

Microsoft®

“Cómputo en la
nube”: nuevo detonador
para la **competitividad**
de **México**



Instituto Mexicano para la Competitividad A.C.

Resumen Ejecutivo

El presente documento tiene como fin estimar el impacto potencial de adoptar el “cómputo en la nube” (o *cloud computing*, como se le conoce en inglés) en México.

En este documento definimos el “cómputo en la nube” como un modelo de tecnología que mueve los servicios de computación (software, plataformas o infraestructura) de un medio tradicional (computadora personal o celular, entre otros) a Internet. Es decir, la nube es una especie de servicio, como el del **agua que recibimos en nuestros hogares, donde no se tiene que invertir en infraestructura (tuberías) y sólo se paga conforme a nuestro consumo** (un día podemos llenar una alberca y otro día no consumir agua).

Aunque el documento cuantifica los distintos beneficios de adoptar el “cómputo en la nube” el centro de dichos beneficios deriva de la optimización de **la infraestructura de tecnología** actual, especialmente de un mejor aprovechamiento de los servidores. De acuerdo a un estudio en Estados Unidos, se estima que dicha tecnología aumentaría el aprovechamiento de los servidores de un **12% a un 60%**, lo que generaría economías de escala que producen importantes beneficios económicos, sociales y medio ambientales.

Para el caso de México, estimamos que dichos ahorros económicos (de adoptar la nube) equivalen a **0.31% del PIB nacional**, de los cuales **0.23% corresponde al ahorro en el sector privado y 0.08% al ahorro en el sector público**. Esta última cifra es similar al ahorro de 0.05% del PIB estadounidense estimado en el *Federal Cloud Computing Strategy* para el sector público norteamericano.

Además, la nube tiene importantes impactos sociales como generar empleos y aumentar la participación y colaboración ciudadana. Contrario a lo que la mayoría cree, adoptar la nube podría generar cerca de **63 mil nuevos empleos en México, producto de reducir en 1% el costo de entrada para las pequeñas y medianas empresas** y permitiéndoles competir con empresas grandes a través de acceder a tecnología de bajo costo. Por otro lado, el *cómputo en la nube* permite más acceso a la tecnología para la ciudadanía, disminuyendo la brecha digital, promoviendo la colaboración, la cultura y la voz de la ciudadanía.

Finalmente, el “cómputo en la nube” también beneficia al medio ambiente, al disminuir el consumo de electricidad por el mejor uso de la capacidad de cómputo instalado. Para México estimamos que dicho ahorro equivale a retirar 90 mil automóviles de circulación al año.

Para potenciar estos y otros beneficios (entre ellos la seguridad), sugerimos medidas para masificar el acceso a banda ancha y otras políticas similares a las que establece la Agenda Nacional Digital. Por otro lado, hacemos hincapié en la importancia de que el gobierno actúe como pionero en la adopción de la nube, promoviendo información sobre sus costos y beneficios, así como consejos para adoptarla. Por último, consideramos fundamental contar con un marco jurídico *ad hoc* que armonice el movimiento de datos y los requerimientos de seguridad entre países, así como la competencia entre los proveedores y la promoción de estándares abiertos.



Índice

I Introducción

- ¿Qué es el “cómputo en la nube”? 4
- ¿Cómo funciona? 6
- ¿Para qué sirve la nube? 9
- ¿Quiénes son los principales jugadores? 10
- Desmitificando la nube 11

II Adopción del “cómputo en la nube” en México y el mundo

- Adopción en gobiernos 17
- Adopción en el sector privado 22
- Adopción en el tercer sector 25
- Adopción en México 27

III Impactos de la adopción del “cómputo en la nube” en México

- Impactos económicos 30
- Impactos ambientales 40
- Otros impactos 42

IV Retos y recomendaciones

- Retos 48
- Recomendaciones 52
- Citas 58

I Introducción

En el mundo de la tecnología cada día se escucha más el término “cómputo en la nube” o la nube. No porque los tecnólogos vean nublado el futuro, sino porque este término representa un nuevo modelo de tecnología que promete cambiar la forma en que se usan actualmente los sistemas y servicios de cómputo.

El término de “cómputo en la nube” apenas se comenzó a utilizar en el año 2006, por lo que se conoce poco. Este documento pretende contribuir a aclarar de qué trata esta tecnología y cuáles son sus posibles efectos para México. Por ello, el documento se estructura en cuatro capítulos:

- El primero, describe qué es y cómo funciona el “cómputo en la nube”, así como los principales mitos alrededor de dicha tecnología.
- El segundo, expone algunos casos de adopción del “cómputo en la nube” en México y el mundo.
- El tercero, estima los principales impactos de adoptar la nube en México.
- El cuarto, muestra algunos de los principales retos y recomendaciones para promover la adopción del “cómputo en la nube” en México.



¿QUÉ ES EL “CÓMPUTO EN LA NUBE”?

De una forma muy simple la “nube” o “cómputo en la nube”, se entiende como una forma de obtener servicios de cómputo por demanda, tal como el agua que consumimos en el hogar, de la cual, sólo pagamos por la que utilizamos sin la necesidad de invertir en la tubería que la lleva al hogar. El “cómputo en la nube” es un poco más complejo que este simple principio y se describe de la siguiente manera:

Un modelo de tecnología que mueve los servicios de computación (software, plataformas o infraestructura) de un medio tradicional (computadora personal) a Internet.

Esta definición es una versión simple de la que utiliza el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de Estados Unidos (NIST, por sus siglas en inglés), que define el “cómputo en la nube” como:

“Un modelo que permite, de forma ubicua, conveniente y on-demand, el acceso a un banco de recursos computacionales configurables (ej. redes, servidores, aplicaciones, almacenamiento de datos, y servicios) que son provistos de forma rápida y con un mínimo de esfuerzo administrativo o interacción con el proveedor.”¹

La nube no es una revolución tecnológica, sino una evolución de la tecnología existente que optimiza el uso de la infraestructura actual y reduce las barreras de entrada a la tecnología. En otras palabras, la nube hace más eficiente el uso de tecnologías existentes y permite que quienes no podían utilizarla, ahora tengan acceso a ella. La tecnología puede ser implementada por quien sea (empresas, sector público o particulares), por pasos, es decir, ciertas aplicaciones pueden migrar a la nube antes que otras.

La gran ventaja de esta tecnología es que elimina las rigideces de los sistemas tradicionales de Tecnologías de Información (TI) al permitir aumentar los servicios contratados conforme a la demanda.

El “cómputo en la
nube” es un modelo
de **tecnología** que
mueve los **servicios de**
computación (software,
plataformas o infraestructura)
de un medio tradicional
(computadora personal)
a **Internet**.

A large, stylized white cloud graphic is positioned in the bottom right corner of the image, partially overlapping the dark blue background.

Curiosamente el “cómputo en la nube” se basa en el mismo principio revolucionario que llevó a la creación de las computadoras personales hace cerca de 40 años. En aquel entonces, para usar las grandes computadoras que se encontraban en universidades, uno tenía que anotarse en una lista y usarlas a deshoras. La descentralización de dichas computadoras en terminales de cómputo remotas, no sólo permitió aprovechar la capacidad instalada de dichas máquinas, sino que detonó la creación de la famosa *desktop* y el crecimiento exponencial de la capacidad de cómputo en el mundo. Hoy el “cómputo en la nube”, basado en el mismo principio, pretende optimizar al máximo dicha capacidad instalada.

¿CÓMO FUNCIONA?

Para entender el “cómputo en la nube”, lo primero que hay que explicar son sus características, los servicios que ofrece y sus distintos modelos de implementación.

CARACTERÍSTICAS

Las cinco características esenciales del “cómputo en la nube” son²:

- 1. Autoservicio *on-demand* o pago por evento.** Los servicios pueden ser solicitados por el usuario o el cliente a través de Internet o directamente, pagando únicamente por el tiempo de uso del servicio.
- 2. Acceso ubicuo a la red (uso de los servicios cuando sea y donde sea).** Los servicios en la nube son accesibles desde cualquier medio (computadora, teléfono, etc.) con acceso a la red.
- 3. Fondo común de recursos.** Los servicios en la nube pueden ser usados por distintos usuarios en diferentes lugares del mundo. Esto crea una independencia de la ubicación de los recursos al aprovechar el Internet.
- 4. Rápida elasticidad.** La cantidad o calidad de los servicios ofrecidos en la nube puede aumentar o disminuir como le convenga al usuario sin necesidad de hacer colas o trámites para solicitarlos.

- 5. Servicio medido.** Cada recurso que consume el usuario y que es facturable debe ser medido, no sólo para fines de tarificación, sino también de control. Este servicio puede ser vendido al mismo usuario o cliente dentro de su contexto y/o ambiente.

SERVICIOS

La nube ofrece básicamente tres servicios:

- 1. Software como Servicio (SaaS),** el proveedor proporciona aplicaciones y software a través de un modelo de suscripción de paquetería (correo electrónico, aplicaciones comerciales, Office, Stata, etc.) a cambio de una renta por uso. En otras palabras, en lugar de comprar una licencia completa, los usuarios puedan ahorrarse millones y sólo rentar lo que necesiten. Generalmente este servicio, a diferencia de los otros no se cobra por tiempo, sino por usuario o bien por dispositivo.
- 2. Plataforma como Servicio (PaaS)** para hacer uso de plataformas tecnológicas en internet. Una empresa que desarrolla sus propias aplicaciones o adquiere una licencia de uso de un tercero, puede alquilar una plataforma tecnológica en la nube que incluya hardware, sistema operativo, middleware, y comunicaciones para correrlas en línea, sin preocuparse por comprar y administrar su propia infraestructura. De esta forma la plataforma tecnológica alquilada se puede expandir o contraer en base a su demanda que se cobra generalmente por hora efectiva consumida de servidores, almacenamiento y ancho de banda.
- 3. Infraestructura como Servicio (IaaS),** es el acceso bajo demanda y por vía remota a servidores, subsistemas de almacenamiento y redes. Por ejemplo, en lugar de almacenar toda la información en la computadora personal o en el servidor de la compañía, este espacio se renta a un proveedor de IaaS, ahorrando el costo de inversión en dicha infraestructura. La renta de este servicio se estima generalmente por hora consumida de poder de cómputo de los servidores, espacio de almacenamiento y ancho

de banda utilizado. A diferencia de PaaS en este modelo el contratante es quien administra la infraestructura tecnológica alquilada.

Dichas funciones, para cada uno de los servicios se resumen en la figura a continuación.

Figura 1. Los 3 servicios de la nube

Software como servicio (SaaS): Servicios de software donde el proveedor proporciona aplicaciones con base en la nube.	Servicios SaaS: • Aplicaciones de e-gobierno. • Servicios de Internet (e-mail, videoconferencias, etc). • Herramientas de productividad (Office). • Planificación de recursos empresariales (ERP).
Plataforma como servicio (PaaS): Entrega de plataformas de computación y de soluciones de almacenamiento.	Servicios PaaS: • Desarrollo de aplicaciones de cómputo. • Procesos de flujo de trabajo. • Servicios de seguridad. • Administración de bases de datos y servicios de directorio.
Infraestructura como servicio (IaaS): Servicio que ofrece la renta elástica de infraestructura de cómputo.	Servicios IaaS: • Almacenamiento de información (renta de espacio en disco duro). • Hardware (Servidores). • Redes.

Fuente: Elaboración propia con información de GSA Federal Cloud Computing Overview, 2010.

MODELOS DE IMPLEMENTACIÓN

La nube cuenta con cuatro modelos de implementación para optimizar las necesidades de seguridad, costos y flexibilidad de los usuarios.

Nube pública

A este modelo se le considera como “cómputo en la nube”, en el sentido más estricto. Es aquel donde el servicio se otorga a través de un proveedor de servicios en la nube y los recursos de TI son compartidos con otras empresas o usuarios a través de Internet. Las ventajas de este modelo son eficiencia en costos, colaboración y flexibilidad. Sin embargo, para los usuarios que tienen que cumplir con políticas de privacidad (por ejemplo, los bancos), resulta complicado compartir la infraestructura de TI con otros usuarios (como los centros de almacenamiento de datos personales).

Nube privada

Es aquella que ofrece servicios de TI para el uso de una sola empresa u organización. La nube se puede encontrar tanto fuera como dentro de las instalaciones de la organización. Además de la seguridad y el control que proporciona ser el único propietario de la nube, permite escalabilidad, autoservicio *on-demand* y un servicio medido. La desventaja es un precio más alto, pues se eliminan algunas posibilidades de generar economías de escala presentes en una nube pública.

Nube comunitaria

Esta nube es compartida entre varias empresas o instituciones con las mismas preocupaciones en cuanto a requerimientos. Este tipo de nube puede ser administrada por las mismas empresas o por un tercero, y se puede encontrar dentro o fuera de las instalaciones de la empresa. Entre las ventajas de esta nube es que el usuario no comparte la infraestructura con otros usuarios desconocidos (similar a la nube privada), pero sí comparte los costos entre usuarios.

Nube híbrida

Ofrece los beneficios de dos o más nubes. Las nubes híbridas abren la posibilidad de seleccionar qué información y aplicaciones pueden migrar a la nube pública y cuáles deben de permanecer en las instalaciones de la empresa o institución, para reducir los costos mientras se mantiene la información dentro de la compañía que no quiere almacenarse en una infraestructura compartida.

la principal ventaja
de la nube, es que
permite optimizar
los recursos
computacionales
existentes al generar
economías de escala.



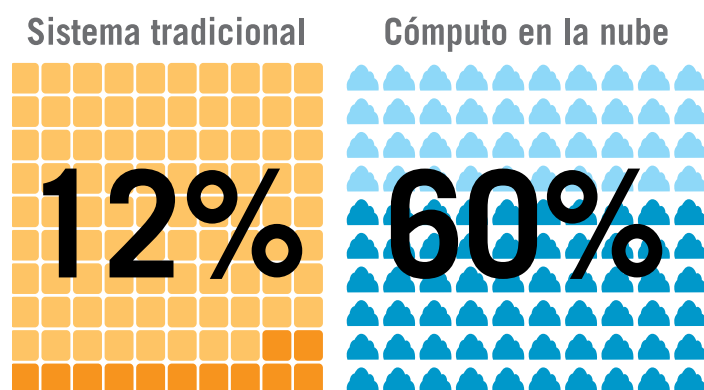
¿PARA QUÉ SIRVE LA NUBE?

OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y ECONOMÍAS DE ESCALA

Desde el punto de vista económico, **la principal característica de la nube, es que permite optimizar los recursos computacionales existentes al generar economías de escala.** Debido a que la nube se basa en compartir recursos de TI entre distintas empresas y usuarios, su uso lleva a un mejor aprovechamiento de los servidores, del personal y de la electricidad.

Con los métodos de TI tradicionales, las empresas no pueden usar los servidores a su máxima capacidad pues requieren que estos soporten las cargas de las horas pico. Por ejemplo, una empresa que vende productos en línea, tiene que tener capacidad para atender a todos sus clientes los días del año que más vende (poco antes de navidad). Por lo tanto, el resto del año subutiliza los servidores adquiridos para esta demanda. Un estudio reciente⁶ que analiza el uso de los servidores en Estados Unidos, **estima que el uso del “cómputo en la nube” podría aumentar el aprovechamiento de los servidores de 12% a 60%**, gracias a que se comparten los recursos entre distintos actores (ver gráfica 1).

Gráfica 1. Optimización de recursos por el “cómputo en la nube”



Fuente: Alford y Morton 2009

BENEFICIOS

Entre los beneficios más importantes del “cómputo en la nube” se encuentran⁷:

- **Reducir costos.** La nube ofrece a las empresas la posibilidad de escalabilidad sin necesidad de comprar más infraestructura y mantenerla de acuerdo a la demanda del cliente permitiendo cobrarlas en la modalidad de pago por uso (o bien, “pay-as-you-go”). Lo anterior permite optimizar el uso de servidores y licencias de software, reduciendo costos.
- **Inmediatez.** Una gran ventaja de la nube es la rapidez con la que se puede adoptar. El cliente puede adquirir y utilizar el servicio en un solo día, a diferencia de la tecnología de información tradicional, que requiere de mucho más tiempo para ser ordenada, configurada e instalada.
- **Disponibilidad.** Los proveedores de servicios de nube tienen la infraestructura y la capacidad de banda ancha para cubrir los requerimientos de acceso de alta velocidad, almacenamiento de datos y de las aplicaciones.
- **Escalabilidad.** Sin la restricción de capacidad de las TI tradicionales, los servicios de nube ofrecen flexibilidad y escalabilidad para cubrir las crecientes necesidades de TI de los usuarios. El abastecimiento según la demanda permite un servicio adecuado durante las horas pico y reduce el tiempo para implementar nuevos servicios.
- **Eficiencia.** Al reorganizar las actividades de administración de TI, las empresas y gobiernos pueden concentrarse en otras áreas, como en investigación e innovación de productos. Esto puede traer ventajas mucho mayores que sólo la reducción de costos.

¿QUIÉNES SON LOS PRINCIPALES JUGADORES?

Para saber cómo se compone el mercado de “cómputo en la nube” lo primero que se debe esclarecer es que es un mercado muy joven (incursionó formalmente apenas en el 2006). Sin embargo, algunos servicios en nube como el correo electrónico (Hotmail, Yahoo!, etc.) existen desde hace más de 15 años. Sin embargo, el mercado ha crecido principalmente en Estados Unidos, por ser el país con el mercado de TI más desarrollado del mundo.

Desde la creación del “cómputo en la nube” surgieron muchos proveedores, la mayoría de ellos en Estados Unidos, pero también en Europa, Japón y el este de Asia. Sin embargo, son pocos los proveedores que ofrecen los tres niveles de servicio (SaaS, PaaS, IaaS), por lo que los usuarios deben revisar la compatibilidad entre éstos. Los proveedores buscan soluciones innovadoras que se ajusten a las distintas necesidades de sus clientes, por ejemplo: nubes para Pymes, para gobiernos, para particulares o para grandes empresas, entre otros. Conocer a los proveedores del “cómputo en la nube” permite aprovechar los beneficios de la nube, de acuerdo a sus servicios (ver figura 2).

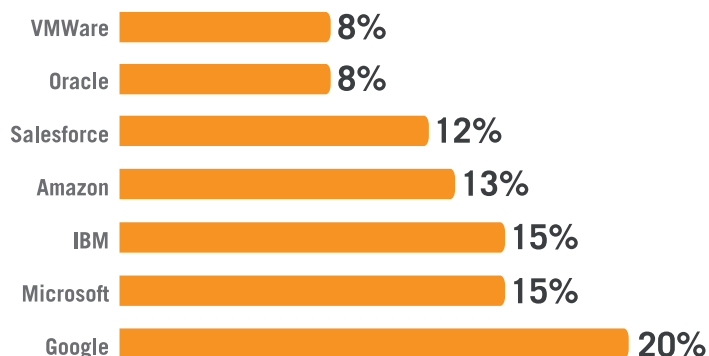
Figura 2. Principales productos de la nube, por tipo de servicio

Productos de SaaS	Productos de PaaS	Productos de IaaS
• Salesforce • Google Apps • Zoho • Microsoft Online Services • Gliffy	• Windows Azure • Google App Engine Force • Critix • AT&T Synaptic	• Amazon Web Services • Hyper V-Cloud • Savvis • Rackspace Cloud • Joyent

Fuente: Elaboración propia con información de cloudbook.net

Como se mencionó, los proveedores de la nube se distinguen no sólo por los servicios que ofrecen, sino por el tipo de nube. Por ejemplo, para la nube pública los principales proveedores de servicios son: Google, Microsoft, IBM, Amazon, Salesforce, Oracle, VMware (ver gráfica2).

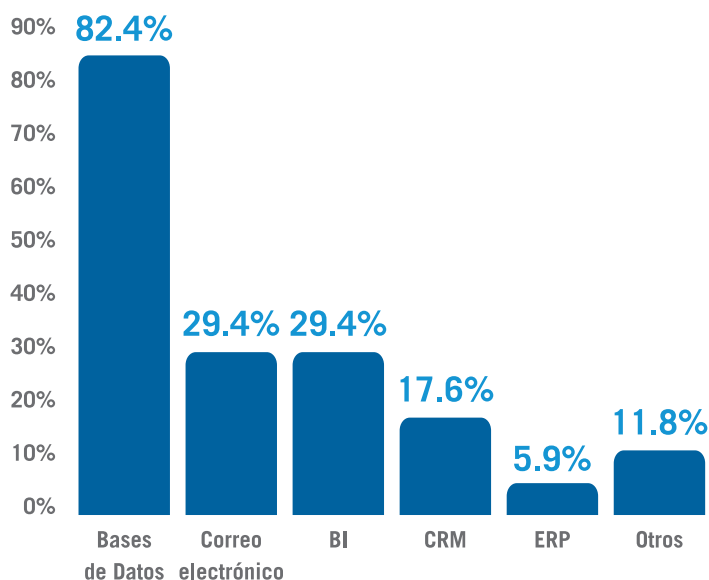
Gráfica 2. Los mayores proveedores de servicios de nube pública en Estados Unidos (2009)



Fuente: The 451 Group en Market Monitor, Sizing, Share and Forecasts.

