

Tipo de artículo: Artículo original

# Herramientas de software libre como solución de infraestructura de red para PYMES cubanas

## *Free software tools as a network infrastructure solution for Cuban SMEs*

Rudibel Perdigón Llanes <sup>1\*</sup> , <https://orcid.org/0000-0001-7288-6224>

<sup>1</sup> COPEXTEL S.A División Pinar del Río. Cuba. Correo: [rperdigon90@gmail.com](mailto:rperdigon90@gmail.com)

\* Autor para correspondencia: [rperdigon90@gmail.com](mailto:rperdigon90@gmail.com)

### Resumen

El empleo de las tecnologías digitales en los procesos de gestión empresarial permite elevar las ganancias económicas de estas organizaciones, fundamentalmente en las pequeñas y medianas empresas. Sin embargo, las tecnologías digitales son costosas, elemento que limita su adquisición en estas instituciones. El objetivo de esta investigación es implementar una infraestructura de red mediante herramientas de software libre para soportar los servicios telemáticos requeridos por una pequeña empresa cubana. Para validar la propuesta de solución se realizaron pruebas de rendimientos mediante las herramientas iPerf3 y htop. La solución propuesta está sustentada en el uso de un entorno de virtualización para soportar las diferentes aplicaciones de red requeridas por la organización. Los resultados obtenidos evidenciaron que la solución mantiene un consumo eficiente de los recursos de hardware demostrando la viabilidad de su aplicación en organizaciones con limitados recursos tecnológicos.

**Palabras clave:** red computacional; software libre; telemática; virtualización.

### Abstract

*The use of digital technologies in business management processes allows to increase the economic gains of these organizations, mainly in small and medium-sized companies. However, digital technologies are expensive, an element that limits their acquisition in these institutions. The objective of this research is to implement a network infrastructure using free software tools to support the telematic services required by a small Cuban company. To validate the proposed solution, performance tests were carried out using iPerf3 and htop tools. The proposed solution is based on the use of a virtualization environment to support the different network applications required by the organization. The results obtained showed that the solution maintains an efficient consumption of hardware resources, demonstrating the viability of its application in organizations with limited technological resources.*

**Keywords:** computer network; free software; telematics; virtualization.

**Recibido:** 22/06/2022

**Aceptado:** 28/08/2022

**En línea:** 01/09/2022

## Introducción

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) representan un activo fundamental para las empresas porque contribuyen a incrementar su participación en la economía digital actual. El empleo de estas herramientas en



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

los procesos de gestión empresarial facilita su interacción con trabajadores, clientes y proveedores, mejora la gestión de sus recursos, cadenas de suministro y los procesos de toma de decisiones, lo que permite elevar las ganancias económicas de estas organizaciones (Perdigón & Pérez, 2020).

Son disímiles las operaciones empresariales que se apoyan en aplicaciones informáticas y software soportado por infraestructuras de red y nodos de servidores (Quevedo, Santoyo & Ochoa, 2018; Almaguer-Pérez & Hernández-Yeja, 2021). Los autores Oliva, Carvajal & Cataldo (2018) identificaron que el rendimiento de las empresas, principalmente de las pequeñas y medianas empresas (PYMES), está relacionado en gran medida con sus niveles de utilización de las tecnologías digitales. Sin embargo, estas tecnologías poseen un elevado costo en el mercado internacional, situación que dificulta su adquisición en organizaciones con escasos recursos económicos como las PYMES.

Las PYMES constituyen un agente esencial para el crecimiento económico de las naciones porque contribuyen a disminuir la pobreza y representan una fuente significativa de empleos (Busaidi, Bhuiyan & Zulkifli, 2019). No obstante, estas organizaciones poseen características organizativas, económicas y tecnológicas que las sitúan en una posición desventajosa respecto a las grandes corporaciones. El uso de las tecnologías digitales en pequeñas y medianas empresas de países en desarrollo es incipiente, situación que obstaculiza el crecimiento potencial de estas organizaciones (Busaidi, Bhuiyan & Zulkifli, 2019; Vasquez, 2021).

