

DOI: <https://doi.org/10.56124/encriptar.v5i10.0052>

PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURA DE TI MEDIANTE ENFOQUE DE NUBE HÍBRIDA PARA EL CONTROL DE PROCESOS DEL CUERPO DE BOMBEROS DE MANTA

PROPOSAL FOR IT INFRASTRUCTURE THROUGH A HYBRID CLOUD APPROACH FOR PROCESS CONTROL OF THE MANTA FIRE DEPARTMENT

Meza-Chalén Irvin Willian

Departamento de Sistemas del Cuerpo de Bomberos de Manta. Manta, Ecuador.
Correo: irvin.meza@bomberosmanta.gob.ec

Navia-Mendoza Marlon

Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador.
Correo: marlon.navia@utm.edu.ec

RESUMEN

El enfrentamiento constante al cual se someten las empresas respecto a la transformación digital en beneficio de ofrecer mejores servicios para la agilización de tareas ya sean dirigidas a los consumidores o la administración, mediante la utilización de equipos tecnológicos para el acceso a información es imperante. Por ello, la presente propuesta está centrada en promover la optimización de la infraestructura de TI actual del Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Manta, fundamentando un modelo de enfoque de nube híbrida, la cual es una tendencia en la búsqueda de mantener sistemas de alta disponibilidad en sincronía tanto de nube pública y privada, como una combinación de soluciones. En este artículo se detalla un diseño de arquitectura bajo las condiciones que se muestran, caracterizando sus especificaciones técnicas para su posterior implementación.

Palabras claves: infraestructura de TI, nube híbrida, centro de datos.

ABSTRACT

The constant confrontation to which companies are subjected regarding the digital transformation in order to offer better services for the streamlining of tasks, whether aimed at consumers or the administration, through the use of technological equipment to access information is prevailing. Therefore, this proposal is focused on promoting the optimization of the current IT infrastructure of the Manta City Fire Department, based on a hybrid cloud approach model, which is a trend in the search to maintain high-performance systems. availability

in synchrony of both public and private cloud, as a combination of solutions. In this article an architecture design is detailed under the conditions shown, characterizing its technical specifications for its subsequent implementation.

Keywords: IT infrastructure, hybrid cloud, data center.

1. INTRODUCCIÓN

La tendencia en crecimiento de la automatización de procesos dentro de las instituciones independientemente de su actividad, es motivo para que uno de los temas más fuertes tratados sea el de la implementación de centros de datos para concentrar los recursos necesarios que permitan procesar toda la información de la organización. Sin embargo, en reiteradas ocasiones la infraestructura implementada y el planteamiento técnico de la distribución de sus componentes tanto hardware como software no son los óptimos, generando intermitencia y probables fallos en los procesos internos de una organización.

De acuerdo con (Trejo, 2021), una infraestructura de tecnología de la información (TI) se refiere a los elementos necesarios que permiten gestionar y operar los entornos TI empresariales, esta puede ser implementada en sistemas alojados en la nube o en las inmediaciones de la empresa, considerando además la tendencia actual de los sistemas híbridos como el que se propone en este artículo. Según (Red Hat, 2021) estos elementos incluyen el hardware, el software, los elementos que constituyen la red, sistema operativo y por último el almacenamiento de datos.

Actualmente, una opción importante es el trabajo en la nube, considerado como factor clave en sistemas de alta disponibilidad, incentivando a generar confianza entre los usuarios de los programas que actúan como intermediarios entre clientes y servidores. Además, se dispone de la virtualización, considerada como una opción para dividir el hardware disponible con la finalidad de ejecutar procesos en múltiples servidores independientes, logrando así compartir recursos dentro de un mismo servidor físico, en un entorno de fácil administración.

El estado actual de la infraestructura tecnológica del Cuerpo de Bomberos de Manta es relativamente limitado. Cuenta con un centro de datos con acceso a internet, conteniendo subsistemas de control, mismos que son un paso importante en la búsqueda de la automatización del flujo interno organizacional, pero con limitaciones tanto a nivel de hardware como configuraciones de seguridad, que son imprescindibles para un correcto funcionamiento. Además de un deficiente modelo que no cumple con las normas o estándares internacionales que permitan una adecuada administración.

