

El desarrollo de la arquitectura en la nube híbrida para el crecimiento institucional.

Grupo de trabajo: G6

Emmanuel David Martínez Estrada
Escuela de ingeniería de informática
Universidad Industrial De Santander
Bucaramanga, Colombia
enmartz@hotmail.com

Liceth Yaneth Rozo Quintana
Escuela de ingeniería de informática
Universidad Industrial De Santander
Bucaramanga, Colombia
liyaroquin12@gmail.com

Leonardo Hernando Dallos Martínez
Escuela de ingeniería de informática
Universidad Industrial De Santander
Bucaramanga, Colombia
leo3.14@hotmail.com

Abstract

A hybrid cloud can be highly effective because it allows obtaining a series of services and functionalities that are very useful for your workloads, as a result of combining public and private cloud environments and functions; transferring workloads between them, protecting the most important information and processes in the private environment and harnessing the power of the public environment for expensive costs. In some organizations such as universities, a large number of users and relevant information must be managed, so some problems may arise due to the handling of information and workloads. The hybrid cloud could solve some of these infrastructure problems by providing an improvement in connectivity, compatibility and security.

Index Terms

cloud computing, public, private, hybrid, architecture, performance

Abstract

Una nube híbrida puede ser altamente efectiva por permitirse obtener una serie de servicios y funcionalidades de gran utilidad para sus cargas de trabajo producto de combinar los entornos y funciones de nube pública y privada; transfiriendo cargas de trabajo entre esta, protegiendo la información y procesos más importantes en el entorno privado y aprovechando la potencia del entorno público para optimizar costos. En algunas organizaciones como universidades se debe manejar un gran número de usuarios e información relevante, por lo que se pueden presentar algunos inconvenientes debido a el manejo de información y cargas de trabajo. La nube híbrida podría resolver algunos de estos problemas de infraestructura brindando una mejoría en la conectividad, compatibilidad y seguridad.

Index Terms

computación en la nube, pública, privada, híbrida, arquitectura, rendimiento

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la computación en la nube se ha convertido en uno de los términos de moda en el área de TI, esto ha facilitado el surgimiento de múltiples servicios en la nube. Los servicios de nube pública pueden reducir significativamente el costo de la construcción de infraestructura, la carga de fallas del proyecto y pueden facilitar la mejora de los procesos de desarrollo de TI. Sin embargo, las nubes públicas dependen del estado del proveedor y en el caso de datos sensibles, es dispendioso almacenar la operación en una nube pública. Debido a estos problemas, hay empresas que prefieren una nube privada para construir su propio entorno de nube dentro de la empresa [1].

Como se puede notar, existen ventajas y desventajas de las nubes públicas y privadas. Las nubes híbridas han surgido al combinar las ventajas de ambos tipos de nubes. Una nube híbrida se refiere a un entorno de nube creado mediante el uso conjunto de nubes públicas y privadas. Donde se combinan las economías y eficiencias de la computación en la nube pública con la seguridad y el control de la computación en la nube privada. Solucionando problemas como los mencionados anteriormente, por ejemplo, al reducir costos, grandes cantidades de datos que no son críticos para la seguridad se manejan usando una nube pública; mientras que los datos sensibles a la seguridad se manejan utilizando una nube privada.

En este artículo se describen los conceptos generales para comprender el funcionamiento e infraestructura de una nube híbrida, adicionalmente, se discute el tema de la seguridad virtual y la seguridad física; se presenta el estado del arte y finalmente se

explican los beneficios que tendría la implementación de la arquitectura de nube híbrida en el contexto universitario y se tratan algunos casos en que esta arquitectura ha sido implementada.

II. MARCO TEÓRICO

A. Nube híbrida

Una nube híbrida se puede definir como una combinación de uno o varios entornos de nube pública y privada. Es un conjunto de recursos virtuales que utiliza tanto el hardware de la empresa que usa la nube como el de algún tercero, que gestiona su propio equipo. Para coordinar dicho conjunto se emplea un software de gestión y automatización, que permite que los usuarios accedan a los recursos según los necesiten en los portales de autoservicio, ya que pueden escalarse automáticamente y asignarse dinámicamente. Esta arquitectura separada, pero conectada, le permite ejecutar algunas cargas de trabajo en la nube privada, otras en la nube pública, extraer recursos de ambas, y utilizarlas indistintamente [2].

