

# Cómputo en la Nube una opción para PYMES en México

Sandra-Dinora ORANTES-JIMÉNEZ

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Computación (CIC-IPN), Departamento de Investigación en Ciencias de la Computación. Av. Juan de Dios Bátiz, esquina con Miguel Othón de Mendizábal, C.P. 07738, México, Distrito Federal

y

Erika AGUILLÓN-MARTÍNEZ

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Computación (CIC-IPN), Departamento de Investigación en Ciencias de la Computación. Av. Juan de Dios Bátiz, esquina con Miguel Othón de Mendizábal, C.P. 07738, México, Distrito Federal

y

Graciela VÁZQUEZ-ÁLVAREZ

Instituto Politécnico Nacional, SEPI-Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (SEPI-ESIME-IPN), Av. Luis Enrique Erro S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, Delegación Gustavo A. Madero, C.P. 07738, México, Distrito Federal

## RESUMEN

Innovar es necesario para mantenerse competitivo ante los cambios que ocurren en el ambiente tecnológico.

Los avances en tecnología, así como las diferentes formas del uso y manejo de la información, son conceptos que están siendo cada vez más utilizados, teniendo como algunos objetivos principales, proporcionar disponibilidad y mejora de los servicios informáticos, así como una reducción en costos, tanto de uso como de manejo de recursos. Tomando en cuenta esto, la tercerización de servicios de cómputo y almacenamiento, utilizando recursos e infraestructura de la nube (*cloud*), es una práctica que ha llegado a convertirse en alternativa potencialmente viable que tiene grandes posibilidades de desarrollo. Los usuarios pueden beneficiarse en gran medida de modelos basados en el cómputo en la nube (*cloud computing*), ya sea tomando decisiones en términos de reducción de costos así como en la utilización de recursos. Las PYMES (*Pequeñas y Medianas Empresas*) pueden beneficiarse de estas nuevas tecnologías, es por ello, que en este trabajo se presenta la propuesta de un modelo para la adopción del cómputo en la nube, en PYMES mexicanas con el fin de acercarles esta tecnología y lograr en ellas, mayor productividad y competitividad en un mercado global como el actual.

Palabras Clave: Cómputo en la nube, Virtualización, Nube, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Utilidad Informática (*Utility Computing*).

## 1. INTRODUCCIÓN

Por siglos los seres humanos han tratado de diferentes maneras emplear instrumentos para llevar a cabo su trabajo, con el objetivo de hacerlo de una manera más eficiente y rápida. La historia conocida de los artefactos que calculan o computan, se remonta a muchos años atrás en la antigüedad. El uso y manejo, así como el almacenamiento de la escritura en papel, ha sido desde siempre, una de las formas más simples para llevar a cabo el control de la información, esta es una de las importantes razones por lo que se convirtió en la forma más popular desde su invención hace miles de años. Antes de éste se utilizaban otros medios, como las tablillas de arcilla, papiros, etc., ahora se

usan las computadoras e Internet. Estas tecnologías son de fácil uso y manejo y a la larga menos caras que la administración de archivos de papel. Se pueden encontrar algunas desventajas, pero en contraparte las ventajas que ofrece son numerosas.

El cómputo en la nube ha surgido como un modelo tecnológico que optimiza el uso de la infraestructura actual y reduce las barreras de entrada a la tecnología [1]. A pesar de que en los últimos años ha tomado gran importancia, su origen está fuertemente ligado a los inicios de Internet así como al desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (*TIC*).

A pesar de que en los últimos años el cómputo en la nube ha tomado gran importancia, su origen está fuertemente ligado a los inicios de Internet así como al desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

En su libro, Borko [2] describe el progreso de la computación y hace la división y ordenamiento que se muestra en la Figura 1.

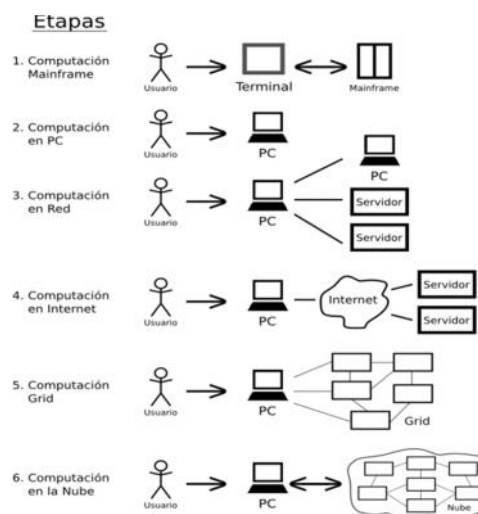


Figura 1 Fases de la computación centralizadas al cómputo en la nube [2]

En la década de los sesenta se destaca la creación de ARPANET que más tarde dio origen a Internet, también destaca la fundación de Intel y desarrollo de Unix. Durante la década de

los setenta se envió el primer email y se fundaron empresas que en la actualidad siguen jugando un papel importante en el desarrollo de la computación tales como Microsoft, Apple Computer y Oracle. En los ochentas ocurrió el auge mundial de las computadoras, empresas como IBM, Apple y Compaq lanzaron diversas computadoras. Durante la década de los noventa se consolidó Internet, se lanzaron distintos navegadores y se fundaron eBay y Amazon, en 1999 sales.com y Google pusieron en marcha los primeros sitios Web de servicios de cómputo en la nube. A partir del año 2000 y a la fecha florece el cómputo en la nube, se fundaron las redes sociales Facebook y Twitter, surgieron numerosos proveedores de este modelo tecnológico y se han lanzado distintas aplicaciones [3].