Aunque Cuba ha experimentado un notable crecimiento en el uso de las TIC e internet durante los últimos años, aún no se logra en el sector empresarial cubano la apropiación y explotación eficiente de las potencialidades y beneficios que brindan estas tecnologías para los negocios (Blanco, 2017). Las PYMES cubanas son actores económicos de reciente creación con una marcada connotación en el desarrollo de la economía nacional. Según datos del Ministerio de Economía y Planificación, al cierre de 2021 la nación caribeña contaba con 1286 PYMES, dedicadas fundamentalmente a la prestación de servicios (39.7%) y la producción manufacturera (28.4%) (Figueredo & Carmona, 2022). Estas organizaciones no están exentas de las carencias y limitaciones económicas que dificultan la adquisición de tecnologías de avanzada en la mayor de las Antillas. Por tal motivo, es importante adoptar alternativas tecnológicas confiables y eficientes, con ahorro de costos y que permitan apoyar la gestión empresarial de las PYMES cubanas en aras de elevar su productividad.

Los autores Logroño (2017) y Perdigón & Ramírez (2020) identificaron que la virtualización, la computación en la nube y las herramientas basadas en software libre constituyen soluciones factibles para la implementación de sistemas digitales en las PYMES. En la literatura se identificaron diversas investigaciones orientadas al uso de herramientas de software libre en empresas cubanas para apoyar sus procesos de gestión empresarial (Hernández & Chamizo, 2018;



Quevedo, Santoyo & Ochoa, 2018; Ruiz, Torralba & García, 2019; Perdigón & Ramírez, 2020; Perdigón & Madrigal, 2022). Sin embargo, los autores consultados limitan sus propuestas al despliegue de determinado servicio telemático o recurso digital sin contemplar la integración de las diferentes funcionalidades que requiere una infraestructura de red corporativa.

HERY es una pequeña empresa ubicada en la provincia de Pinar del Río, Cuba, dedicada a la fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento con participación en el mercado nacional e internacional y que actualmente se encuentra inmersa en el proceso de informatización y automatización de sus procesos. En esta entidad se implementa una infraestructura de red computacional donde se brindarán diferentes servicios telemáticos. No obstante, HERY carece de equipos de cómputo de altas prestaciones y de opciones viables para su adquisición en el mercado. Para desempeñar la función de servidor la entidad dispone de un equipo de propósito general con las siguientes características: CPU: core-i3 4160, RAM: 16Gb DDR3, HDD: 2Tb y 2 NIC TP-LINK TG-3269 a 1000 Mbit/s. Esta situación impulsa a la empresa HERY a investigar soluciones capaces de soportar los servicios telemáticos que requiere en correspondencia con sus limitados recursos computacionales.

El objetivo de esta investigación consiste en implementar una infraestructura de red mediante herramientas de software libre capaz de soportar los servicios telemáticos requeridos por la empresa HERY, en correspondencia con sus limitados recursos computacionales. Se seleccionaron herramientas basadas en software libre como alternativa a las restricciones económicas internacionales que dificultan la adquisición de tecnologías en Cuba. Además, estas herramientas posibilitan la reutilización de equipamiento obsoleto y el despliegue de redes digitales con un uso óptimo de los recursos de hardware (Perdigón & Ramírez, 2020; Sánchez, Barón, & García, 2021).

## **Materiales y métodos**

En esta investigación se realizó un estudio de caso, donde se utilizaron como métodos científicos el analítico-sintético para la revisión de la literatura relacionada con el objeto de estudio y el método experimental para la implementación de la solución propuesta en el ambiente real de una PYME cubana. Para la búsqueda de información se utilizó Google Scholar que es un motor de búsqueda gratuito que abarca gran cantidad de artículos científicos.

Según Perdigón & Ramírez (2020) las pruebas de rendimiento facilitan la toma de decisiones para la selección de sistemas digitales basados en un conjunto de parámetros. Para verificar el rendimiento de la solución propuesta se evaluaron elementos como su consumo de recursos de hardware, el ancho de banda y el *jitter* de la red mediante el uso de las herramientas htop e iPerf3 respectivamente. El ancho de banda, expresado en Mbit/s, puede definirse como una medida de transferencia de datos por unidad de tiempo entre un emisor y un receptor (Putra, Vita & Saputra,



2018). Por su parte, el *jitter* se define como la variación de tiempo en milisegundos (ms), de los paquetes de red que viajan entre el emisor y el receptor (Buñay, Pastor, Paguay & Moreno, 2019).

