



DOI: <http://dx.doi.org/10.21501/21454086.2560>



Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

Lámpsakos | No. 20 | pp. 68-75 | julio-diciembre | 2018 | ISSN: 2145-4086 | Medellín-Colombia

# Computación en la Nube: Estudio de Herramientas Orientadas a la Industria 4.0

*Computing in the Cloud: Study of Tools Oriented to Industry 4.0*

**Luis Felipe Ortiz Clavijo**

Universidad Autónoma Latinoamericana  
Medellín, Colombia

[luisfelipe.ortiz@unaula.edu.co](mailto:luisfelipe.ortiz@unaula.edu.co)

**Santiago Cadavid Nieto**

Universidad Autónoma Latinoamericana  
Medellín, Colombia

[santiago.cadavidni@unaula.edu.co](mailto:santiago.cadavidni@unaula.edu.co)

**Javier Darío Fernández Ledesma, PhD**

Universidad Autónoma Latinoamericana  
Medellín, Colombia

[javier.fernandezle@unaula.edu.co](mailto:javier.fernandezle@unaula.edu.co)

**Carlos Julián Gallego Duque, MsC**

Universidad Autónoma Latinoamericana  
Medellín, Colombia

[carlosjulian.gallego@unaula.edu.co](mailto:carlosjulian.gallego@unaula.edu.co)

(Recibido el 12-12-2017, Aprobado el 22-03-2018, Publicado el 03-07-2018)

Estilo de Citación de Artículo:

L. F. Ortiz, J. D. Fernández, S. Cadavíd, C. J. Gallego, "Computación en la nube: estudio de herramientas orientadas a la industria 4.0", Lámpsakos, no. 20, pp 68-75, 2018, DOI: <http://dx.doi.org/10.21501/21454086.2560>

**Resumen:** La computación en la nube ha transformado la forma en que muchas organizaciones gestionan sus actividades, lo que representa beneficios donde se incluyen: ahorro de costos, agilidad, eficiencia, consolidación de recursos y nuevas oportunidades de negocio; este artículo de revisión tiene como propósito identificar las herramientas en la nube existentes con potencial de uso para la digitalización industrial, como marco de referencia para un programa de investigación enfocado a la consecución de estrategias para el desarrollo de la industria 4.0 en las pequeñas y medianas empresas de Colombia; para cumplir este objetivo se efectúa un estudio del estado del arte de las herramientas y su campo de acción desde el año 2011 (año de aparición del concepto industria 4.0) hasta la fecha.

**Palabras clave:** Computación en la nube, herramientas, digitalización industrial, industria 4.0

**Abstract:** The cloud computing has transformed the way in which many organizations manages their activities, which represents benefits that include: saving costs, agility, efficiency, resources consolidation and new business opportunities; this review article aims recognize the existing tools in the cloud with potential for use in

industrial digitalization, as a reference framework for a research program focused achievement for the strategies of industry 4.0 development in Colombian SMEs. For accomplish this objective a study of state of art of tools and its action field is carried out since 2011 (year of appearance of industry 4.0 concept) to date.

**Keywords:** Mortar; Cloud computing, tools, industrial digitalization, industry 4.0

## 1. INTRODUCCIÓN

En relación con la cuarta revolución industrial, es fundamental hacer referencia a las revoluciones anteriores, Fig. 1, donde el desarrollo de la máquina de vapor permitió dar al hombre el salto a lo que sería la primera revolución industrial, posteriormente la segunda revolución industrial emerge gracias al desarrollo de la electricidad con fines domésticos e industriales; mientras que la tercera revolución industrial surge a partir de la implementación de la automatización.