El control y gestión de la información en las empresas ha sido desde siempre una tarea compleja, el manejo exitoso de los datos, depende de procesamiento de la información extensa y cuidadosamente planificada. El desarrollo actual de Cloud Computing en el ámbito empresarial ha tenido un gran impacto; está evolucionando como plataforma informática fundamental, para el intercambio de recursos que incluyen infraestructuras, software, aplicaciones, así como procesos de negocios.

El cómputo en la nube ("Cloud Computing") es considerado como un paradigma en crecimiento [4], cuya madurez puede en estos momentos considerarse en etapa de desarrollo [5].

El cómputo en la nube, se caracteriza por ser un paradigma que permite a un usuario obtener una amplia gama de recursos de cómputo de acuerdo a sus necesidades, teniendo la libertad de aumentar o disminuir en cualquier momento, la cantidad de servicios y pagar solo por lo que se está utilizando como si se tratara del servicio de luz. Varios usuarios comparten los recursos ofrecidos por un proveedor quien los suministra en función de la demanda, a su vez los usuarios tienen disponibles los recursos en la Red y pueden acceder a ellos mediante mecanismos estándares, siendo el más común el navegador Web, ello permite utilizar diferentes dispositivos como por ejemplo tabletas, laptops y teléfonos móviles a cualquier hora y ubicación geográfica con acceso a Internet.

Gracias a estas características, se permite acceder a la tecnología a aquellos que antes no podían hacerlo, es por ello, que el presente trabajo se enfoca en un área que no tan fácilmente tiene acceso a las Tecnologías de la Información, tal es el caso de las micro empresas mexicanas y lograr en ellas, el uso de servicios en la nube para cumplir sus objetivos como empresa.

Al tratarse de uno de los más recientes paradigmas de la computación [6], aún no existen acuerdos generales bien detallados para su definición [7] así como también hay discrepancia en cuanto a sus posibles arquitecturas, modelos y estándares.

Sin embargo, el cómputo en la nube es considerado el paradigma sucesor de Grid Computing [8], especialmente porque supone una evolución disruptiva del mismo al tener como objetivo la personalización y entrega de infraestructuras computacionales, software y aplicaciones como servicios de alta usabilidad.

Sería un error considerar que las Pequeñas y Medianas Empresas tienen la suficiente experiencia práctica, así como el personal suficiente y la capacitación necesaria para llevar a cabo el uso, manejo y administración de la misma manera que las grandes organizaciones. En el caso de las Pequeñas y Medianas Empresas, planteamientos genéricos suelen ocasionar costos más altos, menos productividad y más riesgos; por ello, es

necesario analizar las características específicas tanto de las grandes como de las Pequeñas y Medianas Empresas, ya que sus necesidades son muy diferentes, de esta manera se puede tener una opción que cubra las exigencias de cada tipo de organización.

Con el uso del cómputo en la nube una micro empresa puede acceder a una gran variedad de servicios para cubrir sus necesidades, no necesita hacer grandes inversiones en hardware y software ya que estos servicios están disponibles y listos para usarse cuando sean requeridos, permitiendo así que la empresa logre eficiencia en sus operaciones dando oportunidad a enfocarse en áreas propias de su negocio.

Otra razón, por la que se considera el cómputo en la nube una opción para las micro empresas, es debido a que su flexibilidad y escalabilidad en el uso de recursos permite que el usuario pueda contratarlos y liberarlos de acuerdo a las necesidades cambiantes de su empresa, pagando solamente por lo que usa, además los proveedores tienen la capacidad de responder ante cualquier evento inesperado, comprometiéndose a tener disponibles los servicios en todo momento.

No obstante, pese a los beneficios que el cómputo en la nube podría ofrecer a las micro empresas, su uso en México aún tiene un largo camino que recorrer, por ejemplo, con base en una encuesta realizada por la Asociación de Tecnologías de la Información (TI) previamente conocida como Asociación de Auditoría y Control en Sistemas de Información (ISACA por sus siglas en inglés, *Information Systems Audit and Control*, que ahora es solamente considerado un acrónimo, que refleja la amplia gama de profesionales en gobierno de TI a los que sirve), sólo el 26% de las empresas entrevistadas utilizaban el cómputo en la nube, 38% no utilizaba ningún servicio en la nube y 36% no había concluido sus planes de su utilización o no conocían sus planes [9]. Asimismo, identificaron las preocupaciones que las empresas tenían sobre el uso del cómputo en la nube, sobresaliendo problemas de seguridad de los datos, incertidumbre sobre si funcionaría o no el uso del paradigma en la empresa, problemas de propiedad de datos debido a la compartición de información con el proveedor de servicios de cómputo en la nube y preocupaciones sobre las políticas y la forma de hacer el cambio cultural en la empresa. Por otro lado, los principales motivaciones para las empresas que si utilizaban el cómputo en la nube y que los llevaron a adoptar este paradigma, fueron la disminución de costos, eficiencia, accesibilidad y flexibilidad [10].

