

PROCEDIMIENTO PARA ESTABLECER Y ADMINISTRAR LOS SLA EN LA COMPUTACIÓN EN LA NUBE: UNA PROPUESTA

Ing. Karla Gil Fernández¹, DrC. Caridad Anías Calderón², DrC. Jorge Enrique Preciado Velasco³

¹Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A, ETECSA, Calle 19 entre B y C, La Habana, ²Universidad Tecnológica de La Habana. “José Antonio Echevarría”, CUJAE, Calle 114, No. 11901, e/ Ciclo Vía y Rotonda Marianao, La Habana, CP 19390. ³Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, Avenida Riveroll 724, 22800 Ensenada, Baja California, México

¹e-mail: kgilf.98@gmail.com

²e-mail: cacha@tesla.cujae.edu.cu

³e-mail: jprecia@cicese.edu.mx

RESUMEN

La computación en la nube, es un modelo para proporcionar acceso bajo demanda a un grupo compartido de recursos informáticos; el modelo que ha ganado impulso significativo como alternativa a la infraestructura de TI tradicional. Con el fin de asegurar que la calidad del servicio se mantenga en niveles satisfactorios independientemente de la naturaleza dinámica del entorno de la nube, los contratos o Acuerdos de nivel de servicio (SLA) entre clientes y proveedores se vuelven de suma importancia, ya que, establecen un entendimiento mutuo de los servicios, áreas priorizadas, responsabilidades entre las partes involucradas y las garantías proporcionadas por el proveedor de servicios, cuando un cliente compra servicios de computación en la nube. El SLA considerado es un proceso complicado tanto para los proveedores como para los clientes, ya que cada parte tiene un concepto diferente sobre su estructura detallada, fases y elementos integrados. Este artículo propone un procedimiento desarrollado para establecer y gestionar los SLA en la nube en base a las cinco fases de su ciclo de vida. Además, para ejemplificar el procedimiento, se presenta un caso de uso y se demuestra cómo usamos el procedimiento propuesto para construir el SLA requerido en una nube pública.

PALABRAS CLAVES: Ciclo de vida del SLA, Computación en la Nube, Gestión de SLA.

PROCEDURE TO ESTABLISH AND MANAGE SLA IN CLOUD COMPUTING: A PROPOSAL

ABSTRACT

Cloud computing, is a model to on-demand access to a shared pool of computing resources; the model has gained significant momentum as an alternative to traditional IT infrastructure. To ensure that the quality of the service remains at satisfactory levels regardless of the dynamic nature of the cloud environment, contracts or Service Level Agreements (SLAs) between consumers and providers become of utmost importance. Since when a customer purchases cloud computing services, they establish a mutual understanding of the services, prioritized areas, responsibilities between the parties involved, and the guarantees provided by the service provider. The SLA is a complicated process for providers and customers, as each party has a different understanding of its detailed structure, phases, and built-in elements. This paper proposes a procedure developed to establish and manage SLAs in the cloud based on the five phases of their life cycle. In addition, a use case is presented to exemplify the procedure and demonstrate how we use the proposed procedure to build the required SLA in a public cloud.

INDEX TERMS: Cloud Computing, SLA life cycle, SLA Management.

1. INTRODUCCIÓN

La computación en la nube es un modelo de prestación de servicios de negocio y tecnologías, que proporciona virtualización de recursos dinámica, elástica y escalable [1]. Dado que los usuarios realizan la contratación de servicios asociados a recursos de cómputo, es necesario que estos tengan garantía sobre el servicio que están contratando, las

garantías se documentan en forma de un Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA, por las siglas del término en inglés Service Level Agreement).

Los SLA son difíciles de lograr en la computación en la nube debido a que algunas infraestructuras y circunstancias como la red están fuera del control tanto del proveedor de servicios en la nube como del cliente. La principal diferencia entre el SLA tradicional y el SLA en la nube es que el primero utiliza un modelo precio fijo, mientras que el segundo utiliza un modelo precio dinámico. Los términos del SLA son más diligentes en el modelo de negocio on-demand en la nube, en comparación con el SLA tradicional. El número de parámetros de calidad de servicio (QoS, por las siglas del término en inglés Quality of Services) es relativamente mayor en la nube [2]. La asignación de recursos en los servicios web usa UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration), mientras que la nube usa una estrategia de asignación dinámica de máquinas virtuales [3]. Los SLA en la nube contienen métricas específicas asociadas a cada servicio. Por ejemplo, los SLA de IaaS (Infrastructure as a Service) requieren métricas de computación, red y almacenamiento, mientras que los SLA de SaaS (Software as a Service) requieren composiciones de múltiples métricas. Del mismo modo, los objetivos de SLA de SaaS y PaaS (Platform as a Service) son menos precisos que los objetivos de IaaS. La estructura del SLA puede reutilizarse en negociaciones posteriores, pero no el SLA completo [4].

La naturaleza dinámica de la nube justifica un medio sofisticado de administrar los acuerdos de nivel de servicio, por lo que es necesario un monitoreo continuo de los parámetros de QoS para hacer cumplir los acuerdos. De igual forma, debido a la novedad de este tipo de tecnología, existe un gran desconocimiento por parte de las empresas respecto a cómo realizar la creación, negociación y administración de Acuerdos de Nivel de Servicio en la nube. Actualmente, son pocos los trabajos realizados en el ámbito de la gestión del ciclo de vida completo de los SLA, de los cuales se consideran únicamente una o dos fases de todo el ciclo de vida, presentando una arquitectura para automatizar esas fases. Por lo que existe una necesidad muy genuina de un enfoque sólido para gestionar los SLA en la computación en la nube.