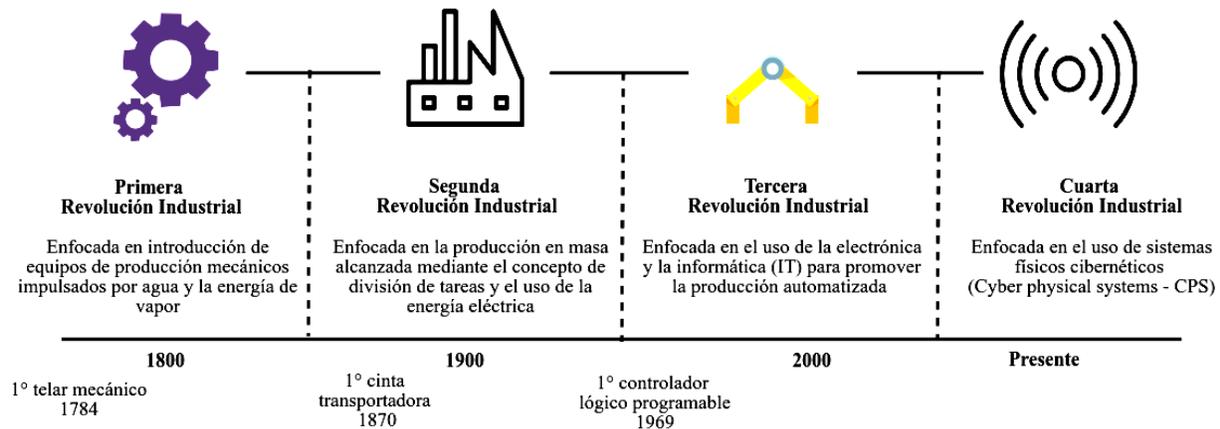


Fig.1. Revoluciones Industriales

Por último, el avance y expansión de la información y la digitalización a nivel global, trae consigo el concepto de industria 4.0, el cual según [1] surge por primera vez en el salón de la tecnología industrial Hannover Alemania en el año 2011. Ahora bien, el concepto de industria 4.0 describe la digitalización de las cadenas de valor, en el caso alemán el concepto es prevalente ya que según [2] la implementación de las tecnologías y el internet de las cosas a nivel industrial favorecen la integración de los diferentes procesos de producción y de negocio, lo que se traduce en una producción eficiente y flexible con bajos costos asociados y con alta calidad.

Bajo este panorama, la computación en la nube se constituye como una tecnología habilitadora para la industria 4.0, ya que permite la digitalización de los procesos, en concordancia con [3] al señalar que la computación en la nube corresponde a un modelo donde se permite el acceso ubicuo, conveniente, y bajo demanda a una piscina de recursos de cómputo configurables (redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones, y servicios) que pueden ser rápidamente provisionados y liberados con un mínimo esfuerzo o interacción del proveedor.

El paradigma de la computación en la nube subyace en su propia funcionalidad, la cual según [4] optimiza la funcionalidad de los servicios existentes de tecnologías de la información TI y habilita otras funciones inviables hasta ahora.

Finalmente, la computación en la nube (en inglés cloud computing); representa una convergencia de dos grandes tendencias en las tecnologías de la información:

- (1) Eficiencia TI, donde la potencia de los computadores es usada con mayor eficiencia a través de configuraciones de hardware y software altamente escalables.
- (2) Inteligencia de negocios, al poder ser usada la computación en la nube como una herramienta de valor agregado, gracias al procesamiento paralelo, uso de analítica empresarial y de aplicaciones móviles interactivas que responden en tiempo real a los requerimientos del usuario.

## 1 METODOLOGÍA

El presente artículo, comprendió dos fases para su elaboración, la primera se tiene que ver con una búsqueda documental, orientada a recolectar y analizar artículos y documentos de trabajo relacionados con la industria 4.0 y la computación en la nube (cloud computing) se crearon unas categorías para la búsqueda: (a) industria 4.0, (b) computación en la nube, (c) digitalización industrial.

Así mismo, se determinaron cuáles serían las características de las fuentes a consultar, donde: (1) búsqueda en bases de datos científicas, (2) publicaciones posteriores al año 2011 y (3) publicaciones científicas o académicas.

La segunda fase del proyecto planteó el análisis de las herramientas identificadas a partir de la revisión, la oferta actual de servicios cloud computing en relación con la industria 4.0 y las necesidades específicas de la digitalización industrial.