## 2. ANTECEDENTES

Con el uso del cómputo en la nube una micro empresa puede acceder a una gran variedad de servicios para cubrir sus necesidades, no necesita hacer grandes inversiones en hardware y software ya que estos servicios están disponibles y listos para usarse cuando sean requeridos, permitiendo así que la empresa logre eficiencia en sus operaciones dando oportunidad a enfocarse en áreas propias de su negocio.

Otra razón, por la que se considera el cómputo en la nube una opción para las micro empresas, es debido a que su flexibilidad y escalabilidad en el uso de recursos permite que el usuario pueda contratarlos y liberarlos de acuerdo a las necesidades cambiantes de su empresa, pagando solamente por lo que usa, además los proveedores tienen la capacidad de responder ante cualquier evento inesperado, comprometiéndose a tener disponibles los servicios en todo momento.

Los siguientes conceptos sobre el cómputo en la nube son los proporcionados por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) de Estados Unidos [11].

### **Cómputo en la nube**

Modelo que permite el acceso, desde cualquier lugar, conveniente y bajo demanda a través de la red a un conjunto compartido de recursos de computación configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden aprovisionar y liberar rápidamente con el mínimo esfuerzo de gestión o interacción con el proveedor del servicio.

Este modelo, se compone de cinco características esenciales, cuatro modelos de despliegue y tres modelos de servicio.

### **Características esenciales**

1. *Autoservicio bajo demanda.* Un usuario puede proveerse unilateralmente recursos de cómputo según sus necesidades.
2. *Múltiples formas de acceder a la red.* Los servicios están disponibles en la red y son accedidos a través de mecanismos estándar permitiendo utilizar diversos dispositivos.
3. *Agrupación de recursos.* Los recursos de computación del proveedor son compartidos por múltiples usuarios, dichos recursos son asignados dinámicamente en función de la demanda de cada usuario.
4. *Elasticidad rápida.* Los usuarios pueden aumentar o disminuir la cantidad de los servicios contratados en la nube de manera rápida y en algunos casos automáticamente.
5. *Servicio medido.* El uso de recursos puede ser medido, controlado e informado, posibilitando el pago por el uso efectivo de los servicios.

### **Modelos de despliegue**

Se refieren a la localización y administración de la infraestructura de la nube.

1. *Nube pública.* La infraestructura es operada por un proveedor que ofrece servicios al público en general.
2. *Nube privada.* La infraestructura es íntegramente gestionada para una organización.
3. *Nube comunitaria.* La infraestructura la comparten diversas organizaciones que son una comunidad específica que tiene preocupaciones similares.
4. *Nube híbrida.* Resultado de la combinación de dos o más nubes individuales que pueden ser privadas, comunitarias o públicas.

### **Modelos de servicio**

1. *Software como Servicio (SaaS).* El usuario tiene a su disposición aplicaciones que se encuentran en una infraestructura de la nube, es decir en un conjunto de hardware y software que permite las cinco características esenciales del cómputo en la nube
2. *Plataforma como Servicio (PaaS).* Al usuario se le permite desarrollar y desplegar aplicaciones propias (adquiridas o desarrolladas por el propio usuario) en la infraestructura de la nube de su proveedor, que es quien ofrece la plataforma de desarrollo y las herramientas de programación.
3. *Infraestructura como Servicio (IaaS).* El proveedor ofrece recursos de cómputo como capacidad de procesamiento, de almacenamiento o redes, que el usuario puede utilizar para ejecutar cualquier software; desde sistemas operativos hasta aplicaciones.

### **Pequeñas y Medianas Empresas**

Actualmente las Pequeñas y Medianas Empresas (en adelante referidas como PYMES), forman parte importante de la economía de México gracias a su impacto en la generación de empleos y la producción nacional. Según lo establecido en el Diario Oficial de la Federación en México el 30 de junio de 2009, las PYMES constituían más del 99% del total de las unidades económicas del país, representando alrededor del 52% del Producto Interno Bruto y contribuyendo a generar más del 70% de los empleos formales [12]. Debido a ello, es importante que dichas empresas terminen con la baja productividad y escasa competitividad en el que se encuentran. Las PYMES necesitan innovar, incorporar tecnologías mediante la inversión de maquinarias y equipos para lograr competitividad, aumentar la productividad y reducir los costos operacionales; sin embargo, las empresas pequeñas se ven restringidas de intentarlo dado que deben realizar inversiones iniciales que implican un impacto desfavorable en su economía, además influye el alto grado de incertidumbre sobre los resultados y beneficios que se obtendrán [13].

Por tanto, se considera necesario llevar a cabo el diseño de un modelo para la adopción del cómputo en la nube en las PYMES mexicanas que les acerque esta tecnología y que tomando en cuenta las barreras que impiden su adopción, proponga el uso de este modelo tecnológico como apoyo para su consolidación como empresas.

De acuerdo a una encuesta realizada por ISACA (*Information Systems Audit and Control Association, Asociación de Control y Auditoría de Sistemas de Información*), las principales motivaciones para la adopción del cómputo en la nube en empresas mexicanas son: la disminución de costos, eficiencia, accesibilidad y flexibilidad [14].