Aunque cada uno de los elementos de las diferentes nubes puede ser diseñado y administrado por una variedad de desarrolladores con la capacidad de administrarse como un solo sistema a través de API estándar. Una nube híbrida puede ser altamente efectiva porque, como un sistema distribuido, puede permitir a las empresas aprovechar una serie de servicios que son los más adecuados para la tarea en cuestión, como se muestra en la Figura 1.

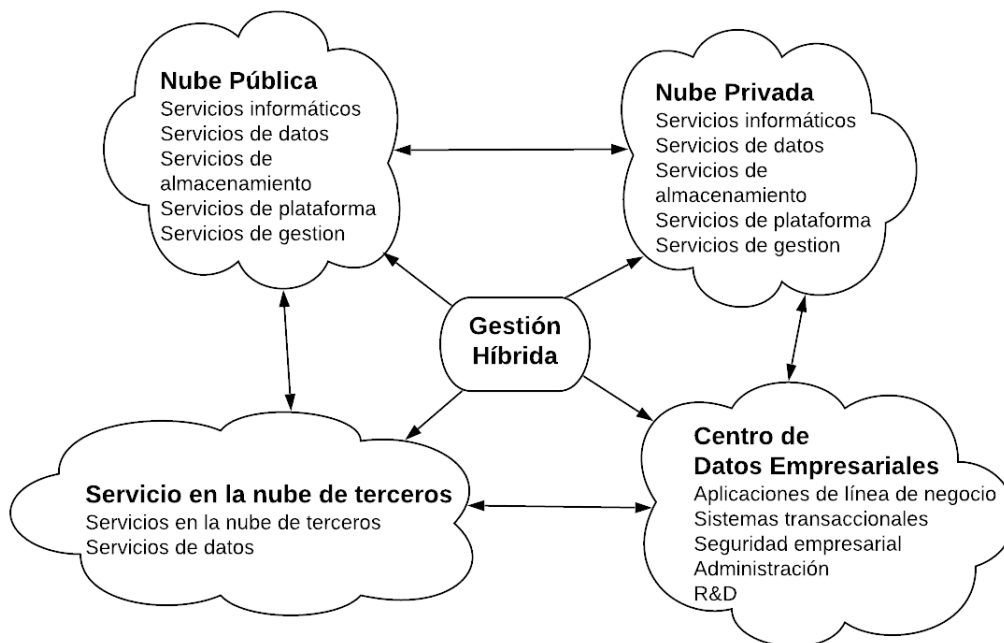


Fig. 1. Arquitectura de la Nube Híbrida

Cada uno de los modelos de implementación en la nube dentro de un entorno híbrido presenta diferentes modelos de servicio y enfoques que están optimizados para ejecutar tareas específicas para cargas de trabajo específicas. Cada modelo proporciona una capacidad diferente que es importante para implementar servicios sofisticados. Una organización puede almacenar información confidencial en una nube privada o un centro de datos local y aprovechar simultáneamente los sólidos recursos computacionales de una nube pública administrada. Las mejores prácticas de arquitectura híbrida eliminan muchos riesgos de seguridad a base de limitar la exposición de datos privados a la nube pública.

B. Funcionamiento

La manera más común y fundamental para desplegar una nube híbrida es la llamada interoperabilidad. Las nubes híbridas tienen varios puntos de contacto, controlados por una API, y se componen de soluciones software encargadas de controlar y administrar la migración de cargas de trabajo, el despliegue de recursos, la integración entre plataformas y la ejecución de aplicaciones. Además de la interoperabilidad y la capacidad de control, la escalabilidad es una característica inherente a una

nube híbrida que puede crecer de forma horizontal (scale out), añadiendo unidades de procesamiento en función de las cargas de trabajo, y vertical (scale up), liberando más recursos a las unidades de procesamiento ya existentes.