De acuerdo a las primeras encuestas de mercado realizadas en México, las herramientas en la nube que más usan las empresas son: bases de datos, correo electrónico y *business intelligence*, entre otros (ver gráfica 3).

Gráfica 3. Porcentaje de adopción de aplicaciones en la nube por las empresas mexicanas



Fuente: Cloud Computing End User Analysis Mexico, Frost y Sullivan 2011.

Por otro lado, hay poca información sobre los proveedores de nubes privadas. Sin embargo, entre los más importantes están: Rackspace, VMware, Amazon, IBM, Microsoft y Eucalyptus/Ubuntu

(uno de los proveedores más importantes de software libre). Por ser una tecnología relativamente nueva, es importante para los usuarios tener en mente ciertos puntos antes de elegir a un proveedor:

1. La compatibilidad de las plataformas de los distintos proveedores para saber si será posible combinar servicios en el futuro.
2. Realizar evaluaciones periódicas de los proveedores sobre su: estabilidad financiera, capacidad de mejorar su funcionalidad y niveles de servicio, integración de los datos a través de plataformas tecnológicas y servicios de nube, y capacidad para cumplir sus ofertas.

Por la falta de conocimiento y por ser una tecnología nueva, migrar a la nube puede provocar incertidumbre y muchas dudas en los usuarios: ¿Qué pasa si hay un desastre natural en la ubicación del servidor de mi proveedor? O, ¿si se va la luz o pierde la conexión? ¿Qué tanta seguridad existe cuando dejo información en un servidor que es accesible por cualquiera con una clave? A continuación contestamos estas preguntas, y abordamos algunos de los principales mitos alrededor de la nube.

DESMITIFICANDO LA NUBE

Los principales mitos alrededor de la nube son: la seguridad, la disponibilidad (conexión), el control sobre los datos (dónde se encuentra la información y quién tiene acceso a ésta) y el temor al *lock-in* (atarte a un solo proveedor porque su tecnología no es compatible con otras). Por fortuna para los usuarios, **todos estos problemas se pueden evitar con una migración correcta a la nube**, lo que hace indispensable una evaluación previa sobre las áreas de TI que están listas para migrar a la nube y sobre los proveedores y sus servicios.

Mito #1. Seguridad: “La nube no es una opción segura.”

Una de las principales razones por las que las compañías son renuentes a adoptar el “cómputo en la nube” es la seguridad. En una encuesta⁸ de CDW (un proveedor de tecnología en EUA) se preguntó la principal razón por la cual no se adoptaba el “cómputo

en la nube”, el 45% de los usuarios respondió que por razones de seguridad. A su vez, el 32% de los usuarios respondió que no continuó su adopción por razones de seguridad. Para el caso de México, una encuesta reciente⁹ (a 40 usuarios) confirma esta misma respuesta sólo que 95% de los entrevistados considera la seguridad el principal obstáculo para la adopción de “cómputo en la nube”.

El mito de la inseguridad en la nube se debe a dos razones. Primero, a cuestiones físicas, técnicas y administrativas del manejo de la información y en segundo lugar por la privacidad de los datos.

Para atender ambas razones, Avanade (empresa experta en TI), propone que los usuarios conozcan que:

1. La seguridad de la nube es muy parecida a la seguridad interna. Es decir, las herramientas de seguridad que se utilizan día a día en las instalaciones de la empresa, son las mismas que se utilizarán en la nube; la única diferencia es que dentro de la nube uno comparte estos servicios con otros usuarios.
2. Los aspectos de seguridad del entorno a la nube pueden abordarse con herramientas de seguridad de la empresa o institución, como por ejemplo la codificación de los datos.
3. Al seleccionar a un proveedor de calidad, sus estándares de seguridad serán al menos iguales, pero probablemente mejores, que en el escenario fuera de la nube. Esto se debe a que los requisitos de seguridad se diseñan para satisfacer las necesidades de seguridad del cliente de mayor riesgo.

Avanade también sugiere evaluar la situación de seguridad interna (antes de migrar a la nube), enfocándose en los puntos que actualmente pueden afectar a las empresas u organizaciones:

1. Generalmente hay pocos profesionales de seguridad altamente capacitados en las empresas u organizaciones.
2. La buena seguridad es cara.
3. Los empleados del departamento de TI y de seguridad pueden tener interés en el contenido de las bases de datos.

4. Cualquier empleado que tiene acceso al centro de datos de las instituciones tiene acceso a toda su información.
5. La forma de crecimiento de los departamentos de TI tiende a ser desorganizada al crecer al mismo tiempo que el negocio.

Los retos de seguridad que tiene la nube son similares a los de las empresas, pero con la ventaja de bajar los costos al compartir recursos con otros usuarios. A

continuación se resumen los principales riesgos de seguridad y la forma de aminorarlos (ver Tabla 1).

A pesar de que generalmente los estándares de seguridad de los servicios del “cómputo en la nube” son mayores a los de las empresas tradicionales, se recomienda trabajar con el proveedor para determinar los niveles de seguridad que van a ser contratados. Lidar con los asuntos de seguridad de la nube no es más complicado que lidiar con la seguridad interna. Es importante que el proveedor proporcione una evaluación de riesgo y sus soluciones. El proveedor debe contar con algún especialista en seguridad (CSO, CISO o equivalente).

En materia de privacidad, un mito común es la creencia de que la información está mejor protegida cuando se encuentra “físicamente” en las instalaciones o servidores del usuario, o en servidores o instalaciones ubicadas en territorio nacional.

La falacia de este mito es que por naturaleza, la nube es global y multi-jurisdiccional, por lo que es prácticamente imposible sostener que un determinado dato o una determinada información “reside” o “se encuentra” únicamente en un cierto servidor o en un “único territorio”.

La privacidad de la información no depende del territorio en la que ésta se encuentre, sino del estándar de protección al que ésta se somete. Dichos estándares de protección derivan preponderantemente de la política de privacidad del proveedor, de las disposiciones contractuales en materia de privacidad, y desde luego, de las leyes de protección de datos y privacidad.

Entonces, es importante que los usuarios contraten servicios en la nube con proveedores que ofrezcan altos estándares de privacidad, así como herramientas que permitan a los propios usuarios administrar los parámetros de privacidad de la información que manejan.

Tabla 1. Riesgos de seguridad en la nube y mecanismos de mitigación

Riesgo	Mitigación
Multi-tenencia	Segregación de datos e infraestructura.
Riesgo continuo	Programa de evaluación de riesgos continuos, CSO/CISO, evaluación.
Relajamiento de seguridad	Auditorías/Evaluaciones periódicas.
“Tiers” de los proveedores del servicio	Evaluación de seguridad coordinada.
Acceso del contratista	Contratos, vigilancia.
Desastres	Acuerdos de nivel de servicio (SLA ¹⁰).
Seguridad física externa	Facilidades seguras, escoltas, vigilancia.
Seguridad lógica externa	IPS, Firewalls, WAF, Codificación segura, Arquitectura Segura.
Incidentes	Planes de respuesta de incidentes adaptados al cliente.
Defectos de aplicaciones (Bugs)	Seguridad en capas, prácticas de codificación de seguridad, parches, segregación, evaluaciones.
Fuga de datos	Encriptación, segregación, host hardening, evaluaciones.

Fuente: Avanade 2011, *Practical Guide to Cloud Computing Security*.

Mito #2. Disponibilidad: “La nube puede tener problemas de disponibilidad.”

La segunda inquietud común entre los usuarios de la nube, según una encuesta realizada por ENISA (*European Network and Information Security Agency*), son las fallas de comunicación con el proveedor o entre sus equipos. La disponibilidad de los proveedores es crítica ya que cualquier interrupción generaría que las empresas o instituciones no puedan realizar su trabajo.

Al igual que en seguridad, **es menos probable que falle la disponibilidad de un proveedor de la nube que el propio sistema de comunicación o de cómputo de una empresa.** Sin embargo, al usar la nube, la disponibilidad se traduce en una decisión de confianza en el proveedor, quien al igual que toda empresa monitorea sus equipos y realiza soportes de la información. Éste además puede invertir en mejores sistemas de monitoreo y de respaldo de información debido a que el costo se reparte entre varios usuarios.

Una de las principales características de los proveedores de servicios en la nube, es la infraestructura y ancho de banda que deben tener para cumplir los requerimientos de acceso de alta velocidad, de almacenamiento y de aplicaciones de los clientes. Los proveedores generalmente cuentan con rutas redundantes (rutas alternativas que normalmente no son utilizadas para transferir información), para balancear las cargas y así garantizar que sus sistemas no se sobrecarguen y los servicios no se atrasen.

Lo anterior, es tan importante que **los proveedores ofrecen servicios (SLA) que garantizan disponibilidad de 99.5 a 99.9% del tiempo.**

Mito #3. Lock-In: “Al migrar a la nube puedo quedar atrapado con un solo proveedor”

A pesar de ser la tercera preocupación de los usuarios, después de seguridad y disponibilidad de los servicios en la nube, los problemas de *lock-in* son importantes. El *lock-in* puede ocurrir cuando un vendedor de PaaS provee un ambiente para aplicaciones que sólo pueden ser desarrolladas y corridas en ese ambiente. **El lock-in sucede una vez que está reescrito**

el software y ya no se puede cambiar de proveedor más que reescribiendo el código. Por otro lado, también puede suceder que las herramientas para crear aplicaciones sólo funcionan en un hipervisor (VMM¹¹), o que los datos almacenados no puedan exportarse fácilmente al usar otro proveedor.

Por ello, es importante que el proveedor ofrezca interoperabilidad y permita mover las aplicaciones dentro y fuera de la nube, o bien entre distintas nubes.

Mito #4 Control sobre datos: “Al enviar mis datos a la nube puedo perder control sobre ellos”

Este es uno de los temas más discutidos en cuanto al “cómputo en la nube”. Saber dónde se encuentra la información que migra uno a la nube y quién tiene el control implica varias cosas:

1. Entender la jurisdicción del país o de los distintos países (puede estar dividida) donde puede encontrarse almacenada la información. En algunos casos, estas jurisdicciones pueden ser poco claras.
2. Conocer la facultad de los gobiernos donde se ubica la información para acceder a dicha información.
3. La falta de un marco regulatorio internacional que determine la privacidad y la confidencialidad de los datos, tampoco ayuda a saber quién puede acceder a la información dependiendo de su ubicación.

La solución a este problema es dejar muy claros los derechos del proveedor sobre el uso, acceso y la modificación de la información dentro y fuera del territorio nacional.

En este sentido es importante destacar que algunas normas asumen equivocadamente que la protección de la información depende del territorio o del lugar físico en que ésta “reside” o en que ésta se encuentre¹². Lo anterior es cuestionable no únicamente por razones legales (dado que por su propia naturaleza, los servicios de cómputo en la nube son globales y multi-jurisdiccionales), sino incluso por razones técnicas (es prácticamente imposible determinar que un solo dato “resida” o se encuentre únicamente en un determinado lugar físico). Al respecto, es indispensable

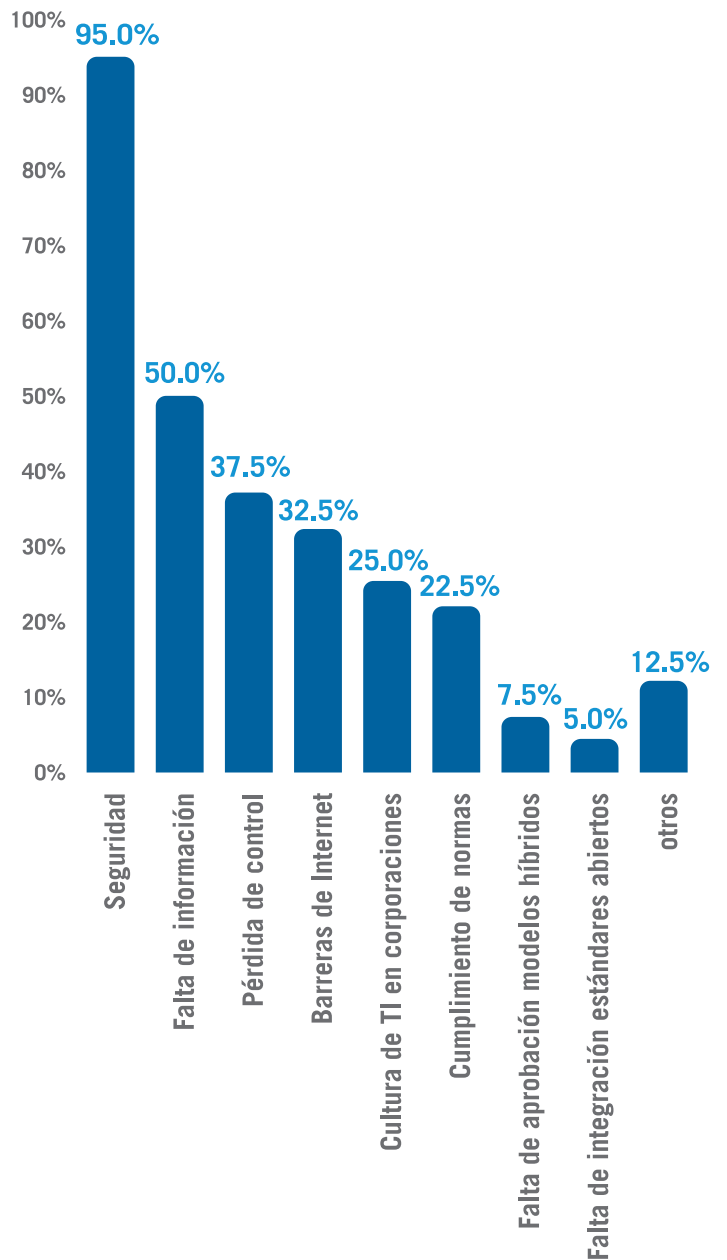
es **menos probable**
que falle la
disponibilidad
de un **proveedor**
de la nube que el
propio **sistema de**
comunicación o de
cómputo de
una empresa.



comprender que el verdadero resguardo de la información depende del estándar de protección que se aplique a ella, y de ninguna manera del supuesto territorio o del “lugar físico” en donde dicha información “reside” o se encuentre.

Además de las acciones para evaluar a los proveedores de la nube sugeridas arriba, el mercado ha creado guías públicas para proveer información a los usuarios, comparando a los proveedores en cuanto a: tiempos de respuesta, protocolos de seguridad, conectividad, precios y beneficios, entre muchas otras variables¹³. La única encuesta disponible en México sobre las principales barreras para la adopción de “cómputo en la nube” muestra que las principales barreras para adoptar la nube en México son: seguridad, falta de información sobre el concepto, pérdida de control, acceso a Internet, la cultura de TI en las corporaciones, entre otras (ver gráfica 4).

Gráfica 4. Barreras en México para la adopción del “cómputo en la nube” (percepción de los usuarios), 2010



Fuente: *Cloud Computing End User Analysis Mexico*, Frost y Sullivan, 2011.

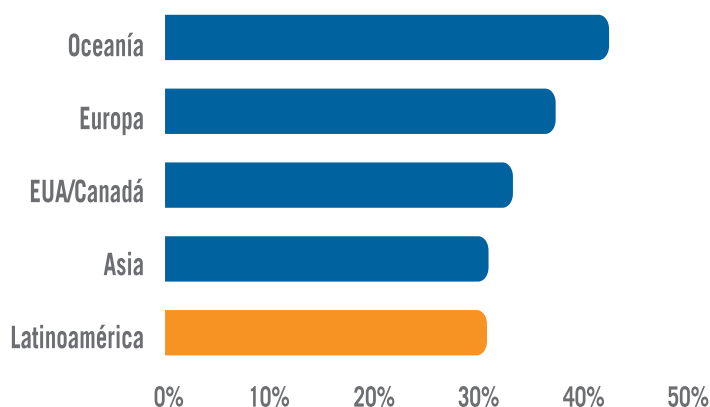
II Adopción de la nube

Según una encuesta realizada por el Foro Económico Mundial en el 2011¹⁴, se pronosticó un crecimiento del “cómputo en la nube” de 30% en el 2011, cinco veces mayor al crecimiento del sector de TI. Dicho estudio señala que una tercera parte de las compañías del mundo implementan o prueban actualmente servicios en la nube, mientras que una cuarta parte implementará aplicaciones en la nube dentro de los siguientes dos años.

Una encuesta de Avanade¹⁵ en la que se entrevistó principalmente a grandes empresas, muestra que del 2009 al 2011 el uso del “cómputo en la nube” ha madurado. Mientras en 2009 el 35% de los departamentos de TI tenían como prioridad implementar el “cómputo en la nube”, en el 2011 este porcentaje aumentó a 60%. Por otro lado, mientras que en 2009 el 54% de las compañías encuestadas no tenían planes de adopción de modelos en nube (especialmente por razones de seguridad), en 2011 este porcentaje cayó a 24%.

Una tercera encuesta global realizada en 2011 por ISACA¹⁶, muestra que 30% de las empresas en el mundo utilizan “cómputo en la nube”, siendo Asia y América Latina las regiones con menor adopción del modelo (ver gráfica 5).

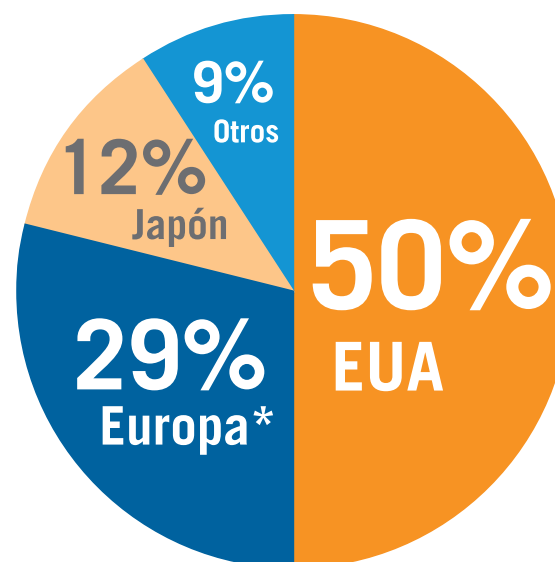
Gráfica 5. Porcentaje de uso de “cómputo en la nube” en las empresas por región.



Fuente: ISACA 2011, IT Risk/Reward Barometer

Actualmente, el principal proveedor de “cómputo en la nube” es Estados Unidos con 60% del mercado (2009), según un reporte de Gartner¹⁷. Sin embargo, este mismo estudio pronostica que para 2014 el mercado de la nube se distribuirá de la siguiente manera:

Gráfica 6. Participación estimada en el mercado de “cómputo en la nube” (2014)



* Europa Occidental

Fuente: Gartner 2010, Forecast: Public Cloud Services, Worldwide and Regions, Industry Sectors, 2009-2014.

Los países con mayor adopción de servicios en la nube entre 2009 y 2011 fueron: Italia (89%), Canadá (68%), Francia (45%), Alemania (43%) y Australia (31%)¹⁸. Los principales objetivos de las empresas para dicha adopción, según una encuesta de CDW¹⁹ (realizada a 1,200 organizaciones estadounidenses) fueron: reducir el gasto e inversión en TI, consolidar su infraestructura de TI, reducir el consumo de energía y acceder a documentos y aplicaciones fuera de las instalaciones de la empresa.

Tabla 2. Estado de adopción de la nube según el sector.

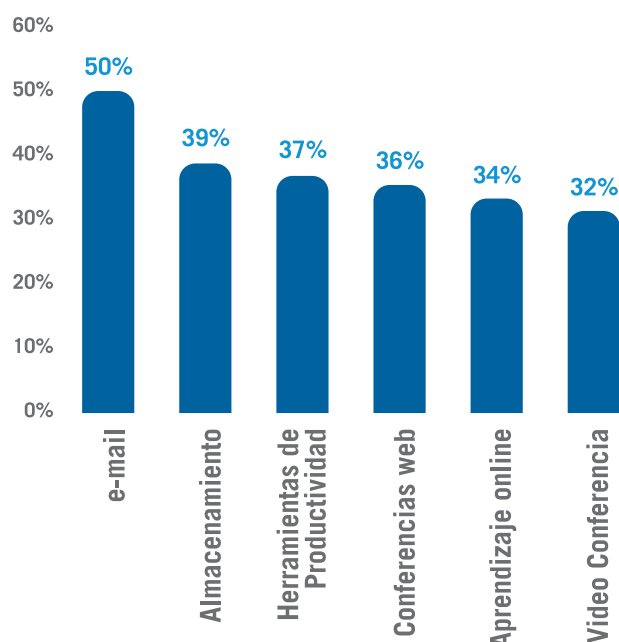
Estado de adopción	Pequeñas empresas	Empresas medianas	Grandes empresas	Gobierno Federal	Gobierno local y estatal	Sector Salud	Educación superior	Educación básica
Descubrimiento	37%	24%	23%	27%	35%	37%	32%	37%
Planeación	34%	48%	35%	38%	26%	22%	29%	28%
Implementación	18%	18%	29%	20%	20%	25%	28%	18%
Administración	3%	3%	8%	9%	3%	5%	6%	9%
No se considera	8%	7%	5%	6%	16%	11%	5%	8%

Fuente: CDW 2011, The CDW Cloud Computing Tracking Poll.