2. ACUERDOS DE NIVEL DE SERVICIOS EN LA COMPUTACIÓN EN LA NUBE

Según el National Institute of Standards and Technology (NIST, por sus siglas en inglés), la computación en la nube es un modelo que permite, convenientemente, el acceso bajo demanda a redes ubicuas para compartir un conjunto configurable de recursos de computación (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden proveer y liberar rápidamente con un mínimo esfuerzo de administración o interacción del proveedor del servicio.

Según el NIST [5], las categorías del servicio en la nube representativas son las siguientes:

- Infraestructura como servicio (IaaS): procesamiento, almacenamiento, redes y otros recursos fundamentales de computación.
- Plataforma como servicio (PaaS): Es la capacidad de proveer al cliente el control para desplegar aplicaciones sobre la nube en una plataforma específica.
- Software como servicio (SaaS): Es la capacidad de proveer al cliente de aplicaciones que se ejecutan sobre una infraestructura en la nube.

- Los cuatro modelos de despliegue que especifica el NIST [5] son:
- Nube privada: los recursos y accesos son de uso exclusivo de una organización con múltiples clientes internos.
- Nube comunitaria: los recursos de la nube son compartidos por una comunidad de organizaciones.
- Nube pública: la infraestructura de la nube es compartida por varios clientes independientes y existe una interfaz que asegura la independencia y gestiona los recursos de los clientes.
- Nube híbrida: es una combinación de una nube privada y una nube pública, y aprovecha rápido aprovisionamiento público cuando existen picos de trabajos.

Acuerdos de Nivel de Servicio

Los SLA son una pieza clave en el manejo de la calidad de servicio tanto para el proveedor como para el cliente. ITIL (Information Technology Infrastructure Library) propone una definición detallada de un SLA. [6]: “Un acuerdo entre un proveedor de servicios de TI (Tecnología de Información) y un cliente. El SLA describe el servicio de TI,

documenta los objetivos de nivel de servicio y especifica las responsabilidades del proveedor de servicios de TI y del cliente. Un solo SLA puede cubrir varios servicios de TI o varios clientes".

Componentes generales de los Acuerdos de Nivel de Servicio válidos para cualquier servicio en la nube

En términos generales, un SLA típico de un proveedor de servicios en la nube, tiene los siguientes componentes [7]:

- Garantías de servicio
- Período de tiempo para la garantía de servicio
- Exclusiones de la garantía de servicios
- Crédito de servicio
- Medición de la violación de servicio y reportes

Parámetros de los SLA en la nube

La descripción y los valores de los parámetros variarán de un servicio en la nube a otro. Sin embargo, existen métricas comunes que se pueden establecer para SLA con cualquier tipo de cliente en la nube como se muestran en la Tabla 1. Los parámetros principalmente significativos para IaaS, PaaS y SaaS se pueden consultar en [8].

Tabla 1: Parámetros generales de los SLA [8].

Supervisión	Quien realiza el seguimiento y que método de seguimiento emplea.
Facturación	Costo del servicio y como se puede calcular
Seguridad	Problemas como la criptografía, la autenticación y la autorización son requisitos principales para los usuarios de la nube.
Redes	El número de direcciones IP, el rendimiento y el equilibrio de carga.
Privacidad	Como se almacenarán y transferirán los datos.
Soporte de servicio	Los proveedores de la nube deben definir claramente los métodos de ayuda y soporte.
Políticas locales e internacionales	Los estándares de política que siguen los proveedores.

Comparación entre los SLA de los principales Proveedores de Servicio en la Nube

Existen diferentes tipos de Proveedores de Servicios en la Nube (CSP, por las siglas del término en inglés *Cloud Service Provider*) como Amazon EC2, Microsoft Azure Storage, RackspaceCloud Servers, Google Cloud Storage, etc. Los términos de los SLA, así como los parámetros de QoS están predefinidos, de igual forma los índices de disponibilidad varían de <99.95%, <99.9%, >= 99,9% hasta el 100%. La mayoría de los proveedores monitorean los SLA por parte de terceros. Cada CSP puede tener diferentes tipos de SLA, así como, también sus mecanismos de monitoreo.

3. GESTIÓN DE LOS ACUERDOS DE NIVEL DE SERVICIO EN LA NUBE

La Gestión del Nivel de Servicio (SLM, por las siglas del término en inglés *Service Level Management*) comprende actividades específicas de una organización con el objetivo de asegurar un nivel acordado de calidad para cada uno de sus servicios de TI proporcionados a los consumidores de servicios. ITIL proporciona una definición oficial de SLM de la siguiente manera [9]: "Es el proceso responsable de negociar acuerdos de nivel de servicio alcanzables y garantizar que estos se cumplan. Es responsable de garantizar que todos los procesos de gestión de servicios de TI, los acuerdos de nivel operativo y los contratos subyacentes sean adecuados para los objetivos de nivel de servicio acordados. La gestión del nivel de servicio supervisa e informa sobre los niveles de servicio, realiza revisiones periódicas del servicio con los clientes e identifica las mejoras necesarias". Los SLA son el foco de SLM para garantizar un cierto nivel de calidad para un servicio de TI determinado.

Ciclo de vida de los Acuerdos de Nivel de Servicio

El modelo de ciclo de vida que se ha establecido para los SLA es aplicable a los servicios de TI en general y también a los servicios en la nube, ya que la tecnología de servicios se considera una tecnología habilitadora de la computación en la nube. [10]. Los SLA tienen cinco etapas principales por completar. La figura 1 muestra de manera esquemática el ciclo de vida de un SLA. A continuación, se describen cada una de las etapas del ciclo de vida de un SLA.