C. Infraestructura

Infrastructure as a Service (IaaS) es el servicio de nube fundamental. IaaS proporciona servicios de computación, almacenamiento y redes a través de una imagen virtualizada o directamente en los sistemas informáticos como plataforma pública de infraestructura. En la virtualización, un usuario accede a una imagen que contiene los servicios necesarios para ejecutar una carga de trabajo. Los negocios que adoptan una estrategia híbrida suelen empezar por una solución de IaaS y ampliar las funcionalidades a la nube privada. Para implementar una estrategia híbrida con eficacia, las nubes públicas y privadas deben ser compatibles entre sí para poder comunicarse. En muchos casos, la nube privada se construye para ser compatible con la solución pública. Las cargas de trabajo de la nube privada deben tener acceso e interactuar con los proveedores de la nube pública, por lo que la nube híbrida requiere compatibilidad de APIs y sólida conectividad de red. Para la parte de la nube pública de la nube híbrida, existen potenciales problemas de conectividad, brechas de SLA y otras posibles interrupciones del servicio en la nube pública. Para mitigar estos riesgos, las organizaciones pueden diseñar cargas de trabajo híbridas que interactúen con varios proveedores de nube pública [3].

D. Aplicaciones

Para la administración de nubes híbridas se crean una única interfaz para administrar todos los servicios cloud. La mayoría de las aplicaciones de software empaquetadas están disponibles como Software as a Service (SaaS). SaaS es una aplicación definida que se opera en un servicio en la nube.

E. Desarrollo e implementación de software

Platform as a Service (PaaS) proporciona un nivel subyacente de servicios de middleware que abstrae la complejidad del desarrollador. Además, el entorno PaaS proporciona un conjunto de herramientas integradas de desarrollo de software.

F. El uso de la nube híbrida en el entorno universitario

Con el propósito de mejorar los diferentes sistemas de gestión de la información y proveer servicios adecuados en el contexto universitario, el uso de la computación en la nube juega un papel esencial, especialmente el uso de una nube híbrida que utiliza nubes públicas y privadas, esta consta de dos partes principales las cuales son el sistema de gestión de la nube y la nube híbrida. En la nube híbrida, la nube pública se usa solo para obtener un mejor rendimiento o cuando la carga es demasiado alta para la nube privada, lo cual puede generar un alto rendimiento manteniendo un costo bajo.

III. ESTADO DEL ARTE

La computación de la nube ha sido uno de los paradigmas que más fuertemente ha evolucionado en la última década debido a su alta capacidad para administrar grandes tasas de información de la manera más eficiente posible. Sin embargo, aún el uso de las diferentes técnicas de su uso deja bastante que desear, por lo que se plantea usar un sistema más avanzado que implemente lo mejor de las principales nubes existentes surgiendo así la nube híbrida.

En el desarrollo de la tecnología para la nube híbrida, se busca implementar dicho tipo de nube en diversos proyectos a macro escala como lo es el tratamiento, estudio y análisis de vientos oceánicos en alta resolución utilizando la infraestructura de nube híbrida para el procesamiento de imágenes satelitales donde las tecnologías de captura satelital resultan en más y más grandes cantidades de datos que tienen que ser procesados por algoritmos cada vez más complejos para la generación de informes meteorológicos, pronósticos entre otros [4]. Para ello, se presenta una infraestructura de computación en la nube adecuada que ayuda a administrar las cadenas de procesamiento de acuerdo con las restricciones impuestas por los algoritmos de procesamiento de datos satelitales como SNOWBIRDS a través de los dos casos de uso identificados para la implementación de la infraestructura de procesamiento: generación de archivos y procesamiento de NRT como se muestra en la figura 2.

Otro caso de uso particular radica en el uso que se le puede dar al aprendizaje interactivo a nivel académico a partir del uso de una arquitectura híbrida habilitada en la nube utilizando dispositivos móviles. Dado que en estos últimos años se ha presentado un gran crecimiento en el desarrollo de dispositivos móviles que permitieron a los usuarios darles un uso más allá de la inicial que era realizar y recibir llamadas, esto permitió un uso bastante importante, el cual radica en la educación, donde el crecimiento constante de su uso casi ha eliminado la frontera entre el aprendizaje formal e informal. El uso de la tecnología a nivel ha desarrollado mejorar en la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. Sin embargo, una gran limitación es que la mayoría del uso de dispositivos móviles en el aula tiende a ofrecer entrega de contenido, cuestionarios de opinión

