



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA de COMPUTACIÓN

**“MAPEO SISTEMÁTICO SOBRE REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE CON
VIRTUALIZACIÓN DE LAS FUNCIONES DE RED”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Ciencias de la Computación

AUTORES: MENÉNDEZ REGALADO EYNER ANTONIO
VERA RENDÓN EDUARDO JOSÉ

TUTOR: MORA SALTOS NELSON SALOMON, MSIG

Guayaquil – Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Menéndez Regalado Eyner Antonio con documento de identificación N° 1313204487 y Vera Rendón Eduardo José con documento de identificación N° 0924980360; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 15 de Agosto del año 2023

Atentamente,



Menéndez Regalado Eyner Antonio
1313204487



Vera Rendón Eduardo José
0924980360

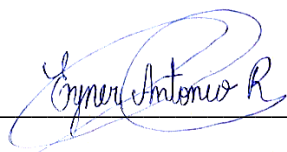
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Menéndez Regalado Eyner Antonio con documento de identificación N° 1313204487 y Vera Rendón Eduardo José con documento de identificación N° 0924980360, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo Académico: “MAPEO SISTEMÁTICO SOBRE REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE CON VIRTUALIZACIÓN DE LAS FUNCIONES DE RED”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Computación, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de agosto del año 2023

Atentamente,



Menéndez Regalado Eyner Antonio

1313204487



Vera Rendón Eduardo José

0924980360

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Mora Saltos Nelson Salomón con documento de identificación N° 0909257800, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: MAPEO SISTEMÁTICO SOBRE REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE CON VIRTUALIZACIÓN DE LAS FUNCIONES DE RED, realizado por Menéndez Regalado Eyner Antonio con documento de identificación N° 313204487 y por Vera Rendón Eduardo José con documento de identificación N° 0924980360, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de agosto del año 2023

Atentamente,



Nelson Salomón Mora Saltos, Msig

0909257800

DEDICATORIA

En primera instancia dedico este trabajo de investigación a Dios por ser guía en todos los momentos de mi vida sin él no hubiera tenido la fortaleza y sabiduría para llegar hasta donde estoy, por darme una familia maravillosa, personas de gran virtud quienes se han esforzado por apoyarme y que a su vez creyeron en mi dándome ejemplo de superación y humildad, no dejando de lado a mi asesor, por permitir que se haga posible la realización de esta investigación

Menéndez Regalado Eyster Antonio

Todo mi esfuerzo, dedicación y empeño plasmado en la presente artículo lo dedico a Dios, quien me dio fuerza y fortaleza durante este proceso de aprendizaje en los momentos difíciles. Agradezco a mis padres, por ser mi apoyo absoluto en cada etapa de mi vida, siendo mis guías y apoyo moral y efectivo.

Vera Rendón Eduardo José

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios por darme sabiduría e inteligencia, por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi familia, principalmente a mis padres por ser guía y apoyo incondicional, por sus sabios consejos que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible. Agradezco a todos los docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional, como no agradecer a todos quienes contribuyeron con un granito de arena para culminar con éxito mi meta propuesta.

Menéndez Regalado Eyner Antonio

Agradezco a Dios por darme firmeza y sabiduría a lo largo de mi carrera profesional. Es para mí muy satisfactorio cumplir una etapa de mi vida donde luché, lloré y tuve la fuerza necesaria para no rendirme, gracias a toda mi familia que siempre estuvieron apoyándome, dándome ese granito de arena para seguir avanzando con mis objetivos planteados, hoy agradezco tanto a todas aquellas personas que formaron parte de este largo camino, cómo no agradecer también a los docentes que no dudaron en compartir sus conocimientos e ideas. Mencionar también a mis padres pilar fundamental para lo cual hoy en día puede decir gracias y reflejarlo. Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles, no me cabe más en mi en mi cabeza y en mi corazón que ser muy agradecida con todas aquellas personas.

Vera Rendón Eduardo José

RESUMEN

En la actualidad las “tecnologías de la información y la comunicación” (TIC) plantean nuevos desafíos para el futuro de la red. El tráfico de datos que circula en la red está aumentando exponencialmente. Los requisitos de ancho de banda, los tipos de tráfico están cambiando constantemente y la demanda de expansión acelerada de nuevos servicios se ha transformado en un reto, para redes tradicionales. El mecanismo para realizar manualmente la configuración del dispositivo de forma estática se enfoca en las “redes definidas por software” se considera una de las tecnologías más destacadas en la actualidad, atrayendo el interés de una amplia gama de empresas a lo largo de los años. El objetivo de este artículo fue analizar las “redes definidas por software” con virtualización de las funciones de red mediante una revisión de literatura. La metodología utilizada fue un “mapeo sistemático de la literatura” de 28 artículos, a fin de certificar una amplia gama de información relevante mediante la ejecución de búsqueda exhaustiva de fuentes bibliográficas en bases de datos pertinentes para identificar todos los estudios significativos que respondan a las preguntas formuladas en esta investigación, también se utilizó el método analítico-descriptivo para poder entender las variables en estudio desde su generalización hasta lo más particular. Para el cumplimiento del presente trabajo se parte de un análisis bibliográfico de las “redes definidas por software” y virtualización de las funciones de red, así como también de los protocolos de comunicación. Esto permitió el fundamento para comparar los componentes que soportan SDN. El resultado del presente trabajo es de gran valor para la comunidad estudiantil e investigadores que estén inmersos en el área de redes de telecomunicación, puesto que representan una línea base para la selección de un protocolo y arquitectura adecuada en una red SDN.