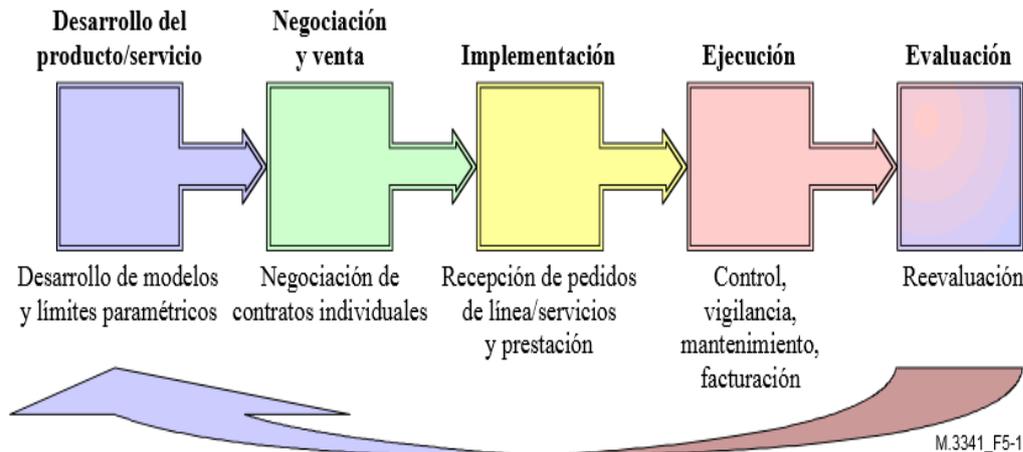


Figura. 1: Ciclo de vida de los Acuerdos de Nivel de Servicio [11].

Planificación y desarrollo de un producto/servicio

En esta etapa se deben tener en cuenta los siguientes aspectos [11].

- Identificación de las necesidades de los clientes.
- Identificación de las características apropiadas del servicio-producto.
- Identificación de la capacidad de la red.
- Preparación de las plantillas estándares de SLA.

Negociación y Venta del Servicio

Durante esta fase, el proveedor de servicios ha de negociar y llegar a un acuerdo con el cliente sobre los detalles técnicos de ciertos ejemplares del servicio ofrecido. Los parámetros de QoS y los límites pueden ser iguales a los ofrecidos en un modelo normalizado o adaptarse a un servicio específico [11].

Implementación

Esta es la fase en que el servicio se configura, activa (se pone en servicio) y empieza su funcionamiento [11]. Para esta etapa se pueden tener en cuenta tres aspectos:

- Configuración general de la red.
- Configuración de la red para habilitarle un servicio específico a un cliente (con el SLA acordado).
- Activación del servicio al cliente.

Ejecución

Esta fase abarca todas las operaciones normales de los servicios abarcados por el SLA, incluye el funcionamiento, la supervisión en servicio, la elaboración de informes sobre QoS, la validación de la calidad, así como el tratamiento de cualquier violación del SLA en tiempo real [11].

Evaluación

Se prevé la evaluación de la QoS y el SLA con los niveles de satisfacción del cliente con el servicio en cuestión durante un único periodo contractual del SLA [11].

4. PROPUESTA DEL PROCEDIMIENTO PARA ESTABLECER Y ADMINISTRAR LOS ACUERDOS DE NIVEL DE SERVICIO EN LA NUBE

En la figura 2 se muestra en forma esquemática la propuesta del procedimiento para gestionar los SLA en la nube, el cual contiene un conjunto de fases, donde cada fase puede, a su vez, constar de un conjunto de subfases para establecer un modelo de gestión de SLA en la nube, este procedimiento cumple con las etapas del ciclo de vida de un SLA. El procedimiento propuesto es un proceso genérico, por lo tanto, permitirá a las empresas de Telecomunicaciones proveedoras de servicios en la nube que construirán su propio SLA, puedan contar con todos los pasos necesarios para establecer y administrar los SLA en la nube.