- La disminución de costos es posible gracias a que las empresas no necesitan adquirir infraestructura (hardware y/o software) sino que pueden utilizar estos servicios solo pagando por lo que se usa.
- La empresa logra eficiencia en sus operaciones ya que se reorganizan las actividades de administración de las TIC, dándole así la oportunidad de enfocarse en otras áreas propias de su negocio.
- Una empresa tiene acceso a una gran cantidad de servicios para cubrir sus necesidades, los cuales, están disponibles y listos para usarse para cuando sean requeridos.
- El cómputo en la nube es capaz de cubrir las cambiantes necesidades de la empresa, proporcionando así una gran flexibilidad en el servicio.

Sin embargo a pesar de estos beneficios existen ciertas preocupaciones sobre su uso, de acuerdo a la encuesta antes mencionada [14]:

- Problemas de seguridad de los datos.
- Incertidumbre (sobre si funcionará o no la aplicación del modelo tecnológico).
- Problemas de propiedad de datos (ya que la información se compartirá con el proveedor de servicios de cómputo en la nube).
- Preocupaciones sobre las políticas y la forma de hacer el cambio cultural.

### **Costos de implementación o cambio**

Las pequeñas empresas que confían en productos de seguridad diseñados para grandes empresas sin los especialistas necesarios para administrarlos, se exponen a una amplia gama de riesgos y costos.

- Un informático no especializado puede tener algunas dificultades para configurar de forma manual un sistema de prevención de intrusiones y que consiste, en cientos de reglas e inclinarse por desactivar la mayor parte de las funciones del producto. Solo un 10% de las empresas utilizan todas las funciones de seguridad por las que pagan.
- Un cortafuegos o un sistema de prevención de las intrusiones mal configurado, puede dejar agujeros en la seguridad o generar falsos positivos y bloquear a los usuarios, afectando a la productividad del personal informático y a la empresa en general.
- El uso de políticas de seguridad Web diferentes en los filtros de la red y las estaciones puede crear interferencias y confusión, así como afectar a la velocidad e incluso bloquear el tráfico legítimo.
- Los contratos de mantenimiento y los servicios de integración de terceros pueden aumentar considerablemente los costes de seguridad.
- La capacitación continua de los informáticos no especializados en soluciones de seguridad complejas suele exigir cursos anuales de varios días, que se suman a los costes y ausentan al personal de la oficina.

Pero todo esto puede evitarse. Los productos de seguridad informática no son complicados porque no se puedan simplificar para los usuarios menos expertos. Tan solo es necesario que los proveedores integren parte de los conocimientos y experiencia de los especialistas en los propios productos.

#### **Posibilidades de la nube para simplificar la seguridad**

Hay un creciente movimiento hacia la seguridad como servicio, basada y administrada en la nube, lo que aporta una ocasión única para mejorar la experiencia de los usuarios, reducir las complicaciones y aumentar la seguridad. Las soluciones actuales de seguridad informática basadas en la nube son perfectas para PYMES ya que son fáciles de instalar, configurar y administrar, y deberían ofrecer protección automática en tiempo real contra la mayoría de amenazas.

Los productos de seguridad basados en la nube podrían proporcionar fácilmente funciones sencillas como:

- Gestión de la seguridad unificada: los trabajadores con conocimientos utilizan múltiples dispositivos para hacer su trabajo. Una solución de seguridad eficaz debe proporcionar una gestión unificada para proteger dispositivos Windows, Mac y móviles.
- Administración, presentación de informes y licencias centradas en los usuarios: protege a los usuarios independientemente de qué dispositivos utilicen. La política basada en el usuario se configura una vez y se aplica automáticamente en todos los dispositivos. Los administradores de Tecnologías de Información (TI) deben obtener una vista única del estado de la seguridad de la organización y pueden profundizar por usuario o por dispositivo.
- Filtrado de seguridad Web: El acceso a sitios Web malintencionados o infectados debe bloquearse automáticamente y los archivos considerados sospechosos serán interceptados antes de que infecten a toda la organización.
- Política coordinada de filtrado de contenidos Web: las capacidades de filtrado Web administradas en la nube y en estaciones de trabajo, ofrecen protección uniforme independientemente de dónde se conecten los usuarios.

- Despliegue rápido, sin mantenimiento y sin necesidad de configurar un servidor. Los servicios de seguridad basados en la nube son considerados fáciles y rápidos de instalar.

### **3. RESGUARDO DE LA SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN**

Muchas empresas tienden a migrar a la nube para ahorrar costos, obteniendo espacio para almacenamiento de datos que es considerado más barato, comparado con los centros de datos propios, pero la cuestión es, si estos almacenamientos son seguros para las empresas.

Una de las inquietudes más importantes es la seguridad de la información. Una encuesta realizada en 2008 muestra que el rubro de la seguridad es una de las mayores preocupaciones que las empresas tienen al respecto del cómputo en la nube [15].

Para entender el problema de la seguridad en la nube, es importante conocer la arquitectura de ésta ya que, algunos aspectos de seguridad del cómputo en la nube, están relacionados con problemas en servicios Web y el explorador Web.

Los controles de seguridad en la nube no son tan diferentes a los controles de seguridad en otros entornos; sin embargo, implementa diferentes modelos de servicios, modelos de operación y tecnologías, que representan diferentes riesgos para la organización.

Las responsabilidades de seguridad del proveedor y usuario son dependientes de los modelos de la nube. Por otro lado, el usuario es responsable de la seguridad a nivel de sistemas (sistemas operativos, aplicaciones y datos).