Este artículo presenta una propuesta de implementación de una infraestructura con enfoques híbridos de trabajo, que combine la infraestructura actual con servicios en la nube, dentro de la institución mencionada. La propuesta busca mejorar el estado de la infraestructura de TI, a la vez que se optimicen los recursos y el funcionamiento de los sistemas que se manejen.

Este artículo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se realiza una breve descripción de los modelos y esquemas de infraestructura de TI según diversos enfoques incluyendo los trabajos relacionados a la propuesta. En la Sección 3 se detalla la propuesta de implementación junto a la situación actual, diseño y especificaciones, y en las Secciones 4 y 5 se incluyen las consideraciones para despliegue o puesta en producción y conclusiones respectivamente.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Mediante un diagnóstico realizado por (Durazno Silva, 2012), se menciona que el no realizar una planificación correcta en referencia a la implementación de un Data Center en las organizaciones presenta situaciones tales como:

- Elevados gastos en adquisición de equipos.
- Utilización incorrecta o la no utilización de equipos.
- Retraso en procesos por una mala implementación.

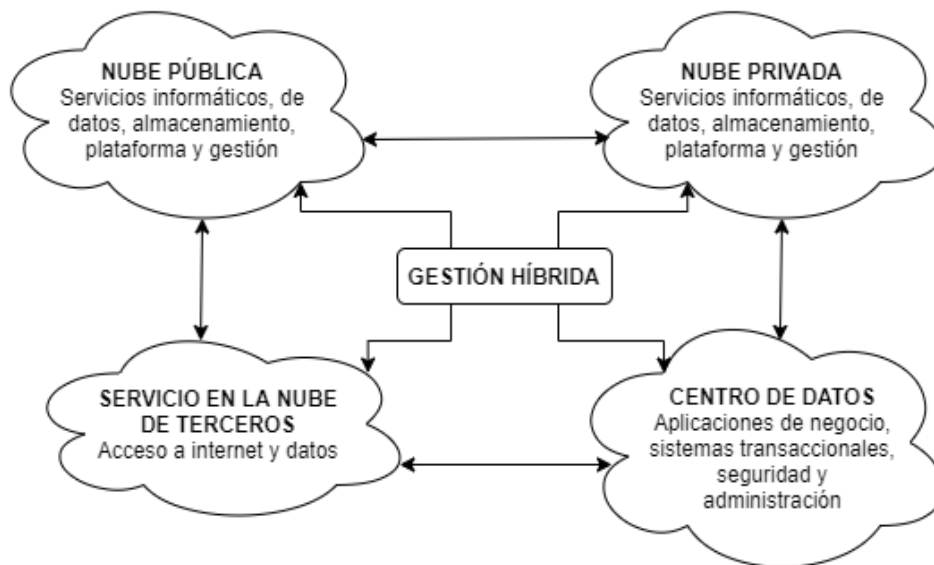
Por lo anterior mencionado es importante contar con un libre y total acceso a la información de los procesos con los que las organizaciones funcionan en sus actividades, además de un correcto estudio de la infraestructura de TI que se debe instalar, mitigando en gran porcentaje problemas a futuro.

Al considerar el tipo de infraestructura de TI que se desplegará se debe contemplar lo que se busca con la misma, consiguiendo dar solución a las necesidades organizacionales y de control, así se tiene que existen infraestructuras tradicionales conocidas también como privadas que funcionan de forma local, en la nube o públicas utilizando el servicio de proveedores como Google (GCP, 2021), IBM (IBM, 2021), Amazon (AWS, 2021), entre otros, finalmente el tipo de nube híbrida donde se combinan los aspectos de las dos antes mencionadas mediante un cierto grado de gestión y organización (Orozco & Jacobs, 2016).

Entonces, se ha considerado a la nube híbrida como la opción idónea, ya que tomando a definición de (Microsoft, 2021), que nube híbrida es un tipo de informática en la nube la cual combina infraestructura local con nube pública, permitiendo que tanto la información como las aplicaciones puedan moverse en ambos entornos, enfoque que permite aprovechar al máximo la inversión tecnológica.