Esta misma encuesta muestra que **el 84% de las empresas que implementaron aplicaciones en la nube redujeron sus costos anuales y su gasto en aplicaciones en 21% en promedio**. Además, la encuesta considera que hasta un 42% de sus departamentos de TI pueden migrar a la nube y detalla el estado de adopción del “cómputo en la nube” según el sector (ver tabla 2).

Según esta encuesta, las aplicaciones de la nube más utilizadas en las empresas son: e-mail, almacenamiento, herramientas de productividad, conferencias web, aprendizaje online y video conferencias (ver gráfica 7).

Gráfica 7. Aplicaciones en la nube más utilizados por las empresas (porcentaje de utilización)



Fuente: CDW 2011, CDW Cloud Computing Tracking Poll.

Además de la reducción en costos, hay muchas razones por las cuales las empresas o dependencias y los sectores o las economías, se pueden beneficiar de la nube. Al haber más colaboración entre compañías o áreas de las mismas, se acelera el proceso de creación de nuevos productos y servicios. Como no se necesitan grandes inversiones en infraestructura, las pequeñas empresas pueden acceder a TI que antes sólo era accesible para las grandes empresas, haciéndolas más competitivas.

Por su parte, los gobiernos además de ahorrar pueden mejorar sus servicios para los ciudadanos, a través de sistemas de e-gobierno que mejoren la salud, la educación y el acceso a servicios financieros. Los países emergentes pueden resultar muy beneficiados, pues no necesitan grandes inversiones para alcanzar niveles de TI avanzados de manera inmediata y accesible. A continuación se describen algunos de los principales beneficios, de acuerdo con ejemplos de adopción en distintos sectores.

ADOPCIÓN EN GOBIERNOS

El gobierno puede aprovechar de muchas formas los beneficios del “cómputo en la nube” para mejorar su eficiencia y servicios a la ciudadanía, como:

- Incrementar la colaboración entre departamentos y áreas gubernamentales, a través de Wikis (páginas web que pueden ser modificadas por varios usuarios) y aplicaciones de nube para la colaboración en línea. De esta manera los gobiernos mejoran sus contenidos y fomentan la colaboración.

Se espera que **25%** del gasto
de **TI anual** del gobierno
federal norteamericano,
migre a **soluciones**
con base en la nube,
reduciendo hasta **30%** el gasto
gubernamental en
infraestructura **de TI.**



- Promover la eficiencia del gobierno. Con el “cómputo en la nube” se pueden comprar herramientas de productividad *on-demand*, así como ayuda técnica para las distintas entidades gubernamentales. Usar aplicaciones con base en la nube mejora la efectividad y reduce el costo de la automatización, así como los gastos operacionales de muchas oficinas.
- Permitir el acceso a bases de datos. Almacenar la información en la nube, permite que los diferentes órdenes de gobierno tengan acceso de forma rápida y segura a datos que antes sólo podían acceder mediante un proceso burocrático que muchas veces estaba cerrado aún para funcionarios, debido a los cotos de poder de las áreas de información.
- Dar servicios en línea para quienes no podrían tenerlos. El “cómputo en la nube” permite que distintos órdenes de gobierno que no cuentan con gran capacidad de TI accedan a servicios en línea. Un ejemplo es la provisión de plataformas para crear páginas de internet de los gobiernos municipales que no cuentan con la infraestructura o el conocimiento para adquirir estos servicios.
- Acercar al gobierno con los ciudadanos. A través de aplicaciones en la red, el ciudadano tiene una plataforma para proponer acciones y opinar sobre propuestas gubernamentales.
- Mejorar el servicio al ciudadano. Con la implementación de aplicaciones en la nube de e-gobierno, el ciudadano puede acceder a un portal en donde puede realizar trámites y servicios de forma más sencilla y rápida, así como acceder a información.

sus servicios. Entre los principales problemas se encuentran; el poco uso de la infraestructura, demanda fragmentada de recursos, sistemas duplicados y ambientes difíciles de manejar, lo que impacta de forma negativa la percepción del gobierno en la ciudadanía.

El modelo de nube puede ayudar a las agencias a impartir servicios, más confiables e innovadores, de forma rápida y efectiva (con disponibilidad del 99.9%), a pesar de las restricciones en los recursos. El gobierno quiere aprovechar los beneficios que ya están obteniendo las empresas privadas con esta tecnología (en la sección de recomendaciones se describen algunos pasos para saber qué servicios migrar a la nube primero y cuáles después).

Se espera que 20 de los 80 mil millones de dólares que conforman el gasto en TI anual del gobierno federal norteamericano, migren a soluciones con base en la nube y que los costos en infraestructura disminuyan 30% (aproximadamente 7.2 mil millones de dólares al año²⁰), es decir 0.05% del PIB norteamericano.

Actualmente, el gobierno federal norteamericano cuenta con un portal que ofrece soluciones de nube para las entidades gubernamentales. Este sitio permite a los oficiales de las distintas agencias adquirir servicios de productividad y aplicaciones de negocios y medios sociales a bajo costo.

En el área de negocios hay aplicaciones para procesos de negocios, manejo de datos, información geográfica y encuestas. En el área de productividad se incluyen aplicaciones de video conferencia, herramientas de oficina, y flujos de trabajo. Dentro del área de medios sociales hay herramientas de búsqueda, blogs y concursos.

En Estados Unidos, varias agencias gubernamentales han empezado a implementar el “cómputo en la nube”, especialmente moviendo aplicaciones de servidores locales a servidores remotos. Por ejemplo, la ciudad de Los Ángeles trasladó el servicio de email de sus 30,000 empleados a la nube. Con un contrato de 7.5 millones de dólares por 5 años, el servicio cuesta en promedio 50 dólares por empleado al año. Una de las principales preocupaciones de esta migración giraba en torno a

FEDERAL CLOUD COMPUTING STRATEGY DEL GOBIERNO DE ESTADOS UNIDOS

En febrero de 2011 se publicó la estrategia del gobierno federal norteamericano sobre servicios en nube (*Federal Cloud Computing Strategy*). Dicha estrategia tiene como fin aprovechar la nube para resolver los problemas de TI del gobierno norteamericano y mejorar

la seguridad y disponibilidad (especialmente para agencias como el Departamento de Policía). El proveedor aseguró almacenar los datos en una nube creada especialmente para el gobierno, que se encuentra dentro del territorio norteamericano y cuenta con los estándares de seguridad más altos.

Los servicios en nube redujeron 23% el gasto del gobierno de Los Ángeles en relación al servicio tradicional, en un periodo de 5 años,²¹ logrando un ahorro de 5 mil millones de dólares por dejar de utilizar 88 servidores.²²

OTROS GOBIERNOS

A pesar de que Estados Unidos predomina en la implementación del “cómputo en la nube”, otros países han seguido sus pasos, entre ellos Japón, el Reino Unido y el grupo de los BRICS (Brasil, Rusia, India, China, y Sudáfrica).

El Reino Unido creó G-Cloud, una nube gubernamental que busca incrementar la capacidad y la seguridad de sus TI, mientras reducen costos. Por el momento se encuentra en un periodo de prueba, pero planea su plena ejecución para 2013-2014. El gobierno establecerá un portal, el “Government Applications Store”, para que los organismos públicos realicen compras de servicios desde la nube.²³

Japón por su parte, con el fin de afrontar la crisis en 2009 e impulsar el mercado de TI creó la nube *Kasumigaseki*. El objetivo de dicha nube es que el gobierno fomente el uso de tecnologías de información en el país, permita la colaboración entre ministerios para integrar y consolidar el hardware y cuente con una plataforma para compartir funciones y así disminuir los costos de operación.²⁴ Al final, la nube aumentará la colaboración entre sistemas y proveerá servicios gubernamentales más seguros y avanzados.

En cuanto al grupo de los BRICS, algunos gobiernos han lanzado varias pruebas y servicios para promover servicios del “cómputo en la nube”. En India, varios estados han adoptado servicios de nube, especialmente en el área de e-gobierno, a través de los cuales proveen servicios al ciudadano como la emisión de certificados de nacimiento y de muerte, o licencias comerciales. La estrategia de e-gobierno en la nube del gobierno federal indio

provee servicio a los gobiernos locales y regionales que carecen de la infraestructura para correr las aplicaciones de e-gobierno. De acuerdo con el proveedor del servicio, bajo un esquema tradicional, cada gobierno tendría que invertir \$24 mil dólares en capital y \$60 mil dólares en costos de mantenimiento anual. Con e-gobierno a través de la nube, únicamente tendría que pagar en promedio \$10 mil dólares anuales por el servicio²⁵, generando un ahorro aproximado de 85%.

En Sudáfrica varias agencias de servicio al público, como la Agencia de Recaudación de Sudáfrica (SARS), están implementando servicios de “cómputo en la nube” y también están considerando proyectos para pasar de servicios en papel a un sistema electrónico que use la tecnología en la nube.²⁶

El gobierno de Corea invertirá 500 millones de dólares para el año 2014 con el fin de promover el mercado local del “cómputo en la nube”. El plan es incrementar la participación del gobierno en el mercado de nube en un 10% y reducir el costo de infraestructura de TI en un 50%.²⁷

EDUCACIÓN

El papel que juega el “cómputo en la nube” en la educación es muy significativo al acercar las tecnologías a gente que no tendría acceso a ellas. La nube implica menores inversiones para gobiernos y escuelas para dar acceso a herramientas computacionales a los maestros, alumnos y padres. En este sentido la nube sirve para:

- Ofrecer educación remota y capacitación *on-line* al personal.
- Recuperar infraestructura obsoleta, al convertir computadoras viejas en máquinas virtuales completamente funcionales.
- Reducir la necesidad de licencias tradicionales de software.
- Mantener sistemas a través de internet.
- Llevar herramientas computacionales de calidad a lugares con bajo nivel de desarrollo.
- Generar bases de datos y registros generales sobre los estudiantes.

EXÁMENES DE EVALUACIÓN EDUCATIVA EN COLOMBIA.²⁸

Al igual que en muchos países, los alumnos colombianos realizan un examen estándar sobre su nivel educativo. Con el uso de la nube, los alumnos reciben sus resultados a través de una computadora dos veces al año. Sin esta tecnología el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) hubiera requerido miles de servidores para atender a dichos estudiantes dos veces al año.

Al usar el “cómputo en la nube”, el ICFES aprovechó la escalabilidad y posibilidad de adquirir servicios *on-demand* de la nube, ahorrando en servidores para atender esta demanda. Lo anterior benefició tanto al gobierno, como a estudiantes, padres de familia y a maestros que recibieron un mejor servicio.

CASO DE ÉXITO: PREPARACIÓN DE MAESTROS EN REPÚBLICA DOMINICANA.²⁹

El Ministerio de Educación de República Dominicana adoptó la tecnología de “cómputo en la nube” para proporcionar capacitación en línea a sus maestros. Gracias a su implementación, más de 20,000 maestros y directores están conectados con el Ministerio en tiempo real, y ya no tienen la necesidad de trasladarse de un lugar a otro para recibir esta preparación. El ministerio se beneficia de las economías de escala del “cómputo en la nube”, ya que ellos no tienen que preocuparse de la administración de sus servidores ni de sus centros de datos, mientras que los maestros están cada día más preparados y cuentan con más tiempo para educar.

SALUD

El modelo de “cómputo en la nube” ofrece muchas soluciones específicas que pueden beneficiar al sector salud, entre ellas:

- Acceso a registros médicos electrónicos codificados.
- Almacenamiento de información anónima de los pacientes y lineamientos para consultas en bases de datos centralizadas.
- Aplicaciones para monitoreo de pacientes desde su hogar.

- Colaboración entre profesionales, compartiendo datos de pacientes (codificados o anónimos).
- Almacenamiento de bases de datos con acceso selectivo.

Para el caso del sector salud, el tema de seguridad de la información fuera de la organización es más sensible. En este sentido antes de migrar información a la nube se debe evaluar la capacidad y el protocolo de seguridad de información del proveedor, dejar claros los términos de acceso y el lugar de almacenamiento de dicha información.

EXPEDIENTES MÉDICOS ELECTRÓNICOS.³⁰

El Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos (HHS) promueve el uso del “cómputo en la nube” para implementar un sistema de Expedientes Médicos Electrónicos (EHR). Para coordinar a los proveedores de salud que utilizarán los nuevos sistemas de EHR, el Departamento de Salud está implementando soluciones con base en la nube de CRM (*Costumer Relationship Managment*). Después de revisar las distintas opciones de soluciones en la nube, se decidieron por una solución veloz, económica y con escalabilidad que redujo el tiempo de implementación del HHS de un año a tres meses.

CHELSEA AND WESTMINSTER HOSPITAL.³¹

En el Reino Unido se está probando una “E-Health Cloud” para solucionar los problemas que tienen los registros médicos electrónicos, entre ellos la falta de estándares entre registros y la imposibilidad de compartir la información de distintas áreas del departamento de salud y seguridad social. El uso de “cómputo en la nube” busca mejorar la comunicación entre pacientes, consultorios y médicos. Por el momento, el proyecto se encuentra en etapa de prueba en el Hospital de Chelsea y Westminster, donde los usuarios pueden acceder a distintos servicios clínicos desde cualquier computadora o teléfono celular. El sistema permite que los datos se almacenen al instante y que sean consultados en cualquier momento. Se espera que en un futuro el proyecto se integre a las distintas fases del tratamiento médico y que los pacientes compartan su información con doctores y parientes, manteniendo el control sobre quién tendrá acceso a sus datos.

EMPRESAS PÚBLICAS (PARAESTATALES)

Al igual que las empresas privadas, las empresas públicas pueden aprovechar las soluciones que ofrece el “cómputo en la nube” para optimizar sus recursos de TI y aumentar su productividad. La integración del sistema de TI actual a la nube tiene que realizarse de forma ordenada, analizando las áreas que deben migrar primero.

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA DE ESTADOS UNIDOS.³²

El *Lawrence Berkeley National Lab* (LBL), parte del Departamento de Energía de Estados Unidos, está explorando la reducción de costos y eficiencia de energía de migrar a la nube. La entidad ha implementado 5,000 cuentas de correo y está utilizando aplicaciones en línea para promover la colaboración en investigación científica. Además el LBL evalúa la posibilidad de usar un servicio de infraestructura (IaaS) para manejar el exceso de demanda de datos que tiene en horas pico. El departamento estima ahorros en hardware, software y costos laborales de hasta \$1.5 millones de dólares para los siguientes 5 años.

FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO DE LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL DEL ESTADO EN PERÚ.³³

El Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado en Perú contrató a un proveedor de “cómputo en la nube” para que desarrolle y administre una nube privada que centralizará las operaciones de TI de 10 compañías estatales que proveen electricidad, servicio postal, transporte, vivienda y otros servicios para los ciudadanos.

El proyecto, con duración de 5 años, consolidará 10 centros de datos, virtualizará más de 130 servidores y centralizará la administración de la base de datos. Se entregarán servicios centralizados de e-mail y chat a más de 3,000 usuarios.

Con este proyecto se espera que las diversas compañías³⁴ que colaboran en el Fondo aumenten su productividad y su competitividad, adaptando de forma rápida los estándares de TI y las mejores prácticas. Las compañías ahora tendrán un ambiente

tecnológico más flexible y seguro que reducirá sus costos y volverá más eficiente el uso de energía.

ADOPCIÓN EN EL SECTOR PRIVADO

PYMES

Las Pymes son uno de los grandes beneficiarios del “cómputo en la nube” y por ende un sector donde se deberán enfocar esfuerzos para la adopción de dicha tecnología. La posibilidad de contar con grandes capacidades de TI sin realizar grandes inversiones, así como la flexibilidad en el aumento de capacidades informáticas, hacen a la nube un modelo ideal para mejorar y ampliar los pequeños negocios. Antes de migrar a la nube las Pymes deben: evaluar qué parte de su TI puede migrar, comparar costos, estimar los beneficios y conocer a los proveedores. **Las principales ventajas de esta tecnología para las Pymes son:**

- **Reducción de barreras a la entrada.** Los bajos costos de entrada permiten que las pequeñas y medianas empresas tengan acceso a herramientas computacionales a las que sólo podían acceder las grandes empresas con departamentos de TI, lo que las vuelve más competitivas.
- **Administración de TI por terceros.** Muchas Pymes y *start-ups* no pueden aumentar su capacidad de TI por no poder pagar especialistas en el área. Al usar el “cómputo en la nube”, la mayoría de los recursos de TI son administrados por el proveedor y la virtualización permite ahorrar tiempo y recursos en actualizaciones de aplicaciones.
- **Back-up. La mayoría de las Pymes no cuentan con gran infraestructura de TI necesaria para afrontar escenarios de desastre** (pérdida de datos, ataques cibernéticos, pérdida o fallas de las computadoras). Al usar “cómputo en la nube”, la información se encuentra en un servidor remoto, por lo que se puede acceder a ella sin preocuparse por asuntos de malfuncionamiento.
- **Fácil migración a la nube.** Muchas Pymes no cuentan todavía con un sistema desarrollado de TI y por tanto, la migración a la nube puede ser mucho más sencilla que

La **mayoría** de las
Pymes no cuentan
con recursos suficientes
para invertir en
infraestructura de
TI necesaria para
afrontar **escenarios**
de desastre, la nube
se **convierte**
en su única
solución.

A large, stylized white cloud graphic is positioned in the bottom right corner of the image, partially overlapping the text.

para una gran empresa (o una empresa intensiva en TI) en la que los empleados están acostumbrados a trabajar con cierto tipo de aplicaciones.

- **Desarrollo de aplicaciones.** Se pueden desarrollar aplicaciones para la empresa sin la necesidad de incurrir en costos y en la dificultad de comprar y mantener infraestructura de desarrollo dentro del negocio.

APLICACIONES DE JUEGOS EN LA NUBE.³⁵

En Chile, una compañía formada por 22 empleados creó un juego para Facebook que corre en una plataforma con base en la nube (PaaS). El juego llega a más de 100,000 usuarios diariamente y es una de las aplicaciones con más crecimiento en Facebook. Lo anterior no hubiera sido posible sin una plataforma en la nube. Aprovechando la escalabilidad, esta compañía tuvo acceso a herramientas computacionales mucho más rápido y a un precio mucho más bajo de lo que jamás hubieran logrado anteriormente.

COMPAÑÍA DE CARGA AÉREA.³⁶

El rápido crecimiento de MiniLiner, una compañía de carga aérea localizada en Italia, la llevó a tener una infraestructura de TI desorganizada, que era difícil de usar, cara y poco confiable. La compañía migró a la nube, para proporcionar a sus empleados comunicación en tiempo real y rápido acceso a las bases de datos. El departamento de TI redujo su carga de trabajo y la compañía ahorró 64,000 dólares por eliminar sus servidores. Gracias a estas mejoras la compañía puede proporcionar un servicio más confiable.

EXPANSIÓN DEL NEGOCIO.³⁷

Annatommie es un centro de diagnóstico, tratamiento, y rehabilitación ortopédica con base en Holanda. Dicho centro planeaba abrir 14 oficinas, por lo que la empresa necesitaba automatizar sus procesos manuales para reducir costos y aumentar su productividad. El centro tenía miedo de invertir grandes cantidades en infraestructuras de TI, por lo que se decidió por un servicio de software con base en la nube. Al usar este servicio, la

empresa aumentó su capacidad de atención 30%, sin aumentar su número de empleados. El centro ahorra aproximadamente 36,000 dólares anuales en licencias de software y los empleados cuentan con un sistema de comunicación y acceso de datos más eficiente.

GRANDES EMPRESAS

Para implementar el “cómputo en la nube”, las grandes empresas tienen que integrar la nube a su sistema actual de TI por lo que es recomendable que estas compañías establezcan planes de transición para hacerla simple y eficiente. Además, no todas las empresas pueden migrar toda su información y procesos a la nube, por lo que es indispensable que analicen los distintos modelos de implementación (nube pública, nube privada, nube comunitaria y nube híbrida) para elegir el más conveniente. Los nuevos servicios, además de consolidar los recursos de TI y reducir los requerimientos de capital y de energía, contribuyen a mejorar el servicio al cliente.