Palabras claves: Tecnología de la información y comunicación, Redes Definidas por Software, Virtualización, Funciones de red, protocolos de comunicación.

ABSTRACT

At present, "information and communication technologies" (ICT) pose new challenges for the future of the network. The data traffic that circulates in the network is increasing exponentially. Bandwidth requirements, types of traffic are constantly changing and the demand for accelerated expansion of new services has become a challenge for traditional networks. The mechanism to manually perform device configuration statically focuses on "software-defined networking" is considered one of the most prominent technologies today, attracting interest from a wide range of companies over the years. The aim of this article was to analyze "software-defined networks" with network functions virtualization through a literature review. The methodology used was a "systematic literature mapping" of 28 articles, in order to certify a wide range of relevant information by carrying out an exhaustive search of bibliographic sources in relevant databases to identify all the significant studies that answer the questions formulated in this investigation, the analytical-descriptive method was also used to understand the variables under study from their Generalization to the most particular To carry out this work, we start from a bibliographical analysis of "software-defined networks" and virtualization of network functions, as well as communication protocols. This allowed the foundation to compare the components that support SDN. The result of this work is of great value for the student community and researchers who are immersed in the area of telecommunication networks, since they represent a baseline for the selection of an appropriate protocol and architecture in an SDN network.

Keywords: Information and communication technology, Software Defined Networks, virtualization, network functions communication protocols.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1 Redes definidas por software	13
2.2 Redes tradicionales	13
2.3 Características	13
2.4 Funcionamiento de redes SDN	14
2.5 Arquitectura SDN	14
2.6 Protocolos, herramientas y controladores de SDN	16
2.6.1 OpenFlow	16
2.6.2 OVSDB.....	16
2.6.3 Controlador OpenDayLight.....	16
2.7 Virtualización de las funciones de red	17
2.8 Entorno de simulación	18
2.8.1 Mininet	18
3. METODOLOGÍA	19
4. RESULTADOS	21
4.1 Etapa 2: Realización	21
4.2 Etapa 3. Informe.....	22
5. DISCUSIÓN	26
6. CONCLUSIÓN	27
7. BIBLIOGRAFÍA	28

1. INTRODUCCIÓN

Los servicios de “internet” han provocado cambios masivos en el transcurso de los últimos años y, a medida que las nuevas herramientas intentan satisfacer las demandas de los clientes, por lo que la “arquitectura” de red tradicional debe crearse o refactorizarse porque no ha cambiado y no está lista para los nuevos cambios que se avecinan.

Las “redes definidas por software” (SDN) hoy en día se presenta como una innovación para la administración de la red de comunicación apoyadas en la codificación o denominadas también como redes programables. Su principal característica es el desenganche del “plano de control y datos”. Es así como una red SDN se representa como una guía que ayuda y facilita a los operadores de red poder averiguar, organizar y llevar un control centralizado de la operación por medio de la programación en el protocolo OpenFlow que es una interfaz abierta (Amaya, et al., 2022).

Romero et al (2019) refieren a una SDN como la “arquitectura emergente” que es solícita, adaptable, provechosa, flexible, muy adecuada para las herramientas o aplicaciones actuales de gran ancho de banda. Además, la virtualización del centro de datos en las “redes definidas por software” presentan beneficios como flexibilidad y el uso de recursos, permitiendo reducir costos generales y de infraestructura.

La “Virtualización de las funciones de Red” o conocidas también por sus siglas (NFV), es una tecnología de redes de comunicación en desarrollo, que en el trascurso de los años ha ganado confianza y seguridad al poder brindar soluciones específicas a inconvenientes de las “redes tradicionales”, debido al aumento del tráfico de datos en la actualidad y de los requerimientos en la demanda de nuevos servicios que sean más eficientes y de mejor calidad, etc. (Blanchet, et al.,2021).

Sin embargo, actualmente el uso de las redes tradicionales es evidente en la mayoría de las empresas. A pesar de que son una “arquitectura estancada y cerrada” que en tiempo real no se vinculan a las solicitudes actuales. También estas tecnologías no permiten satisfacer las necesidades o nuevos requerimientos de los modelos de negocios y limitan la reestructuración de los equipos o diseño de la red. Así como también la ejecución y sostenimiento de este prototipo de red es cara y restringida (Mocha, 2021).