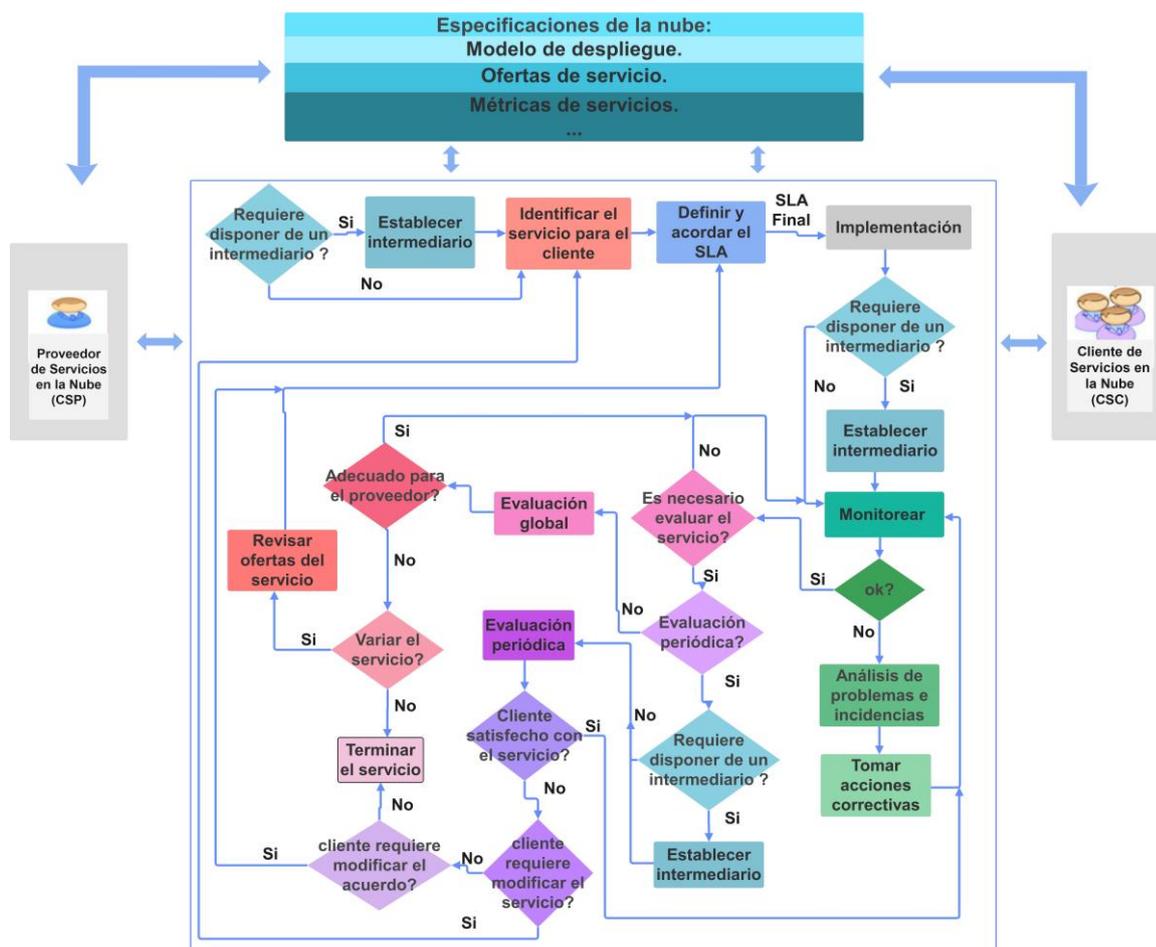


Figura 2: Procedimiento para establecer y administrar los SLA en la nube [Elaboración propia].

Identificar las partes involucradas y las las especificaciones de la nube

Lo primero para la creación del contrato de negocio es definir las partes involucradas y los roles que cumplen en la gestión de los servicios.

- **Cliente de Servicio en la Nube (CSC,** por las siglas del término en inglés *Cloud Service Consumer*).
- **Proveedor de Servicio en la Nube (CSP,** por las siglas del término en inglés *Cloud Service Provider*) [12].
- **Terceras partes:** conocidas como intermediario (*Broker*), son opcionales, no se encuentra bajo la influencia de las partes firmantes, es un agente que actúa como intermediario entre CSP y CSC, conoce las propiedades funcionales y no funcionales monitoreadas de varios CSP, puede recomendar los CSP más adecuados e iniciar

renegociaciones de SLA, pueden evaluar la calidad de un servicio. Con respecto al monitoreo de SLA, los intermediarios, en nombre de los consumidores de la nube, también pueden actuar como terceros confiables, cuando realizan esas tareas de manera independiente de un proveedor en la nube.

Se deben identificar las especificaciones de la nube, que contiene las declaraciones generales del servicio proporcionado por el proveedor.

Identificar el servicio para el cliente

Este proceso especifica las características genéricas del contrato del lado del cliente. Esta fase coincide con la primera etapa del ciclo de vida del SLA: Desarrollo de productos y servicios. En esta fase se deben realizar una serie de actividades como se muestra en la figura 3.



Figura 3: Identificar el servicio para el cliente [Elaboración propia].

Actividades:

1. Identificar las necesidades del cliente.
2. Establecer los Objetivos de Nivel de Servicio (SLO, por sus siglas del término en inglés *Service Level Objective*).
3. Elaborar y acordar los Requisitos de Nivel de servicio (SLR, por las siglas del término en inglés *Service Level Requirements*).
4. Elaborar y entregar las Especificaciones Técnicas del Servicio (STS, por las siglas del término en inglés *Service Technical Specifications*).
5. Definir metas y contenido del Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA) inicial.

Un SLO define una o más restricciones medibles de calidad de servicio. El contenido de un SLA evolucionará a partir de los SLR que se elaboran durante el planteamiento inicial de un servicio. La información contenida en el SLR debe servir de base para elaborar la documentación que permita determinar "cómo" se prestará el servicio y "quién o quiénes" serán responsables del mismo, para conformar el SLA. Las STS son documentos técnicos de ámbito interno que delimitan y precisan los servicios ofrecidos al cliente.

Definir y acordar el Acuerdo de Nivel de Servicio

Esta fase coincide con la segunda etapa del ciclo de vida del SLA: Negociación y Venta. Es la fase más importante para garantizar un SLA apropiado debido a que ayuda a resolver los conflictos que pueden ocurrir entre las partes involucradas para llegar a una compensación adecuada.

Se aceptan las responsabilidades y las obligaciones de cada parte, abarca los aspectos financieros del SLA, se definen las penalizaciones que se llevarán a cabo cuando alguna de las partes falle en sus obligaciones, así como los costos incurridos por el cliente al firmar el SLA, de acuerdo al modelo de precios establecido para el servicio y los costos incurridos por el CSP cuando ocurre una violación del SLA.

Asimismo, se definen los reportes asociados con el servicio y las políticas que regirán durante y después del acuerdo de servicio, estas políticas abarcan los aspectos generales de seguridad de acceso y protección de la información. En esta fase se definen todos los indicadores para la medir el servicio, el usuario debe contemplar en el contrato parámetros como la disponibilidad y fiabilidad del servicio que se adquiere y la escalabilidad.

Actividades:

1. Definir las responsabilidades de cada parte.
2. Especificar las obligaciones financieras de las partes involucradas.
3. Definir los reportes asociados con el servicio.
4. Ajustar y revisar la propuesta del SLA.
5. Formalizar y acordar el SLA Final.

Esta fase debe incluir la negociación y la renegociación.