Otro punto importante en la presente propuesta es la virtualización, principalmente para la administración de sistemas de recaudación y de control contable, donde la correcta configuración de máquinas virtuales juega un papel importante en la optimización que se plantea; por ello, tal como indica (Viteri Barrera & Morales León, 2021) se consideran los entornos de virtualización en servidores, clientes y destinados también a almacenamiento, para la monitorización y actualización según disponibilidad. De este modo se divide la infraestructura de nube híbrida en física y virtual como es apreciable en la Figura 1 en la gestión de sus componentes, determinando que brinda integridad y disponibilidad para la conexión de acuerdo con (Dallos et al., 2019), satisfaciendo los requisitos de seguridad y de funcionalidades.

Figura 1. Arquitectura de nube híbrida.



Fuente: Elaboración propia (2021).

De forma detallada, según considera (Rodríguez et al., 2015), es posible decir que la base de esta propuesta está definida por la arquitectura cloud computing, representada por las capas:

- **Aplicación.** Servicios basados en web y software como servicio.
- **Plataforma.** Componentes de las aplicaciones y sus servicios.
- **Infraestructura.** Software de plataforma como servicio.
- **Virtualización.** Todo el despliegue de la infraestructura virtual.
- **Recursos físicos.** Servidores, dispositivos de almacenamiento y red.

Siendo la opción híbrida muy atractiva para las organizaciones como plantea (Peña Sánchez, 2014), debido a sus características de integración, escalabilidad, personalización, seguridad y automatización.

Finalmente, es inevitable mencionar las ventajas y desventajas que resultan de la implementación de un modelo de nube híbrida, con el objetivo de conocer y realizar una evaluación general de la factibilidad de la solución que se presenta, es así que (Vecchio et al., 2015) describe las ventajas:

- Lo mejor de la nube pública y privada en un solo entorno.
- Brinda mayor control sobre las cargas de trabajo y actividades.

- Flexible y escalable.
- Ahorro de costes en un modelo bien implementado.
- De fácil administración y gestión.

Y sus desventajas:

- La seguridad depende del proveedor del servicio de nube pública.
- Recorrido extenso de la data entre entidades.
- Es necesario que exista compatibilidad entre los componentes de la infraestructura.
- Indispensable la conectividad constante tanto en la nube privada como en la pública.

Estas características han permitido que las infraestructuras basadas en nube híbrida sean consideradas, tanto en establecimientos educativos (Peñafiel Dillon, 2018), como en las empresas públicas y privadas (Vera-Rivera et al., 2016), como soluciones que mejoran el rendimiento de plataformas existentes y optimización de propuestas ante implementación con nuevas tecnologías de control de procesos, comerciales y gerenciales.

Además, el ámbito de aplicación de infraestructuras con nubes híbridas es amplio. Por ejemplo, (Vera-Rivera et al., 2016) plantean esta tecnología para mejorar el funcionamiento de una plataforma de desarrollo en la nube, utilizada en una universidad, y que ofrece varias opciones, en un modelo de Plataforma como Servicio (PaaS). En el trabajo de (Galvis et al., 2018), se presenta en cambio una propuesta para el Datacenter de una empresa que ofrece servicios de Informática a sus clientes. Sus autores mencionan que la propuesta es de bajo costo, al utilizar una solución abierta.

Los servicios de salud electrónica (o e-health) también son un área de aplicación de nubes híbridas, en los que además el tema de la seguridad es un aspecto muy importante (Joshi et al., 2020). Incluso en un sistema más grande y complejo, como el de monitorización de un sistema de red eléctrica inteligente, es posible implementarse mediante una infraestructura de nube híbrida, como el en trabajo de (Talaat et al., 2020).

Los trabajos mencionados consideran al modelo de nube híbrida como la opción más actual y eficiente al momento de estructurar un diseño de infraestructura de TI, mediante un estudio correcto de las necesidades organizacionales de una entidad y la apertura total a componentes para su implementación.