Cabe indicar, que uno de los problemas que se tienen es que las redes tradicionales no permiten, ni facilitan la aparición de nuevos protocolos, ni la implantación de nuevos servicios por la cual es necesario el cambio en las redes tradicionales con estas tecnologías. Por parte del hardware, esta rápida evolución hace que el ciclo de vida de los equipos físicos de red cada vez sea más corto, en ese punto de vista es un problema para muchas entidades, no tan solo en nivel tecnológico sino también a nivel económico, adicionalmente a esto en la actualidad se tiene una demanda tanto de envío como de resección de datos en las redes.

Según estos requisitos, se requieren mejoras en la infraestructura de las redes y nuevos cambios para ahorrar costos, mejorar la eficiencia y aumentar las ganancias. Esto nos impulsa a buscar nuevas tecnologías para reemplazar las redes tradicionales. Aquí es en donde una arquitectura SDN, ayuda a cumplir con los requisitos y traer mejores beneficios (Maya, 2021).

Una arquitectura de red es creada por una “red definida por software” en la que su particularidad esencial es separar físicamente la capa de control y datos. Lo que permite tener una mejor administración de los componentes de red, adaptando la funcionalidad la red en su totalidad. OpenFlow es un protocolo de comunicación de “SDN” que consiente el desacople de la capa de datos para poder virtualizar los recursos de la red, mejorar el ancho de banda, establecer una topología general y una tabla de flujo y datos (Becci, et al, 2019).

Por otra parte, Cruz (2019) refiere que la “Virtualización de las Funciones de Red” ha sido desarrollada como una herramienta de futuro, al permitir el paso de los recursos de software y hardware para los servicios de comunicación en las redes de datos. Los organismos internacionales encargados de estandarizar las redes de Telecomunicaciones han consentido el establecimiento de normas, potencialidades, definiciones y arquitecturas que diferenciará a esta reciente e innovadora tecnología.

Una implementación de OpenFlow API, se ostenta en forma de una interfaz abierta que brinda varias formas de desagrupar la capa de control y de los datos para hacerlos escalables, de este sentido la virtualización ha desempeñado un rol importante en la evolución de SDN (Ccoyllo, 2020). Un reciente modelo de operación y gestión de redes de telecomunicaciones empezara a implementarse en las organizaciones. Denominado "redes definidas por software", el modelo representa un cambio importante de la manera en que se crea una red en la actualidad. Por ello, se necesitan trabajos de investigación que permitan reconocer esta situación y su impacto en la transmisión de diferentes tipos de tráfico (Sanabria et al., 2020).

Estas investigaciones indican que es pertinente realizar estudios asentados en las “redes definidas por software” y virtualización de las funciones de red con la finalidad de identificar dispositivos y requerimientos óptimos que son compatibles con las SDN, a fin de implementar acciones de mejora y garantizar calidad en el servicio de voz, video, datos, telefonía, etc. A continuación, se puntualizan algunas definiciones referentes a las variables inmersas en esta investigación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Redes definidas por software

La expresión Redes Definidas por software aparece del idioma inglés como “Software-Defined-Networking” dónde networking abarca las arquitecturas, procedimientos y tecnología que se hallan implicados en la transmisión de datos mediante ordenadores en la red (Suárez, 2021). DNS es una tecnología la cual permite a las aplicaciones utilicen interfaces de programación abierta conceder recursos en las diversas necesidades de red para los usuarios, procesos y técnicas. SDN crea un plano virtualizado capaz de aplicar decisiones de gestión inteligente en las funciones de red (Barakabitze, 2018). Es decir que funcionan generando redes virtuales que son independientes de las redes físicas. Además, son configurables, adaptables, de bajo costo y dinámicas.

De acuerdo con Mocha (2021) SDN es una nueva creación para administrar las redes de comunicación. La principal característica es la desintegración de la “capa de datos y de control”. Es importante mencionar que al referirse de SDN se está hablando del acercamiento y oferta técnica para el cometido de redes de datos que involucra la separación de la parte lógica e incluso en varios casos de la parte de hardware.

2.2. Redes tradicionales

Hoy en día, la preocupación concerniente al escenario de las “redes tradicionales” ha avanzado a todas las empresas, entre sus limitaciones esta una Arquitectura estática y compleja al carecer de la cabida para poder dirigir los diferentes parámetros de calidad de servicios, resulta en inconvenientes para atender los requerimientos de los usuarios, también cuando un dispositivo es agregado a la red, el administrador tiene que configurar manualmente varios de los componentes de la infraestructura (Santisteban, 2020). Además, del lento aprovisionamiento de nuevos clientes o bienes, complejidad de la red, retraso en el despliegue de nuevas prestaciones, costo de la operación y equipamiento de la red, etc.

2.3. Características

Programabilidad: Se pueden utilizar aplicaciones escritas en software de programación así como “Python o Java” para codificar la red. Centralización: La inteligencia reside en un vinculado de controladores que se informan unos a otros y tienen una enfoque total de la red. En las

arquitecturas tradicionales, los enrutadores tienen su propia inteligencia para enrutar la información. El resultado de la centralización es que los dispositivos de conmutación solo son responsables de conmutar paquetes y no de llenar sus tablas de conmutación. El controlador asume esta función. Agilidad: puede reaccionar rápidamente a los cambios de la red en comparación con las “arquitecturas tradicionales” utilizando los protocolos STP o RIP (Pérez et al., 2021).