COCA- COLA ENTERPRISES.³⁸

Coca-Cola Enterprises (CCE) es el productor y distribuidor de productos Coca- Cola más grande del mundo. Sirve a más de 419 millones de clientes en Estados Unidos, Bélgica, Francia, Reino Unido, Luxemburgo, Mónaco y Holanda. Cuenta con aproximadamente 72,000 empleados y opera más de 431 oficinas, 55,000 vehículos y 2.4 millones de refrigeradores y dispensadores.

La compañía enfrentaba una fuerte competencia de otras compañías de bebida y necesitaba una forma más efectiva de trabajar con sus socios y clientes. En el 2008, la compañía se percató de que sus plataformas de comunicación ya no permitían la innovación y colaboración que demandaba el mercado. Es decir, estas no le permitían mayor colaboración entre equipos de trabajo, aprovechar su infraestructura de TI para mejorar sus estrategias de negocios, reducir costos y desarrollar un espacio de trabajo colaborativo a través de Intranet. Para solucionar el problema, la compañía optó por el “cómputo en la nube”. Requería un proveedor que le brindara seguridad, integración con el ambiente de TI existente, migración paulatina, rápida ejecución y calidad.

La implementación de la nube tuvo grandes beneficios, rápidamente los empleados adoptaron las herramientas para cooperar entre ellos y con sus clientes. La empresa ahora cuenta con un sistema integrado de software más seguro. La transformación de su departamento de TI permitió que los usuarios contaran con una plataforma de comunicación segura y estandarizada, que favorece un trabajo más cercano entre grupos de negocios. La implementación de la Intranet permite la colaboración entre empleados, facilitando la interacción a través de páginas donde pueden comentar libremente. También aumentó la efectividad de los empleados remotos, permitiendo que se mantengan conectados y ahorrando costos de traslado.

Otro ejemplo del uso de la nube en grandes empresas es el del periódico *The New York Times*, quien utilizó los servicios del “cómputo en la nube” para digitalizar en tan sólo 36 horas todas las notas publicadas entre 1851 y 1922, con más de 405,000 imágenes de gran tamaño y otros archivos.

ADOPCIÓN EN EL TERCER SECTOR

UNIVERSIDADES

El “cómputo en la nube”, permite que las universidades faciliten el acceso a la información a sus estudiantes y maestros, así como fomnten la cooperación e integración de las distintas áreas dentro de la institución, para que de esta forma se genere un conocimiento más completo. Además de los beneficios en áreas que promueven la comunicación (e-mails, videoconferencias, plataformas para estudiantes), las universidades pueden mantenerse al día en software y hardware sin necesidad de grandes pagos de licencias tradicionales, facilitando la adquisición de programas de uso menos intensivo. Por otro lado, las universidades son grandes beneficiarias de la disponibilidad de poder computacional para analizar grandes bases de datos de forma más barata y flexible.

Además de las Universidades, el “cómputo en la nube” implica importantes beneficios para organizaciones sin fines de lucro

(ONG's) y fundaciones, que por lo general carecen de la capacidad en TI y de los recursos para invertir en infraestructura y licencias.

MEDICAL COLLEGE OF WISCONSIN BIOTECHNOLOGY AND BIOENGINEERING CENTER.³⁹

La Medical College of Wisconsin utiliza servidores con base en la nube para realizar investigación sobre proteínas. Antes del “cómputo en la nube”, mantener programas de proteómica (estudio a gran escala de proteínas) implicaba un gran reto para la universidad debido a la alta capacidad de procesamiento de datos generados por instrumentos de espectrometría de masa. El “cómputo en la nube” ha hecho que este análisis sea más accesible y barato, además de que los investigadores pueden adaptar el sistema a sus necesidades, analizar los datos a mayor profundidad y aprender más sobre los sistemas que están estudiando.

UNIVERSIDAD DE BOLOÑA.⁴⁰

La Universidad de Boloña cuenta con varios campus y más de 85,000 estudiantes. Por ello, requería una solución que fomentara la colaboración y la comunicación entre alumnos y empleados, a cualquier hora, en cualquier lugar. La universidad ahora cuenta con una plataforma con base en la nube que se integra con su sistema y proporciona nuevos servicios (e-mail y comunicación). De esta forma los estudiantes y empleados ahora pueden mantenerse en contacto dentro y fuera de la universidad y tener acceso a información, de forma segura, a la que antes era difícil acceder.

INSTITUTO UNIVERSITARIO EUROPEO.⁴¹

El Instituto Universitario Europeo (EUI) fue creado en 1972 para impartir educación académica a investigadores doctorales y promover investigación de alto nivel en economía, derecho, historia y civilización, y ciencias políticas y sociales.

Para el cuerpo estudiantil, los profesores y los miembros de la facultad del EUI era indispensable tener gran capacidad de almacenamiento en su correo electrónico y acceso fácil (fuera o dentro del campus) a una interface flexible. Para resolver esos problemas, sin incurrir en fuertes inversiones en licencias,

El **“cómputo en la nube”**, permite que **las universidades** faciliten el acceso a la información a sus **estudiantes y maestros fomentando la cooperación** entre distintas áreas de la institución, **generando** así **mayor** conocimiento.



almacenamiento y más trabajadores, se eligió un modelo en la nube. Este reemplazó la antigua solución de correo a cambio de un modelo *host* con una cuota de suscripción baja y a la vez con mayor funcionalidad, espacio de almacenamiento y menor mantenimiento de TI.

El instituto ya no tiene que preocuparse por contratar software anti-virus, ahorrando de esta forma 10,000 euros al año, mientras que el departamento de TI ha recuperado 25% de su tiempo, que puede dedicarlo a programas estratégicos. Según el director de servicios computacionales, al contratar el servicio de e-mail en la nube, los ahorros fueron de 43%, pasando de 303,000 euros a 132,000 euros.

CRUZ ROJA SUECA.⁴²

La Cruz Roja Sueca (SRC) es la organización humanitaria más grande de Suecia. Su trabajo requiere de mucha coordinación entre voluntarios, especialmente cuando hay una situación crítica. La SRC migró a la nube por dos razones: reducir costos y la necesidad de contar con un servicio de comunicación actualizada de confianza. Para la SRC, cualquier ahorro implica una mayor inversión en causas humanitarias.

La transición a la nube para la SRC, traerá ahorros estimados de hasta 20% de sus costos totales en los siguientes 5 años y el tiempo de recuperación de la inversión será de dos años. Además, dicho cambio ha permitido que los empleados de TI, responsables de manejar las antiguas aplicaciones, cuenten con hasta un 25% de tiempo extra, con el que pueden dedicarse al desarrollo e innovación de nuevas aplicaciones. Los empleados, por otro lado, pueden tener la información siempre a su alcance, independientemente que cambien de equipo (PC, laptop o a hasta un celular). Desde su lanzamiento, el correo electrónico y la mensajería instantánea han aumentado en un 50%, lo que muestra la facilidad con la que ahora se comunican los empleados.

ADOPCIÓN EN MÉXICO

En México, según una encuesta realizada por la asociación de TI, ISACA, **el 26% de las empresas entrevistadas reportaron que utilizan el “cómputo en la nube”**, mientras que el 38% no utiliza ningún servicio en la nube y el 18% no ha concluido sus planes de utilización.

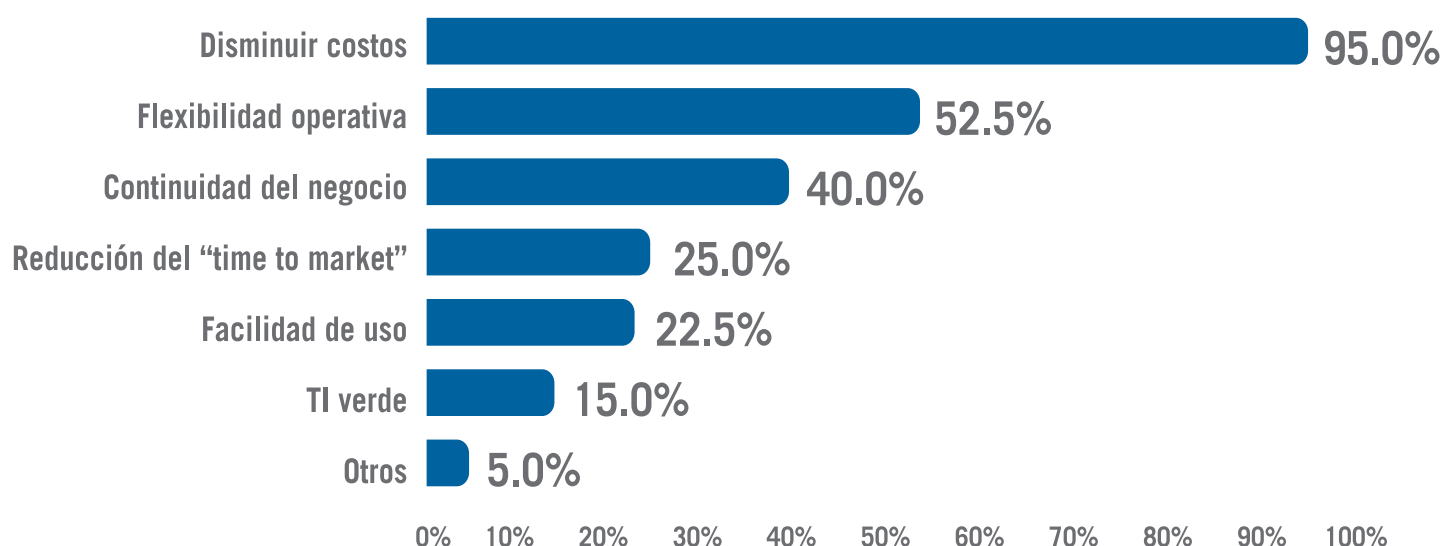
Gráfica 8. Planes de las empresas para adoptar “cómputo en la nube” en México



Fuente: ISACA 2011, *IT Risk/Reward Barometer—Mexico Edition*

Según la misma encuesta, el 40% de las empresas mexicanas piensa que los riesgos del “cómputo en la nube” se compensan por sus beneficios, pero temen por la seguridad de la información. El objetivo principal de los encuestados al implementar el “cómputo en la nube” es disminuir costos y aumentar la flexibilidad operativa de la empresa a través de TI.

Gráfica 9. Objetivos principales para adoptar “cómputo en la nube” en México (percepción de los usuarios), 2010



Fuente: *Cloud Computing End User Analysis Mexico*, Frost y Sullivan, 2011.

Por otro lado, el gobierno mexicano muestra interés por invertir en la nube para ofrecer más y mejores servicios a la ciudadanía, aumentar la habilidad para analizar y procesar información y reducir la brecha tecnológica entre las instituciones gubernamentales.

GOBIERNO FEDERAL

En el 2011, la Secretaría de la Función Pública lanzará el nuevo portal ciudadano www.gob.mx que será personalizado y estará en la nube.⁴³ El portal se convertirá en el vínculo de interoperabilidad de los servicios de gobierno. A través del portal, los ciudadanos podrán acceder a trámites y servicios gubernamentales electrónicos con una sola autenticación, es decir dentro de la misma página podrán realizar trámites de diferentes órganos. Por ejemplo, ver el recibo de luz de la CFE, realizar una cita en el IMSS, o consultar su CURP en la SEGOB.

En el Esquema de Interoperabilidad y de Datos Abiertos de la Administración Pública Federal,⁴⁴ que tiene por objeto determinar las bases y políticas que deberán de observar las dependencias gubernamentales para la integración de los procesos relacionados con servicios digitales, se considera al “cómputo en la nube” como uno de los factores que pueden mejorar la entrega de los servicios públicos mediante el uso y aprovechamiento de las tecnologías de

información y comunicación, incrementar la interoperabilidad y el intercambio de información de las Administraciones Públicas.

GOBIERNOS LOCALES.⁴⁵

No existe mucha literatura sobre casos de adopción en gobiernos locales en México. Sin embargo, el Gobierno del Estado de Guanajuato documentó su implementación de “cómputo en la nube” en el 2009, que hizo con el fin de mejorar la calidad de los servicios, especialmente el de correo electrónico. Antes de utilizar el modelo de nube, el Gobierno tenía problemas de baja interoperabilidad, crecimiento y funcionalidades limitados por equipos existentes y una plataforma de colaboración no integrada al correo institucional. Además de que el gobierno del estado tenía que administrar, mantener y desarrollar su propia plataforma de correo electrónico.

Para solucionar el problema, se evaluaron opciones de tercerización que administrarán los servicios y se consideró renovar la infraestructura de TI (servidores, firewalls, SANs,⁴⁶ balanceadores) pero el costo era muy alto, por lo que se decidió usar “cómputo en la nube”. El Gobierno de Guanajuato consideró como factores críticos para migrar a la nube: la austeridad presupuestal del periodo, disminuir los costos ocultos de la

administración y soporte de su TI, aumentar su interoperabilidad, mejorar la seguridad de la información, y tener la posibilidad de enfrentar nuevas necesidades y crecimiento, pagando acorde al nivel de uso.⁴⁷

El Gobierno contrató a un proveedor que le proporcionará una “Herramienta de Colaboración” que incluyera herramientas de correo electrónico institucional, agendas compartidas administrables, documentos en línea colaborativos, sitios para usuarios, plataforma de video, chat y video-chat, funcionalidad fuera de línea y herramientas de programación.

En el 2009, el 70% de los funcionarios del gobierno estatal utilizaban esta herramienta de colaboración. La migración de todas las cuentas a la nube se realizó en sólo 48 horas, se adquirieron licencias anuales y se capacitó al personal. A pocos meses de su implementación, los usuarios de la plataforma reportaban mejoras notables en cuanto a colaboración, seguridad y procesamiento de información en red.

III Impactos de adopción del “cómputo en la nube” en México

IMPACTOS ECONÓMICOS

El uso de los servicios de “cómputo en la nube”, tiene un impacto inmediato sobre los presupuestos de las empresas e individuos, al eliminar la inversión inicial en capital relacionado con TI y traducirla a costos variables. Este simple traspaso de costos de inversión a costos de operación (pasar de Capex a Opex) permite más apertura de empresas, especialmente de las pequeñas que son más sensibles a requerimientos de inversión.

Por ello, cuando se habla de “cómputo en la nube” para pequeñas y medianas empresas (Pymes) se habla no sólo de ahorros, sino de la posibilidad de mayor competencia, empleo y producción, lo que incide directamente en la competitividad y crecimiento de las empresas y de los países.

El punto de partida para explicar los beneficios del “cómputo en la nube” son los ahorros monetarios. Para estimar el potencial de los ahorros de transitar a la nube, IMCO analizó la estructura del presupuesto de TI 2011 de las principales empresas de diferentes subsectores de la economía, así como de las principales instituciones de la Administración Pública Federal (APF). **Los resultados muestran que los 6 subsectores de la economía nacional⁴⁸ analizados podrían tener un ahorro conjunto de 20 mil millones de pesos, el equivalente a 0.16% del PIB.⁴⁹** Dichos subsectores son intensivos en el uso de TI, ya que representan el 36% del gasto total de México en equipo de cómputo y periféricos (excluyendo las actividades del gobierno).⁵⁰

Por ello, para estimar un impacto general del “cómputo en la nube” en la economía mexicana, extrapolamos dichos resultados al sector servicios (que concentra el 75% del total del gasto en

equipo de cómputo y periféricos), excluimos al sector primario (con 0.04% del total del gasto en equipo de cómputo y periféricos) y le sumamos el ahorro del gobierno (0.08% del PIB) dando un ahorro total aproximado de **0.31% del PIB nacional**. A continuación se describe el detalle de los cálculos para cada uno de los sectores analizados.

AHORROS EN EL SECTOR PRIVADO

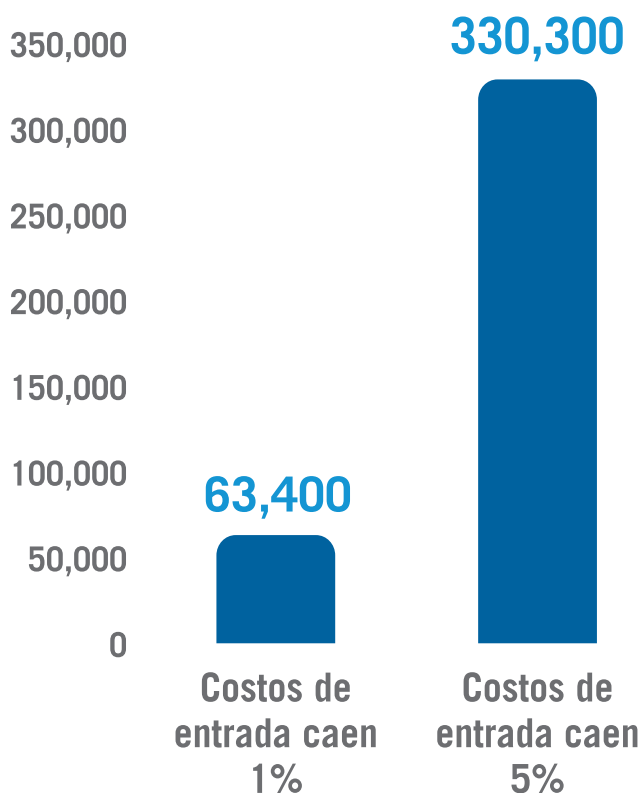
El estudio que utilizamos para estimar los efectos del “cómputo en la nube” en las empresas es el de ‘*The Economic Impact of Cloud Computing on Business Creation, Employment and Output in Europe*’ de Etro (2009), el cual plantea un modelo de equilibrio general estocástico y dinámico que muestra cómo un cambio estructural en la función de costos de las empresas, pasando de costos fijos de entrada a costos variables, permite mayor apertura de empresas, generación de empleo y crecimiento económico. La idea detrás del modelo es que: caen los costos fijos de entrada (entre 1 y 5%) lo que promueve que entren más empresas, que a su vez impulsa la competencia y por lo tanto una caída de las ganancias extraordinarias de las empresas, resultando en mayor producción y consumo. Cabe mencionar que el modelo no considera eficiencias generadas por las economías de red, ni externalidades positivas derivadas de ahorros en energía.

Replicando el modelo para México y usando el escenario más conservador (caída de 1% en los costos fijos de entrada de las Pymes) encontramos que **en México se podrían crear 1,800 nuevas Pymes**, el equivalente a 63,400 empleos.⁵¹ Por otro lado, utilizando el escenario optimista, una caída de costos de 5% implicaría la creación de 9,500 Pymes y cerca de 330,300 nuevos empleos (ver gráfica 10).

Los servicios de
“cómputo en la nube”,
reducen los presupuestos de TI
al eliminar prácticamente la
inversión inicial,
pasando de un esquema
de **gasto en capital**
(Capex) a uno de **gasto en**
mantenimiento
(Opex)



Gráfica 10. Empleos generados por adopción de “cómputo en la nube” en Pymes (dos escenarios)



Fuente: IMCO con el modelo de Etro 2009 y con datos del Censo Económico 2009, INEGI.

La generación de empresas y empleos por transitar al “cómputo en la nube” proviene de los ahorros que genera a las empresas, especialmente a los *start-ups*, pero también a las que ya están en operación. El efecto no es igual en el tiempo ya que se ahorra más al principio, al evitar la inversión inicial. Sin embargo, existe un ahorro constante relacionado al mantenimiento y pago de licencias para usar los servidores.

Para dimensionar los ahorros por empresa, IMCO estimó el gasto de una empresa tipo (de 45 empleados) antes de migrar a la nube y después de hacerlo. Para ello, se comparó el gasto de servicios generales de TI de una empresa ‘tipo’ que opera con TI *on premise*, contra los costos de estos mismos servicios básicos con el nuevo servicio de Office 365⁵² (en la nube). Los servicios que se consideraron básicos para esta empresa ‘tipo’ de 45 empleados fueron: correo electrónico, portal

de colaboración, servicio de mensajería instantánea empresarial, audio conferencia y videoconferencia, además de paquetería Office.⁵³

Los costos que implica operar un sistema *on premise* comparado con un sistema en la nube se resumen en la figura 3. Como se ve en el diagrama, la empresa tradicional, la que compra el equipo de TI para su operación, gasta \$1,248,480 pesos anuales por estas aplicaciones de TI básicas. Dicho gasto no incluye el costo de las computadoras ni el costo de conexión a Internet al ser imprescindibles en ambos casos (con o sin nube). Si bien, es cierto que del total del gasto, 216 mil pesos (17%) son gastos de capital inicial (en servidores) que no se repiten año con año, los gastos de operación y mantenimiento del equipo sí son gastos recurrentes que equivalen a 19% del gasto total.