## Resultados y discusión

Para diseñar una red de computadoras es necesario identificar y caracterizar las aplicaciones que serán soportadas con la finalidad de garantizar que la infraestructura de red subyacente tribute a los requerimientos de estas aplicaciones (Clavijo et al., 2018). Aspectos como los requerimientos de hardware, indicadores de desempeño y la carga de trabajo de las aplicaciones de red, son fundamentales para el dimensionamiento de los recursos computacionales que les darán soporte (Clavijo et al., 2018).

La infraestructura de red computacional de la empresa HERY debe soportar diferentes servicios telemáticos como son correo electrónico, mensajería instantánea, navegación a internet y sistema de gestión de recursos empresariales (ERP, por sus siglas en inglés). HERY posee una red de solo 8 ordenadores y un enlace a internet de 2 Mbit/s, además, la organización requiere de herramientas que contribuyan también a garantizar la ciberseguridad de sus activos digitales en correspondencia lo establecido en las normas jurídicas cubanas.

La solución propuesta en esta investigación consiste en el uso de diferentes herramientas de software libre para la implementación de los servicios telemáticos requeridos por la empresa HERY. La propuesta se basa en el uso de un entorno de virtualización como soporte fundamental para la infraestructura de red de la organización. La figura 1 ilustra la propuesta de solución.



Figura 1. Propuesta de solución



La virtualización de las aplicaciones de red permite ahorrar costos, disminuir el consumo de energía en centros de datos, incrementar la estabilidad en los servicios y su recuperación ante interrupciones (Huh, 2018; Bermejo, Juiz, & Guerrero, 2019; Erulanova et al., 2020). Se seleccionó Proxmox como hipervisor porque según los resultados obtenidos por Perdigón & Ramírez (2020) constituye una opción eficiente para la virtualización de servidores con ahorro y uso óptimo de los recursos de hardware. La tabla 1 muestra las herramientas que conforman la solución propuesta, los servicios telemáticos que soportan, los sistemas operativos base (SO) donde operan, los recursos computacionales mínimos requeridos para su funcionamiento y los recursos de hardware virtual asignados en el hipervisor.

**Tabla 1.** Herramientas que componen la solución propuesta

Herramienta / servicio telemático	SO	Disponibilidad en repositorios nacionales	Requerimientos de hardware			Hardware virtual asignado		
			CPU	RAM	HDD	CPU	RAM	HDD
Pfsense 2.6 / enrutador, cortafuego, proxy, IDS	FreeBSD	Sí	amd64 (x86-64)	1 Gb	80 Gb	amd64 2 núcleos	2 Gb	80 Gb
iRedMail 1.5.2 / correo electrónico	Ubuntu 20.04	Sí	x64	4 Gb	16 Gb	amd64 2 núcleos	4 Gb	80Gb
Samba 4.16 + bind 9.18.1 / servidor de dominio y directorio activo	Ubuntu 20.04	Sí	x64	2 Gb	25 Gb	amd64 2 núcleos	2 Gb	80Gb
Nextcloud 23.0.3/ nube privada, mensajería instantánea	Ubuntu 20.04	Sí	x64	2 Gb	25 Gb	amd64 2 núcleos	2Gb	700 Gb

Los requerimientos de hardware para el funcionamiento de cada herramienta fueron extraídos de los sitios oficiales de sus fabricantes, se consideraron de forma conjunta los requerimientos de la herramienta y del sistema operativo donde fue desplegada, en este caso Ubuntu Server 20.04. El consumo de recursos de hardware y la disponibilidad de las



herramientas recogidas en la tabla 1 en los repositorios nacionales, fueron criterios considerados para su selección e integración en la propuesta de solución.