## 2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan a continuación los principales hallazgos a partir de la revisión; se evidencia el alto potencial de las herramientas disponibles como habilitadoras en la industria 4.0.

### 2.1 Algunos conceptos claves

El Cloud Computing, se refiere a un conjunto de servicios ofrecidos a través de internet, mediante aplicaciones configuradas por medio de la convergencia de hardware y software en centros de datos alrededor del mundo.

Según [5] los servicios ofertados por un centro de datos, se denominan servicios en la nube, en este sentido, cuando se contrata un servicio de la dicha nube esta pasa a considerarse como una nube pública, por otro lado, el término nube privada se usa para referirse a los centros de datos internos de un negocio u otra organización, y estos a su vez, no están disponibles para el público general.

Según [6] señalaba en el año 2011, que a pesar de que el desarrollo de la computación en la nube tomaría algunos años en completarse, las tecnologías existentes para la época permitían el uso multiusuario, la visualización y los servicios web.

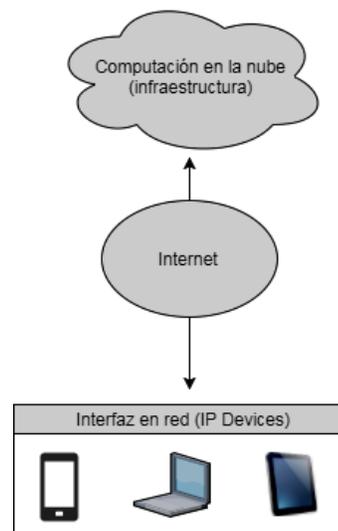
Ahora bien, un servicio web se entiende como un sistema de software diseñado para soportar la interacción máquina-máquina sobre una red. La definición engloba muchos sistemas diferentes, pero en el uso común el término se refiere a clientes y servidores que se comunican sobre el protocolo HTTP usado en la web. Los servicios web ayudan a estandarizar las interfaces entre aplicaciones, haciendo esta de fácil manejo e intuitiva.

En la revisión de la literatura, se señala el marco del Cloud computing como un SOA (Service oriented architecture) donde según [7] cuenta con 3 tipos de servicios, Fig. 2.

**Infraestructura como servicio IaaS:** se divide en nubes computacionales y fuentes de recursos, las primeras permiten acceder a recursos computacionales como CPUs, hipervisores y utilidades. Las segundas contienen recursos escalables como servicios a usuarios, es decir, posibilitan el mejoramiento de la capacidad de visualización.

**Infraestructura como servicio PaaS:** provee recursos computacionales, a través de una plataforma sobre la que los servicios y aplicaciones pueden ser desarrollados y alojados.

**Software como un servicio (SaaS):** referido como un servicio o nube de aplicación, ofrece implementaciones de funciones específicas de negocios y procesos de negocios que son provistos a través del servicio en la nube, algo relacionado con el tema específico de industria 4.0.



**Fig.2.** Arquitectura en la nube orientada a servicios.  
Fuente: Autores

### 2.2 Herramientas orientadas a la industria 4.0

#### 2.2.1 Uso de la computación en la nube en la empresa

El presente artículo hace parte del programa de investigación enfocado a la consecución de estrategias para el desarrollo de la industria 4.0 en las pequeñas y medianas empresas de Colombia liderado por el grupo INGECO de UNAULA y con un horizonte de trabajo en una primera fase a dos años.

En este sentido, cobra gran importancia la identificación de las herramientas con potencial de aplicación en la industria 4.0 y especialmente en el ámbito de las PYMES. Al respecto según [4] la computación en la nube tiene mucho sentido para las PYMES, sin embargo se resalta la existencia de algunos problemas técnicos, operacionales y organizacionales que deben resolverse.