Con el nuevo sistema de Office 365, la empresa paga \$411,030 pesos anuales (33% del costo del primer año sin nube) por un servicio y costo de administración de las mismas aplicaciones y del hardware del cliente, sólo que sin invertir en servidores y en su operación y mantenimiento. **Esto es lo que explica el ahorro total en gasto de TI de 67% por migrar a la nube para la empresa ‘tipo’.**

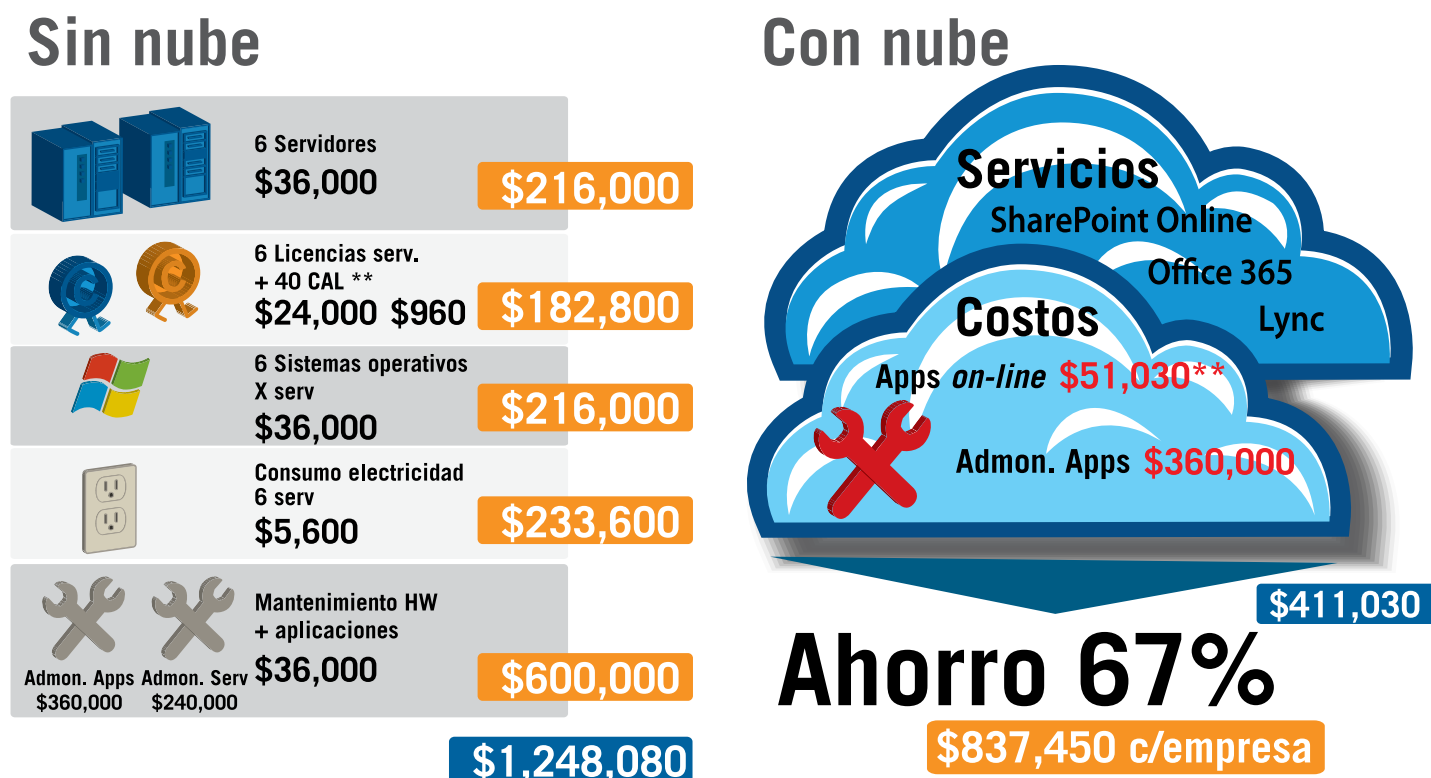
Este ahorro de 837,450 pesos por empresa equivale al 2.7% del gasto total de las empresas medianas mexicanas⁵⁴ y un ahorro de 0.16% de los gastos de las empresas grandes. La diferencia en ambos ahorros se debe al número de empleados y al mayor gasto en otros rubros de las empresas grandes.

La inversión en “cómputo en la nube” permite ahorros por economías de gran escala sin necesidad de tener que desembolsar la inversión en infraestructura. Equivale a fraccionar grandes inversiones entre muchas empresas, en la medida en que estas lo necesitan.

AHORROS POR SECTORES ECONÓMICOS

Para pasar de lo particular a lo general, IMCO analizó la estructura del presupuesto de TI 2011 de algunas empresas de diferentes subsectores de la economía de México que requieren de grandes inversiones anuales en TI para su operación. Estos son:

Figura 3. Diagrama de costos *on premise* vs nube para una empresa tipo (45 empleados) con las aplicaciones Exchange + Share pt + Lync (costo anual en pesos)



* Excepto por la inversión en los 6 servidores que no es anual sino de acuerdo a la vida útil y uso del hardware.

**CAL es *Client Access License* y este costo se multiplica por los empleados en la oficina (45) ponderado por el número de PCs promedio por empleado (0.9)

Fuente: Elaboración propia con datos de Microsoft 2011

1. Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil.
2. Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales.
3. Industria alimentaria.
4. Radio, televisión y otras telecomunicaciones.
2. Ahorros entre 65 y 85% por menores gastos de soporte y mantenimiento, tras los costos de inversión (Alford y Morton).⁵⁶
3. Ahorros de 30% por cambiar los centros de datos y la infraestructura de software a servicios de PaaS (Appirio⁵⁷ basado en la experiencia de sus clientes).

La muestra de las empresas que analizamos representa entre el 50% y el 95% de los ingresos de los subsectores.

IMCO se basó en los siguientes supuestos sobre los ahorros de transitas a la nube según la literatura:

1. Ahorros entre 25 y 40% del gasto en software por migrar a aplicaciones de SaaS (Gartner Inc.).⁵⁵

Los supuestos que utilizamos son los escenarios más conservadores: 25% de ahorro en software, 65% en soporte y mantenimiento y 30% por aprovechamiento de la capacidad de los servidores a través de PaaS.

A través de emplear dichos supuestos en el gasto desagregado de las empresas (software, soporte y mantenimiento y hardware de servidores) en TI de cada subsector⁵⁸ se estimaron los ahorros de cada uno.

Los resultados muestran que las instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil podrían ahorrar 1.8% del PIB de su sector si transitaran a la nube.

Entre las empresas que mayores ahorros presentan se encuentran Banamex (1,258 millones de pesos), BBVA (1,184 millones de pesos) y HSBC (407 millones de pesos) con ahorros de 44%, 39% y 32% del total de su presupuesto en TI, respectivamente. En promedio, las empresas de este subsector pueden ahorrar 38% de su presupuesto en TI que equivale a 1% del total de sus ingresos.

La migración a la nube de empresas de comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales ahorraría 0.57% del PIB del subsector.

Las empresas que mayores ahorros muestran son Bodega Aurrera (304 millones de pesos), Soriana (191 millones de pesos) y WalMart de México (190 millones de pesos). Dichos ahorros representan el 33, 30 y 35% del presupuesto total en TI, respectivamente. En promedio, el ahorro en gasto de TI del subsector es de 31%, que equivale a 0.24% del total de sus ingresos.

De acuerdo al gasto en TI de las empresas de la industria alimentaria, transitar a la nube podría generar un ahorro de 0.42% del PIB del subsector.

Las empresas con mayores ahorros serían Grupo Bimbo (426 millones de pesos), Sigma (127 millones de pesos) y Grupo Industrial Lala (92 millones de pesos). El ahorro del presupuesto en TI de dichas empresas es 46% para las dos primeras empresas y de 44% para la tercera. El ahorro promedio de las empresas del subsector es de 36% del gasto en TI y de 0.25% de los ingresos totales.

Finalmente, para las empresas del subsector de radio, televisión y otras telecomunicaciones, el ahorro estimado por migrar a la nube es de 0.27% del PIB del subsector.

Las empresas con mayores ahorros estimados son Telcel (544 millones de pesos), Teléfonos de México (145 millones de pesos) y Televisa (74 millones de pesos). Los ahorros como porcentaje del total del presupuesto en TI son de 35%, 22% y 29%, respectivamente. En promedio, las empresas del subsector ahorrarían 30% de su gasto en TI, que equivale a 0.2% de sus ingresos totales.

En total, los ahorros estimados por migrar al “cómputo en la nube” de estos cuatro subsectores representan 0.08% del PIB total.⁵⁹

AHORRO EN UNIVERSIDADES

Utilizando los mismos supuestos de ahorros para las empresas, se estimaron los ahorros potenciales de migrar a la nube para el sector educativo. La muestra está compuesta principalmente por universidades públicas y privadas que representan el 80% de los ingresos del sector de servicios educativos.

En total, los ahorros estimados representan 0.09% del PIB del sector. En la muestra, **las universidades que más se benefician de migrar a la nube son el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey con un ahorro de 127 millones de pesos, la Universidad Nacional Autónoma de México** (73 millones de pesos) y la Universidad Autónoma de Chihuahua (21 millones de pesos). Dichos montos representan el 34%, 33% y 35% del total de su gasto en TI, respectivamente. Lo anterior representa 34% del presupuesto en TI del sector y 0.61% de sus ingresos totales.⁶⁰

AHORROS EN EL SECTOR PÚBLICO

Para los gobiernos también utilizamos los mismos supuestos de ahorros y analizamos la estructura del presupuesto de TI 2011 de las instituciones del gobierno federal, de los gobiernos estatales y de algunos gobiernos municipales para estimar potenciales ahorros monetarios por transitar a la nube.

Con la información del gasto desagregado en TI (software, soporte y mantenimiento y hardware de servidores) de las instituciones de gobierno de México⁶¹ y los supuestos de ahorros utilizados tanto para empresas como universidades, calculamos el ahorro potencial por migrar a la nube de cada una de las instituciones y de los gobiernos estatales y municipales en la muestra.

Las estimaciones muestran que el sector público ahorraría 1.7% del PIB del subsector si migrara a la nube. Entre las instituciones del gobierno federal que mayores beneficios monetarios podrían generar con dicha

Las **instituciones**
de intermediación
crediticia y financiera
no bursátil podrían
ahorrar **1.8% del**
PIB de su sector
si transitaran **a la**
nube.

A large, stylized white cloud graphic is positioned in the bottom right corner of the image, partially overlapping the dark blue background.

En promedio las **instituciones**
del **gobierno federal**
ahorrarían 35%
de su gasto anual
en TI de migrar a la
nube, aproximadamente
0.58% del **Presupuesto**
de **Egresos** de la
Federación.



migración, **se encuentra el Servicio de Administración Tributaria** (3,510 millones de pesos), **Petróleos Mexicanos** (1,595 millones de pesos), **el Instituto Mexicano del Seguro Social** (879 millones de pesos) y la Secretaría de Educación Pública (627 millones de pesos). Los ahorros como porcentaje del presupuesto en TI para dichas entidades serían de 64% para el SAT, 34% para PEMEX y 33% para el IMSS y para la SEP. **En promedio las instituciones del gobierno federal ahorrarían 35% de su gasto anual en TI que equivale aproximadamente a 0.58% del Presupuesto de Egresos de la Federación** (PEF).⁶² **Dicho ahorro equivale al presupuesto de la Secretaría de Marina** (0.53% del PEF) y es 10% mayor al del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

Como muestra la gráfica, los principales ahorros, muy por encima del resto de las dependencias, serían para el SAT. Migrar la plataforma del SAT a la nube, además de los importantes ahorros al erario, permitiría un mejor servicio a los contribuyentes y

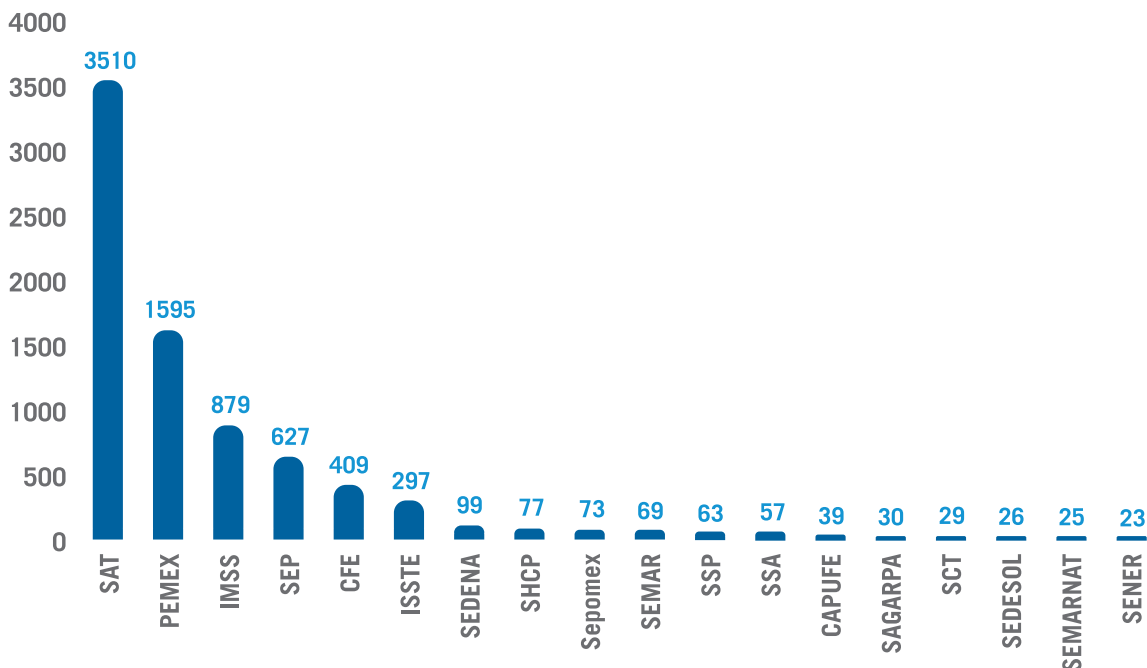
evitaría la saturación del sistema durante los últimos días de la declaración anual de ingresos.

Entre los gobiernos estatales que más ahorros generarían por migrar a la nube están el Distrito Federal (190 millones de pesos) en primer lugar y el Estado de México (152 millones de pesos) en segundo, seguido por el gobierno de Nuevo León (47 millones de pesos).

Los ahorros de dichas entidades equivalen al 28% del total del presupuesto en TI para el gobierno del D.F. y 33% para los otros dos gobiernos. En promedio, los 32 estados ahorrarían 27% de su gasto total anual en TI, que equivale a 0.1% de sus ingresos anuales totales.

Utilizando otras metodologías para estimar los ahorros de la transición a la nube, encontramos que dichas estimaciones pueden ser mayores a las descritas anteriormente. Por ejemplo, Alford y Morton (2009), cuyo modelo considera los costos de hardware de servidores, servidores para software básico, soporte técnico durante la etapa de transición, soporte y mantenimiento del

Gráfica 11. Ahorros en las instituciones del gobierno federal



hardware y del software, costos laborales del área de TI y costos de energía y de enfriamiento, estimaron ahorros por migrar a la nube para el Gobierno Federal de Estados Unidos de 66% en el costo de mantenimiento de centros de datos tradicionales. El supuesto principal del que se derivan dichos ahorros es que bajo los métodos tradicionales, la utilización de los servidores es del 12% de su capacidad, mientras que en la nube la utilización sería del 60%.

De utilizar esta metodología, PEMEX, con centros de datos que tienen 2000 servidores,⁶³ podría ahorrar hasta 87% de su gasto anual en TI o 0.65% de su presupuesto anual, migrando a una nube híbrida en 3 años. El ahorro podría incrementar hasta 95% de su presupuesto en TI de escoger una nube pública (0.7% de su presupuesto anual).⁶⁴

Haciendo este mismo cálculo para la Administración Pública Federal (sin PEMEX Y CFE)⁶⁵ con cerca de 3000 servidores, estimamos un ahorro de migrar a una nube híbrida en 3 años, de 88% del gasto anual en TI de la APF, equivalente a 1.13% del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF)⁶⁶ y de 1.23% del PEF de migrar a una nube pública.⁶⁷

Para el caso de los gobiernos estatales (excepto Hidalgo),⁶⁸ el ahorro por migrar a una nube híbrida en 3 años representa el 87% de su presupuesto total en TI y de 0.23% de sus egresos totales, mientras que transitar a una nube pública generaría un ahorro de 95% de su presupuesto en TI, que equivale a 0.25% de sus egresos totales.

Existen otros estudios como el de Meritalk⁶⁹ que también ahondan sobre posibles ahorros, sin embargo, estos serían menores al no estimar transiciones completas a la nube. Aun así, con dichos supuestos, se obtendría un ahorro total de 0.64% del PEF (incluyendo PEMEX y CFE y sin tomar en cuenta el gasto en los Ramos Generales).

OTROS BENEFICIOS DEL SECTOR PÚBLICO

Además de los ahorros, los servicios de la nube mejoran la capacidad y los tiempos de respuesta del sector público. Lo anterior promueve la participación ciudadana y provee de información que impulsa la transparencia gubernamental y la

rendición de cuentas, al mismo tiempo que reduce los costos, simplifica las operaciones y mejora la eficiencia gubernamental.

De esta forma, los beneficios de la migración a la nube pueden ser múltiples; por ello comparamos los ahorros con los beneficios potenciales de la ciudadanía, estimados a partir del porcentaje de viviendas con acceso a Internet por estado (ver gráfica 12).

Como muestra la gráfica, el mayor beneficio potencial se encuentra en el Distrito Federal, seguido por el Estado de México.

Para evaluar a los diferentes sectores económicos analizados con este mismo criterio, creamos un sistema de puntos (escala de 1 al 5) para ordenar el impacto social potencial de cada uno, de acuerdo a los siguientes criterios:

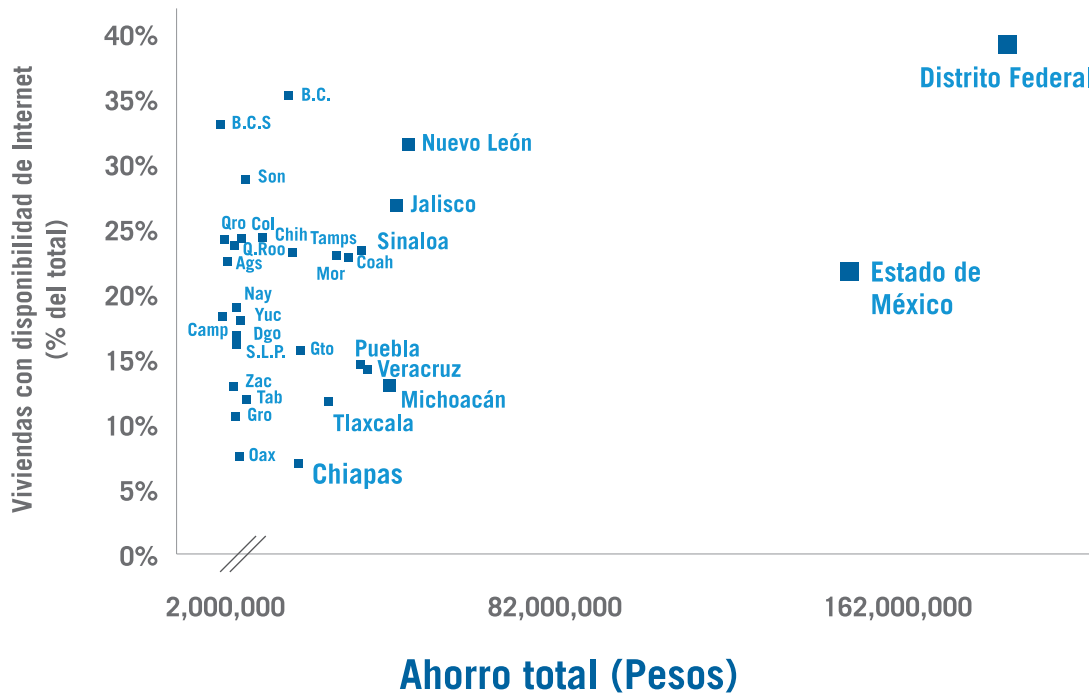
Puntaje de 5 (el mayor puntaje) para el gobierno: el impacto social del “cómputo en la nube” en el gobierno permite amplios beneficios a la ciudadanía (proponer acciones, opinar sobre propuestas gubernamentales y participar con entidades, entre otras). A la vez, los ciudadanos también se benefician directamente de la mayor colaboración entre entidades gubernamentales, así como sus mejoras en eficiencia y transparencia.

Puntaje de 4 para servicios educativos: las universidades pueden beneficiar a la ciudadanía no sólo en ahorros y eficiencias, sino en mayor disponibilidad de poder computacional para investigación (intensiva en TI). Además, el “cómputo en la nube” fomenta la cooperación e integración entre las distintas áreas de las instituciones, incentivando mayor conocimiento.