Los servicios de correo electrónico, servidor de dominio, directorio activo, nube privada y mensajería instantánea fueron desplegados utilizando contenedores Linux virtuales (LXC, por sus siglas en inglés) con SO Ubuntu 20.04, porque según los resultados obtenidos por Lee, Kim & Yoo (2018) y Ferreira, Andrade, Callou & Nogueira (2020) los contenedores virtuales constituyen una alternativa ligera y flexible para la virtualización de aplicaciones. Además, los contenedores virtuales poseen menor consumo de recursos de hardware y de energía eléctrica respecto a las máquinas virtuales, elevando la agilidad y la consistencia en los procesos de migración y replicación de aplicaciones de red (Ferreira et al., 2020). A continuación, se describen las diferentes herramientas que componen la solución:

- Proxmox: Es un entorno de virtualización de código abierto basado en la distribución Debian que permite el despliegue de contenedores y máquinas virtuales sin límite en uso de procesadores y sockets, puentes de red o integración de NAS o SAN, ya sea a través de canales de fibra, iSCSI sobre Ethernet o NFS (Lescay et al., 2019). Esta plataforma permite su administración mediante un navegador web, posibilita la virtualización de la mayoría de los sistemas operativos existentes en ambas arquitecturas (x86 y x64), emplea contenedores LXC, permite la realización de operaciones de respaldo y restauración de equipos virtuales de forma sencilla, entre otras funciones útiles en el ámbito de la administración de redes.
- PfSense: Es una solución basada en FreeBSD desarrollada por la compañía Netgate que realiza las funciones de cortafuego y enrutador. Esta herramienta contiene un conjunto de funcionalidades como filtrado URL, antivirus, proxy, sistemas de detección de intrusiones (IDS) y redes privadas virtuales que permiten elevar la seguridad en redes de datos con un consumo eficiente de recursos de hardware (Perdigón, 2022).
- Samba 4: Es un paquete para sistemas operativos basados en LINUX capaz de implementar de forma efectiva las diferentes funcionalidades y servicios de Directorio Activo en un controlador de dominio (Vazquez, 2019).
- Bind 9: Paquete destinado a sistemas operativos basados en LINUX que realiza la función de Servidor de Nombres de Dominio (DNS, por sus siglas en inglés) facilitando la resolución de la dirección IP de los sitios web en Internet a partir de su nombre de dominio correspondiente (Shaikh, Pardeshi & Dalvi, 2020).
- iRedMail: Constituye una de las plataformas de correo electrónico de código abierto más utilizadas en la actualidad con un conjunto de funcionalidades de seguridad y características muy útiles en ambientes empresariales (Albeirus, 2018). Esta solución posee una serie de herramientas orientadas a garantizar la



autenticación, el análisis antivirus, *antispam* y el filtrado de contenidos de los mensajes, lo cual permite gestionar adecuadamente la seguridad de un servicio de correo electrónico (Almaguer-Pérez & Hernández-Yeja, 2021)

- Nextcloud: Es una solución basada en software libre con diversas funcionalidades orientadas al despliegue de nubes privadas con altos estándares de seguridad en entornos empresariales (Quevedo, Santoyo & Ochoa, 2018). Entre las características más destacadas de esta herramienta se encuentran: soporte de ficheros de gran tamaño, la extensión de sus funcionalidades mediante diferentes aplicaciones, el uso de buscadores de texto, la presencia de un historial de versiones, el envío de notificaciones en tiempo real, la disponibilidad de una aplicación cliente y el uso de métodos de cifrado para asegurar la comunicación con el servidor (Albeirus, 2018).

Para el sistema ERP se destinaron los siguientes recursos virtuales RAM: 4 Gb y HDD: 80Gb. Se reservaron 2 Gb de memoria RAM físicos para el funcionamiento del hipervisor con el objetivo de evitar la sobreexplotación de este recurso por parte de los ordenadores virtuales.

## Rendimiento de la solución

Se empleó la herramienta iPerf3 para comprobar el ancho de banda de cada dispositivo virtual simulando conexiones simultáneas de los 8 ordenadores que componen la red de la organización. La tabla 2 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 2. Rendimiento de red de la solución

Dispositivo Virtual	Ancho de banda (Mbits/s)	
	Velocidad de envío	Velocidad de recepción
MV1 (pfSense)	205	205
LXC1(Samba4+Bind9)	190	190
LXC2(iRedMail)	200	200
LXC3(NextCloud)	196	196
MV2(ERP)	185	185



Los resultados anteriores demuestran similares indicadores de ancho de banda en los diferentes dispositivos virtuales. Esto se debe a que el hipervisor Proxmox distribuye equitativamente el ancho de banda disponible en el adaptador de red físico para los equipos virtuales conectados al puente de red virtual.