**TABLA 1.** Servicios de computación en la nube. Fuente: Autores con información de [6].

Proveedor	Servicio
<b>IBM</b>	IBM provee servicios de computación en la nube llamado “nube azul (Blue cloud)” que ofrece a las compañías acceso a herramientas que les permiten manejar aplicaciones de gran escala y bases de datos vía IBM cloud. La compañía ofrece servicios de consultoría para ayudar a las compañías a integrar su infraestructura a la red.
<b>Google</b>	App engine de Google ofrece acceso a las organizaciones clientes a la plataforma basada en la nube que provee herramientas para construir y almacenar aplicaciones web. Su oferta principal de SaaS es Google Apps, un conjunto de herramientas de productividad de oficina en línea que incluye correo electrónico, calendario, y una herramienta simple de creación de sitios web.
<b>Microsoft</b>	La compañía ha programado que Microsoft Azure, el “sistema operativo de la nube” PaaS aparezca en 2010. Adicionalmente están servicios como: la plataforma de servicios Azure para ejecutarse en los sistemas operativos dándole al cliente acceso a muchos servicios online de Microsoft como Live, .Net, SQL, SharePoint, y Microsoft Dinamic CRM.
<b>AT&amp;T</b>	AT&T provee dos servicios en la nube, hospedaje sináptico, con el que las compañías clientes serán capaces de almacenar el servicio de Windows, las aplicaciones de servidor cliente de Linux y aplicaciones Web en la nube de AT&T; y el almacenaje sináptico permite a los clientes almacenar los datos en la nube AT&T.
<b>Apache</b>	Apache hadoop es un software abierto que ha inspirado el desarrollo de una base de datos y herramientas de programación para la computación en la nube.
<b>EMC</b>	Provee dos componentes clave para la computación en la nube –software de visualización y almacenamiento. También ofrecen soluciones de almacenamiento especializado para aplicaciones en la nube.
<b>Cisco</b>	Cisco es un participante relativamente tardío en el espacio del cloud computing, están trabajando activamente en un conjunto de estándares que permitirán portabilidad entre proveedores.
<b>Amazon</b>	Entre los servicios web de Amazon, están “la nube de computación elástica (EC2)”, para capacidad informática, y un servicio de almacenamiento simple (SE3), para capacidad de almacenamiento bajo demanda. Además de estas ofertas básicas Amazon ofrece el simple DB (un servicio de base de datos web), CloudFront (un servicio web para entrega de contenido) y el simple queue service (un servicio alojado para almacenar los mensajes mientras viajan entre nodos).
<b>SalesForce.com</b>	Es la primera aplicación SaaS conocida y exitosa. Siguiendo su camino, la compañía ha presentado Force.com, un conjunto integrado de herramientas y servicios de aplicaciones que los proveedores independientes y departamentos corporativos de TI pueden usar construir cualquier aplicación comercial y ejecutarla en la misma infraestructura que entrega las aplicaciones de salesforce CRM.
<b>Enomaly</b>	La plataforma de computo elástica (ECP) integra centros de datos con ofertas comerciales con ofertas comerciales de computación en la nube, permitiendo que los profesionales TI gestionen y gobiernen recursos internos y externos desde una sola consola, mientras que facilita mover las máquinas virtuales de un centros de datos a otro.
<b>CapGemini</b>	CapGemini es la primera firma proveedora de servicios en conseguir un asociación con Google Apps premier edition (GAPE) para empresas. Esta usa el software de Google como una iniciativa de servicio para identificar oportunidades entre grandes empresas.
<b>RichtScale</b>	Ofrece la plataforma RichtScale, una plataforma SaaS que ayuda a los consumidores a gestionar los procesos TI que ellos han tercerizado a proveedores de nube. Despliega nuevos servidores virtuales y aplicaciones, realiza el balanceo de carga en respuesta a las necesidades cambiantes, automatiza las copias de seguridad de almacenamiento y ofrece supervisión en informes de errores.
<b>Vordel</b>	Ofrece varios servicios de software y hardware que ayudan a las empresas a implementar aplicaciones basadas en la nube. Provee el gobierno, desempeño, interoperabilidad y marco de seguridad que permite a las empresas explotar la computación en la nube.