2.4. Funcionamiento de redes SDN

Para establecer el funcionamiento de una “red definida por software” se empieza por separar la capa de control de la trama y la parte lógica ejecutada por el plano de datos que se efectúan en un punto de enlace de red tradicional. Cabe indicar que un controlador proporciona una visión centralizada, consintiendo a los representantes de la administración de la red mediante los “conmutadores” se tenga como resultado un manejo apropiado de la red. La API con dirección al sur es utilizada en la cesión de datos para los “conmutadores” de la capa de datos, en la que OpenFlow es una API con dirección al sur. La API con dirección al norte es empleada para establecer una correcta comunicación entre la lógica de la capa de aplicación y las herramientas (Jácome & Naranjo, 2022).

2.5. Arquitectura SDN

Una “red definida por software” admite ejecutar un monitorio central, mismo que facilita una intervención y rastreo de lo que ocurre dentro de la red, ya sea identificar SPAN (mensajes no esperados), etc. Una arquitectura SDN está fraccionada en 3 capas importantes que son: “capa de aplicación, control y datos” (Vega, et al., 2022).

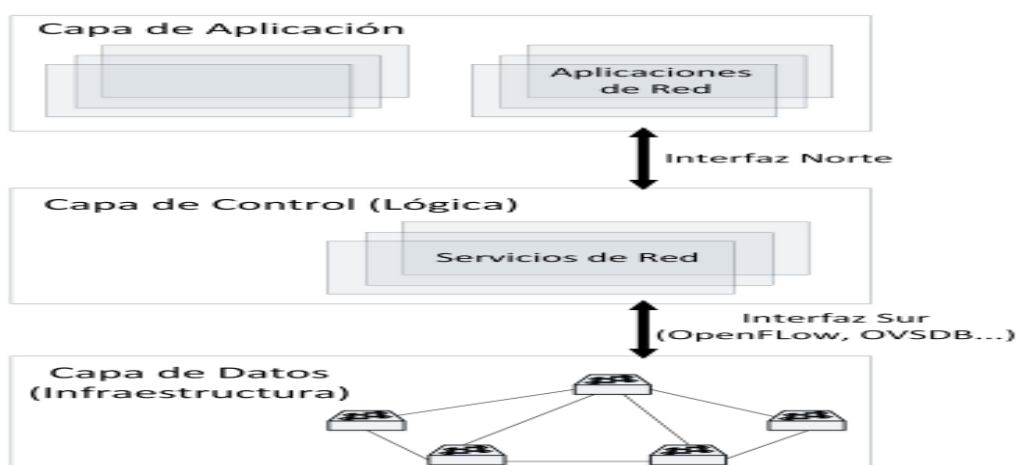


Figura 1: diagrama de capa básica de una red definida por software

Fuente: recuperado de (Suárez, 2021).

La tecnología SDN tiene como finalidad obtener una alta utilidad, elasticidad y escalabilidad en la implantación de servicio de las redes, por lo cual se fundamenta en la relación de 3 capas: la “capa de aplicación” determina el proceder esperado de la red, la “capa de datos” que posee los switches virtuales o físicos, y por último se tiene a la “capa de control”, que vale como anexo para las 2 capas primeras que mencionaron anteriormente (Blanchet, et al., 2021).

2.5.1. Capa de aplicación

Utiliza servicios de comunicación SDN por medio de un northbound API en el plano de control, como Xml, Json, Rest entre otros. Esta capa permite que las aplicaciones y servicios simplifiquen y automaticen tareas de configuración, con el fin de administrar nuevos servicios de la red, ofrece a los operadores nuevas fuentes de ingreso, diferenciación e innovación (Aguirre & Crespo, 2021).

2.5.2. Capa de datos

Esta capa remite todos los paquetes recibidos a través de la interfaz física de un dispositivo (ya sea cable UTP, fibra óptica, inalámbrica, etc.) a través de una serie de operaciones de la "capa de enlace del modelo OSI". Recopilan tramas en búfer, modifican en encabezados para reenviar tramas. Los planos de control y datos tienen protocolos estándar para responder la interoperabilidad básica de cada uno de los componentes, y el plano de aplicación se puede implementar utilizando estándares completamente propietarios (Chafloque, 2019).

2.5.3. Capa de control

Es la administradora de precisar el tratamiento de los flujos mediante el software de control de SDN (controlador). La cesión de las indicaciones al switch se efectúa mediante un protocolo estandarizado habitualmente, conocido también como plano de control. Además, la “capa de control” administra el hardware de reenvío e instala las reglas de reenvío mediante la APIs (Aguirre & Crespo, 2021).