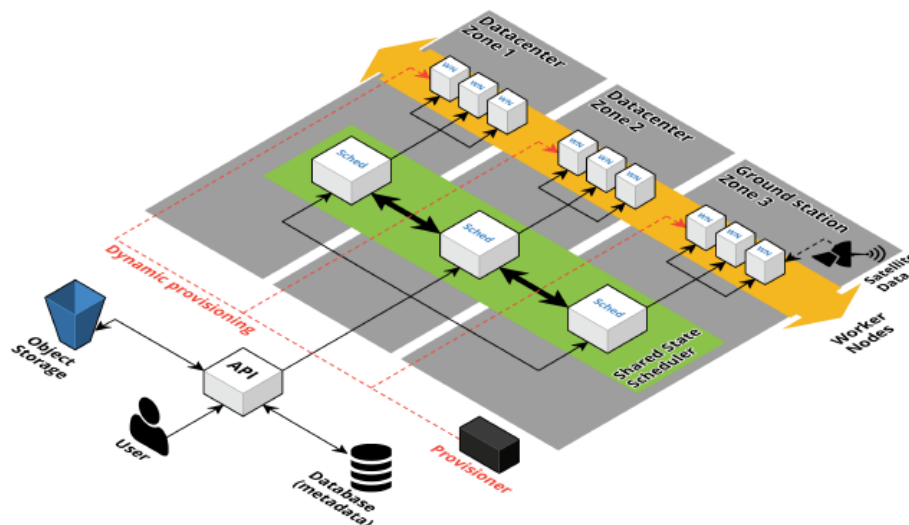


Fig. 2. Infraestructura de procesamiento propuesta con aprovisionamiento y programación automáticos de la carga de trabajo.

múltiple, votación entre otros que son de naturaleza estática. Para el aprendizaje activo es necesario optar por una resolución de problemas más atractiva e interactiva utilizando esos dispositivos y el conjunto de características de los dispositivos móviles actuales es lo suficientemente potente como para admitir dicha interactividad. Por lo tanto se presenta un entorno de aprendizaje móvil llamado Sistema de Respuesta Móvil (MRS) para ayudar a los estudiantes a resolver ejercicios interactivos (IE) en sus dispositivos móviles para mejorar su participación en clase, aprendizaje activo y habilidades para resolver problemas [5].

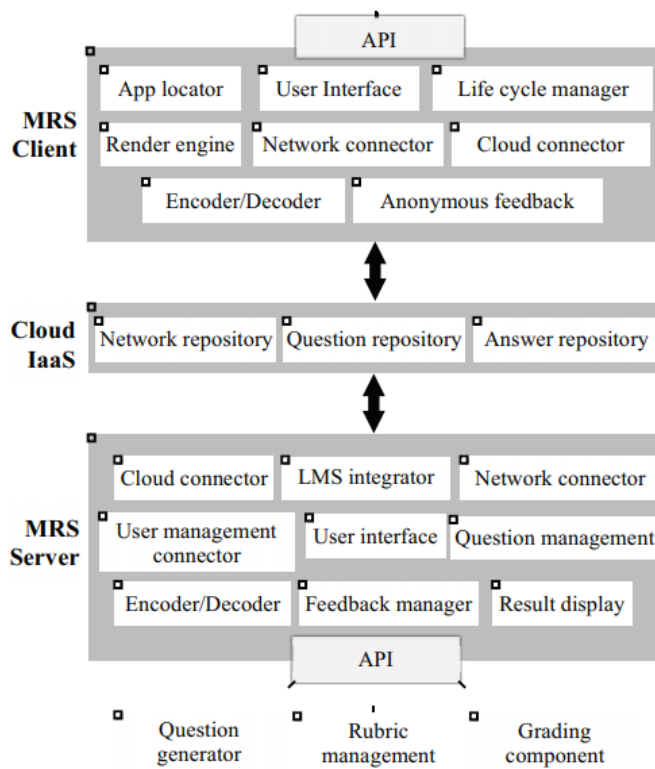


Fig. 3. Arquitectura de Software de MRS.

MRS proporciona una arquitectura de software híbrido (figura 3) habilitado para la nube con tres características principales.

- 1) Admitir la resolución interactiva de problemas utilizando dispositivos móviles donde las aplicaciones de actividad interactiva son independientes de la arquitectura del software y, por lo tanto, pueden ser desarrolladas por otros.
- 2) La arquitectura utiliza capacidades de computación en la nube para proporcionar un entorno de aprendizaje seguro y sin fallas.
- 3) Utiliza los lenguajes de programación existentes y los entornos de desarrollo para usar y extender el sistema en cualquier disciplina.