En comparación con las grandes empresas, estas normalmente consideran que los servicios computacionales no son rentables, ya que para grandes empresas especialmente aquellas que han alcanzado la mejor eficiencia en sus operaciones informáticas, donde un centro de datos típico de una gran organización puede operar a costos más bajos de los que se requiere para subcontratar servicios de computación en la nube.

Sin embargo las PYMES no tienen los recursos para dotar su organización con un sistema privado de gestión de información, en este sentido, los precios de los servicios de proveedores en la nube son mucho menores. Aún más importante, es entender que la computación en la nube no necesita inversión inicial, lo que permite a empresas con problemas de liquidez un uso más flexible del capital, bajo costo para un uso esporádico, fácil manejo, escalabilidad, independencia de dispositivos y locación e innovación rápida [8].

## 2.2.2 Software de Cloud Computing de código abierto

Según [3] hay muchas clases de opciones de cloud computing disponibles entre estas las mencionadas en el apartado introductorio: software como servicio (SaaS), plataforma como servicio (PaaS), y infraestructura como un servicio (IaaS), sin embargo se destaca el software de código abierto ya que provee una ventaja para aplicaciones; al poseer una arquitectura de acceso gratuito, esta puede ser usada, cambiada y compartida por cualquiera, donde el factor abierto hace que muchos desarrolladores colaboren para mejorar y agregar funciones. Finalmente, a continuación se relacionan cuatro arquitecturas de código abierto de computación en la nube, las cuales según [5] se constituyen como la primera oferta de servicios de este tipo.

**Opennebula:** Es un software de código abierto (liberado bajo la licencia Apache, v2.0) este proporciona una solución IaaS de computación en la nube, soporta nubes privadas, híbridas y públicas con un pequeño enfoque en la nube privada. El núcleo está escrito en C++ y el resto en Ruby. Además, provee interfaces de nube estándar (Amazon EC2, OGF Open Cloud Computing Interface, y vCloud).

**Eucalyptus:** Es un paquete de software de código abierto diseñado para construir ambientes de computación privados/híbridos compatibles con el servicio web EC2 y S3 de Amazon.

**Apache cloudstack:** Es un software de código abierto para desarrollar nubes IaaS públicas y privadas, basado en Java y habilita host de hipervisor que usa su servidor de administración. Por otro lado, está diseñado para ser independiente de hipervisor y puede ser compatible con XenServer/XCP, KVM, Hyper-V, y/o VMware ESXi con vSphere. Proporciona administración de usuarios, multipropiedad y separación de cuentas. Interactúa con recursos de red, computación y almacenamiento a través de una red API nativa o una interfaz de usuario basada en la red [3].

**Openstack:** Es una plataforma de computación en la nube que soporta todos los tipos de ambientes de nube, el proyecto busca facilitar separar y acceder a los componentes de cómputo, networking, y almacenamiento necesarios para trabajar con un sistema de nube a través de implementación simple, escalabilidad masiva y un rico conjunto de características.

## 2.2.3 Producción en la nube (Cloud manufacturing -CM)

El objeto principal de la industria 4.0 se centra en consolidar los objetos inteligentes, productos autónomos, y procesos de toma de decisión usando nuevas tecnologías.

En este sentido, la computación en la nube puede convertirse en un habilitador para estos sistemas futuros de automatización, ya que esta ha influenciado áreas que comprenden sistemas de oficina y de empresas [9].

De igual forma, la producción en la nube es vista como un nuevo paradigma de fabricación. Definida por [10]-[11] como un modelo que permite el acceso ubicuo, conveniente, y bajo demanda a una piscina compartida de recursos computacionales (redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones, y servicios) que pueden ser rápidamente aprovisionados y liberados con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción de proveedor de servicio, Fig.3.