2.6. Protocolos, herramientas y controladores de SDN

2.6.1. OpenFlow

OpenFlow es el primordial protocolo en el cual se despliega el modelo de las “redes definidas por software”. OpenFlow es el principal representante de notificar los comandos de la capa de datos y las de control mediante la API sur. Una actualización reciente del controlador OpenFlow es la 1.5.1 esta fue lanzada y patentada en el 2015, es compatible con los switches OpenFlow y los switches híbridos, es decir, este protocolo soporta la tecnología de las redes tradicionales (Salinas, 2019).

2.6.2. OVSDB

A pesar de que el protocolo OpenFlow es el encargado de establecer una comunicación con el “controlador y conmutador”. sin embargo, la administración del “conmutador” no es efectuada por OpenFlow. Por lo tanto, se puede utilizar 2 protocolos distintos como son el protocolo OVSDB y protocolo OF-Config, este segundo protocolo de comunicación fue creado por ONF y trabaja con todos los componentes de OpenFlow, mientras que “OVSDB” fue creado para Open Switch (Iglesias, et al., 2019).

2.6.3. Controlador OpenDayLight

Chafloque (2019) indica que Opendaylight es un controlador que se haya alojado en una plataforma que permite efectuar servicios de SDN, ya que, sin estos compontes la red no podría conmutar ningún dato. Con la integración de estas aplicaciones de red, el controlador decidirá cómo se reenvía los paquetes dentro de la red interna.

OpenDaylight (ODL) es considerado como un proyecto cuyo objetivo es ir más allá de las ejecuciones SDN con Openflow y utilizar una armazón modular y accesible para actuar como controlador. El modelo arquitectónico del controlador ODL consta de un conjunto de protocolos distintos e independientes que se informan entre sí para consumir servicios más complejos (Iglesias, et al., 2019).

2.6.4. Switch OpenFlow

Es un conmutador que funciona con protocolo de OpenFlow, los Switches de SDN al igual que el conmutador habitual, tiene capacidades de reenvío que le consienten decidir qué hacer con cada flujo de datos que pasa por sus puertos. Sin embargo, los conmutadores tradicionales o

habituales funcionan mediante el aprendizaje de MAC (el proceso utilizado para crear tablas de reenvío), y los conmutadores SDN utilizan tablas de flujo. Esta tabla de flujo es gestionada por un controlador (Blanchet, et al., 2021).

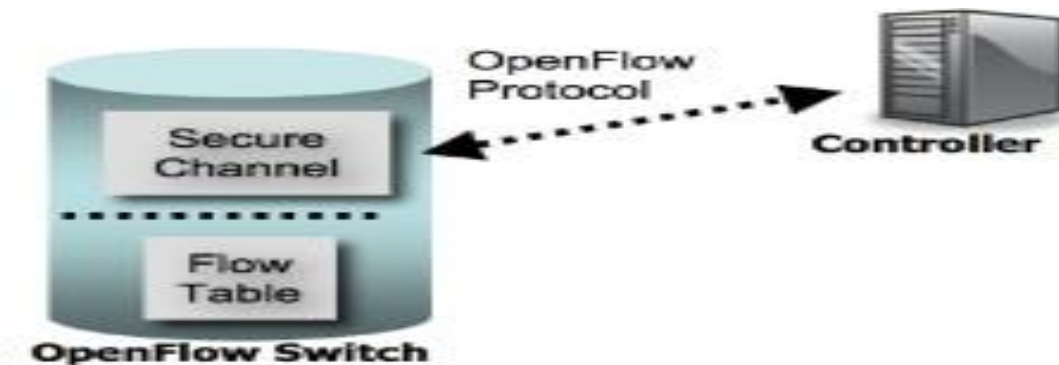


Figura: 2 Arquitectura de un Switch Openflow

Fuente: (Placencia, 2021).

2.6.5. OpenvSwitch

OpenvSwitch es una plataforma open source para sistemas fundados en Linux que admite la virtualización de switches multicapa con calidad de producción. Está diseñado para facilitar la automatización a través de extensiones programables, el soporte a interfaces y protocolos de administración estándar como NetFlow, sFlow, LAC, SPAN41, etc. OVS es una de las soluciones más utilizadas al momento de implementar redes SDN ya que es una herramienta sencilla de utilizar (Salinas, 2019).

2.7. Virtualización de las funciones de red

Consiste en trasladar aquellos servicios de red que se ejecutaban habitualmente en un hardware dedicado a un contexto virtual. Es decir, estas funciones se llevan a cabo en equipos de propósito general que poseen una capa de virtualización sobre la que se compilan diferentes funciones. Generalmente, las NFV se establecen sobre un software de virtualización, ya sea un Hipervisor (VMware Citrix XenServer, OpenStack, etc.) o, más recientemente sobre motores de virtualización como Docker (Suárez, 2021).

NFV permite eliminar la dependencia entre los cargos de su hardware y red en arquitecturas de redes físicas habituales o tradicionales. Esto crea el comportamiento del hardware físico a través de múltiples “funciones de red virtualizadas” figurando a máquinas virtuales (Sandoval, 2019).