Descripción del proceso general de negociación

El proveedor establece inicialmente las ofertas de servicios que brinda (catálogo de servicios) y propone el SLA al cliente, luego el cliente determina si está conforme con estos términos, si estos se adaptan a sus necesidades o no. A continuación, comienza la fase de negociación entre las dos partes sobre los términos del SLA para alcanzar un nivel satisfactorio del acuerdo. Si se llega a un acuerdo, entonces están dispuestos a contratar formalmente el SLA y poner fin la negociación, de lo contrario, se reiniciará el proceso de negociación. Este proceso se esquematiza en la figura 4. La negociación se puede realizar de forma directa entre las partes involucradas (CSP y CSC) o de forma automática, con la participación de un intermediario

Implementación

Esta fase coincide con la tercera etapa del ciclo de vida del SLA: Implementación del servicio. Incluye el aprovisionamiento de la red y la orden de instalación del servicio al cliente. El proveedor de servicios realiza la implementación del servicio, garantizando la disponibilidad de recursos a partir de los requisitos de QoS que se han aprobado previamente en la fase de “Definir y acordar el SLA”, se ofrece el servicio y finalmente se cobra su uso.

La implementación del SLA puede ser manual o automática. La implementación manual de SLA se aplica en los entornos clásicos de prestación de servicios, mientras que la implementación automatizada de SLA se aplica mediante el sistema de gestión de nivel de servicio (SLM). Con la aprobación del SLA, el proveedor, a partir de las ofertas del servicio, debe definir los recursos, configurar y activar el servicio al cliente. Deben seguirse las recomendaciones del eTOM, ITIL versión 3 o superior e ISO20000. Para esta fase se deben realizar una serie de actividades como se muestra en la figura 5.

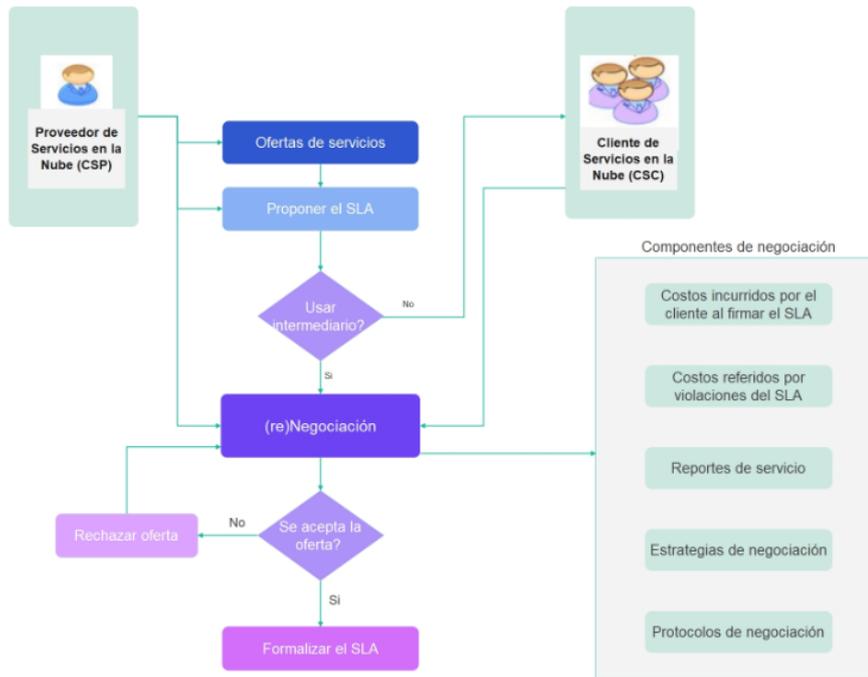


Figura 4: Proceso de negociación general [Elaboración propia].



Figura 5: Implementación [Elaboración propia].

Actividades:

1. Definir elementos de servicio y los recursos de servicio solicitados para el cliente que contrató el SLA.
2. Configurar el servicio al cliente.
3. Verificar las características técnicas de los recursos especificados, los cuales deben corresponder a los configurados y activados por el proveedor de servicio.
4. Activar el servicio al cliente.

Monitorear el servicio

Esta fase corresponde con la cuarta etapa del ciclo de vida del SLA: Ejecución del servicio. En esta fase se ven los procesos y pasos que el CSP sigue para garantizar la correcta operación del servicio y cumplimiento de los SLA, mediante la obtención en tiempo real de los reportes para la verificación de los parámetros de QoS definidos en la etapa de “Definir y acordar el SLA” y el manejo en tiempo real de las violaciones de los SLA.

La solicitud de reportes e información del servicio durante el monitoreo se puede hacer a través de un intermediario, quien tiene la obligación de verificar el cumplimiento de los SLA mediante la solicitud y análisis de reportes generados. El proveedor tiene el deber de suministrar la información pertinente a través de este servicio, con la periodicidad indicada al intermediario. Además, debe implementar el sistema que permita monitorear el rendimiento/desempeño de los recursos de infraestructura de cada servicio, detección de umbrales de desempeño y generación de alertas por falla/saturación/mal funcionamiento de la infraestructura. Los mecanismos más comúnmente utilizados son los que dependen de un software de monitoreo de terceros, como *Cloudwatch* de *Amazon*, *Nagios*, *AppNeta*, *Dotcom-monitor*, *Applications Manager* de *Manager Engine*, que pueden monitorear el sistema y reportar cualquier SLA.

Actividades:

1. Monitorear los indicadores pactados en el SLA.
2. Revisar y reportar las metas del nivel de servicio.
3. Realizar informes del monitoreo.

Una vez detectado un evento durante el proceso de monitoreo, se debe realizar el análisis de problemas e incidencias para tomar acciones correctivas, en caso de que no se haya producido ningún evento se determinará si es necesario evaluar el servicio.

Análisis de problemas e incidencias

Se ocupa de lo que sucede cuando no se produce la entrega satisfactoria de un servicio en la nube.