Puntaje de 3 para el sector de Radio, Televisión y otras telecomunicaciones: al facilitar la colaboración entre las empresas y el usuario, más gente puede beneficiarse de las ideas de otros. Por ejemplo, en un programa de radio, es más fácil que los radioescuchas participen en una discusión con el locutor a través de una plataforma en Internet que contiene información, equipo para dialogar entre radioescuchas y locutores y subiendo contenido, que simplemente escuchando.

Puntaje de 2 para las instituciones de intermediación crediticia y financiera: estas instituciones también generan beneficios sociales, al mejorar el servicio al cliente a través de plataformas (de banca por internet) más sencillas y con acceso en todos lados.

Gráfica 12. Ahorros de gobiernos estatales y hogares con acceso a internet por estado, por transitar a la nube.

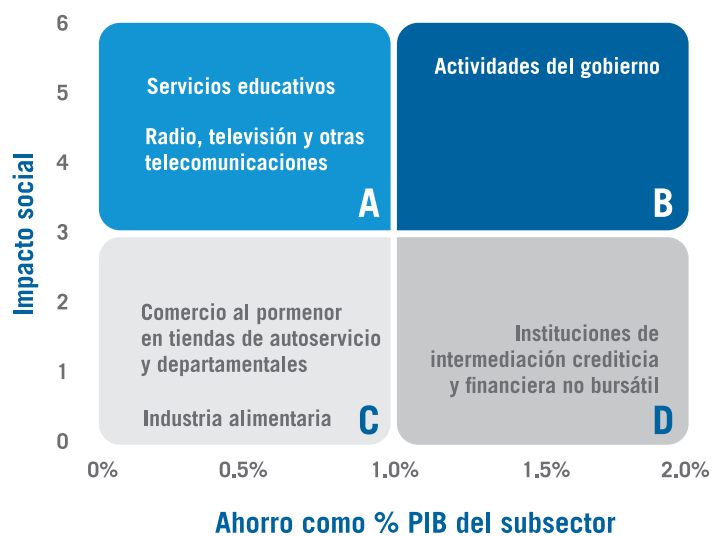


Fuente: IMCO con información de Microsoft y del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

Puntaje de 1 para las empresas grandes: estas no ofrecen tantas externalidades para los ciudadanos en comparación con otros sectores. En el caso de los sectores estudiados, industria alimentaria y comercio al por menor, al igual que el resto de los sectores, impacta a la ciudadanía fomentando la colaboración entre empleados y mejorando el servicio al cliente.

En resumen, los mayores impactos del “cómputo en la nube” (en ahorros monetarios y sociales) para México se encuentran en el cuadrante “A” de la gráfica 13, seguido por el cuadrante “D” y posteriormente por el “B”, siendo el cuadrante “C” el de menor impacto tanto monetario como social. Influir para migrar los sectores hacia el cuadrante “A” tendrá importantes repercusiones para el país.

Gráfica 13. Ahorros e impacto social por transitar a la nube (por sectores)



Fuente: IMCO con información de Microsoft y del Banco de Información Económica (BIE), INEGI.

IMPACTOS AMBIENTALES

Durante los últimos años, el aumento de la capacidad de procesamiento y la digitalización de la información han estimulado una demanda de infraestructuras y de sistemas de información cada vez más potentes, lo que deriva en una mayor demanda energética. Un estudio de McKinsey & Company⁷⁰ estima que para el 2020 se duplicará la energía requerida para: uso de computadoras, almacenamiento de datos y redes de comunicación. Este creciente uso de energía, el aumento del precio de los hidrocarburos y el riesgo al cambio climático, han llevado al sector de las tecnologías de la información a preocuparse por disminuir su consumo energético. Los departamentos de TI alrededor del mundo están desarrollando programas a corto y largo plazo para disminuir su huella de carbono, que según el reporte ‘*An Inefficient Truth*’,⁷¹ representa el 2% de las emisiones de CO₂ mundial. El término “Green IT” se refiere al uso eficiente de los sistemas de cómputo que minimiza el impacto ambiental, mientras maximiza su viabilidad económica.

El “cómputo en la nube” representa importantes ahorros en energía y por tanto en emisiones de carbono, por lo que es considerada como Green IT. Dichos ahorros derivan principalmente de la optimización de los servidores que existen en el mundo. Si bien, transitar a la nube no necesariamente reduce la necesidad de servidores (aunque esto es debatible) pues se pasa de comprar a rentar servidores, si implica optimizar su uso, lo que reduce el consumo de energía.

Un estudio realizado por Accenture,⁷² estima que los ahorros de energía por migrar a la nube pueden ser de hasta un 30% para implementaciones grandes (más de 10,000 usuarios) y de hasta un 90% para implementaciones de menor tamaño (100 usuarios). Según el estudio, los factores que contribuyen a este ahorro son:

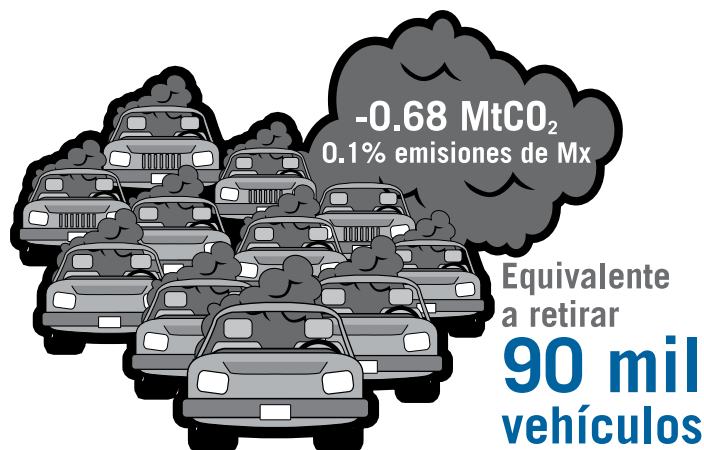
- Eficiencia: optimizar el uso de servidores existentes a su máxima capacidad (al empatar la capacidad de los servidores con la demanda).
- Tenencia múltiple: distintos usuarios utilizan la misma aplicación simultáneamente, disminuyendo las cargas durante horas pico, al servir a grandes números de usuarios y organizaciones en infraestructura compartida.

- Mayores eficiencias de consumo energético en los centros de datos (lugares donde se hospedan los servidores): utilizando infraestructura avanzada se reduce el consumo energético por el enfriamiento de los sistemas, como se describe más adelante.

Utilizando los supuestos de este estudio, IMCO estimó el ahorro en consumo eléctrico y en emisiones para México, partiendo del consumo base de la empresa ‘tipo’ de 45 personas y las emisiones de CO₂ en el sector de empresas medianas y grandes.

Entonces, si una empresa con 100 empleados reduce sus emisiones de CO₂ en 90% por usuario, al cambiar su correo electrónico, calendario, contactos y su portal de colaboración *on premise* a uno en la nube. Y por otro lado una con 1000 trabajadores reduce sus emisiones en 85%, dados los consumos de electricidad de una empresa mediana de 23 Mw/h al año⁷³ para mantener su infraestructura de TI, las emisiones de CO₂ para dichas empresas caerían 13 toneladas al año, mientras que para las empresas grandes en 12 tCO₂e al año.⁷⁴ **Esto quiere decir que el sector de empresas medianas y grandes en México podría reducir en conjunto hasta 680 mil tCO₂e anuales si todas las empresas migraran a la nube, lo que equivale a retirar a 90 mil vehículos de circulación.**

Figura 4. Reducción de emisiones de carbono a la atmósfera por implementar “cómputo en la nube” en empresas medianas y grandes en México (MtCO₂ anuales)



Fuente: IMCO con información de Microsoft y SENER.

El “**cómputo en la nube**” también representa **impactos ambientales positivos** para **México** por su **menor uso** de energía, éstos equivalen a retirar a **90 mil** vehículos **de circulación.**

A large, stylized white cloud graphic is positioned in the bottom right corner of the image, partially overlapping the text.

Otros estudios son menos optimistas, el estudio *“Green Cloud Computing: Balancing Energy in Processing, Storage, and Transport”*,⁷⁵ explica que el consumo de energía del “cómputo en la nube” debe considerarse como una cadena de eventos logísticos que involucra procesos, almacenamiento y transporte de datos. Por lo que cuando el tráfico de archivos descargados aumenta, incrementa el consumo de energía por el transporte de estos datos. Esto implicaría que por un lado, la nube incrementa el tráfico y consumo de energía, aunque por otro disminuye dicho consumo al optimizar el uso de servidores.

Finalmente, otro estudio que se avoca a entender el impacto ambiental del “cómputo en la nube”, *Energy-Efficient Cloud Computing*⁷⁶ (publicado en *“The Computer Journal”*) muestra que si bien la nube puede reducir las emisiones de carbono, aún tiene mucho camino que recorrer, principalmente en la optimización del gasto de energía de los sistemas de software y el consumo energético de los centros de datos (a pesar de su avance).

Los centros de datos consumen gran cantidad de energía, especialmente por la transmisión y refrigeración de los mismos. Se estima que todos los proveedores de centros de datos consumen entre el uno y dos por ciento de la electricidad mundial.⁷⁷ Sin embargo, sólo una mínima parte de dicha energía llega al procesador, el resto se consume en la transmisión y refrigeración. Se estima que el sobre uso de la energía en los centros de datos es del 96%.⁷⁸ Los proveedores trabajan actualmente en mitigar dicha pérdida de energía. Por ejemplo, Google en su centro de datos de Bélgica, sustituye el uso de refrigeradores por el aire del ambiente que entra a través de torres de enfriamiento que hacen que el calor liberado por la energía se evapore. Otro mecanismo de enfriamiento que también están probando en sus centros de datos en Finlandia es el uso de agua del mar para enfriar el centro⁷⁹ que estiman ha reducido el consumo de energía en 16%.

IMPACTO EN CIUDADES

El “cómputo en la nube” también es una solución para que la infraestructura de las ciudades existentes y de las nuevas, evolucione hacia una que conserve la energía y utilice fuentes renovables, reduciendo las emisiones de gases invernadero y manteniendo la calidad de vida de las personas en las urbes.

Para reducir el consumo de energía en las ciudades, se puede transitar de una interconexión física de la infraestructura urbana (energía, edificios y transporte) a una interconexión digital. Esto es, un sistema inteligente de distribución de la energía. Para lograrlo se requiere del monitoreo, medición, análisis, reporte y control de la generación de energía, su distribución y su uso en cada ciudad lo que requiere y genera gran cantidad de información que deberá administrarse a través de servicios de TI.

Aquí es donde el “cómputo en la nube” es una buena solución al permitir conectar todas las fuentes de información para administrar eficientemente la nueva infraestructura energética. De esta manera, los desarrolladores podrán generar aplicaciones y servicios para que los ciudadanos, empresas y el gobierno administren la infraestructura energética en tiempo real y reduzcan su consumo energético al habilitar desarrollos de vivienda y transporte con fuentes renovables. A la vez, los desarrolladores de las aplicaciones aprovecharían información de fuentes múltiples, como por ejemplo, precios de la energía, predicciones climatológicas, condiciones del tráfico y compra-venta de vivienda.

Con las soluciones de la nube, las empresas eléctricas podrán controlar la oferta y el manejo de la energía en horas pico, utilizando medidores inteligentes y las personas adecuarán su uso a la demanda global del sistema. Además, las soluciones de “cómputo en la nube” permitirán integrar en un solo sistema la información referente a la oferta energética, disponibilidad, precio, fuente de la energía y emisiones generadas, por distintas fuentes energéticas por ejemplo, hidrocarburos, viento y sol. Así, se reducirá el consumo de las fuentes más costosas de una forma más eficiente.

OTROS IMPACTOS

MAYOR COMPETENCIA, ACCESO A TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Los ahorros en costos de capital inicial permiten la entrada de nuevos competidores al mercado, en especial de los pequeños, y democratiza el acceso a tecnologías. Recientemente, Pixar colocó en la nube un software para hacer *renders* para la producción de

La nube permite
que las Pymes
compitan con el mismo
nivel tecnológico
que las grandes
empresas.



animaciones. Esta herramienta puede ser utilizada por estudios pequeños que no tienen el capital suficiente para invertir en infraestructura propia como Pixar y que sólo necesitan rentar el servicio por hora. Además del cuantioso ahorro en dinero les permite ahorrar tiempo; mientras que producir un cuadro de cine toma aproximadamente 8 horas con los servidores de Pixar, en un estudio pequeño (con poco presupuesto) podría tomar días o hasta semanas.⁸⁰ Lo anterior permite a cualquier estudio, independientemente de su tamaño, realizar una gran producción, lo que sería imposible sin la tecnología del “cómputo en la nube”.

En otras palabras, la nube permite que las Pymes compitan con el mismo nivel tecnológico que las grandes empresas. Obtener los servicios informáticos para seguir a clientes y relacionarse con ellos es más barato y accesible con los servicios que ofrece la nube debido a que las empresas:

1. No requieren grandes inversiones iniciales.
2. Aprovechan economías de escala que antes solo aprovechaban grandes empresas.
3. Ya no se ocupan del mantenimiento y soporte, esto lo hacen los proveedores de servicios.
4. Obtienen mejores esquemas de seguridad a los que tenían capacidad de acceder.
5. Mejoran su *time-to-market* de nuevos servicios.

El mayor acceso a tecnología no sólo beneficia a las empresas, sino a los ciudadanos y gobiernos. Cualquier persona puede beneficiarse del acceso con más certeza y seguridad (como paciente, estudiante, empleado, etc.), lo que permite que cualquiera acceda o comparta sus datos y archivos de forma simple desde una computadora o teléfono celular, generando importantes beneficios.

Por ejemplo, al tener información guardada en la nube, los estudiantes pueden colaborar en grupos dando acceso a diferentes usuarios, lo que evita problemas de duplicidades y mejora la relación entre padres, maestros y alumnos. Inclusive este mismo principio podría salvar vidas. Al tener los registros médicos electrónicos en la nube, tanto a disposición del paciente

como a disposición de los médicos, en una emergencia se podría consultar la condición de salud del paciente (tipo de sangre o alergias), y mostrarla a los doctores que lo atienden.

Aunque una de las mayores barreras a la adopción de “cómputo en la nube” es el miedo a la pérdida de empleos en mantenimiento de hardware (servidores) de las empresas, liberar este capital humano implica la posibilidad de más innovación. Uno de los cambios naturales en los sectores económicos cuando enfrentan mayor competencia es la búsqueda de nuevas opciones que generen mayor valor agregado.⁸¹ Por ello, la migración de técnicos en las áreas de informática y computación de soporte y mantenimiento hacia generación de herramientas y servicios de TI, no sólo le da flexibilidad a los negocios, sino que implica mayor valor agregado y un estímulo a la innovación.

Uno de los mercados donde existe mayor potencial de innovación es el de software. El acceso a plataformas escalables en la nube permite que los creadores de software experimenten en poco tiempo y a un costo bajo. De esta manera, dichos creadores pueden generar nuevas aplicaciones y de acuerdo a su popularidad hacerlas crecer o desaparecer de inmediato, impulsando la innovación en servicios de TI.

MÁS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL, MÁS INNOVACIÓN

El “cómputo en la nube” es una alternativa para combatir la piratería de software. Es probable, que mientras se protejan los derechos de autor exista mayor capacidad para invertir en investigación y desarrollo, lo cual detona más innovación. El estudio de piratería global de *The Business Software Alliance 2011* estima que en el 2010 se generó una pérdida de 59 mil millones de dólares por la venta de software sin licencia.⁸² Lo que implica que por cada 100 dólares de software adquirido, se vendieron 42 dólares de software sin licencia. Para México, las pérdidas por piratería de software fueron de 1,199 millones de dólares; se estima que el 58% de los usuarios tiene software ilegal.

Las compañías de software, a pesar de contar con la protección de leyes de derechos de autor, necesitan de estrategias individuales para proteger sus programas (como mantener secreto su código

El “*cómputo
en la nube*” es
una alternativa
para **combatir**
la **piratería** de
software.



Contar con **información**
en la **nube**, previene
que cualquier **error**
o **pérdida** de un
dispositivo **no se**
traduzca en la
pérdida de **toda la**
información.



fuentes) de la distribución ilegal. Con servicios en la nube, el código fuente del software no tiene que distribuirse entre sus usuarios, pues se accede al programa a través de Internet. Con la nube, la mayoría del software correrá en servidores remotos, asegurados con *firewalls* y otras protecciones tecnológicas, que reducirá el riesgo de piratería o de apropiación de funcionalidades innovadoras o de copia de ciertos métodos de software específico. Además, la forma de pago de los servicios en la nube asegura que los usuarios paguen por el programa. Lo anterior hará que la piratería se reduzca más por los términos del contrato entre proveedor y cliente que por la protección de los derechos de autor.

Un ejemplo de ello es el caso de los videojuegos desarrollados en la nube que podrían reducir considerablemente la piratería⁸³ en este sector. Mientras que muchos juegos aun requieren instalar una copia en la computadora personal, en la nube las interacciones entre jugadores y el mundo virtual se realiza en servidores pagando el acceso, por lo que aún si se dispusiera de copias del software no se tendría acceso a un servidor que provea el servicio.

Otra forma de entender los beneficios de la nube en relación a la seguridad (aunque no está relacionado con la protección de los derechos de autor) es que **al tener información en la nube también, cualquier error o pérdida de un dispositivo no se traduce en la pérdida de toda la información.** Por ejemplo, una persona que olvida su computadora en un taxi, perdería su trabajo, fotos, música, y demás archivos al menos de que tuviera algún tipo de *back-up* reciente, que no es una práctica común. En cambio al tener su información en la nube, una persona que pierda su computadora sólo perdería el hardware y su información de valor estaría segura y accesible desde cualquier dispositivo conectado a internet.

PROMOCIÓN DE IDEAS, CULTURA Y VOZ A LA CIUDADANÍA

Un ejemplo típico que muestra la capacidad de la nube para detonar ideas y promover la cultura es lo que ha sucedido en el mercado de la música, donde a través de subir contenidos (música, videos, fotos, etc.) a **sitios como YouTube, MySpace**

o Grooveshark, los artistas puedan llegar a diferentes nichos de mercado a los que difícilmente hubieran llegado por otra vías.

Otro ejemplo de cómo el “cómputo en la nube” puede influir en la promoción de la cultura es lo que sucedió con el sitio del Festival Internacional Cervantino (FIC) en 2010, cuyo portal se colocó sobre una plataforma en la nube, resguardado en un centro de datos en Austin, Texas.⁸⁴ Dicho portal informa de los eventos culturales al público, muestra videos en tiempo real durante el festival y cuenta con un portal para la prensa que soporta demandas pico, ya que al festival asisten alrededor de 700 mil personas.

La plataforma permite la escalabilidad automática del sitio, de acuerdo al número de visitantes durante el evento (capacidad de cómputo en demanda) y el almacenamiento de datos necesarios para que las personas puedan entrar al sitio durante todo el año. El sitio permite ver videos, armar una agenda propia para el festival, localizar los foros de forma georreferenciada utilizando mapas con vistas 3D, además de tener un portal de colaboración para la prensa en el que se coloca en un solo lugar, toda la información necesaria como comunicados de prensa, fotografías y videos.

En 2010, 390 mil personas visitaron el sitio durante el festival, cinco veces más que en años anteriores, mientras que en otras épocas del año hay un promedio mensual de 120 mil visitas al año. La ventaja del “cómputo en la nube”, en este caso fue la escalabilidad inmediata del sitio, sin tener que invertir en espacio para la capacidad máxima prevista. Además de gozar de una accesibilidad del 99.9%, los organizadores del festival estiman haber ahorrado hasta 50% con esta solución. Para el FIC 2012 planean que todos los servicios del sitio sean accesibles desde teléfonos inteligentes.

El “cómputo en la nube” también permite que los ciudadanos interactúen de formas más dinámicas con el gobierno. En plataformas de este estilo el ciudadano puede votar, opinar, proponer y denunciar, mejorando la democracia. Los empleados también pueden participar en las decisiones de la empresa, con plataformas, documentos editables en Internet y blogs, que les permitan colaborar para mejorar su rendimiento en el trabajo. Ambos ejemplos aluden a organizaciones más horizontales donde la voz e ideas de todos pueden ser escuchadas.