Cabe mencionar que la ventaja de NFV es que la plataforma de “hardware” admite múltiples máquinas o dispositivos virtuales, que pueden activarse o desactivarse según sea necesario.

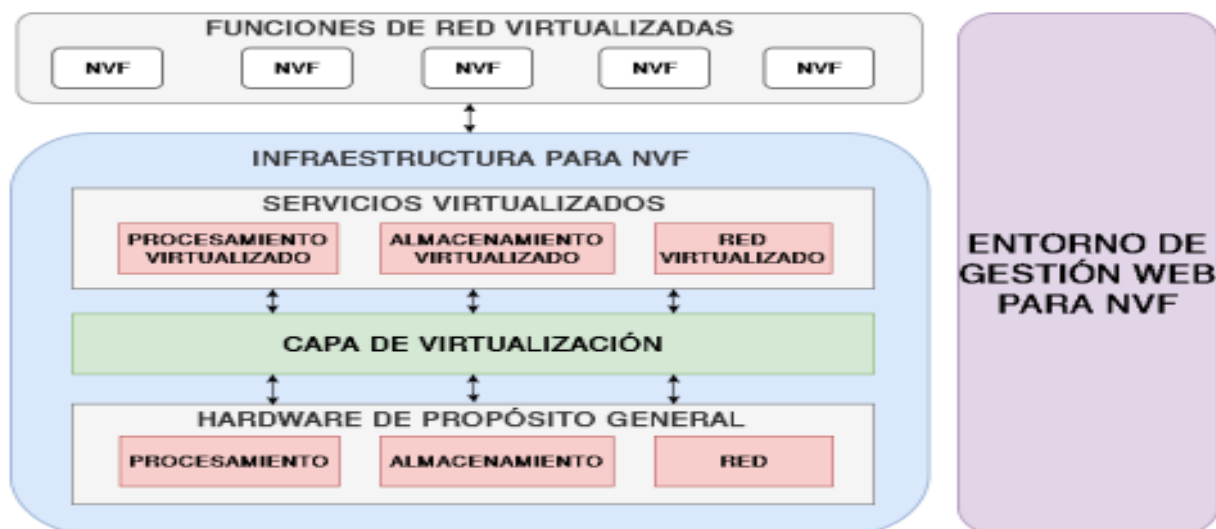


Figura 3: Arquitectura de sistemas para Funciones de Red Virtualizadas

Fuente: recuperado de (Placencia, 2021)

2.8. Entorno de simulación

2.8.1. Mininet

Es un emulador de gran flexibilidad que permite la creación de nuevas topologías con nuevas características de software. Para la simulación de los componentes de una red SDN: controlador, hosts y switches OpenFlow. la herramienta “Mininet” utiliza el núcleo del sistema operativo Linux (Quishpe & Toapanta, 2022). Es importante destacar que “Mininet” incorpora un controlador con distribución OpenFlow el mismo que sirve como referencia pudiéndolo comparar con un switch clásico de esta manera se logra separar a los planos de control y datos.

3. METODOLOGÍA

En este artículo, la metodología utilizada fue la revisión sistemática de literatura basado en el estándar PRISMA, misma que consiste en realizar una búsqueda en diferentes bases de datos en internet, para legitimar la revisión bibliográfica de varios artículos, cabe indicar que en este tipo de estudio se utilizan tres etapas primordiales que son: planificación, realización y presentación de informes (Chimbolema, 2023).

Mediante la ejecución de búsqueda exhaustiva de varias fuentes de revisión literaria en bases de datos como: Scielo, Dialnet, Latindex, etc, se pudo realizar un mapeo sistemático de literatura de 28 artículos concernientes a las redes definidas por software y la “virtualización de las funciones de red”, delimitando las preguntas de investigación las cuales fueron formuladas de forma clara y precisa, con el objetivo de identificar todos los estudios significativos que respondan a las preguntas formuladas, también se empleó el método analítico-descriptivo para poder entender las variables de objeto de estudio. En la figura 4 se muestran las etapas de un estudio de revisión sistemática de literatura.



Figura 4: Etapas del proceso revisión sistemática de literatura

Etapa 1: Planificación

a. Identificar las necesidades de la investigación

En la actualidad se tiene una demanda tanto de envío como de resección de datos, las arquitecturas tradicionales han hecho que las tecnologías de red no puedan desarrollarse de la manera que tendrían que hacerlo. Uno de los problemas que se hay es que las redes tradicionales no permiten, ni facilitan, la aparición de nuevos protocolos, ni la implantación de nuevos servicios ya que es muy costoso y requiere de mucho tiempo.

La llegada de SDN/NFV ha cambiado la perspectiva de las redes tradicionales basadas en hardware osificado a redes que contienen software programable. La virtualización por su parte es uno de los avances que más atención a tenido para los investigadores y las industrias de telecomunicaciones. En esta revisión de literatura se exploran a las “redes definidas por software y virtualización de las funciones de red”, la arquitectura SDN, controladores y protocolos de comunicación.

b. Formular preguntas.