Hay argumentos de seguridad a favor de la nube, asumiendo que se puedan manejar bien los riesgos. Es un hecho que todos los tipos de medidas de seguridad que son implementados a gran escala son más baratos; por lo tanto, al adoptar el cómputo en la nube, la idea que se les trasmite a las empresas, es que obtienen mejor protección con la misma cantidad de dinero.

Una vez que se tiene comprensión del funcionamiento del modelo tecnológico del cómputo en la nube y las áreas en las cuales puede beneficiar a la empresa, se propone un modelo para la adopción del cómputo en la nube en PYMES mexicanas.

El modelo en cuestión, permite el acceso bajo demanda a través de la Red a un conjunto compartido de recursos de computación configurables (redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden aprovisionar rápidamente con el mínimo esfuerzo de gestión o interacción del proveedor del servicio.

### **4. PROPUESTA DE MODELO**

#### **Objetivo de la propuesta**

La propuesta que aquí se presenta tiene como fin que las PYMES utilicen los servicios del cómputo en la nube para realizar sus procesos de una manera más eficiente, de tal modo que les permita alcanzar una amplia productividad y por ende la permanencia de su existencia.

Algunas características que justifican el uso del cómputo en la nube, son:

- Es un modelo tecnológico que optimiza los recursos computacionales existentes ya que actualmente en la mayoría de los centros de datos no se utilizan los servidores en su máxima capacidad. Con este modelo se aprovechan mejor los servidores gracias a que se comparten los recursos entre distintos usuarios.

- Es considerado una tecnología verde debido a que la utilización de menos servidores implica consumir menos energía y por tanto se reducen las emisiones de carbono. Tecnología verde se refiere al uso eficiente de los sistemas de cómputo que minimiza el impacto ambiental, mientras maximiza su viabilidad económica.
- Ahorro en costos ya que se tiene un impacto inmediato sobre los presupuestos de las empresas y personas, al eliminar la inversión inicial en capital relacionado con TI, así como en el mantenimiento de las mismas.
- Mejora la escalabilidad, es decir que se pueden adquirir fácilmente más recursos cuando sea necesario para la empresa, mejorando la capacidad de respuesta ante las cambiantes condiciones de mercado.
- Se tiene alta disponibilidad de los datos y aplicaciones en cualquier parte.
- Inmediatez de adquisición, solo se contratan los recursos que se requieran y se acceden a ellos mediante Internet y/o un navegador Web.
- Mejora la eficiencia de organizaciones que utilizan el modelo, ya que no tienen que invertir mucho tiempo en cuestiones de TI y pueden poner mayor atención en mejorar sus procesos o bien innovar en su área.
- Debido a la reducción de costos da lugar a que quienes no tenían acceso a la tecnología ahora puedan acercarse a ella más fácilmente.

### Implicaciones en la seguridad de la información

La seguridad de la información se refiere a la prevención y a la protección, a través de ciertos mecanismos, para evitar que ocurra de manera accidental o intencional, la transferencia, modificación, difusión o destrucción no autorizada de la información.

El cómputo en la nube tiene características específicas que requieren evaluación de los riesgos en áreas como integridad, recuperación y privacidad de los datos, la confidencialidad, integridad y disponibilidad (la llamada triada de la seguridad de la información), son aspectos que se deben garantizar en el entorno del cómputo en la nube.

### Triada de la seguridad

Dada la pérdida de control por parte del usuario sobre las aplicaciones, servicios y datos, uno de los principales retos que tiene el cómputo en la nube es mantener segura la información. La seguridad de la información se refiere a la prevención y a la protección, a través de ciertos mecanismos, para evitar que ocurra de manera accidental o intencional, la transferencia, modificación, difusión o destrucción no autorizada de la información.

El cómputo en la nube tiene características específicas que requieren evaluación de los riesgos en áreas como integridad, recuperación y privacidad de los datos, la **confidencialidad**, **integridad** y **disponibilidad**, son aspectos que se deben garantizar en el entorno del cómputo en la nube.

#### *Confidencialidad.*

Se refiere a la prevención de divulgación, intencionada o no, de información de manera no autorizada.

#### *Integridad.*

Es la garantía de que el mensaje enviado es recibido y de que no ha sido alterado.

#### *Disponibilidad.*

Cuando se ha conseguido mantener la confidencialidad y la integridad, se debe asegurar la disponibilidad de los datos. La disponibilidad asegura el acceso fiable y a tiempo por el personal apropiado. Las amenazas a la disponibilidad incluyen

intentos malintencionados para controlar, destruir o dañar recursos de computación y denegar acceso legítimo al sistema.

El modelo propuesto para la adopción del cómputo en la nube, orienta a las empresas para la ejecución de buenas prácticas para mitigar los riesgos inminentes al uso del cómputo en la nube.

### Marco jurídico aplicable

Un marco jurídico adecuado en torno al cómputo en la nube debe estar fundado en ciertas premisas fundamentales como son la protección de derechos de propiedad intelectual, acceso a Internet de banda ancha, seguridad y privacidad de la información y dada la naturaleza transfronteriza y ubicua del cómputo en la nube, también de disposiciones de interoperabilidad basadas en definiciones de organismos internacionales o supranacionales, además de la adopción de estándares internacionales en materia de tratamiento, seguridad y privacidad de la información, asimismo no debe excluir, restringir o favorecer alguna tecnología en particular.