Actividades:

1. Revisar el SLA.
2. Identificar y notificar los problemas e incidencias, incluso cuando las detecte un proveedor o el cliente.
3. Indicar escalas de tiempo para tomar acciones correctivas, por umbrales de interrupción (por ejemplo, 5 min., 15 min., 1 hora.)
4. Determinar si ocurrió una violación del SLA.
5. Decidir si se deben modificar y/o añadir nuevos requisitos a los SLA.

Tomar acciones correctivas

Comprende un conjunto de acciones que se toman para mitigar el impacto de una interrupción del servicio

Actividades:

1. Reanudar la prestación del servicio completo a los usuarios en la nube según el SLA contratado.
2. Solicitar un plan de recuperación ante desastres o soluciones alternativas de continuidad del negocio.
3. Conceder créditos de servicio para compensar la falla del mismo.
4. Modificar y/o añadir nuevos requisitos de QoS al SLA.

Evaluación del servicio

Esta fase corresponde con la quinta etapa del ciclo de vida del SLA: Evaluación del servicio, contribuye a potenciar la calidad de los servicios que se ofertan, ya que la empresa que ofrece el servicio puede comprobar si se cumple con lo prometido o no. Se realiza la monitorización del servicio con los parámetros definidos en la fase de “Definir y acordar el SLA”. Si es necesario, evaluar el servicio se define la periodicidad, el periodo debe ser fijado en el SLA.

En ésta el proveedor evalúa aspectos como la calidad de los productos, satisfacción del cliente con la QoS ofrecida, y los cambios de las necesidades del cliente. La evaluación se puede realizar con la participación de un intermediario o realizarse entre las partes involucradas (CSP y CSC). Si el cliente se encuentra satisfecho con el servicio, se continuará brindando el servicio y pasar a la fase de “Monitorear el servicio” y verificar que el SLA se cumpla de acuerdo con los parámetros de QoS establecidos. Si el cliente no se encuentra satisfecho con el servicio, se determinará si se requiere modificarlo, en la fase de “Identificar el servicio para el cliente” se recogen las características genéricas del contrato del lado del cliente, para pasar a la fase de “Definir y acordar el SLA” donde se renegocia con el CSP. Si no requiere modificar el servicio entonces se plantea modificar el acuerdo, pasando a la fase de “Definir y acordar el SLA” y realizar la renegociación con el proveedor; de no requerir modificación del acuerdo se pasará a la fase de “Terminación del servicio” (ya sea por finalización de término o por violaciones causados por cualquiera de las partes).

En caso de que la evaluación sea global, se analizan parámetros como la calidad de servicio global, o sea, a todos los clientes, se analizan posibles picos de servicio y requisitos alterados en el servicio, y se pasará a la fase de “Monitorear el servicio” para volver a realizar el proceso y verificar que el SLA se cumpla de acuerdo con los parámetros de QoS establecidos en la fase de “Definir y acordar el SLA”. Si se determina que no es adecuado para el proveedor, se debe plantear, si se requiere variar el servicio, para pasar a la fase de “Definir y acordar el SLA” en el cual se empezará un proceso de renegociación con el CSP. Si no se requiere variar el servicio, se debe pasar a la fase de “Terminación del servicio”. Sobre todas estas valoraciones se reajustan las metas del servicio, se modifica su operación, se definen los problemas soportados del servicio y finalmente se establecen diferentes niveles de servicio.

5. VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO MEDIANTE UN CASO DE USO

Para la validación del procedimiento se presenta el caso de uso hipotético, en el cual una Pyme (Pequeña y mediana empresa, TelCo.SA) requiere contratar servicios de infraestructura en la nube con la participación de un intermediario; solo se detalla el servicio de VM para simplificar el ejemplo.

Contrata los servicios de un agente de nube (KloudBroker) para seleccionar el CSP que cumpla con los requisitos específicos del cliente, y que hace función de su representante negociador en la firma del SLA. El intermediario contrata los servicios de una compañía (Kloudsol) que ofrece soluciones empresariales en *cloud computing* desde su centro de datos. Esta empresa utiliza máquinas virtuales para su infraestructura virtual y contiene un catálogo de servicios muy variados.

El centro de datos del CSP es *Tier 4* (nivel 4, se basa en el estándar del *Uptime Institute* [13]) y garantiza los niveles de disponibilidad que se detallan en la Tabla 2, la cual es un resumen, la cual también recoge el resultado de la negociación de los atributos de QoS para el servicio de máquinas virtuales, en la cual KloudBroker firmará el SLA con Kloudsol a nombre de TelCo.SA. Los precios son de referencia, se establecen como se encuentran en el mercado en el momento de redacción de este documento, se basa en los precios de los principales CSP como *Microsoft Azure*, *AWS*, *IBM*, etc [14] [15] [16].

Tabla 2: Plantilla de SLA final [Elaboración propia].

<p>Introducción al SLA</p> <p>El presente Acuerdo de Nivel de Servicio ("SLA") contiene los términos y condiciones que regirán el acceso y uso de los Servicios Ofrecidos a continuación y constituye un acuerdo entre el cliente (TelCo.SA) y la compañía (Kloudsol). Si no se logra y mantienen los Niveles de Servicio para cada Servicio según lo descrito en este SLA, podría optar a un crédito aplicable a una parte de sus tarifas de servicio mensuales.</p>
<p>Servicios Ofrecidos</p> <ul style="list-style-type: none"> Máquinas Virtuales

Parámetros negociados para el servicio de VM

Parámetro	Valor
Periodo de registro	1 año
Tiempo de mantenimiento	Viernes de 12:01 am a 7:00 am
Respuesta al incidente	24 horas al día, 7 días a la semana
Disponibilidad mensual (Premium SSD)	Valor
	Menos del 99.9%, pero = o > al 99.0%
	Porcentaje de Crédito por Servicio
	10%