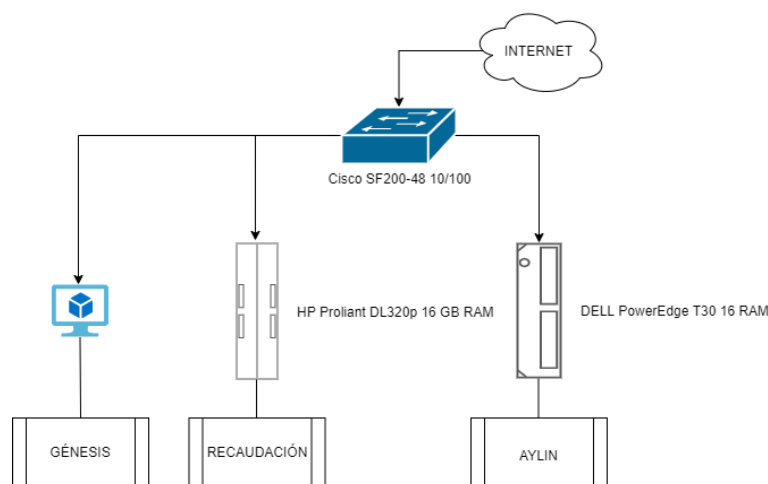
3. PROPUESTA

El diseño que se propone nace del análisis directo del estado actual de la infraestructura tecnológica con la que cuenta la institución, donde la utilización de sistemas de control contable y administrativo se encuentran alojados de manera local en un modelo privado y se necesita contar con un acceso de lectura y escritura para atención a la ciudadanía desde plataformas web. A continuación, se describe a detalle los aspectos más importantes de la propuesta.

3.1. Estado actual de la infraestructura de TI

La arquitectura actual funciona desde hace algunos años con un servidor HP Proliant con 16GB RAM que contiene el sistema de Recaudación, un servidor Dell Power Edge T30 con 16GB RAM que contiene el sistema Aylin (gestor documental y planificación radio-operaciones y Dpto. técnico) y un equipo clon que administra el sistema Génesis (contabilidad y administración) de la institución, cuentan con espacio de almacenamiento de 700GB como es apreciable en la Figura 2. Este modelo tiene acceso a internet administrado por un switch Cisco, estas características se detallan en la Tabla 1.

Figura 2. Estado actual de la infraestructura de TI.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Cabe destacar, que actualmente la infraestructura no cuenta con un sistema de nombres de dominio (DNS), no existe configuración de firewall, proxy, contraseñas de administrador en el Sistema Operativo, por lo tanto, la administración de la red carece de seguridad.

Tabla 1. Detalles del estado actual de la infraestructura de TI.

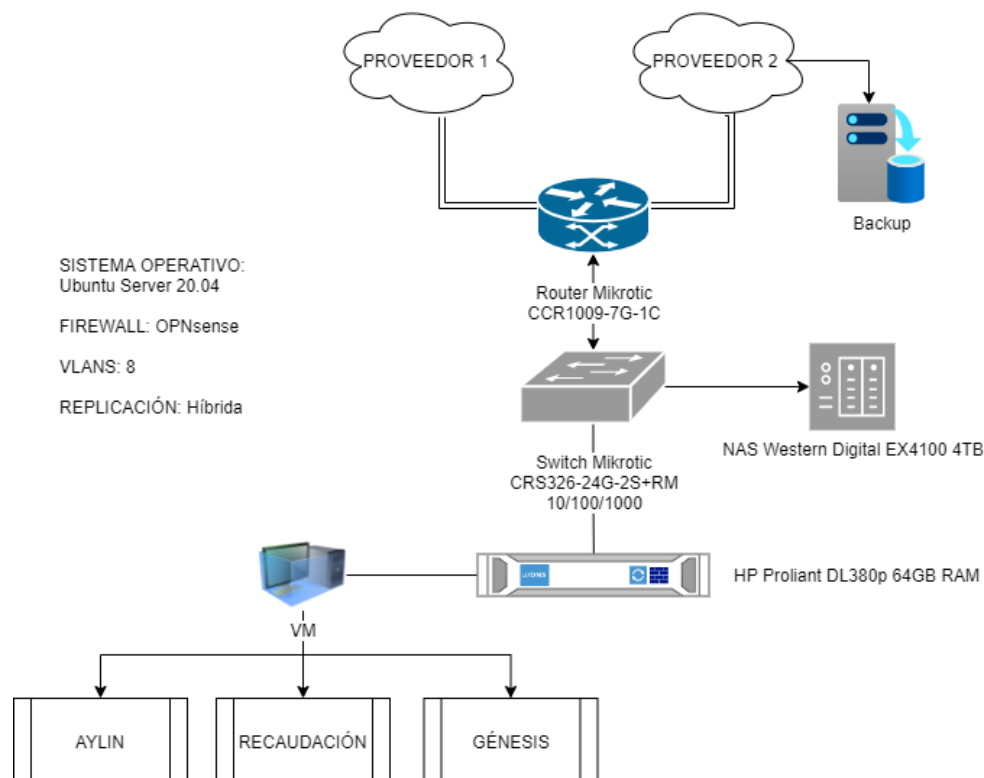
Componente	Detalle
Internet	Proveedor CNT 55 x 25 Mbps
Servidor	HP Proliant DL380p 16GB RAM DELL PowerEdge T30 16GB RAM
Switch	Cisco SF200-48 10/100
Almacenamiento	RAID 5 – 700 GB
Seguridad	Ninguna, ni física ni lógica
Sistemas	Génesis - Aylin