Ahora bien, la producción en la nube trae consigo una serie de ventajas en comparación con las cadenas de producción tradicionales (ver Fig.4) las principales ventajas se relacionan a continuación:

a. Centralidad en el consumidor: en el ambiente de CM las relaciones de la cadena de suministro son centradas en el consumidor, traducido en una eficiencia mejorada, costo reducido, flexibilidad incrementada y mejores capacidades para el usuario. Estos beneficios se derivan de la creación de secuencias flexibles de manufactura habilitadas por la agrupación de recursos PRP (proveedores de recursos físicos). El objetivo un ambiente CM es unir usuarios, con necesidades, a proveedores que pueden llenar esas necesidades mientras se satisfacen los costos, cronogramas y objetivos del usuario.

b. Temporal, reconfigurable, dinámica: otra característica del CM es el dinamismo, y la naturaleza flexible del aprovisionamiento de recursos. Las líneas de producción de CM son de carácter temporal, lo que permite la producción de lotes más pequeños, pero no excluye la posibilidad de producción más larga. La capacidad de reconfigurar los recursos de producción permite alta eficiencia, un tiempo de inactividad mínimo y una respuesta inmediata a la demanda.

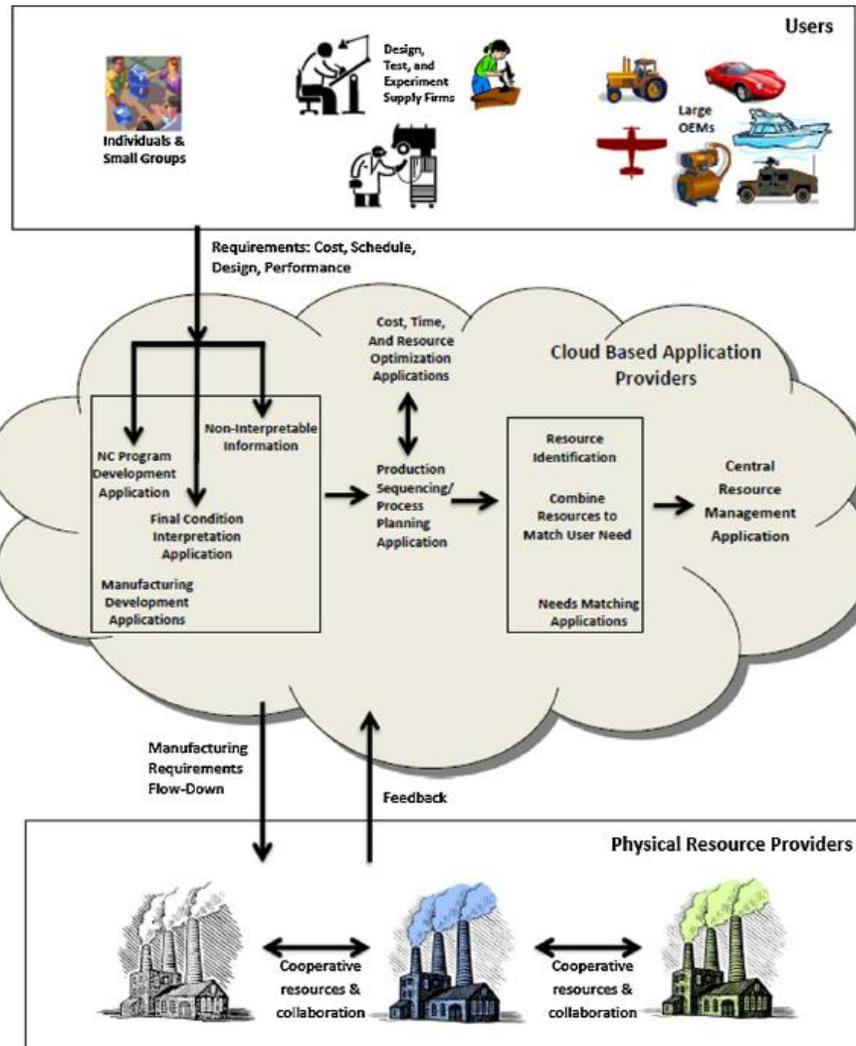


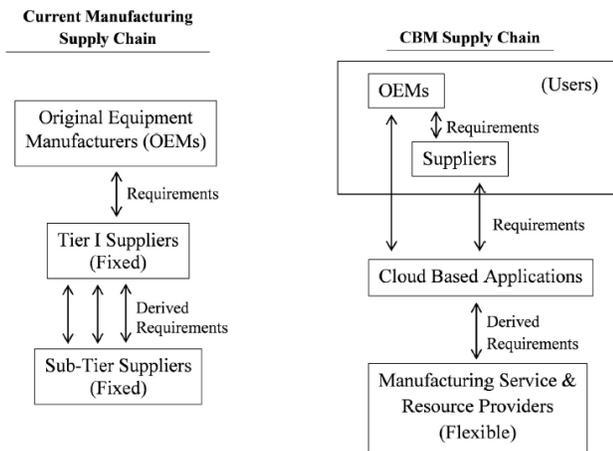
Fig.3. Visión estratégica del CM. Fuente: [12].

a. No desechar ningún trabajo: Gracias al rango de PRPs conectados, los trabajos que no fueron alguna vez viables económicamente son habilitados a través de la flexibilidad del ambiente CM. Las aplicaciones en la nube pueden desarrollar múltiples escenarios de planificación y costos múltiples para su consideración por el consumidor, utilizando el acceso a una amplia gama de recursos para permitir oportunidades de ahorro no realizables en configuraciones de fabricación tradicionales.

b. Impulsada por la demanda, demanda inteligente: al igual que cualquier entidad de fabricación de hoy en día, la medida en la que se ejerce el ambiente CM está impulsada por la demanda del usuario. Sin embargo a diferencia de las empresas tradicionales, el entorno CM posee “demanda inteligente” donde la flexibilidad inherente del sistema es usada para asegurar una distribución de carga uniforme en

recursos de fabricación equivalentes o intercambiables.