Tener estos caracteres característicos hace que MRS sea único y muestra una forma ordenada de aprovechar el poder de la nube al tiempo que mejora la educación en el aula.

IV. FUNCIONAMIENTO Y SEGURIDAD EN UNA ARQUITECTURA DE NUBE HÍBRIDA.

Una nube híbrida es un entorno en el que se utiliza una combinación de nube privada en sus propias instalaciones junto con la nube pública de un proveedor externo, permitiendo que las cargas se muevan entre estas nubes a medida que cambian las necesidades de computación, ofreciendo de esta manera una mayor flexibilidad en el manejo de datos. La nube privada generalmente está ubicada y administrada por el proveedor de hosting en cuestión, aunque la empresa puede administrar su propia red de nube virtual. Por otro lado, a la nube pública se accede a través de Internet y sus servidores pueden ubicarse en cualquier lugar del mundo.

Si se tiene más de un entorno de nube (público y privado, multi público), puede ser útil contar con una plataforma de administración que abarque estos entornos puesto que administrar estos entornos por separado puede crear una duplicación innecesaria de esfuerzos y riesgos de seguridad potenciales.

Para esto se ha desarrollado un software que permite a los usuarios gestionar de forma centralizada tanto la infraestructura como las aplicaciones en la nube pública y local. Gestionados en una sola consola, las máquinas virtuales, el almacenamiento, las bases de datos y otros recursos se pueden girar hacia arriba y hacia abajo, independientemente de si están en un centro de datos de la empresa o en la nube pública. Otra manera de administrar la nube híbrida en conectarse con un servicio de centro de datos IaaS, los cuales crean conexiones desde la red pública a los centro de datos de los clientes.

Otra manera de gestión de nube híbrida en el servicio PaaS, es una plataforma de desarrollo de aplicaciones para que los desarrolladores hagan sus aplicaciones personalizadas sin la necesidad de crear una infraestructura adicional.

La mayoría del software principal de PaaS puede ejecutarse en las instalaciones del cliente, alojadas en un entorno privado o de forma nativa en la gran nube pública de IaaS. PaaS configura automáticamente los recursos de infraestructura en estos entornos, convirtiéndolos en una plataforma para la nube híbrida.

Se puede ver que una nube híbrida es principalmente una nube privada que se conecta de alguna manera simultáneamente a una nube pública. Una nube híbrida es especialmente útil para cargas de trabajo dinámicas o cambiantes, siendo capaz de desplazar los recursos más pesados a través de otra red, mejorando así las operaciones en la red local.

Una nube híbrida puede ser muy útil no sólo en ambientes donde se maneje información y tráfico de miles de empleados, también es útil para determinados ambientes como para: el desarrollo de aplicaciones web, para una base de datos de clientes; ya que podríamos alojar los datos de los clientes en un servidor privado mientras que en la red pública se aloja las operaciones que pueden realizar los clientes como para acceder a sus proyectos y datos.

A. *Conectividad*

Al crear una arquitectura de nube híbrida, la conectividad, que a menudo se pasa por alto, se convierte en un componente crítico del modelo de negocio. Existen varias opciones de conectividad en la nube híbrida, que varían en los modelos de rendimiento y precios. Al evaluar una solución de conectividad para una arquitectura de nube híbrida, debe comprender sus requisitos de conectividad de datos (volumen de datos, velocidad, seguridad y rendimiento de la red). Tener un modelo de red en la nube privada que sea compatible con el modelo de nube pública es lo primordial para la red que conduce a operaciones más eficientes y optimizadas.

Al querer conectar un ambiente público con uno privado se busca integrar herramientas que deseamos para hacer más fácil conectarse a los servicios.

Teniendo una aplicación de consumo como ejemplo un administrador de bolsa, cuando un usuario se conecta este se conecta primero con la nube privada en donde estará yendo al punto final de la nube privada y de ahí se ira a uno de los servicio de esta nube en el que se encuentran los datos de administrador, (que en realidad están expuestos) donde pasa a un subservicio ; en este caso un aplicación de cartera o portafolio que es la que aprovechara algunos servicio de nube pública para su funcionamiento

(la cual en este ejemplo tendrá información pública como el precio en tiempo real de las acciones), la cual se activará a pedido de la nube privada mediante una API de solicitud externa.