- a) ¿Qué ventajas o beneficios ofrecerían las “SDN y NFV para las redes de datos”?
- b) ¿Por qué son necesarias las tecnologías SND y NFV en la actualidad?
- c) ¿Cuáles son las herramientas existen para las tecnologías SDN y NFV?
- d) ¿Cuál es el impacto económico de la adopción de SDN y NFV en las organizaciones?

c. Validar el protocolo de investigación

- ✓ Seleccionar las fuentes bibliográficas.
- ✓ Seleccionar las fuentes de inclusión y exclusión.
- ✓ Analizar los artículos más relevantes
- ✓ Evaluar la calidad del proceso.

4. RESULTADOS

Los resultados de este trabajo investigativo son las respuestas a las preguntas que se plantean en la fase 1: misma que se desarrollaron de acuerdo con la metodología mencionada en este mismo documento.

4.1. Etapa 2: Realización

Identificar investigaciones

Para localizar los datos coherentes a las preguntas planteadas en este artículo, se consideran las bases de datos digitales como: Scielo, Dialnet, IEEE, ACM. Estas dos últimas son fuentes de información ideales para “Ciencias de la Computación”, además la Universidad Politécnica Salesiana da acceso a estas librerías que contienen estudios primarios suficientes para contestar las preguntas de investigación.

Seleccionar investigaciones relevantes

La figura 5 representa un “diagrama de flujo” de los artículos científicos más relevantes para este estudio, que fueron seleccionado y analizado mediante el empleo del estándar PRISMA. El total de artículos identificados fue de 78. Los criterios de selección fueron determinados mediante varios documentos en español, que mostraban resultados cualitativos y cuantitativos de los cuales se tomaron en cuenta 28 estudios científicos que poseían correlación con las interrogantes formuladas de este trabajo. Los criterios de exclusión fueron 50 artículos donde los estudios describen información no relevante y duplicada, es decir tienen poca relación con las variables de objeto de estudio y no respaldan a las interrogantes realizadas. Este proceso da como resultados 28 artículo para aplicar el análisis de resultados y discusión.