c. Carga compartida, beneficio compartido: Las organizaciones y relaciones comerciales tradicionales confían en una estructura de control escalonada, que actúa en conjunto para crear valor. Las organizaciones de negocios a menudo varían ampliamente entre industrias, la organización de una empresa a menudo define a una empresa en relación a como hace el producto o qué tipo de servicio que ofrece, en este sentido según [13] un modelo de negocios articula la propuesta de valor para el cliente; identifica un segmento de mercado; define la estructura de la cadena de valor; especifica los mecanismos de generación de ingresos; describe el posicionamiento dentro de la red de valor o el ecosistema, y también desarrolla una estrategia competitiva mediante la cual la firma gana y tiene ventaja sobre sus rivales.



**Fig.3.** Comparación de cadenas de suministro tradicional y CM

### 3 TRABAJOS FUTUROS

El presente artículo es un esbozo al amplio campo de estudios sobre la cuarta revolución industrial, revolución que se constituye como una oportunidad para el trabajo en las líneas de investigación en desarrollo industrial y desarrollo tecnológico.

Ahora bien, la dinámica de las PYMES de Colombia es altamente competitiva, teniendo en cuenta que este tipo de empresas son las que mayor empleo generan en el país; es entonces una necesidad inmediata el continuar trabajando en la generación de estrategias que permitan la competitividad del sector a partir de la digitalización industrial.

Finalmente, como trabajo futuro se invita a la comunidad académica a continuar con los esfuerzos en investigación y desarrollo que posibiliten ofrecer soluciones de base tecnológica para a adaptación de procesos industriales a entornos digitales.

### 4 CONCLUSIONES

En esta contribución de carácter técnico, se han evidenciado las características que la computación en la nube ofrece para facilitar la adopción de la industria 4.0; una de las principales fortalezas está en la posibilidad de visualizar, posibilidad que subyace en el concepto de visualización, siendo un tipo de tecnología que oculta las características físicas (hardware) de una plataforma informática de los usuarios, en lugar de presentarla de forma abstracta, las plataformas de computación en la nube permiten ser configuradas bajo demanda,

mantenida y replicada muy fácilmente, sin generar impactos en los espacios físicos de las empresas.

De igual forma, una fortaleza clara de la computación en la nube se relaciona con el concepto de multiusuario, toda vez que una sola instancia de una aplicación sirve a múltiples clientes, lo que permite un mejor uso de los recursos de un sistema en términos de memoria y gasto general de procesamiento.