En la nube pública tenemos otro servicio el cual es de respaldo, que es esencialmente una cola de mensajes que es útil para darle un seguimiento a los datos enviados, y también para crear una copia de una información que se va a modificar, que también aprovechará un servicio de nube pública para notificar cambios generados en el portafolio. La otra gran parte de la nube privada es una base de datos dedicada que es la encargada de hacer persistir los datos que van siendo almacenados.

Para conectar las aplicaciones que conectan se usa un túnel VPN que conectará a los dos ambientes lo cual permite conexiones privadas entre ese ambiente público y el privado. Este tipo de conexión con VPN funciona con internet público que por su variabilidad genera el problema del tiempo que tarda una solicitud de una nube a la otra sea variable. Para evitar estos inconvenientes existe otra alternativa la cual es un enlace directo llamado pop que es proporcionado por el ambiente público. Cual aprovecha los servicios de red para establecer la conexión, donde realmente nunca se estará usando internet público lo cual nos proporciona la ventaja de tener un mayor ancho de banda [6].

En términos de seguridad hablamos de la protección de datos, gracias a la nube híbrida se permite que solo los usuarios autorizados puedan ejecutar las tareas pertinentes a su alcance y sus permisos. Para esto se evita el acceso no autorizado a los datos así como la prevención de la destrucción intencionada o no de los datos.

En general una arquitectura de nube híbrida brinda confidencialidad, integridad y disponibilidad para la conexión a usuarios autorizados.

La infraestructura de una nube híbrida se divide en infraestructura física e infraestructura virtual, por lo que las funcionalidades y requisitos de seguridad se pueden compartir para infraestructura física y virtual.

B. Seguridad virtual

Se incluyen las siguientes características del sistema:

- Servicio de hora en la nube: Es útil para garantizar la funcionalidad de la nube y para tener un análisis más detallado de los errores del sistema.
- Verificación de identidad: para asegurar la confidencialidad, integridad y disponibilidad.
- Gestión de acceso a usuarios autorizados.
- Gestión de contraseñas: En un sistema de nube compartido es primordial para garantizar el aislamiento.
- Auditoría.
- Monitoreo de seguridad. Para esto se incluye una infraestructura física que genera alarmas por los eventos críticos que puedan suceder.
- Test de seguridad: Para probar la seguridad del software e identificar la vulnerabilidad de la nube.

C. Seguridad física

Implica que la infraestructura física del centro de datos deba ser protegida contra amenazas físicas. Está incluida la protección contra la posible introducción de virus y la protección contra peligros naturales y errores humanos. Para garantizar esta seguridad se desarrolla un sistema multicapa que incluye:

- Un centro físico y personal dedicado al monitoreo y control de:
 - Infiltración de virus.
 - Amenazas naturales (cortocircuitos, inundaciones, incendios).
- Sistemas de respaldo (Backups).
- Seguridad para el acceso a las instalaciones físicas.

Sin embargo una nube híbrida sigue teniendo los mismos problemas de accesibilidad y seguridad que afectan a los dos tipos de nube. Aunque el hecho de que los administradores tengan un mayor control sobre los aspectos públicos y privados de la plataforma de nube híbrida, la permite tener un mejor rápido control a estos problemas [7].

V. CONTEXTO UNIVERSITARIO

Las universidades como proveedoras de servicios para sus comunidades pueden beneficiarse de la computación en la nube y evitar la inversión en extender su infraestructura existente para ofrecer nuevos servicios. El uso de recursos en una universidad normalmente depende del calendario académico o del flujo de actividades del campus. Por lo tanto, la moda de computación en la nube a pedido y "pago por uso" es mejor para las universidades que la inversión de una infraestructura costosa y no

escalable, donde la utilización de dicha infraestructura puede ser muy baja en ciertos momentos durante el período académico año.