Fuente: Elaboración propia (2021).

3.2. Diseño de la propuesta de nube híbrida

Con la finalidad de responder a las exigencias y solucionar los problemas que presenta la infraestructura que funciona actualmente, se propone un modelo de nube híbrida, diseño presentado en la Figura 3.

Figura 3. Modelo de nube híbrida propuesto.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Este diseño plantea el aumento de la integridad, escalabilidad, capacidad de respaldo y alta disponibilidad de los servicios de la institución. Otro aspecto importante que se busca con la implementación de este modelo, es la posibilidad de contar con un respaldo en un proveedor en la nube, de forma que ante un eventual fallo de la infraestructura local o cualquiera de sus servicios, la instancia y data de la nube funcionará, prestando la asistencia requerida de forma que los usuarios continúen con las actividades normales.

Respecto a los detalles del modelo y sus componentes, se pueden apreciar las características en la Tabla 2, donde se hace énfasis a las especificaciones técnicas consideradas de acuerdo al ambiente de estudio.

Tabla 2. Detalles del modelo propuesto de nube híbrida.

Componente	Detalle
Internet	Proveedor CNT, TELCONET (backup) 55 x 25 Mbps (CNT, 2021; Telconet, 2021)
Servidor	HP Proliant DL380p 64GB RAM Servidor en rack de 2 sockets para la industria, alto rendimiento y energéticamente eficiente (Hewlett Packard Enterprise, 2015).
Router	Mikrotic CCR 1009-7G-1C Puertos ethernet independientes de conexión directa, supera limitación compartida de 1Gbit (MikroTik, n.d.-a).
Switch	Mikrotic CRS326-24G-2S+RM 10/100/1000 Tiene 24 puertos Gbit, arranque dual. Permite administrar reenvío puerto a puerto, aplicar filtro MAC, configurar VLAN, duplicar tráfico, entre otras características (MikroTik, n.d.-b).
Almacenamiento	NAS Western Digital EX4100 4TB Interfaz USB 3.0 y conector tipo C, admite ethernet RJ45 y tiene alta compatibilidad con sistemas operativos (Western Digital, n.d.).
Seguridad	Firewall OPNsense – 8 VLANS Esencial para la protección de la red con cortafuegos, multiwan, redes privadas virtuales, detección y prevención de intrusiones, entre otros (OPNsense, 2021).
Máquinas virtuales	Génesis – Aylin - Recaudación
Sistema Operativo	Ubuntu Server 20.04 (CANONICAL, 2021)
Replicación	Modelo nube híbrida.

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la arquitectura planteada se puede apreciar que se utiliza un servidor más potente que los que actualmente cuenta la institución. En dicho servidor se

virtualizarán los sistemas utilizados, más lo que se necesitaren a futuro. Además, se señala la conexión con el servicio de nube externo.

Existen consideraciones que permiten lograr la transición al entorno de nube híbrida, la primera es la capacidad de administración, la segunda es la capacidad de federación de los datos donde los sistemas convergen como una sola entidad de trabajo y la tercera es la fiabilidad entre los ambientes (público y privado). Por ello, se han examinado determinados aspectos del diseño propuesto, se mencionan a continuación:

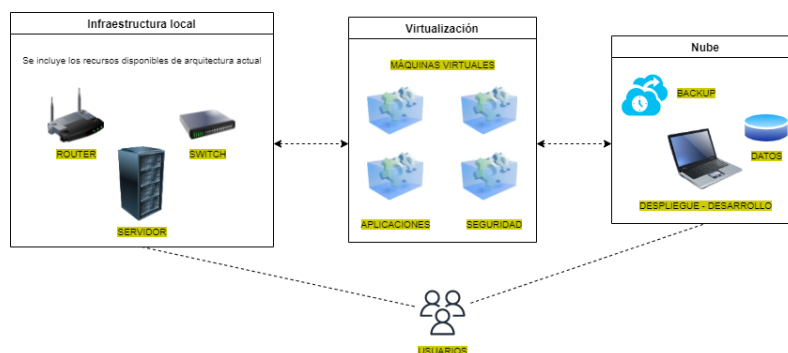
- **Infraestructura física local:** Es el servidor local o privado y los servicios o elementos de la red tales como router, switches que permiten la interconexión con los dispositivos.
- **Virtualización:** La que permitirá ejecutar los sistemas de control y gestión de la institución, además de alojar nuevos proyectos lo cual brinda esa capacidad de adaptabilidad y escalabilidad como una infraestructura que se proyecta a funcionar de forma óptima ante nuevas tecnologías.
- **Almacenamiento:** Es el dispositivo de almacenamiento conectado a la red, además de la data de los sistemas alojados trabajando de manera síncrona, proporcionando respaldos constantes y continuidad de las operaciones.
- **Administración:** Corresponde al monitoreo de la infraestructura mediante software servidor, coordinado por la instalación y debida configuración de un sistema operativo que maneja características de red, almacenamiento, rendimiento y medidores de operatividad.
- **Seguridad:** El modelo propuesto garantiza la seguridad de la información además de la integridad de los datos, con la configuración de accesos mediante firewall y dominios se satisfacen las necesidades de confidencialidad.
- **Respaldo:** Este se realiza automáticamente al proveedor del servicio y se mantienen con constante sincronización con la instancia local, teniendo una réplica disponible ante toda eventualidad que ponga en riesgo la infraestructura.

Adicionalmente, con la finalidad de administrar las máquinas virtuales y contenedores de forma ágil, se propone Proxmox (Proxmox, 2021), una plataforma completa de código abierto que permite la virtualización empresarial. Dicha herramienta mejora la gestión de los recursos y la seguridad de la información, (Heredia Sarmiento, 2014) menciona que permite tener acceso a los datos de la empresa en cualquier momento y en tiempo real. Entre las características para elegir esta solución, (Zanetti, 2014) considera que es una plataforma robusta y estable, de fácil comprensión, multiplataforma, backups automáticos y actualizaciones gratuitas. Finalmente, respecto a Proxmox (Neira Gonzabay, 2019) sostiene que entre las cosas que nos permite realizar el administrador están:

- Agregar máquinas virtuales y gestionirlas.
- Mover máquinas entre nodos.
- Conectarse al interfaz gráfico o a la consola.
- Programar, restaurar backups o generar snapshot.
- Ver información de tráfico de red, consumo de procesador, de memoria, entre otros.
- Subir archivos ISO para instalar Sistemas Operativos en las máquinas virtuales.

En la Figura 4 se puede observar la forma en que los componentes descritos de la propuesta van a interactuar para que el marco de trabajo del modelo de nube híbrida propuesta funcione adecuadamente entre los entornos. Con esto, se aumenta la capacidad de respuesta y disponibilidad de los servicios de la institución, dando lugar al procesamiento automático de la información.

Figura 4. Interacción de entorno del modelo propuesto.



Fuente: Elaboración propia (2021).

3.3. Optimización esperada

Se espera que la instalación permita montar todos los servicios y componentes, previamente deberá estar corriendo Ubuntu Server 20.04 de 64 bits. Así mismo se debe poder administrar paquetes y credenciales de autenticación de usuarios. A continuación, se listan las características de optimización con la implementación del modelo híbrido en la institución:

- Disminución de las cargas de trabajo en los equipos físicos.
- Recuperación ante desastres o pérdida de datos.
- Garantía de acceso a la información.
- Flujo de trabajo de alto rendimiento.
- Escalabilidad.
- Valor operativo de gran escala según el enfoque de la infraestructura.
- Ser capaz de admitir la integración de nuevos sistemas.
- Sincronización continua con el proveedor de servicio.
- Adaptación completa a las necesidades desde un entorno global.