La computación en la nube, permite obtener servicios donde la empresa sólo paga por los recursos que usa y en el momento en que los necesita. Entre las ventajas es necesario destacar también la agilidad de este tipo de tecnología toda vez que posibilita minimizar el tiempo empleado en actividades secundarias del negocio, dando espacio para centrarse en actividades estratégicas.

Otras ventajas importantes, se relacionan con la recuperación rápida del sistema y su información ante desastres, y la posibilidad de que cualquier usuario autorizado pueda acceder o actualizar información desde cualquier lugar del mundo, en cualquier momento y desde dispositivos móviles, sin necesidad de tener que acudir al espacio físico de la empresa; es este punto uno de los principales hitos de la industria 4.0.

Finalmente, las PYME cuentan con la posibilidad de dotarse de condiciones tecnológicas similares a las de grandes empresas lo que representa una nueva dinámica empresarial, donde el mundo de posibilidades que ofrece la digitalización industrial permitirá que la competitividad alcance niveles muy altos en comparación con la dinámica empresarial presente durante la tercera revolución industrial.

### REFERENCIAS

- [1] Deutschland.de, "Industria 4.0 en la Feria de Hannover," 2014. [Online]. Disponible: <https://www.deutschland.de/es/topic/economia/globalizacion-comercio-mundial/industria-40-en-la-feria-de-hannover>. (Consultado el 18 de Septiembre de 2017).
- [2] R. Drath and A. Horch, "Industrie 4.0: Hit or Hype?," *IEEE Ind. Electron. Mag.*, pp. 56–58, 2014.
- [3] M. Michel, O. Serres, A. Anbar, E. J. Golden, and T. El-Ghazawi, "Open Source Private Cloud Platforms for Big Data," in *Big Data Analytics for Sensor-Network Collected Intelligence*, Elsevier, 2017, pp. 63–80.
- [4] S. Marston, Z. Li, S. Bandyopadhyay, J. Zhang, and A. Ghalsasi, "Cloud computing — The business perspective," *Decis. Support Syst.*, vol. 51, no. 1, pp. 176–189, Apr. 2011.
- [5] M. Armbrust *et al.*, "A view of cloud computing," *Commun. ACM*, vol. 53, no. 4, p. 50, Apr. 2010.

- [6] S. Marston, Z. Li, S. Bandyopadhyay, J. Zhang, and A. Ghalsasi, "Cloud computing — The business perspective," *Decis. Support Syst.*, vol. 51, no. 1, pp. 176–189, Apr. 2011.
- [7] V. Chang, R. J. Walters, and G. Wills, "The development that leads to the Cloud Computing Business Framework," *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 33, no. 3, pp. 524–538, Jun. 2013.
- [8] F. T. Neves, F. C. Marta, A. M. R. Correia, and M. de C. Neto, "The adoption of cloud computing by SMEs: identifying and coping with external factors.," Oct. 2011.
- [9] O. Givehchi, H. Trsek, and J. Jasperneite, "Cloud computing for industrial automation systems — A comprehensive overview," in *2013 IEEE 18th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA)*, 2013, pp. 1–4.
- [10] P. M. Mell and T. Grance, "The NIST definition of cloud computing," Gaithersburg, MD, 2011.
- [11] D. Wu, M. J. Greer, D. W. Rosen, and D. Schaefer, "Cloud manufacturing: Strategic vision and state-of-the-art," *J. Manuf. Syst.*, vol. 32, no. 4, pp. 564–579, Oct. 2013.
- [12] D. Wu, M. J. Greer, D. W. Rosen, and D. Schaefer, "Cloud manufacturing: Strategic vision and state-of-the-art," *J. Manuf. Syst.*, vol. 32, no. 4, pp. 564–579, Oct. 2013.
- [13] M. Sako, "Business models for strategy and innovation," *Commun. ACM*, vol. 55, no. 7, p. 22, Jul. 2012.