Como suele ocurrir, se realizan grandes inversiones para establecer un sistema de redes para un campus a partir de una gran inversión que por lo general nunca alcanza su máximo potencial. Este tipo de sistemas no suele ser fija y no cambia durante años. Los sistemas de redes actuales deben ser capaces de soportar el acceso a internet para la educación en línea o educación a larga distancia, la principal ventaja de la implementación de las nubes en instituciones educativas radica en el ahorro de costos. La Universidad del Estado de Carolina del Norte desarrolló un entorno de computación en la nube llamado VCL para satisfacer las necesidades computacionales y de escalabilidad de la universidad. VCL proporciona un entorno de virtualización que funciona como un modelo de nube híbrida proporcionando a estudiantes y miembros de la facultad servicios e infraestructura como una nube pública, privada o extendida.

En el año 2012 se propuso un diseño de nube para la Universidad King Fahd de Petróleo y Minerales (KFUPM) utilizando un modelo de nube híbrida. El enfoque propuesto es utilizar una nube híbrida para un entorno orientado a la investigación. El primer paso es dividir los servicios en 3 categorías, es decir, IaaS, PaaS y SaaS. Los servicios se agrupan según su uso y tipo. Luego, los servicios se asignarán a la nube pública o a la nube privada, según los requisitos de seguridad para cada servicio y el tipo de políticas implementadas en la Universidad. La arquitectura de la nube universitaria propuesta (UCloud) se muestra en la Figura 4 y consta de dos componentes principales: la Nube Híbrida y el Sistema de Gestión de la Nube [8].

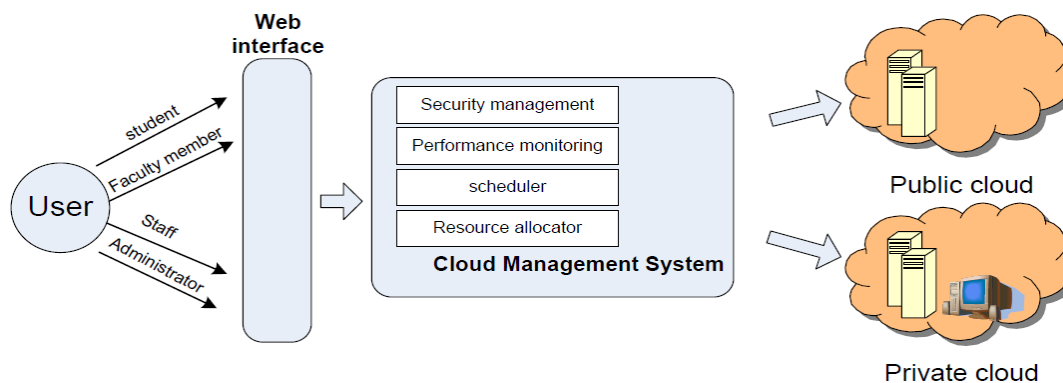


Fig. 4. Arquitectura UCloud.

Una universidad necesita de la nube privada para los servicios altamente seguros y de la nube pública para problemas de escalabilidad y rendimiento. La nube híbrida ofrece un entorno adecuado para las necesidades de la universidad, pero también introduce la complejidad de determinar qué servicios y aplicaciones deben distribuirse entre las nubes privadas, públicas o ambas. Por lo tanto, UCloud distribuye las aplicaciones y servicios de la universidad a través de la nube híbrida dependiendo de los requisitos de seguridad y privacidad del contenido de los datos, así como los requisitos de rendimiento y escalabilidad. UCloud utiliza la evaluación de datos donde las actividades universitarias se evalúan de acuerdo con varios criterios, como la misión crítica, la importancia dentro de la universidad, la sensibilidad, la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad.

Las aplicaciones como Recursos Humanos Y Finanzas son atendidas por la nube privada de la universidad para brindar más seguridad y control. Por lo tanto, solo los usuarios dentro del campus pueden acceder a este tipo de información. Por otro lado, las aplicaciones en las que los usuarios requieren sistemas computacionales altos o aplicaciones que usan datos no privados, por ejemplo, sistemas de gestión de contenido (CMS), sistemas de gestión de aprendizaje (LMS), sistemas de gestión de estudiantes y sistemas de aprendizaje virtual (VLS) son dados por la nube pública.

Además, la nube pública puede ofrecer una infraestructura adecuada para aquellos estudiantes o investigadores que necesitan resolver o probar sus problemas que requieren cálculos elevados. También se puede utilizar para los sistemas educativos colaborativos e interactivos, como los laboratorios virtuales y los sistemas de aula que necesitan recursos de alto rendimiento y una mejor forma de comunicación y colaboración en un entorno heterogéneo.