Todo ello proporciona la capacidad de salvaguardar los intereses de todos los involucrados (gobierno, usuarios y proveedores), garantiza la delimitación de responsabilidades y las sanciones correspondientes a la vez que contribuye a la generación de confianza en el uso y aprovechamiento del cómputo en la nube [16].

La legislación informática considerada como un conjunto de reglas jurídicas de carácter preventivo y correctivo derivadas del uso del cómputo en la nube debe cubrir las siguientes características propias de este modelo tecnológico:

- Es esencialmente digital.
- Materialmente intangible.
- Disponible vía remota y en cualquier momento.
- Ubicuo, (no territorial, es decir que se puede acceder a los servicios contratados desde cualquier parte del mundo mediante cualquier dispositivo que cuente con un navegador Web y conexión a Internet).
- Susceptible de incrementar o disminuir su capacidad “elástico y escalable” (y en consecuencia, puede variar su costo), de acuerdo con las necesidades del usuario.
- Permite a los usuarios controlar los servicios que utilizan.
- Debe operar bajo estándares de privacidad y seguridad de la información, de acuerdo con los antecedentes y la oferta de cada proveedor y/o conforme al acuerdo entre las partes.
- Contiene elementos de contratación bajo licencia o suscripción de bienes y/o servicios, además de permitir el desarrollo de recursos, aplicaciones y contenidos.
- Ofrece gran facilidad de contratación, de asistencia o soporte y de pago.

Se considera que un marco jurídico adecuado en torno al cómputo en la nube debe estar fundado en ciertas premisas fundamentales como son la protección de derechos de propiedad intelectual, acceso a Internet de banda ancha, seguridad y privacidad de la información y dada la naturaleza transfronteriza y ubicua del cómputo en la nube también de disposiciones de interoperabilidad basadas en definiciones de organismos internacionales o supranacionales, además de la adopción de estándares internacionales en materia de tratamiento, seguridad y privacidad de la información, asimismo no debe excluir, restringir o favorecer alguna tecnología en particular.

En México el derecho a la protección de datos está contemplado en la Constitución en los artículos 6o, 16 (segundo párrafo) y 73.

Además existen otros ordenamientos jurídicos para legislar en la materia que si bien buscan la protección de datos personales, de

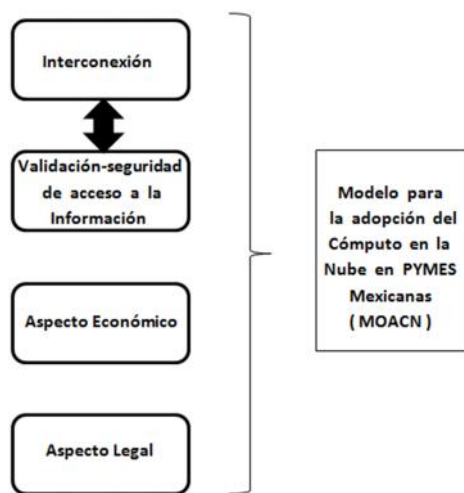
los derechos de autor y de la propiedad intelectual, así como el derecho al acceso a las tecnologías de la Información y a Internet se dejan muchos huecos para proteger a los usuarios, impidiendo propiciar un ambiente de confianza que fomente el uso de las nuevas tecnologías.

Todo ello proporciona la capacidad de salvaguardar los intereses de todos los involucrados (gobierno, usuarios y proveedores), garantiza la delimitación de responsabilidades y las sanciones correspondientes a la vez que contribuye a la generación de confianza en el uso y aprovechamiento del cómputo en la nube.

### Esquema del Modelo Propuesto

Lo importante del modelo propuesto es que pueda ser implementado en diferentes Arquitecturas de la nube, para lograr optimizar servicios de disponibilidad y conectividad y conseguir que los usuarios obtengan acceso a su información con la mayor seguridad posible.

En la Figura 2 se muestra el esquema del modelo propuesto, considerando las capas que debe tomar en cuenta para incluir seguridad en almacenaje y recuperación de la información.



**Figura 2.** Esquema del modelo propuesto para la adopción del cómputo en la nube en las PYMES mexicanas

Como puede observarse abarca 4 grandes capas (Etapas del modelo) y que abarcan:

#### **Interconexión.**

Consideración de empresas proveedoras de servicios de cómputo en la nube de acuerdo a fundamentación que ofrecen y accesibilidad de costos para las PYMES.

Para ello es necesario que la empresa:

- Establezca motivadores que tiene para adoptar el cómputo en la nube, a la vez que fija los objetivos específicos que se quieren alcanzar y la manera en que va a medir el éxito de los mismos.
- Identificar los servicios en la nube que se van a contratar, en base a aquellos que ayuden a prosperar los procesos actuales o bien a crear otros que mejoren el funcionamiento integral de la empresa.
- Identificar los modelos de despliegue y de servicio que se ajusten a las necesidades de la empresa, así como la evaluación de requerimientos mínimos necesarios que se deben tener para trabajar bajo la nueva estructura.

