabu, K. Madhukar *et al.*, "Reviewing Some Platforms in Cloud Computing," *International Journal of Engineering and Technology*, vol. 2, no. 5, pp. 348-353, 2010.

[18] S. Blogs, "SaaS Blogs," 7/12/2011; <http://www.saasblogs.com/tag/iaas/>.

[19] M. Satyanarayanan, "Mobile Information Access," *IEEE Personal Communications*, vol. 3, no. 1, 1996.

[20] C. R. Anderson, P. Domingos, and D. S. Weld, "Personalizing Web Sites for Mobile Users."

[21] H. Kim, J. Kim, Y. Lee *et al.*, "An Empirical Study of the Use Contexts and Usability Problems in Mobile Internet."

[22] W. Kim, "Mobile Wimax, the Leader of the Mobile Internet Era," *IEEE Communications Magazine*, vol. June 2009, pp. 10-12, 2009.

[23] T. Sohn, K. A. Li, and W. G. Griswold, "A Diary Study of Mobile Information Needs."

[24] Y. Cui, and V. Roto, "How People Use the Web on Mobile Devices." pp. 905-914.

[25] S. N. Srirama, M. Jarke, and W. Prinz, *Mobile Web Service Provisioning*, Sankt Augustin, Germany, 2004.

[26] L. Baresi, A. Maurino, and S. Modafferi, "Workflow Partitioning in Mobile Information Systems," *IFIP TC8 Working Conference on Mobile Information Systems (MOBIS 2004)*, 2004.

[27] M. Bilandzic, M. Foth, and A. D. Luca, "CityFlocks: Designing Social Navigation for Urban Mobile Information Systems," in *7th ACM conference on Designing Interactive Systems (DIS)*, Cape Town, South Africa, 2008.

[28] B. Andersson, and S. Henningson, "Developing Mobile Information Systems: Managing Additional Aspects."

[29] D. B. Work, and A. M. Bayen, "Impacts of the Mobile Internet on Transportation Cyberphysical Systems: Traffic Monitoring using Smartphones."

- [30] C. G. Johannsen, "Total quality management in a knowledge management perspective," *Journal of Documentation*, vol. 56, no. 1, pp. 42-54, 2000.
- [31] S. Srirama, E. Vainikko, V. Šor *et al.*, "Scalable Mobile Web Services Mediation Framework."
- [32] A. Charland, and B. LeRoux, "Mobile Application Development: Web vs. Native," *Communications of the ACM*, vol. 54, no. 5, pp. 49-53, 2011.
- [33] A. Charland, and B. Leroux, "Mobile application development," *Communications of the ACM*, vol. 54, no. 5, pp. 49, 2011.
- [34] W3C, *Mobile Web Application Best Practices: W3C*, 2008.
- [35] H. Hamad, M. Saad, and R. Abed, "Performance Evaluation of RESTful Web Services for Mobile Devices " *International Arab Journal of e-Technology*, vol. 1, no. 3, 2010.
- [36] F. O. Martínez, G. A. Uribe, and F. L. Mosquera, "OneWeb: plataforma de adaptación de contenidos web basada en las recomendaciones del W3C Mobile Web Initiative," *Ingeniería e Investigación*, vol. 31, no. 1, 2011.
- [37] UIS. "Acreditación Laboratorios," 2012-06-27; <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/acreditacionLaboratorios/index.html>.



Luis Carlos Gómez es Ingeniero de Sistemas egresado de la Universidad Industrial de Santander (UIS), y Magister en Informática de esa universidad. Director de la División de Investigación y Extensión de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas (DIEF) y profesor titular de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Director del grupo de investigación en Sistemas y Tecnologías de Información (STI). Sus investigaciones están enfocadas en la gestión del conocimiento, administración de la información, metodología de los sistemas blandos, y cloud computing.

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas
Grupo de Investigación STI
Cra 27 # 9, Ciudad Universitaria – Bucaramanga, Colombia
lcgomezf@uis.edu.co



Herman Ramírez Gómez es Ingeniero de Sistemas egresado de la Universidad Industrial de Santander (UIS), del 2010, estudiante de Maestría en Ingeniería de Sistemas e Informática y docente cátedra de esa universidad. Sus investigaciones están enfocadas en la gestión de la calidad,

cloud computing y calidad software.

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas
Grupo de Investigación STI
Cra 27 # 9, Ciudad Universitaria – Bucaramanga, Colombia
hermanrago@gmail.com



Javier De la Hoz es Ingeniero de Sistemas egresado de la Universidad Industrial de Santander (UIS), del 2010, y Candidato a Magister en Ingeniería de Sistemas e Informática de esa universidad. Inscrito al grupo de investigación en Sistemas y Tecnologías de Información (STI). Es docente cátedra en la universidad en la que estudia, y además docente tiempo completo en la Universitaria de Investigación y Desarrollo (UDI). Sus investigaciones están enfocadas en la gestión del conocimiento, gestión de la calidad y cloud computing.

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas
Grupo de Investigación STI
Cra 27 # 9, Ciudad Universitaria – Bucaramanga, Colombia
javierdlahoz@gmail.com