La evaluación del consumo de recursos de hardware de la solución se realizó conjuntamente con las pruebas de rendimiento de red, con la finalidad de monitorear el comportamiento de la solución ante situaciones de estrés, ambas pruebas se ejecutaron durante un período de 45 minutos. Las figuras 2 y 3 muestran respectivamente el consumo de CPU y de memoria RAM de la solución.

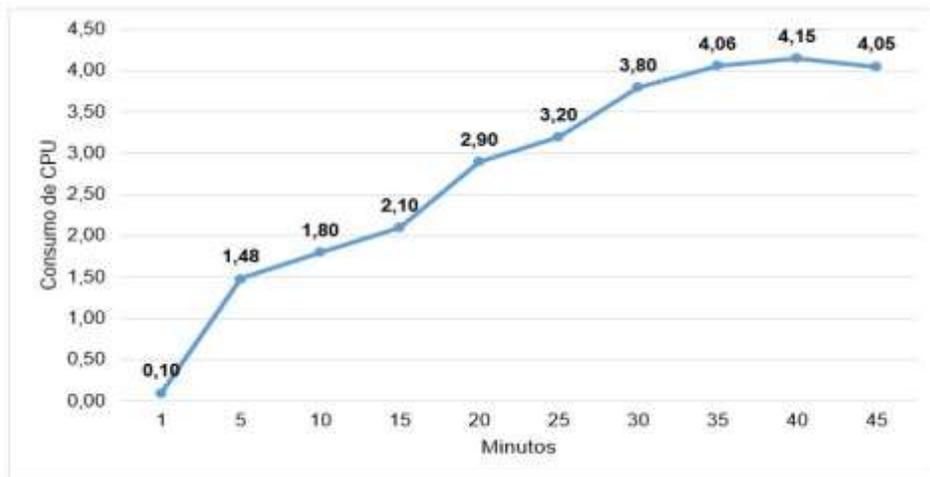


Figura 2. Consumo de CPU

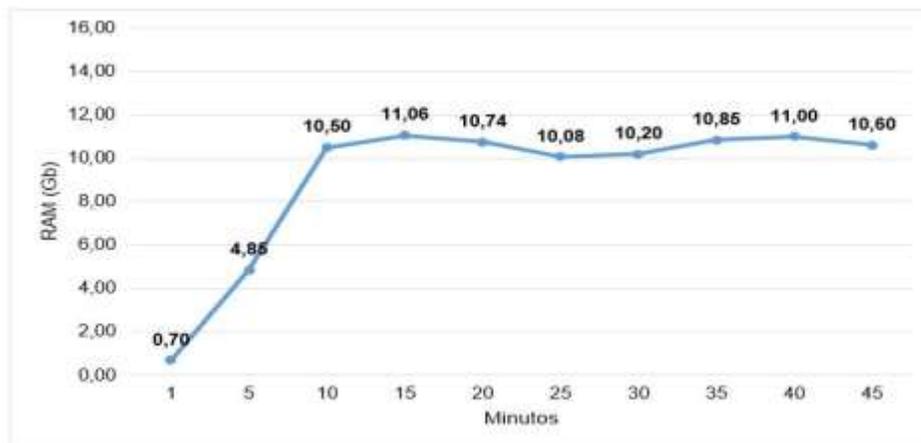


Figura 3. Consumo de memoria RAM



Aunque los resultados obtenidos evidenciaron una ligera sobrexplotación del CPU debido a que el ordenador anfitrión es un equipo obsoleto de propósito general que no fue diseñado para desempeñar roles de servidor, se identificó que es capaz de soportar las aplicaciones de red requeridas. Se evidenció que la solución mantiene un consumo eficiente de memoria RAM, lo cual permite incrementar la asignación de este recurso a los diferentes dispositivos virtuales para elevar sus rendimientos.

## Conclusiones

En esta investigación se desplegó una solución basada en herramientas de software libre como infraestructura de red para soportar los diferentes servicios telemáticos requeridos por una PYME cubana, en correspondencia con sus limitados recursos computacionales. La solución propuesta está sustentada en el uso de un entorno de virtualización como soporte fundamental para las diferentes aplicaciones de red de la organización. Las pruebas de rendimientos realizadas evidenciaron que la solución mantiene un consumo eficiente de recursos de hardware demostrando la viabilidad de su aplicación en organizaciones con limitados recursos tecnológicos.