#### **Validación – seguridad de acceso a la información.**

Las empresas proveedoras de servicios deben proporcionar a las PYMES un resguardo inviolable de información, al cual, podrán tener acceso en todo momento y en cualquier lugar, a través de Internet de manera segura y confiable.

En este punto la elección de un proveedor confiable resulta primordial, por lo que hay que vigilar una serie de aspectos que éste debe cumplir para que la información y la inversión del usuario estén seguras. Algunos de estos aspectos son cubiertos en el SLA (Service Level Agreement, Acuerdo de Nivel del Servicio) que consiste en un contrato escrito entre proveedor del servicio y el usuario, con el objeto de fijar el nivel acordado para la calidad de un determinado servicio.

Por otro lado, el usuario debe seguir ciertas acciones para garantizar la seguridad de la información que está bajo su responsabilidad según los modelos de servicio y de despliegue seleccionados.

#### **Aspecto económico.**

Para las PYMES este es un aspecto importante, ya que deben lograr conseguir un proveedor de servicios de cómputo en la nube que se adecue a sus posibilidades, sin dejar por ello, de brindarles las soluciones informáticas que requieren.

El cálculo del TCO (*Total Cost of Ownership, Costo Total de Propiedad*), es una buena manera de identificar si una solución en la nube es conveniente para la empresa desde el punto de vista económico. El análisis del costo total de propiedad tiene como objetivo revelar los costos del tiempo de vida de adquirir, operar y mantener un determinado servicio. El TCO es útil para determinar la diferencia que existe entre el precio de compra y el costo a largo plazo de la inversión ya que da cuenta del costo asociado con la adquisición de los servicios durante toda su vida útil o durante un periodo determinado para el cálculo [17]. Así, se puede realizar el cálculo del TCO para las soluciones en la nube y de manera tradicional y de este modo verificar cuál de las dos conviene implementar en la empresa.

#### **Aspecto Legal.**

La protección de datos personales o no, la seguridad de tener un soporte jurídico que los respalde, también se convierte en un aspecto importante del modelo orientado a PYMES para la aceptación del cómputo en la nube.

Actualmente, el modelo, se encuentra en proceso de revisión y evaluación por parte de algunas PYMES en México, que aceptaron probarlo con las etapas como se encuentran detalladas hasta el momento, con lo cual, se pretende tener una realimentación de información que permita dejar a punto y fundamentar el modelo propuesto y poder así, considerarlo completo para su aplicación, con características y actividades que logren claridad y un porcentaje razonable de aceptación.

## 5. CONCLUSIONES

En el presente documento, se han abordado los requisitos y efectos del cómputo en la nube en las empresas en general y en México en particular.

Se ha encontrado que el cómputo en la nube es un tema de moda, por así decirlo y hoy en día muchas empresas están interesadas en él.

El desarrollo del modelo para la adopción del cómputo en la nube en micro empresas mexicanas que se presenta en esta tesis, es una manera de acercar la tecnología a este tipo de entidades, los micro empresarios pueden conocer de qué se trata este modelo tecnológico y evaluar la incorporación de servicios en la nube en sus procesos para alcanzar objetivos específicos orientados al mejoramiento de su empresa.

La mayoría de las empresas tienen idea de qué es esta tecnología, pero de igual forma hay confusión sobre el verdadero significado y definición del cómputo en la nube. Esto es entendible dado que la tecnología está en sus etapas iniciales.

Existe una confusión o desacuerdo sobre los límites del cómputo en la nube, pues muchas empresas e inclusive sus proveedores creen que una nube privada es parte del cómputo en la nube; sin embargo, otros piensan que es la suma de SaaS (Software as a Service, Software como Servicio) y Utility Computing, pero que no incluye a las nubes privadas.

Las empresas en México que están en el proceso de decidir adoptar el cómputo en la nube, se encuentran a un dilema, pues escuchan diferentes comentarios y puntos de vista (positivos y negativos) de diferentes fuentes.

La primera característica que lleva a pensar a las empresas en el cómputo en la nube, es el costo.

Se concluye que las empresas ahorran su capital al no construir centros de datos. Junto con esto, la flexibilidad y los diferentes modelos de costo hacen al cómputo en la nube más rentable. Sin embargo, un hallazgo importante es que estos beneficios son solo para las pequeñas y medianas empresas. Las empresas grandes pueden ahorrar costos al construir un centro de datos propio, dado la demanda y el capital con el que cuentan; en otras palabras, tener una nube privada es algo ideal para las empresas grandes.

También se obtuvieron resultados sobre el aspecto de la seguridad en el cómputo en la nube para las empresas. La seguridad no puede ser considerada como un valor agregado para el cómputo en la nube; de hecho, se concluye que existen varios problemas de seguridad para las empresas.

Pero no todo son desventajas, existen beneficios para las empresas, como por ejemplo, expansión, interfaces estándares, registros, administración de riesgos y actualizaciones efectivas y por defecto.

Por lo cual, ha sido posible proponer un modelo-guía que permita a las PYMES mexicanas estudiar pros y contras de la adopción del cómputo en la nube.

En resumidas cuentas, la necesidad de construir un entorno digital empleando la plataforma de la nube, que sea seguro tanto en el corto como en el largo plazo, asegurando la validez de los documentos digitales de forma íntegra y con posibilidad de crear una prueba electrónica sólida ante posibles controversias, cada vez es más necesario.