4. DESPLIEGUE Y RESULTADOS

En el despliegue se deben montar todos los servicios y componentes, previo a esto la configuración de Ubuntu Server 20.04 de 64 bits debe ser realizada sin contratiempos. Posteriormente mediante la instalación de OPNsense se realiza la configuración del firewall y las medidas de seguridad correspondientes.

De igual forma se apertura una accesibilidad constante a los datos, junto a la diversificación del almacenamiento, lo cual corresponde a una mayor fiabilidad del funcionamiento de la infraestructura. Otro factor es el ahorro de costes, donde el cambio de soluciones que implicaba hardware, capacitación y tiempos de mantenimiento son reemplazados por una única arquitectura.

También se experimenta la mejora en la tasa de transferencia de datos al cambiar los switches 10/100 por switches Gbit 10/100/1000, ya que se adoptan las funciones de red de más alta tecnología, asignando políticas de calidad de servicio y seguridad a aplicaciones específicas.

Como trabajo futuro luego de la revisión general de resultados es la medición en producción de tasas de transferencia entre los entornos de la infraestructura, realizar un procedimiento para recuperación ante desastres y creación de un listado de parámetros aceptables del funcionamiento del modelo, así como la instanciación de actividades sobre los sistemas que funcionan en la institución e iniciar con la fase de producción. Además, se contempla realizar un análisis comparativo de costos a mediano plazo, entre la infraestructura de nube híbrida y una infraestructura totalmente local.

5. CONCLUSIONES

Este trabajo presenta la propuesta de mejora de la infraestructura de TI del Cuerpo de Bomberos de Manta, con el fin de optimizar el rendimiento de los procesos que actualmente la institución ejecuta, además permite la integración de nuevos componentes o sistemas como lo es la necesidad de contar con un software de recaudación que tiene como pauta la implementación futura de una pasarela de pago para ejecutar acciones de transacción desde la web.

Con el modelo de nube híbrida propuesto se puede mejorar la capacidad de respuesta de los sistemas alojados, teniendo alta disponibilidad del servicio e integridad de los datos, así mismo se incluye que su capacidad de escalabilidad aumenta junto con la adaptabilidad y la tolerancia a fallos ante eventualidades catastróficas que pongan en riesgo la información.

El modelo de nube híbrida permite disfrutar de los beneficios que actualmente tiene la computación en la nube que, combinados con los beneficios de una infraestructura local o privada, brinda una mayor capacidad de procesamiento y almacenamiento; esto, con la automatización de los respaldos continuos dando lugar a una fácil recuperación.

REFERENCIAS

- AWS. (2021). AWS | Cloud Computing - Servicios de informática en la nube. Retrieved September 16, 2021, from <https://aws.amazon.com/es/>
- CANONICAL. (2021). Ubuntu Server 20.04. Retrieved September 15, 2021, from <https://ubuntu.com/server/docs>
- CNT. (2021). Corporación Nacional de Telecomunicación. Retrieved September 15, 2021, from <https://www.cnt.com.ec/>
- Dallos, L., Martínez, E., & Rozo, L. (2019). El desarrollo de la arquitectura en la nube híbrida para el crecimiento institucional.
- Durazno Silva, T. S. (2012). Análisis Comparativo en el uso de la Infraestructura Data Center y la Tecnología Cloud Computing [Universidad Tecnológica de Israel]. <http://repositorio.uisrael.edu.ec>
- Galvis, J., Parra, E., Brand, J., & Ávila Quiceno, A. M. (2018). Prototipo de nube híbrida con Openstack para empresa del sector informático. CIES, 2.
- GCP. (2021). Servicios de computación en la nube. Retrieved September 13, 2021, from <https://cloud.google.com/>
- Heredia Sarmiento, J. L. (2014). Efecto de la implantación del modelo de red cliente-servidor usando la plataforma de virtualización Proxmox Virtual Environment en la gestión de recursos informáticos en la empresa privada Consultor SAC-Corredores de seguro en el distrito de Cajamarca. http://190.116.36.86/bitstream/handle/UNC/535/T_620.7_H542_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hewlett Packard Enterprise. (2015). Servidor HPE ProLiant DL380p Gen8. Retrieved September 13, 2021, from https://support.hpe.com/hpesc/public/docDisplay?docId=emr_na-c03235277
- IBM. (2021). IBM. Retrieved September 12, 2021, from <https://www.ibm.com/ec-es>
- Joshi, M., Tewari, N., & Kumar Budhani, S. (2020). Security Challenges in Implementing a Secured Hybrid Cloud Model for e-Health Services. IEEE.
- Microsoft. (2021). Diferencias entre una nube pública, una nube privada y una nube híbrida | Microsoft Azure. Retrieved September 12, 2021, from <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-are-private-public-hybrid-clouds/#overview>
- MikroTik. (n.d.-a). MikroTik Routers and Wireless - Productos: CCR1009-7G-1C-1S+. Retrieved September 15, 2021, from <https://mikrotik.com/product/CCR1009-7G-1C-1Splus>