V. Retos y recomendaciones

RETOS

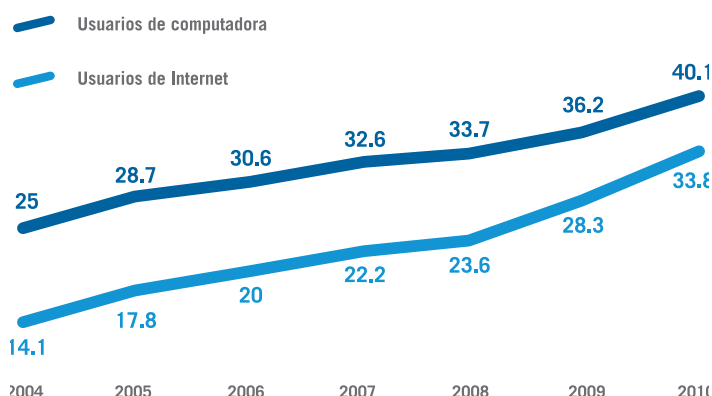
Como se vio en el capítulo anterior, México podría beneficiarse de forma muy importante con la adopción del “cómputo en la nube”, tanto en las empresas como en el gobierno. Los impactos no sólo implican importantes ahorros, sino una forma de disminuir de forma rápida y efectiva la brecha digital del país.

México puede aprovechar la posibilidad de acceder a una gran infraestructura de TI sin necesidad de realizar importantes inversiones iniciales, alcanzando a economías más desarrolladas en TI. Sin embargo, para potenciar dichos beneficios, hay ciertos retos que el país debe superar, tanto para adoptar el “cómputo en la nube” como para desarrollar infraestructura para la nube en México.

INTERNET Y BANDA ANCHA

Uno de los principales retos para la adopción del “cómputo en la nube” es contar con una buena conexión a Internet. Aunque en México el número de usuarios de internet ha crecido rápidamente (ver gráfica 14) todavía es necesario avanzar en este tema.

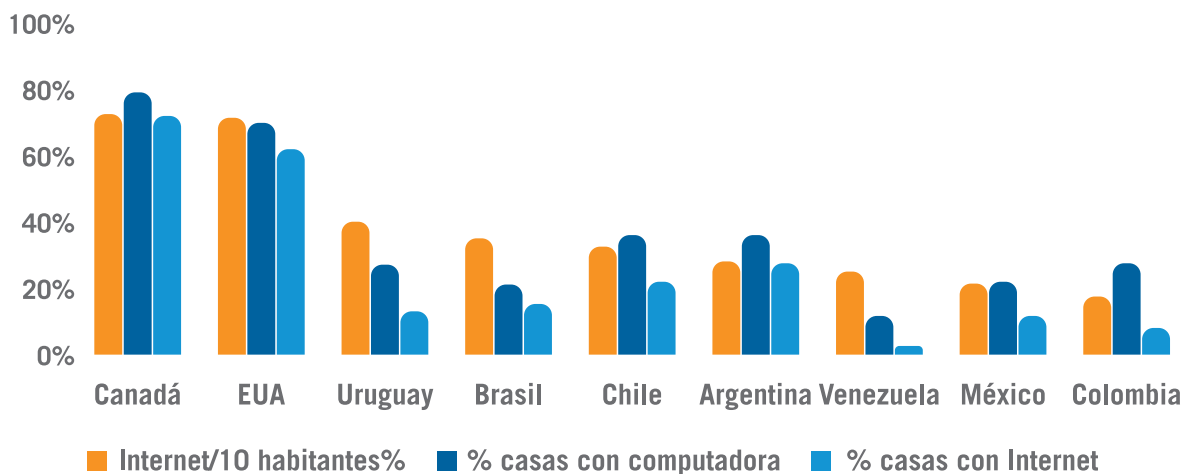
Gráfica 14. Porcentaje de usuarios de computadora e internet en México 2004-2010



Fuente: Censo de población y vivienda 2010 (INEGI).

Según el Censo de Población y Vivienda del 2010, en México el 40% de la población utiliza computadora y el 34% Internet, mientras que el 29% de los hogares cuenta con computadora y el 21% con conexión a Internet. Este resultado deja a México muy rezagado frente a otros países de América Latina, por debajo de Uruguay, Argentina, Brasil y Chile (ver gráfica 15).

Gráfica 15. Penetración del uso de internet y computadoras en algunos países de Latinoamérica (2009)



Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones, Perfiles estadísticos 2009 para las Américas.

Uno de los **principales**
retos para la
adopción del
“cómputo en la
nube” es contar
con **acceso** a una
buena conexión a
Internet.



Al igual que en los hogares, el uso de Internet en las Pymes es muy bajo. Un estudio de VISA y Nielsen,⁸⁵ señala que el 40% de las Pymes cuenta con computadora para usos empresariales y sólo el 25% utiliza Internet para su negocio. Además, el estudio muestra que Internet no se utiliza como herramienta para hacer negocios, sino para buscar información y anunciarse en la red.

Dicha penetración se debe a los elevados costos de banda ancha en México (ver tabla 3). Aunque la calidad de la banda ancha también es una barrera, ésta ha mejorado recientemente.

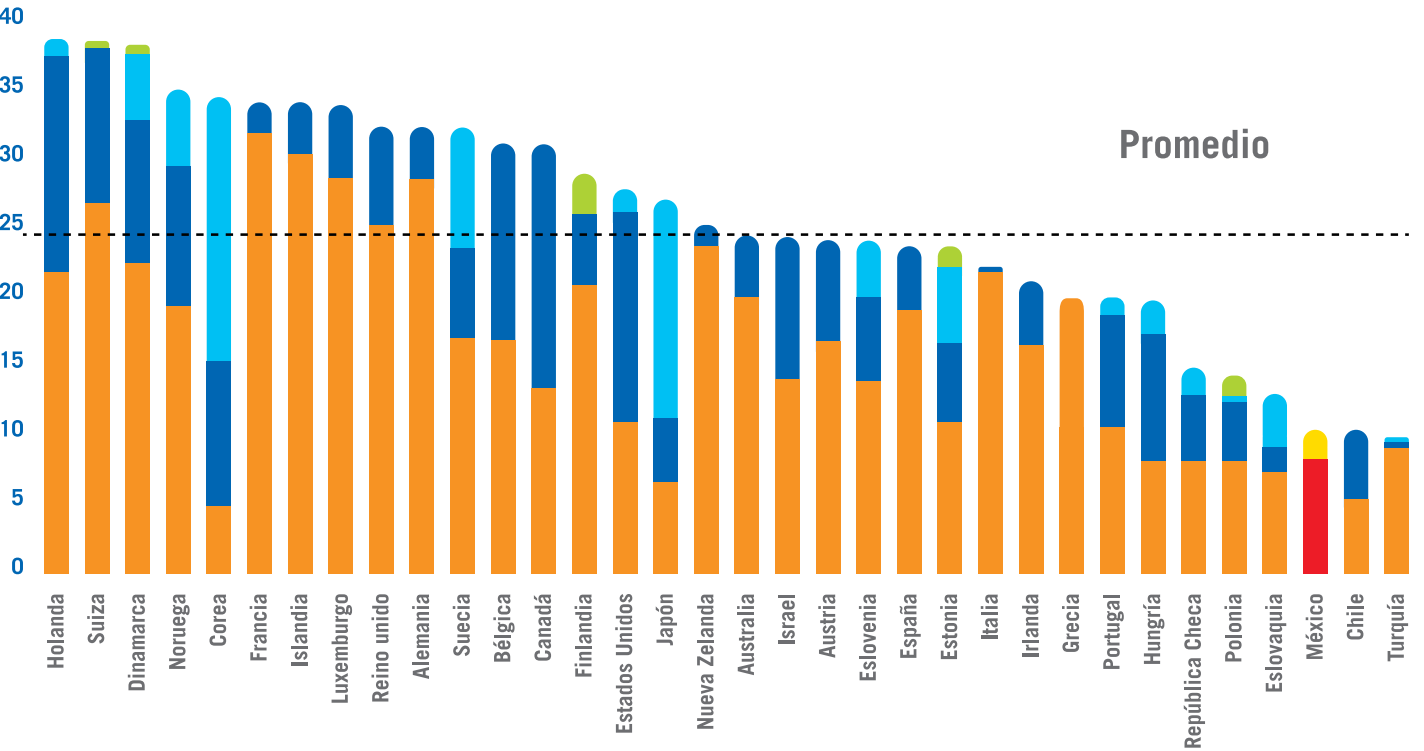
En cuanto a la banda ancha necesaria para transmitir datos simultáneamente y así aumentar la velocidad de conexión, México queda mal parado respecto al resto de los países de la OCDE y sus homólogos en países de la región como Chile (ver gráfica 16). Apenas 10 de cada 100 habitantes utilizan una conexión a internet con banda ancha.

Tabla 3. Comparativo de velocidad de conexión a Internet y costo de banda ancha, 2009 (selección de países miembros OCDE).

País	Posición	Precio mensual por 1 Mbps (en dólares)	Velocidad promedio de conexión (en Mbps)
Japón	1	\$0.27	61
Corea	2	\$0.45	46
Finlandia	3	\$2.77	22
Francia	5	\$1.64	18
Portugal	7	\$10.99	8
Canadá	8	\$6.50	7.6
Polonia	9	\$13.00	7.5
Estados Unidos	15	\$3.33	4.8
México	29	\$20+	Menor a 2

Fuente: Internet World Stats Broadband Penetration, Enero 2009.

Gráfica 16. Suscripciones de banda ancha fija por cada 100 habitantes, según la tecnología (Dic 2010)



Fuente: OCDE.

Para implementar la nube y aprovechar su máximo potencial, México necesita revertir esta situación mediante una estrategia nacional de despliegue de banda ancha; agresiva, medible y comprometida al más alto nivel público y privado (ver recomendaciones más adelante).

Las estrategias de banda ancha deben definir el marco institucional en el que se implementarán las políticas y programas para llevar la conexión a todos los lugares del país. Las instituciones que deben participar en la estrategia de banda ancha van desde aquellas encargadas de la regulación del sector de telecomunicaciones (en el caso de México la COFETEL), las instituciones reguladoras de competencia (en México la CFC), y otras instituciones como la Secretaría de Economía y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Estas instituciones, deben promover la entrada de proveedores, facilitar la importación del equipo necesario para ofrecer el servicio y dar incentivos fiscales para cubrir la última milla.

Aprender de lo que hacen otros países también puede ayudar a mejorar la estrategia. En algunos países como Australia⁸⁶ el plan nacional de banda ancha busca que el 90% de la población tenga acceso de calidad, mediante una estrategia con inversión pública y privada, donde gracias a estas, se construye la red. Por otro lado, países en desarrollo como Malasia⁸⁷ dan incentivos fiscales a las empresas que inviertan en equipo para proporcionar servicios de banda ancha, mientras que en Uganda⁸⁸ se busca resolver el problema de la última milla con nuevas tecnologías como DVB-T⁸⁹ y BPL.⁹⁰ Por otro lado, Brasil⁹¹ apuesta por tecnologías inalámbricas para llegar a zonas rurales, especialmente utilizando la gama de 450 MHz. A su vez, para solucionar el problema de la última milla, propone la entrada de pequeños proveedores de banda ancha ajustando la tasa de cobro por las licencias SCM⁹² al tamaño de la empresa y otorgando financiamiento e información a las empresas que quieran dar el servicio.

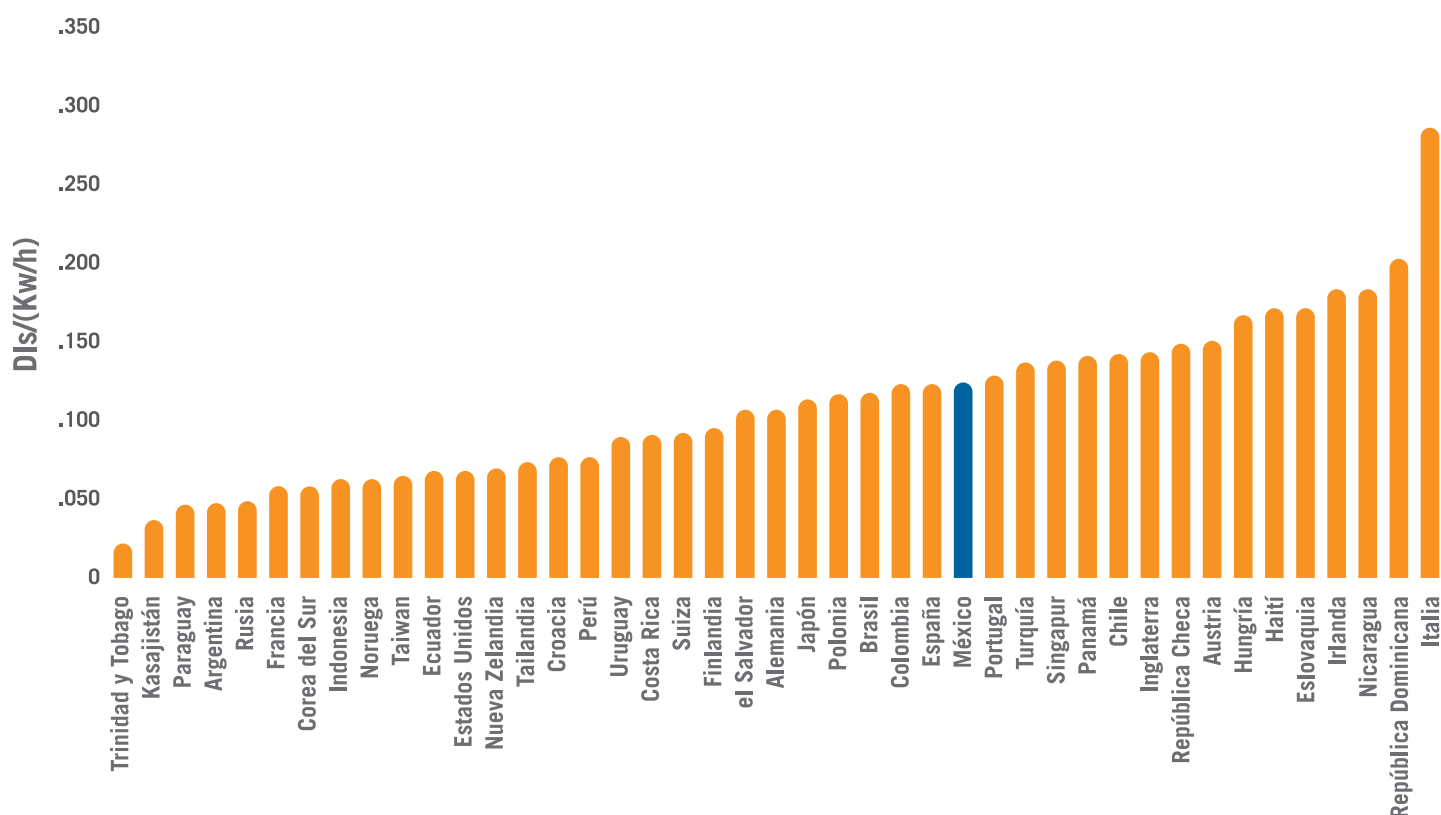
OTROS

Al ser el “cómputo en la nube” una tecnología que está desarrollándose y expandiéndose rápidamente, México podría aprovechar su posición como vecino de Estados Unidos, que cuenta con el mercado de TI más grande del mundo, así como el creciente mercado de TI latinoamericano, para construir infraestructura de “cómputo en la nube” en el territorio nacional.

Contar con infraestructura de nube en el país, no sólo contribuye al desarrollo del mercado interno de TI, sino que promueve las ventajas competitivas que existen por la cercanía física y cultural al mercado de TI más grande del mundo, tener su mismo huso horario y contar con mano de obra barata y joven. No obstante, dichas ventajas no son suficientes para atraer inversión en el sector de TI y menos para los servicios de nube, por lo que se necesitan costos competitivos de electricidad, certidumbre en su suministro, y pocas interrupciones. En este aspecto, México necesita mejorar urgentemente para ser competitivo, debido a que cuenta con una de las tarifas niveladas más altas en el mundo y un servicio poco eficiente.⁹³

Otro de los retos principalmente relacionados con el “cómputo en la nube” es el desfase del marco jurídico aplicable. En la medida en que los servicios proporcionados a través del “cómputo en la nube” sigan siendo considerados legal y comercialmente como una prestación de servicios en su sentido tradicional, la flexibilidad, elasticidad y beneficios del “cómputo en la nube” se ven limitados en su máxima expresión. Lo anterior, resulta en uno de los principales retrasos y complicaciones contractuales para su adopción.

Gráfica 17. Comparativo de precios de electricidad industriales en el mundo (2008)



Fuente: IMCO con información de Energy Information Administration.

A continuación se describen posibles soluciones para los retos que enfrenta usar y generar “cómputo en la nube” en México.

RECOMENDACIONES

Entre más rápido se fomente el uso del “cómputo en la nube” entre ciudadanos, empresas y gobiernos, mayores serán sus beneficios. Por ello, la primera recomendación tanto de política pública como para el sector privado, es generar información para desmitificar la nube, cuantificar sus beneficios potenciales en distintos sectores de la sociedad y recomendaciones de cómo adoptarla.

Una forma de hacer esto, es que la Secretaría de la Función Pública (SFP), para las entidades federales, y la CONAGO, el INAFED,⁹⁴ la Asociación Mexicana de Municipios de México (AMMAC) o bien la FENAM,⁹⁵ para entidades municipales y estatales, difundan **una guía que contenga los ahorros y los pasos de cómo transitar a la nube**. En ella, dichas

instituciones pueden sugerir límites a la cantidad de aplicaciones o servicios que pueden usar las dependencias en una nube privada y motivar el uso de la nube pública, así como proporcionar los costos y beneficios de los distintos modelos y proveedores (ver sus ofertas de escalabilidad, eficiencia, disponibilidad, etc.) que contribuyan a que las distintas entidades establezcan marcos y planes para su contratación.

El “cómputo en la nube”, no es una propuesta de “todo o nada”, sino un modelo que abarca un gran rango de opciones que la gran mayoría de las empresas, ciudadanos o gobiernos pueden implementar parcialmente. Por lo que, independientemente de que algunas empresas o instituciones públicas creen no necesitarla por basar su ventaja competitiva en sus instalaciones de cómputo o manejar información confidencial, la realidad es que aún en estos casos, la adopción del “cómputo en la nube” podría mejorar la eficiencia y rendimientos de estas instituciones.

El “*cómputo en la nube*”, no es una propuesta de “todo o nada”, la migración se puede hacer por partes.



Inclusive las empresas del sector financiero que manejan aplicaciones de “Big Data” y requieren de cortos periodos de latencia (es decir, que requieren flujos de información segundo a segundo sin interrupción) ya están encontrando servicios en nube para cubrir estas necesidades. En resumen, la nube es una herramienta para todo tipo de instituciones que permitirá, a partir de ahora, que la enorme gama de servicios e infraestructura de cómputo se encuentre al alcance de todos, a través de un servicio a la medida.

RECOMENDACIONES PARA PASAR A LA NUBE

En cuanto a las recomendaciones para migrar a la nube, los pasos que se sugieren son:

1. Seguir las mejores prácticas de su sector (gobiernos, Pymes, grandes empresas etc.)
2. Comenzar por especificar un objetivo (reducir costos, consolidar el departamento de TI, aumentar la capacidad de la empresa, etc.) para determinar el tipo de nube que se requiere (pública, privada, híbrida o comunitaria).
3. Evaluar a los proveedores.
4. Hacer la transición por pasos,⁹⁶ especialmente si ya se cuenta con un departamento de TI, pues ésta debe de adaptarse y ser compatible con la tecnología existente (ver figura 5).
5. Medir el servicio recibido y reevaluar las necesidades de la empresa.

Para las empresas que ya cuentan con infraestructura de TI, la migración puede empezar por aquellas aplicaciones más fáciles de transitar, que de acuerdo con algunos expertos⁹⁷ son:

- **Nuevas aplicaciones:** Construir las nuevas aplicaciones en la nube, en lugar de en una plataforma tradicional.
- **Tecnología obsoleta:** Reemplazar las viejas aplicaciones y los servidores que las procesan, permite que la empresa aumente su funcionalidad y productividad, a través de los servicios de red.
- **Hojas de cálculo:** La mayoría de las empresas tienen aplicaciones que corren en hojas de cálculo. Resulta muy conveniente y simple migrar las aplicaciones de hojas de cálculo que: son enviadas por correo frecuentemente para edición; requieren de muchas tablas de datos; comparten un disco común para ser editadas por distintos usuarios; son utilizadas para procesos clave pero poca gente sabe cómo funcionan.
- **Herramientas de productividad:** Usar herramientas de productividad en la nube es fácil y barato (en algunos casos gratis), éstas te permiten: servicio online, colaboración en tiempo real, hojas de cálculo, sistema de e-mail, compartir información.
- **Aplicaciones de soporte:** Los sistemas de administración de contactos en la nube son baratos y potentes. Además hay muchas opciones de CRM⁹⁸ listas para usarse, que son personalizables por lo que la migración es sencilla. También, mover a la nube los sistemas de gestión de contenidos (CMS)⁹⁹ es fácil y sencillo. Un ejemplo de una herramienta

Figura 5. Pasos para implementar el “cómputo en la nube” en las empresas



Fuente: Elaboración propia con información de Pink Elephant 2011, *Las Mejores Prácticas en la nube*.

en la nube que ahorra tiempo y dinero a las empresas es la que permite la construcción y administración de la propia página web.