## Conflictos de intereses

El autor declara que no existen conflictos de interés.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Rudibel Perdigón Llanes.
2. Curación de datos: Rudibel Perdigón Llanes
3. Análisis formal: Rudibel Perdigón Llanes
4. Adquisición de fondos: No procede
5. Investigación: Rudibel Perdigón Llanes
6. Metodología: Rudibel Perdigón Llanes
7. Administración del proyecto: Rudibel Perdigón Llanes
8. Recursos: No procede
9. Software: Rudibel Perdigón Llanes
10. Supervisión: Rudibel Perdigón Llanes
11. Validación: Rudibel Perdigón Llanes



12. Visualización: Rudibel Perdigón Llanes
13. Redacción – borrador original: Rudibel Perdigón Llanes
14. Redacción – revisión y edición: Rudibel Perdigón Llanes

## Financiamiento

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de organismos de financiación de los sectores público, comercial o sin fines de lucro.

## Referencias

- ALBEIRUS, D. Solución de software como servicio para el Centro de investigación del petróleo. *Revista Telemática*, 2018, 17(1): p. 28-41.
- ALMAGUER-PÉREZ, D., & HERNÁNDEZ-YEJA, A. Buenas prácticas para el despliegue seguro del servicio de correo electrónico. *Revista Científica*, 2021, 41(2): p. 199-212. DOI: <https://doi.org/10.14483/23448350.15838>
- BERMEJO, B., JUIZ, C., & GUERRERO, C. Virtualization and consolidation: a systematic review of the past 10 years of research on energy and performance. *The Journal of Supercomputing*, 2019, 75: p. 808-836. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11227-018-2613-1>
- BLANCO, L. J. Informatización y dirección de empresas en Cuba: evolución y desafíos. *Cofin Habana*, 2017, 11(1): p. 1-13. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2073-60612017000100014&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2073-60612017000100014&script=sci_arttext&tlng=pt)
- BUÑAY, P., PASTOR, D., PAGUAY, P., & MORENO, S. Análisis de la Arquitectura DIFFSERV sobre redes MPLS para la provisión de QoS en aplicaciones en tiempo real (VoIP). *NOVASINERGIA*, 2019, 2(1): p. 33-40. DOI: <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.03.04>
- BUSAIDI, N. S. A., BHUIYAN, A. B., & ZULKIFLI, N. The Critical Review on the Adoption of ICTs in the Small and Medium Enterprises (SMEs) in the Developing Countries. *International Journal of Small and Medium Enterprises*, 2019, 2(2): p. 33-40. DOI: <https://doi.org/10.46281/ijsmes.v2i2.437>
- CLAVIJO, D.; MORENO, D. R.; GARCÍA, L. R.; VEGA, S. J.; HERRERO, J. M.; GARÓFALO, A. A. (2018). Metodología para el dimensionamiento de los recursos de cómputo para pyme sobre nube privada. En: VIII Simposio de Telecomunicaciones, Informática 2018, La Habana, Cuba, 2018.