Especificaciones Técnicas de las VM

Opción	Sistema operativo	vCPU	Memoria RAM (Gb)	Disco duro (Gb)	IPs	Precio (€/mes)
1	Window 64bit	8	32	1000	2	402.80

Compromiso de Servicio

La compañía hará los esfuerzos comercialmente razonables para hacer que las Ofertas de Servicio se consideren confiables en términos de disponibilidad y rendimiento. Midiendo el tiempo medio entre fallas (MTBF) y calculando el tiempo promedio entre cada "falla". La compañía se esforzará por lograr un MTBF y con un Porcentaje de Disponibilidad Mensual de al menos el 99.99% para cada región, durante cualquier ciclo de facturación mensual. En el caso de que la compañía no cumpla con el Compromiso de Servicio, será elegible para penalización.

Reportes de Servicio

La compañía se asegurará de que existan procedimientos para medir y monitorear el nivel de Servicio Ofrecido.

Tiempos de respuesta

La respuesta será impulsada por la Prioridad asignada al Servicio según se define:

Prioridad	Tiempo de respuesta	Porcentaje de descuento a la factura (por mes)	Tiempo de resolución
Crítico	30 min	95%	2 horas
Alto	2 horas	90%	12 horas
Medio	12 horas	80%	24 horas
Bajo	24 horas	75%	56 horas

Términos

Créditos por Servicio

Los Créditos por Servicio se calculan como un porcentaje de los cargos que pagó por el servicio de Kloudsol para el ciclo de facturación mensual del porcentaje de Disponibilidad mensual correspondiente.

Tiempo de Inactividad es la cantidad total de minutos acumulados que forman parte de los Minutos Máximos Disponibles en los que no hay Conectividad de Máquina Virtual

Porcentaje de Disponibilidad Mensual"

$\% \text{ de Disponibilidad Mensual} = (\text{Máximo de Minutos Disponibles} - \text{Tiempo de Inactividad}) / \text{Máximo de Minutos Disponibles} \times 100$

Exclusiones del SLA

El Compromiso de Servicio no se aplica a ninguna indisponibilidad, suspensión o terminación de un Servicio Ofrecido, o cualquier otro problema de rendimiento.

Para la implementación se definieron como recursos para el cliente, según las especificidades del contrato de SLA:

Recursos de infraestructura: Facilitan el cómputo, almacenamiento y cualquier servicio en ambientes físicos o virtuales, manipulando los recursos de ambos ambientes.

Recursos físicos: todos los recursos de cómputo y almacenamiento físicos con que cuenta el proveedor para desplegar los servicios.

Recursos virtuales: todos los recursos utilizados para el despliegue de los servicios contratados como cómputo, memoria, almacenamiento de nube, para el despliegue del servicio entregados por el proveedor.

Cómputo de nube: ofrece instancias de máquinas escalables bajo demanda, que cumplan con los servicios contratados.

Para configurar el servicio del cliente se realizó la configuración de:

- **Máquina Virtual (VM):** con los valores de memoria RAM, disco, direcciones IPs y vCPU contratados y la imagen del paquete de *software* que posee el CSP. Se realiza accediendo mediante la interfaz *Web* utilizando la cuenta de usuario otorgada por el CSP. Se plantea como requisito mínimo contar con una PC de 2 CPU y 2GB de RAM.
 - **Cuentas de usuarios:** con la asignación de nombre de usuario y contraseñas para acceder al servicio contratado.
- Para el monitoreo de los servicios, el CSP garantiza un mecanismo de supervisión, se decidió emplear Applications Manager de ManageEngine que es una herramienta para el monitoreo en la nube que ayudan a vigilar la salud, el desempeño y la disponibilidad de los servicios en la nube y como herramienta complementaria se utiliza Nagios que es *open source*.

Se deberán realizar evaluaciones periódicas de los servicios, cada tres meses, además, Kloudsol tiene como políticas efectuar evaluaciones globales, cada año, a todos los clientes a los que ofrece servicios. Las conclusiones conseguidas con estos procesos permiten que se pueda mantener, perfeccionar o eliminar los servicios.

6. CONCLUSIONES

La computación en la nube brinda múltiples ventajas en los sectores en los que se ha aplicado, ya que proporciona virtualización de recursos dinámica, elástica y escalable. Aplicar los SLA le permite al CSP realizar propuestas que estén acorde a las necesidades del mercado y de los clientes. Se desarrolló un procedimiento para gestionar adecuadamente los SLA en la nube, considerando todas las etapas del ciclo de vida de los SLA. Este trabajo culminó con la validación del procedimiento propuesto, mediante la aplicación al caso de uso de una Pyme que requiere contratar servicios de IaaS de un CSP de nube pública a través de un intermediario. Esta propuesta general, puede ser

considerada y aplicada por CSP, los cuales podrían hacer los ajustes necesarios acordes a las características de los servicios a proveer, es decir si son IaaS, SaaS, etc.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean agradecer a todos los compañeros que han ayudado y cooperado en la asimilación de esta tecnología novedosa e innovadora.