- **Aplicaciones base:** Si la empresa está considerando renovar alguna aplicación importante, por ejemplo el sistema contable, la nube puede ser la mejor opción. Con “cómputo en la nube” la empresa ya no tiene que lidiar con sus propios servidores, actualizar el software, *backup* y planes de recuperación de datos en caso de desastres.

RECOMENDACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA

Los beneficios de implementar “cómputo en la nube” dependen de la velocidad con la que se adopte la tecnología. En este sentido, el gobierno juega un papel preponderante para influir en factores clave para el desarrollo de la nube, independientemente de su difusión y guía. Entre los temas más importantes se encuentran: los acuerdos de estandarización, la calidad y precio de los servicios, las aplicaciones que se están desarrollando y la velocidad con la que los particulares adoptan esta tecnología. La política a desarrollar para adoptar la nube deberá incluirse o ser consistente con las políticas dentro de la Agenda Digital Nacional. Los puntos más importantes para promover el uso de dicha tecnología son: competencia, marco jurídico, impuestos, banda ancha y el gobierno como factor de cambio.

BANDA ANCHA

Sin acceso a internet de banda ancha, es imposible implementar el “cómputo en la nube”. Como se vio anteriormente México tiene un gran reto en este rubro, por lo que es indispensable que el gobierno **promueva la inversión nacional y extranjera de servicios de banda ancha**, sobre todo en zonas rurales y marginadas, eliminando los límites a la inversión extranjera en la red pública de telecomunicaciones. La expansión de la red de banda ancha favorecerá especialmente a la implementación del “cómputo en la nube” en Pymes, que además de ser unas de las grandes beneficiarias de este modelo, son las que se encuentran en mayor rezago digital (sólo 25% tiene acceso a internet¹⁰⁰).

Además, el gobierno deberá continuar con la concesión del espectro, promover el aprovechamiento de la infraestructura estatal de fibra oscura, impulsar la inversión en nueva infraestructura, posiblemente a través de incentivos fiscales (última milla), crear una infraestructura de banda ancha nacional que promueva el acceso a la tecnología a escuelas, hospitales y zonas marginadas y fortalecer los esfuerzos de aprendizaje en el uso de la tecnología, acompañado del aumento de servicios y contenidos en línea relevantes para una mejor calidad de vida de las personas. Es indispensable que el gobierno se comprometa a cumplir las propuestas de la Agenda Digital Nacional para realizar los objetivos de banda ancha para el país.

En México, se deberá asignar el **espectro de “dividendo digital” en la banda 700 MHz para desplegar servicios móviles, lo que permitiría ampliar la cobertura de la banda ancha móvil**. Ello deberá hacerse sin esperar al apagón analógico, para no prolongar una situación de uso ineficiente de espectro. De acuerdo con un estudio de *Telecom Advisory Services LLC* (TAS), mediante la reasignación del espectro del dividendo digital, la cobertura de banda ancha móvil podría subir del 39% actual a 94% en México.

Además de incrementar el acceso a internet de banda ancha, el uso del espectro de 700 MHz se puede utilizar para implantar un Wi-Fi de largo alcance, “súper Wi-Fi”, y lograr servicios de “cómputo en la nube” mucho más eficientes. El “súper Wi-Fi” permite que las ondas viajen a una mayor distancia, hasta 100 Km., y a gran velocidad, 22 megabits por segundo, incrementando la accesibilidad a los servicios.

Evaluar las estrategias que han implementado países como Brasil, Panamá y Malasia, entre otros, también debería servir para promover el acceso de banda ancha en el país.

COMPETENCIA

La importancia de fomentar la competencia entre los proveedores de “cómputo en la nube” es clave en este momento de maduración de la tecnología. El gobierno debe **cuidar que las compañías con una posición dominante en el sector de TI no generen una situación de lock-in,¹⁰¹** de tal forma que sea

difícil para los usuarios cambiar de proveedor en el futuro. Para ello, el gobierno deberá promover los estándares internacionales en la nube, que permitan los cambios futuros de proveedor a un riesgo y costo mínimos.

Para que se logre la competencia, el gobierno deberá cuidar que los proveedores dejen claros los términos de portabilidad de datos y el uso de aplicaciones creadas por terceros. La competencia deberá de promoverse en todo el ambiente tecnológico, especialmente en la provisión de Internet, pues el precio de éste es determinante en los ahorros que se pueden lograr con el “cómputo en la nube”.

MARCO JURÍDICO

Para que más empresas utilicen “cómputo en la nube” y para atraer nuevas inversiones al país, es necesario crear un marco legal que se adapte a la velocidad con la que evoluciona el modelo de “cómputo en la nube”. Los principales problemas de percepción que inhiben la adopción de la nube son cuestiones de seguridad (física, técnica, administrativa y la de privacidad de los datos), disponibilidad, gobernanza de datos y *lock-in*.

Un marco legal claro y flexible puede solucionar estos problemas y dar seguridad y confianza a los usuarios e inversionistas de la nube.¹⁰² Un **primer paso positivo es el establecimiento de una definición legal de cómputo en la nube contenida en el citado Esquema de Interoperabilidad y de Datos Abiertos de la Administración Pública Federal.**

Los siguientes pasos serán consolidar un marco jurídico promotor de la adopción de servicios en la nube, para lo cual es indispensable que contenga disposiciones que aseguren el libre flujo de información, y que evite el establecimiento de estándares de protección basados en cuestiones territoriales. También es conveniente que el marco regulatorio fomente las prácticas honestas entre vendedores y compradores, impulse la transparencia sobre la interoperabilidad entre distintas nubes, y muestre los costos y beneficios reales.

También es importante que la regulación en materia de privacidad de la información y protección de datos personales se aplique de manera rigurosa. De tal forma que ésta evolucione para requerir

a los proveedores de servicios en la nube que se ajusten no sólo a los principios y deberes exigidos por la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares y su Reglamento, sino incluso a las exigencias de las mejores prácticas internacionales. Tales exigencias incluyen certificación por terceros, la disposición a firmar cláusulas contractuales de las normativas europeas (denominadas “cláusulas modelo de la UE”), así como acuerdos de procesamiento de datos que cubran la privacidad, seguridad y administración de los datos de sus clientes y usuarios. Asimismo, la legislación en materia de privacidad debe asegurar que los proveedores de servicios mantengan políticas de privacidad eficaces y verdaderas, que no permitan el aprovechamiento de la información de sus clientes y usuarios para compartirlas con anunciantes, o de ninguna otra manera para alimentar modelos de negocios basados en publicidad o clasificación de la información de los usuarios.

Otros aspectos regulatorios relevantes:

- 1. Adopción de estándares internacionales.** El gobierno mexicano deberá colaborar con otros gobiernos, organizaciones internacionales y compañías para crear estándares internacionales en materia de seguridad y transferencia de datos y de movimientos transfronterizos de datos, y ajustar en consecuencia la normatividad doméstica a dichos estándares. Así mismo, eventualmente deberá considerarse ampliar los estándares de calidad para temas de privacidad de la información.
- 2. Firmar convenios internacionales (Convenio de Budapest).**
- 3. Usar mecanismos de coordinación en la región** como el Parlamento Latinoamericano y usar la Cumbre Latinoamericana de Innovación para establecer marcos regulatorios supranacionales, tal como lo ha hecho Europa.
- 4. Establecer mecanismos procesales de cooperación internacional** en donde los países busquen **homologar sus leyes para definir el tipo de delitos y las sanciones correspondientes a conductas criminales en el entorno digital.**¹⁰³

GOBIERNO COMO FACTOR DE CAMBIO

El gobierno tiene la capacidad de ser un usuario modelo del “cómputo en la nube” y de esta forma promover y fomentar el uso de la nube entre los ciudadanos y las empresas del país. En este sentido, aunque el gobierno federal pronto inaugurará su nuevo portal ciudadano www.gob.mx¹⁰⁵ (lo que representa un gran paso dentro del uso de “cómputo en la nube”), las acciones no deben de acabar ahí.

Promover una nube gubernamental tiene mucho sentido ya que es más seguro, confiable y barato de administrar y mantener, que administrar servidores en cada dependencia. La idea de una nube nacional, similar al de EUA¹⁰⁶, el Reino Unido¹⁰⁷ o Japón,¹⁰⁸ no sólo contribuye a mejorar los servicios públicos, sino que evita duplicidades en bases de datos, sistemas y equipo. Además, lograría la estandarización y simplificación de las TI gubernamentales y proporcionaría una infraestructura común que permitiría la entrega de soluciones locales a las entidades y dependencias.¹⁰⁹

Para que la nube nacional logre aprovechar los beneficios al máximo, ésta debe de entregar soluciones en los tres niveles de servicio: SaaS, PaaS y IaaS. Por ejemplo, dentro de SaaS se podría crear una tienda de aplicaciones gubernamentales que facilitaría a los gobiernos locales la adquisición de herramientas *on-demand*. En el nivel PaaS, se podría desarrollar una plataforma que permitiera la cooperación entre distintas entidades para hacer más eficiente la administración. Por último, en el nivel de servicio IaaS, se podría consolidar la infraestructura de TI, centralizando toda la información en un centro de datos, en lugar de tener cientos de servidores utilizados a baja capacidad.

Para ello, desde luego puede haber algunas dificultades que sortear al interior del gobierno. Un primer reto es generar una normatividad simple que permita que los proyectos se mantengan de forma transexenal, así como capacitar al personal de TI y a las distintas áreas no sólo para operar este modelo tecnológico, sino para aprender de sus beneficios. **La opción de una nube nacional implicaría la necesidad de un plan a largo plazo que sea compatible con los estándares internacionales y que tenga la flexibilidad y capacidad**

de adaptarse a los cambios y al surgimiento de nuevas tecnologías.

Finalmente, es fundamental ajustar el marco normativo aplicable a las adquisiciones y prestaciones de servicios gubernamentales para dar entrada al concepto de suscripción de servicios de “cómputo en la nube” y facilitar su contratación por tratarse de una nueva tipología de servicios que merecen un capitulo especial. Dichos ajustes deberían reflejar aspectos como: una definición de los servicios del “cómputo en la nube” susceptibles a suscripción y un sistema de precios adaptado a los márgenes de consumo de la entidad gubernamental y de la naturaleza propia de la oferta de los proveedores, con la posibilidad de aceptar términos y condiciones estándares de la industria del “computo en la nube”. De esta manera se permitiría que la contratación evolucione al ritmo de los avances tecnológicos e incluso facilite la contratación en línea de dichos servicios.

CITAS

1. Traducción de definición en http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145_cloud-definition.pdf
2. De acuerdo al Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de Estados Unidos NIST (2001) http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145_cloud-definition.pdf
3. Por sus siglas en inglés Software as a Service.
4. Por sus siglas en inglés Platform as a Service.
5. Por sus siglas en inglés Infrastructure as a Service.
6. Alford y Morton 2009.
7. ISACA 2009, Cloud Computing: Business Benefits With Security, Governance and Assurance Perspectives.
8. CDW, CDW Cloud Computing Tracking Poll 2011.
9. Frost and Sullivan, Cloud Computing End User Analysis Mexico 2011
10. Por sus siglas en inglés Service Level Agreement
11. Virtual Machine Manager.
12. Por ejemplo, en el caso específico de México puede encontrarse una restricción normativa de esta naturaleza en el numeral 27 de los Lineamientos Específicos para la Aplicación y Seguimiento de las Medidas de Austeridad y Disciplina del Gasto de la Administración Pública Federal, que dispone que las dependencias y entidades de la administración pública federal “deberán justificar ante la Secretaría y la Función Pública, la conveniencia de contratar el hospedaje de la infraestructura asociada a los sistemas ahí referidos, en un centro de datos de alta disponibilidad de servicio ubicado en la República Mexicana”.
13. Para ello sugerimos consultar: <http://cloud-computing.findthebest.com>.
14. World Economic Forum 2011, Advancing Cloud Computing: What to Do Now? Priorities for Industry and Governments
15. Avanade 2011, Global Survey: Has Cloud Computing Matured?
16. Information Systems Audit and Control Association (ISACA) 2011, IT Risk/Reward Barometer.
17. Gartner 2010, Forecast: Public Cloud Services, Worldwide and Regions, Industry Sectors, 2009-2014.
18. Ídem.
19. CDW 2011, CDW Cloud Computing Tracking Poll.
20. Federal Cloud Computing Strategy, 2011.
21. Brookings 2010, Saving Money Through the Cloud.
22. Necesarios para almacenar las cuentas de email.
23. G- Cloud Vision 2010.
24. Digital Japan Creation Project (ICT Hatoyama Plan): Outline 2009.
25. Software Services Provider Delivers Cost-Effective E-Government Solution. Windows Azure Customer Solution Case Study, 2009.
26. Zinnov, 2010. Cloud Computing Landscape in Key Emerging Markets.
27. Ídem.
28. Transcript of Remarks by Brad Smith 2010, Cloud Computing and the Future.
29. Ídem.
30. CIO Council 2010, State of Public Sector Cloud Computing.
31. <http://www.flexiant.com/2011/06/flexiant-providing-cloud-platform-for-e-health-pilot/>
32. CIO Council 2010, State of Public Sector Cloud Computing.
33. <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/33810.wss>
34. Las compañías que usarán estos servicios son: Electroperú, Hidrandina, Electrocentro, Electronorte, Electro Noroeste, Corpac, Serpost, Enapu, Fondo Mivivienda y la Fonafe.
35. Transcript of Remarks by Brad Smith 2010, Cloud Computing and the Future.
36. <http://www.microsoft.eu/case-studies/>
37. Ídem.
38. <http://www.microsoft.com/en-us/cloud/tools-resources/casestudy.aspx?resourceId=Coca-Cola&category=Productivity&fbid=6EyF0Q0zrGx>
39. Sultan, Nabil, Cloud Computing for Education, A New Dawn?
40. <http://www.microsoft.eu/case-studies/>
41. <http://www.microsoft.eu/case-studies/>
42. Ídem.
43. <http://www.funcionpublica.gob.mx/index.php/unidades-administrativas/ssfp/mejor-gobierno/gobierno-mas-cercano.html>
44. http://www.normateca.gob.mx//Archivos/42_D_2803_06-09-2011.pdf
45. <http://www.politicadigital.com.mx/?P=leernoticia&Article=2505&c=27>
46. Storage Area Network.
47. Gobierno de Guanajuato 2009, Cómputo en la nube.
48. Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil; comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales; industria alimentaria; radio, televisión y otras telecomunicaciones; servicios educativos y actividades del gobierno.
49. Sin tomar en cuenta la aportación de las actividades primarias al PIB.
50. Con datos del Censo Económico 2009, INEGI.
51. El cálculo considera las 180,665 Pymes en México que en promedio cuentan con 35 empleados.
52. Este paquete provee los servicios estándar que requiere cualquier empresa pequeña y cuyo costo conocemos al ser proporcionado por Microsoft.
53. Office web app para el caso de servicios en nube.
54. Con estimaciones de Microsoft y cálculos del IMCO y con información del Censo Económico 2009, INEGI.
55. SaaS CRM Reduces Costs and Use of Consultants. Gartner Inc. 2008.
56. The Economics of Cloud Computing: Addressing the Benefits of Infrastructure in the Cloud. Booz, Allen, Hamilton 2009.
57. Cloud Computing Savings – Real or Imaginary? Appirio 2009.
58. Con información del estudio Presupuesto TI en 500 cuentas seleccionadas 2010-2011, Microsoft 2011.
59. Todas las estimaciones de los ahorros suponen que las empresas comienzan desde cero con el proceso de transición a la nube.
60. Las estimaciones de los ahorros suponen que las instituciones de servicios educativos comienzan desde cero con el proceso de transición a la nube.
61. Con información del estudio Presupuesto TI en 500 cuentas seleccionadas 2010-2011, Microsoft 2011.
62. Dentro del PEF no se toma en cuenta el gasto en los Ramos Generales.
63. <http://www.politicadigital.com.mx/?P=leernoticia&Article=20508&c=4>. Mariano Garza-Cantú, Pemex: todas las áreas TIC en una sola oficina. Política Digital. Agosto 2010.
64. Los ahorros suponen que PEMEX comienza con la virtualización de sus centros de datos y con la transición a la nube desde cero.
65. Obtenido de los estudios Presupuesto TI en 500 cuentas seleccionadas 2010-2011, Microsoft 2011 y de Análisis de prioridades tecnológicas en gobierno estatal y municipal, Microsoft 2010.
66. El cálculo no toma en cuenta el presupuesto destinado a PEMEX, a la CFE y a los Ramos Generales.
67. Sin tomar en cuenta el gasto en Ramos Generales y el presupuesto de PEMEX y CFE
68. No hay información disponible para el estado de Hidalgo
69. The DIY Federal IT Bailout: Finding Funds, 2009.
70. McKinsey & Company 2008 How IT Can Cut Carbon Emissions
71. Global Action Plan 2007, An Inefficient Truth.
72. Cloud Computing and Sustainability: The Environmental Benefits of Moving to the Cloud. Accenture 2010.

73. De acuerdo con estimaciones de Microsoft, una empresa que utiliza 6 servidores gasta 33,600 pesos al año en energía (principalmente en electricidad). La utilización de 23 Mw/h anual resulta de dividir el costo total anual de electricidad entre el precio medio promedio para industria que para el 2010 fue de 1,447 pesos.
74. Cálculos con un factor de emisión del grid de 0.6257 tCo2e/ (Mw/h). CENACE, Comisión Federal de Electricidad (CFE) 2006.
75. Baliga, J.; Ayre, R.W.A.; Hinton, K.; Tucker, R.S. 2010, Green Cloud Computing: Balancing Energy in Processing, Storage, and Transport.
76. A. Berl, E. Gelenbe, M. di Girolamo, G. Giuliani, H. de Meer, M. QuanDang and K. Pentikousis, 2009. Energy-Efficient Cloud Computing.
77. Fundación de la Innovación Bankinter, 2010.
78. Agencia de Protección Ambiental (EPA), 2007.
79. <http://www.google.com/corporate/datacenter/efficient-computing/efficient-data-centers.html>.
80. <http://cloudsolutionsblog.com/pixars-renderman-cloud-powered-by-azure/>
81. William W. Lewis, The Power of Productivity: Wealth, Poverty, and the Threat to Global Stability, The University of Chicago Press, 2004.
82. Eight Annual Business Software Alliance Global Software Piracy Study, The Business Software Alliance, 2011.
83. http://www.cio.com/article/486979/Cloud_Computing_May_Curb_Video_Game_Piracy
84. http://www.microsoft.com/casestudies/Case_Study_Detail.aspx?CaseStudyID=4000010922.
85. Visa y Nielsen, Perspectivas de las Pymes, México 2008.
86. National Broadband Network 2009
87. SKMM 2008, Guideline for certification of tax incentive for Investment and purchase of equipment to provide Broadband services
88. Ministry of Information and Communications Technology 2009, Uganda Broadband Infrastructure Strategy
89. Terrestrial Digital Video Broadcast.
90. Broadband over Power Line.
91. Plano Nacional de Banda Larga 2010.
92. Licencias de banda ancha fija.
93. De acuerdo con estudios de IMCO basado en la tarifa industrial y en datos del World Gas Intelligence.
94. Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal.
95. Federación Nacional de Municipios de México.
96. Pink Elephant 2011, Las Mejores Prácticas en la nube.
97. Silver Tree Systems, “cómputo en la nube” for SMBs
98. Administración basada en la relación con los clientes, por sus siglas en inglés Customer Relationship Management
99. Por sus siglas en inglés, Content Management System
100. Visa- Nielsen 2008, Perspectivas de las Pymes
101. Michal R. Nelson 2009, The Cloud, The Crowd and Public Policy.
102. CCIA 2011, Public Policy for the Cloud: How policymakers can enable “cómputo en la nube”.
103. Hay avances en este tema, México pertenece a la Red Iberoamericana de Protección de Datos, en la que países hispanoamericanos buscan promover los desarrollos normativos necesarios para garantizar una regulación avanzada del derecho de protección de datos personales en un contexto democrático. En el Encuentro Iberoamericano de Protección de Datos de 2010 se adquirieron compromisos ante temas de gran relevancia en la materia del rápido avance de las TIC y los retos que presentan, entre ellos el caso de “cómputo en la nube”.
104. <http://www.funcionpublica.gob.mx/index.php/unidades-administrativas/ssfp/mejor-gobierno/gobierno-mas-cercano.html>
105. <http://www.funcionpublica.gob.mx/index.php/unidades-administrativas/ssfp/mejor-gobierno/gobierno-mas-cercano.html>
106. Federal Cloud Strategy.
107. G-Cloud.
108. Kasumigaseki.
109. Data Centre Strategy, G-Cloud & Applications Store For Government Programme 2011.



Instituto Mexicano para la Competitividad A.C.