El proceso de transferir archivos del papel a formato digital o desmaterialización, forma parte también de la completa apuesta para un futuro cercano en las empresas en México.

Lo importante es no perder la visión, que no es algo que ocurrirá de la noche a la mañana y que lograr que las PYMES implementen el uso de la nube, es un proceso lento, ya que es un proceso de cambio que afecta de forma integral a la empresa y que se debe hacer, asegurándose la misma validez y seguridad de la información.

Garantizando con ello, que las empresas en México tengan confianza en el mundo digital, pensando en un entorno seguro que puede tener como base la plataforma del cómputo en la nube, para el resguardo y custodia de su información.

Se requiere especificar cuáles son los motivadores que llevan a la empresa a adoptar el cómputo en la nube, por ejemplo reducción de costos de operación, aumentar la productividad, etc., ello con el fin de elegir adecuadamente los servicios a contratar.

## 6. REFERENCIAS

- [1] IMCO, “Cómputo en la nube: nuevo detonador para la competitividad en México”. En línea en: [http://imco.org.mx/telecom\\_y\\_tics/computo\\_en\\_la\\_nube\\_nuevo\\_detonador\\_para\\_la\\_competitividad\\_en\\_mexico\\_do/](http://imco.org.mx/telecom_y_tics/computo_en_la_nube_nuevo_detonador_para_la_competitividad_en_mexico_do/) [fecha de consulta: septiembre de 2014]
- [2] Borko Furth, Armando Escalante, “**Handbook of cloud computing**”, Springer, 2010.
- [3] Salesforce, “**A Complete History of Cloud Computing**” En línea en: <http://www.salesforce.com/uk/socialsuccess/cloud-computing/the-complete-history-of-cloud-computing.jsp> [fecha de consulta: noviembre de 2014].
- [4] **Guest Editor's Introduction: Cloud Computing for the Sciences.** Sullivan, Francis. [Ed.] IEEE Computer Society. 4, 2009, Computing in Science and Engineering, Vol. 11, pages 10-11. En línea en: <http://www.computer.org/portal/Web/csdl/doi/10.1109/MCSE.2009.121> [fecha de consulta: diciembre de 2014].
- [5] Lasica, Joseph Daniel. **Identity in the Age of Cloud Computing: The next-generation Internet's impact on business, governance and social interaction.** En línea en: [http://www.aspeninstitute.org/sites/default/files/content/docs/pubs/Identiy\\_in\\_the\\_Age\\_of\\_Cloud\\_Computing.pdf](http://www.aspeninstitute.org/sites/default/files/content/docs/pubs/Identiy_in_the_Age_of_Cloud_Computing.pdf) fecha de consulta: diciembre de 2014].
- [6] **Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility.** Buyya, Rajkumar y otros 2009, Future Gener. Comput. Syst. En línea en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2008.12.001> [fecha de consulta: octubre de 2014].
- [7] da Palma Rosa, Pedro. **Cloud Computing Basics.** Dell, Inc. En línea en: <http://content.dell.com/in/en/business/d/sb360/cloud-computing-basics.aspx> [fecha de consulta: junio de 2014].
- [8] **Cloud Computing – Issues, Research and Implementations.** Vouk, Mladen A. Cavtat, Croatia: s.n., 2008. Proceedings of the ITI 2008 30th Int. Conf. on Information Technology Interfaces.
- [9] ISACA, “**2011 ISACA IT Risk / Reward Barometer – México Edition.**” p. 5, 2011.
- [10] ISACA, “**2012 IT Risk/Reward Barometer: México.**” p. 8, 2012.
- [11] P. Mell and T. Grance, “**The NIST Definition of Cloud Computing.**”
- [12] DOF - Diario Oficial de la Federación, DOF: 30/06/2009 “**ACUERDO por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas.**” En línea en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5096849&fecha=30/06/2009&print=true](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5096849&fecha=30/06/2009&print=true) [fecha de consulta: febrero de 2014].
- [13] OECD, Economic Commission for Latin America and the Caribbean, “**Perspectivas económicas de América Latina 2013. Políticas de Pymes para el cambio estructural**”, Noviembre 2012. En línea en: [http://www.oecd-ilibrary.org/development/perspectivas-economicas-de-america-latina-2013\\_leo-2013-es](http://www.oecd-ilibrary.org/development/perspectivas-economicas-de-america-latina-2013_leo-2013-es) [fecha de consulta: septiembre de 2013].
- [14] ISACA, “**2012 IT Risk/Reward Barometer: México**” En línea en: <http://www.isaca.org/risk-reward-barometer> [fecha de consulta: febrero de 2014].
- [15] Gens, F. (2010). **IDC on ‘the Cloud’: Get Ready for Expanded Research.** En línea en:

<http://blogs.idc.com/ie/?p=189> [fecha de consulta: julio de 2014].

- [16] Téllez J. **LEX CLOUD COMPUTING. Estudio jurídico del cómputo en la nube en México**, 1a. ed. México, D.F.: Instituto de Investigaciones Jurídicas, 2013, p. 717.
- [17] ISACA, “**Calcular el ROI de la nube: Desde la perspectiva del cliente,**” 2012. En línea en: <http://www.isaca.org/Spanish/Pages/default.aspx> [fecha de consulta: Abril de 2014]