- ERULANOVA, A., YESSENBEKOVA, G., ZHANYSBAYEVA, K., TLEBALDINOVA, A., ZHANTASSOVA, Z., & ZHOMARTKYZY, G. Hardware and Software Support of Technological Processes Virtualization. In 7th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE), 2020, p. 333-337. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICEEE49618.2020.9102506>
- FERREIRA, C., ANDRADE, E., CALLOU, G., & NOGUEIRA, B. Evaluation of Performance, Energy Consumption and Cost for Environments Based on Containers and Virtual Machines. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, 2020, 13(1): p. 11-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.5335/rbca.v13i1.10827>
- FIGUEREDO, O., & CARMONA, E. Cuba en Datos: ¿Dónde están y a qué se dedican las nuevas mipymes y cooperativas aprobadas? [En línea] *Cubadebate*, 2022. Disponible en: <http://www.cubadebate.cu/especiales/2022/01/07/cuba-en-datos-donde-estan-y-a-que-se-dedican-las-nuevas-mipymes-y-cooperativas-aprobadas-pdf/>
- HERNÁNDEZ, A., & CHAMIZO, J. Solución de ciber-seguridad perimetral para redes de datos empresariales. *Revista Telemática*, 2018, 17(2): p. 1-12.
- HUH, J. H. Server Operation and Virtualization to Save Energy and Cost in Future Sustainable Computing. *Sustainability*, 2018, 10(6): p. 1919. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10061919>
- LEE, K., KIM, Y., & YOO, C. The Impact of Container Virtualization on Network Performance of IoT Devices. *Mobile Information Systems*, 2018, p. 9570506. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/9570506>
- LESCAY, M.; MONTOYA, L. A.; ESTRADA, L.; TORRE DE LA VEGA, G. & BARRERA, L. G. Estrategia de superación para la utilización de proxmox y pfSense en las instituciones de salud. *Revista Cubana de Informática Médica*, 2019, 11(2): p. 100-114. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18592019000200100&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592019000200100&lng=es&tlng=es).
- LOGROÑO, E. Análisis de los servicios Cloud Computing para una gestión empresarial eficaz. Tesis de Maestría en Redes de Comunicación, Pontificia Universidad Católica de Ecuador, 2017.
- OLIVA, R., CARVAJAL, K., & CATALDO, A. Impacto de TI en las pequeñas y medianas empresas ¿es su efecto moderado por la intensidad de uso de TI de la industria? *Journal of Technology Management & Innovation*, 2018, 13(2): p. 82-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242018000200082>
- PERDIGÓN, R., & PÉREZ, M. T. Análisis holístico del impacto social de los negocios electrónicos en América Latina, de 2014 a 2019. Paakat: *Revista de Tecnología y Sociedad*, 2020, 10(18). DOI: <http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a10n18.459>



- PERDIGÓN, R., & RAMÍREZ, R. Plataformas de software libre para la virtualización de servidores en pequeñas y medianas empresas cubanas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2020, 14(1): p. 40-57. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2227-18992020000100040&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992020000100040&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- PERDIGÓN, R. Evaluación del rendimiento de cortafuegos basados en software libre. *Novasinergia*, 2022, 5(1): p. 31-42. DOI: <https://doi.org/10.37135/ns.01.09.03>
- PERDIGÓN, R., & MADRIGAL, I. R. Solución basada en herramientas de software libre para la implementación del teletrabajo online en empresas cubanas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2022, 16(1): p. 92-112. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2227-18992022000100092&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992022000100092&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- PUTRA, C. A., VITA, Y., & SAPUTRA, W. S. J. Point to Point Protocol Tunneling VPN Simulation and Analysis on Sniffing. En *International Conference on Science and Technology (ICST 2018)*, 2018, p. 1094-1097. DOI: <https://doi.org/10.2991/icst-18.2018.220>
- QUEVEDO, M.L, SANTOYO, J.S, & OCHOA, N.E. Software libre para implementar soluciones de almacenamiento privado en la nube. *INGE CUC*, 2018, 14(2): p. 71-80. DOI: <http://doi.org/10.17981/ingecuc.14.2.2018.07>
- RUIZ, A., TORRALBA, J. M, & GARCÍA, L. R. Propuesta de procedimiento para seleccionar plataformas de gestión de nube para PYME. *Revista Telemática*, 2019, 18(3): p. 21-31.
- SHAIKH, A.; PARDESHI, B., & DALVI, F. Overcoming Threats and Vulnerabilities in DNS. *Proceedings of the 3rd International Conference on Advances in Science & Technology (ICAST) 2020*. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3568728>
- SÁNCHEZ, S. K., BARÓN, E., & GARCÍA, C. W. Reutilización de equipos de cómputo con Linux Terminal Server Project. *Revista Científica De Sistemas E Informática*, 2021, 1(1): p. 4-15. DOI: <https://doi.org/10.51252/rcsi.v1i1.117>
- VAZQUEZ, A. Samba 4 as an AD Compatible Domain Controller. In: *Practical LPIC-3 300*. Apress, Berkeley, CA, 2019. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4473-9\\_17](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4473-9_17)
- VASQUEZ, E. F. Factores críticos para la adopción de las TIC en micro y pequeñas empresas industriales. *Industrial Data*, 2021, 24(2): p. 273-292. DOI: <https://doi.org/10.15381/idata.v24i2.20736>