- MikroTik. (n.d.-b). MikroTik Routers and Wireless - Productos: CRS326-24G-2S+RM. Retrieved September 15, 2021, from <https://mikrotik.com/product/CRS326-24G-2SplusRM>
- Neira Gonzabay, G. E. (2019). Implementación de un servidor virtual para respaldar la información de los usuarios y la administración del Hotel Sol de Oriente con el software libre Proxmox [Universidad de Guayaquil]. http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41928/1/Tesis_Neira_Glenda.pdf
- OPNsense. (2021). OPNsense® una verdadera plataforma de seguridad de código abierto y más - OPNsense® es un verdadero firewall de código abierto y más. Retrieved September 16, 2021, from <https://opnsense.org/>
- Orozco, I., & Jacobs, O. (2016). La nueva era de los negocios: Computación en la nube. Revista Electrónica de Estudios Telemáticos. <https://www.redalyc.org/pdf/784/78457627005.pdf>
- Peña Sánchez, F. J. (2014). Estudio para la migración de servidores a un servicio de Nube Híbrida [Universitat Oberta de Catalunya]. http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/36321/6/fpenas_aTFM0614memoria.pdf
- Peñafiel Dillon, P. F. (2018). Estudio para la implementación de nubes híbridas en establecimientos educativos. Caso de estudio: LTIC de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/14628>
- Proxmox. (2021). Proxmox - Potentes soluciones de servidor de código abierto. Retrieved September 15, 2021, from <https://www.proxmox.com/en/>
- Red Hat. (2021). What is IT infrastructure? Retrieved September 11, 2021, from <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-it-infrastructure>
- Rodríguez, N., Murazzo, M., Chavez, S., & Guevara, M. (2015). Arquitectura de Cloud Computing Híbrida basada en tecnología Open Source. www.gartner.com
- Talaat, M., Abdulaziz, S., Alsayyari, Alblawi, A., & Hatata, A. Y. (2020). Hybrid-cloud-based data processing form power system monitoring in smart. Sustainable Cities and Society.
- Telconet. (2021). Telconet Latam. Retrieved September 10, 2021, from <https://www.telconet.net/>
- Trejo, M. G. (2021). GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE TI. <http://www.ties.unam.mx/>

- Vecchio, J., Paternina, F. J., & Henríquez, C. (2015). Cloud computing a model for the development of enterprises. 13(2), 81–87. <https://doi.org/10.15665/rp.v13i2.490>
- Vera-Rivera, F. H., Pérez-Gutiérrez, B. R., & Urbina, V. M. (2016). Modelo de Nube Híbrida (Hybrid Cloud) de Infraestructura como Servicio para Mejorar el Rendimiento de la Plataforma Sandbox-UFPS Cloud Computing Hybrid IaaS View project Intelligent model of specification of the granularity of microservices-based applicat. <https://www.researchgate.net/publication/325261218>
- Viteri Barrera, M. S., & Morales León, Ó. S. (2021). Implementación de balanceo de carga que forma parte de un clúster en un Data Center Virtualizado usando tecnología VMware [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec>
- Western Digital. (n.d.). My Cloud Expert Series EX4100. Retrieved September 15, 2021, from <https://shop.westerndigital.com/es-la/products/network-attached-storage/wd-my-cloud-expert-series-ex4100#WDBWZE0080KBK-NESN>
- Zanetti, G. I. (2014). Implementación de plataforma virtual Open Source para la administración de servidores. https://rdu.iaa.edu.ar/bitstream/123456789/879/1/Proyecto_final_Zanetti.pdf