REFERENCIAS

- [1]. S. Rizvi, H. Roddy, J. Gualdoni and I. MyzyriI, “Three-Step Approach to QoS Maintenance in Cloud Computing Using a Third-Party Auditor”, in Complex Adaptive Systems Conference with Theme: Engineering Cyber Physical Systems. Chicago, Illinois, USA, 2017, pp. 84-92.
- [2]. L. Wu, R. Buyya, “Service Level Agreement (SLA) in utility computing systems”, Computer Science, 2010, pp. 1-27.
- [3]. I. Odun-Ayo, B. Udemezue and A. Kilanko, “Cloud Service Level Agreements and Resource Management”, ASTESJ, Advance and Science, Technology and Engineering Systems Journal, vol. 4, no. 2, pp. 228-236, March 2019.
- [4]. S. Mittal, A. Gupta, K. P. Joshi, C. Pearce and A. Joshi, “A Question and Answering System for Management of Cloud Service Level Agreements”, in 2017 IEEE 10th International Conference on Cloud Computing, Honolulu, HI, USA, 2017, pp. 684-686.
- [5]. A. P. Mell y A. T. Grance, “The NIST Definition of Cloud Computing”. Special Publication 800–145, National Institute of Standards and Technology, September 2011.
- [6]. E. Brewster, R. Griffiths, A. Lawes and J. Sansbury, “IT Service Management: A Guide for ITIL Foundation Exam Candidates”, Second Edition, British Informatics Society Limited, 2012, pp. 73–82.
- [7]. P. Cedillo Orellana, “Monitorización de calidad de servicios cloud mediante modelos en tiempo de ejecución”, Ph.D. thesis, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2016.
- [8]. M. Alhamad, T. Dillon and E. Chang, “Conceptual SLA Framework for Cloud Computing”, in 4th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies, Dubai, United Arab Emirates, 2010, pp. 606-610.
- [9]. B. S. Thejendra, “Practical IT Service Management: A Concise Guide for Busy Executives”, Second Edition, IT Governance Publishing, UK, 2014.
- [10]. A. Keller, H. Ludwig, “The WSLA Framework: Specifying and Monitoring SLAs for Web Services”, Journal of Network and Systems Management, vol. 11, no. 1, pp. 57–81, March 2003.
- [11]. UIT-T, " M.3341: Requisitos de gestión de calidad de servicio/acuerdo de nivel de servicio a través de la interfaz X de la RGT para servicios del protocolo Internet " 2003. [Online]. Available: <https://www.itu.int/rec/T-REC-M.3341-200303-I/es>. (Accessed Sep. 20, 2021).
- [12]. Object Management Group, “Practical Guide to Cloud Service Agreements Version 3.0”, OMG, February 2019. [Online]. Available: <https://www.omg.org/cloud/deliverables/Practical-Guide-to-Cloud-Service-Agreements.pdf> (Accessed Sep. 20, 2021).
- [13]. Uptime Institute, “Tier Classification System”. [Online]. Available: https://uptimeinstitute.com/tiers?utm_source=google_adwords&utm_medium=cpc&utm_campaign=search_Search-Global_&utm_matchtype=b&utm_network=g&utm_device=c&utm_keywordGlobal&utm_groupname=&utm_creative=&gclid=Cj0KCQjw8p2MBhCiARIsADDUFVEwzq9F3Vit4D7DocQBwo24q_XgpvubCqL7xNvQYwFagK_-N-UWDDkaAn1zEALw_wcB (Accessed Sep. 20, 2021).
- [14]. Microsoft Azure. [Online]. Available: <https://azure.microsoft.com/es-es/pricing/> (Accessed Sep. 20, 2021).
- [15]. AWS. [Online]. Available: https://aws.amazon.com/es/pricing/?nc2=h_ql_pr (Accessed Sep. 20, 2021).
- [16]. IBM. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/uk-en/services> (Accessed Sep. 20, 2021).

SOBRE LOS AUTORES

Karla Gil Fernández nació en La Habana, Cuba, en el año 1998. Recibió su grado de Ingeniera en Telecomunicaciones y Electrónica de la Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE), en diciembre de 2021. Actualmente trabaja como Especialista “B” en Telemática en ETECSA, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1905-6365>.

Caridad Emma Anías Calderón nació en La Habana, Cuba, en 1956. Recibió su grado de Ingeniera en Telecomunicaciones en 1981 y en 1996 su Máster en Telemática. En 1998 recibió el Doctorado en Ciencias Técnicas.

Es profesora Titular, Consultante y de Mérito de la Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE). Sus principales áreas de interés son las redes telemáticas y la gestión de los servicios y redes de telecomunicaciones. Actualmente dirige el Centro de Estudio de Telecomunicaciones e Informática (CETI) de la CUJAE, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5781-6938>.

Jorge Enrique Preciado Velasco (miembro senior de la IEEE y miembro de la ACM) nació en Ensenada, México. Recibió su grado de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica de la Universidad de Guadalajara en 1977, su grado de Maestro en Ciencias en Electrónica y Telecomunicaciones del CICESE en 1983, y su grado de Doctor en Ciencias en Telecomunicaciones de la UABC en 2021. Ha sido en dos ocasiones presidente de la Junta Directiva de CUDI (Agencia Nacional Red de Investigación y Educación en México), CIO de la Universidad de Colima (2008–2012), México, y director de la División de Telemática en el Centro de Investigación CICESE (1997–2005). Desde 1988, ha sido investigador en el Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones del CICESE. Sus intereses de investigación incluyen la gestión de redes y servicios TIC, la nueva generación comunicaciones inalámbricas y QoS en redes IP. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4543-2301>.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe conflicto de intereses entre los autores, ni con ninguna institución a la que cada uno está afiliado, ni con ninguna otra institución.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- **Autor 1:** 40%, conceptualización, preparación, creación y desarrollo del artículo.
- **Autor 2:** 30%, organización, y mejora del artículo. Revisión de cada una de las partes (versiones).
- **Autor 3:** 30%, revisión crítica de cada una de las versiones del borrador del artículo y aprobación de la versión final a publicar.

Esta revista provee acceso libre inmediato a su contenido bajo el principio de hacer disponible gratuitamente investigación al público. Los contenidos de la revista se distribuyen bajo una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License. Se permite la copia y distribución de sus manuscritos por cualquier medio, siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores y no se haga uso comercial de las obras.