Por otra parte, el sistema de administración de la nube (CMS) es responsable de la administración de UCloud y contiene algunas funcionalidades como la administración de seguridad, la programación de recursos, el asignador de recursos y el monitoreo de las actividades y el desempeño de la universidad. Esta información se puede utilizar para determinar los recursos necesarios que deben asignarse en el futuro.

VI. CONCLUSIONES

El uso de la nube híbrida ofrece nuevos cambios y mejoras en las TI (Tecnologías de Información), especialmente cuando se trata de arquitecturas específicas que logran solventar eficientemente algunos problemas que presentan las TI actuales, ya que la implementación de la nube híbrida ofrece una forma muy rentable para que diversos sistemas y servicios puedan expandir su capacidad de almacenamiento, dicho almacenamiento suele ser relativamente menos costoso que la cantidad equivalente de almacenamiento de las instalaciones (cableado, servidores entre otros). A pesar de que una nube híbrida no proporciona el mismo nivel de rendimiento que el almacenamiento local, esta proporciona buenas utilidades en cuanto a copias de seguridad, máquinas virtuales y datos archivados. A nivel institucional y organizacional, una buena arquitectura de nube híbrida permite la reducción de costos siendo una de las principales fuerzas impulsoras que obliga a los títulos corporativos a implementar los servicios en la nube. Además, los costos incrementales de agregar capacidad en las instalaciones son altos, agregar recursos informáticos requiere gastos de capital en la compra de servidores adicionales, almacenamiento, alimentación, o en otros casos, construir centros de datos completamente nuevo que al cabo de unos años podría quedar bastante inútil. La nube híbrida permite a instituciones y organizaciones reducir todos esos costos eliminando la necesidad de comprar tantos recursos locales, en cambio, se puede optar por un servicio con una buena arquitectura de nube híbrida que ayude a solventar y mejorar los sistemas actuales.

REFERENCES

- [1] Zou, Caifeng & Deng, Huifang & Qiu, Qunye. (2013). Design and Implementation of Hybrid Cloud Computing Architecture Based on Cloud Bus. Proceedings - IEEE 9th International Conference on Mobile Ad-Hoc and Sensor Networks, MSN 2013. 289-293. 10.1109/MSN.2013.72.
- [2] "¿Qué es una nube híbrida?", Redhat.com, 2019. [Online]. Available: <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-hybrid-cloud>. [Accessed: 04- Aug- 2019].
- [3] Hurwitz., M. Kaufman. and D. Kirsh., Hybrid Cloud For Dummies. New Jersey: John Wiley & Sons, 2015.
- [4] R. Sahl, P. Dupont, C. Messenger, M. Honnorat and T. Vu La, "High-Resolution Ocean Winds: Hybrid-Cloud Infrastructure for Satellite Imagery Processing - IEEE Conference Publication", Ieeexplore.ieee.org, 2019. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8457895>. [Accessed: 08- Aug- 2019].
- [5] M. Muztaba Fuad and D. Deb, "Cloud-Enabled Hybrid Architecture for In-Class Interactive Learning Using Mobile Device - IEEE Conference Publication", Ieeexplore.ieee.org, 2019. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7944886>. [Accessed: 08- Aug- 2019].
- [6] S. Vennam, "IBM Hybrid Cloud", Ibm.com, 2019. [Online]. Available: https://www.ibm.com/cloud/hybrid?cm_mmc=OSocial_Youtube_-_Watson+and+Cloud+Platform_Cloud+Platform_-_WW_WW_-_hybrid-cloud-architecture-part-1-YTdescription&cm_mmca1=000023UA&cm_mmca2=10005900. [Accessed: 08- Aug- 2019].
- [7] M. Puianu, R. Flangea, M. Marinescu and V. Marinescu, "Cloud computing for a hybrid system - IEEE Conference Publication", Ieeexplore.ieee.org, 2019. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8123732>. [Accessed: 08- Aug- 2019].
- [8] M. Sqalli, M. Al-saedi, F. Binbeshr y M. Siddiqui, "UCloud: una nube híbrida simulada para un entorno universitario - Publicación de la Conferencia IEEE", Ieeexplore.ieee.org , 2012. [En línea]. Disponible: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6483678>. [Acceso: 04- agosto-2019].