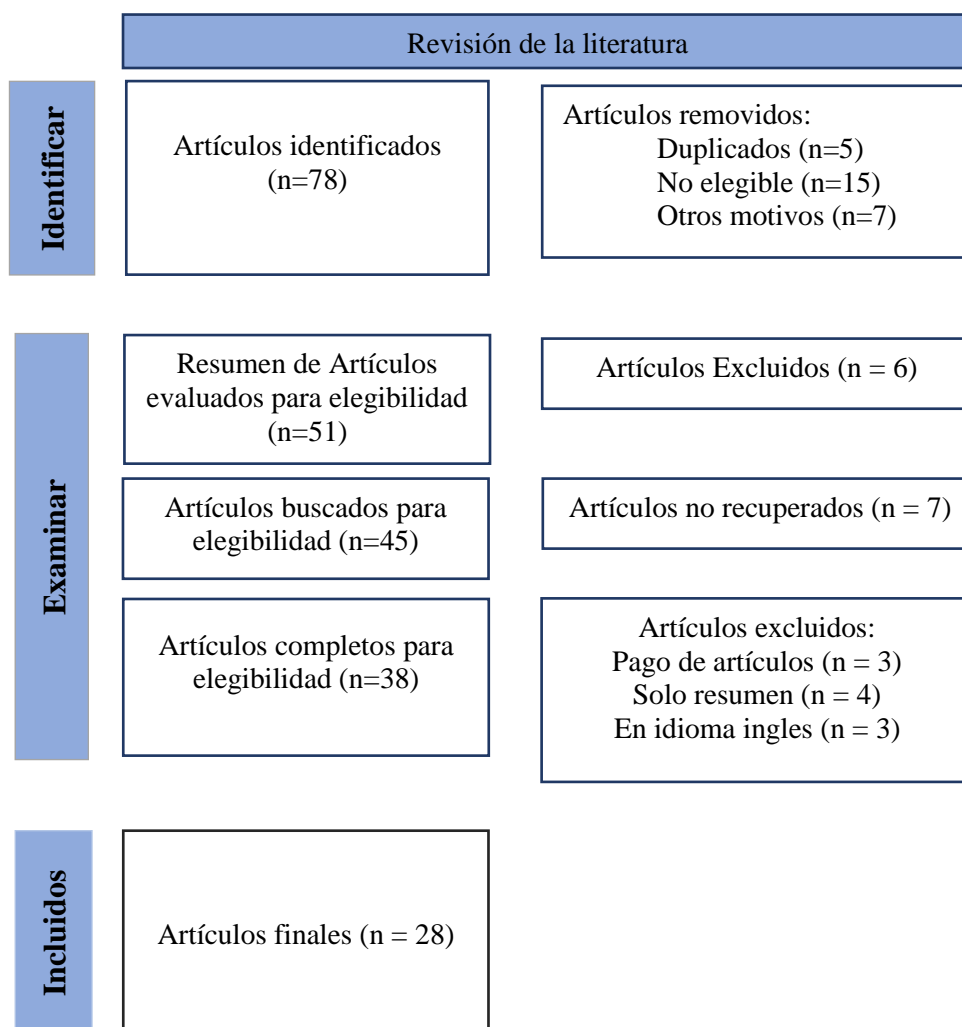


Figura 6: Modelos Prisma para trabajos de relevancia

4.2. Etapa 3. Informe

Ejecución de la investigación

Las indagaciones de este artículo científico está comprendido desde el año 2018 a 2023, en primera instancia de búsqueda de información se halló 78 estudios de acuerdo a las palabras técnicas y período de publicación; en una primera fase se utiliza los criterios de “inclusión y exclusión” en temas y palabras específicas y se quitan 27 documentos; en la fase 2 de este proceso se establecen los criterios de “inclusión-exclusión”, se examinan las recapitulaciones, se eligen los estudios que muestran legibilidad sobre herramientas, arquitecturas, protocolos y controladores de comunicación de las “redes definidas por software y se eliminan 6 estudios; en la fase3 se quitan 7 artículos porque

no cumplían con información veraz y eficaz referente a las SDN; en la fase 4 de descartan 10 estudios quedando 28 estudios relevantes para la indagación y explicación de las respuestas a las preguntas formuladas en este trabajo. A continuación, en base a los 28 artículos seleccionados que responden a las preguntas de indagación.

Validación y análisis de resultados de la investigación.

a) ¿Qué ventajas o beneficios ofrecerían las SDN y NFV para las redes de datos?

De los 28 artículos analizados, el 90,1% indican sobre el costo bajo de implementación, gestión y mantenimiento, el 67,4% versatilidad y elasticidad, el 79,3% agilidad, el 90,9% eficiencia, el 63,3% prontitud en la prestación de servicios, el 85,2% control centralizado y flexible y un 89,8% sobre la escalabilidad de las SDN. En la Figura 6, se puede estimar que la mayoría de los artículos examinados indican sobre la escalabilidad, eficiencia, y costo bajo de implementación, gestión y mantenimiento. Lo que significa que por medio la “virtualización de las funciones de red” conseguimos extender o reducir recursos siempre y cuando sea preciso y prácticamente al momento. Así como también perfeccionan el rendimiento, simplificar la compatibilidad, facilitar los procesos de operación y mantenimiento de la red.

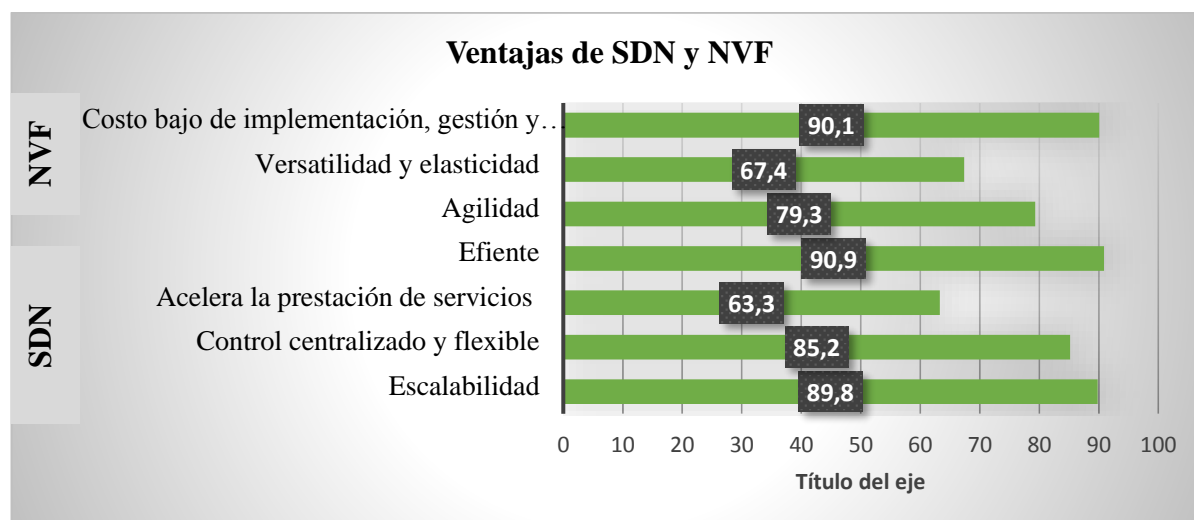


Figura 6. Ventajas de las redes SDN y NFV

b) ¿Por qué son necesarias las tecnologías SDN y NFV en la actualidad?

De los 28 Artículos analizados, el 89,8% indican sobre facilidad de activar y desactivar servicios, el 70,5% reducción en el coste de espacio, el 80,8% infraestructura compartida, el 97,3% soporta múltiples dispositivos, el 90% despliegue de nuevos servicios, el 92,3%

operaciones simplificadas, el 80,95 seguridad de la red y un 83,65 hace referencia a la optimización y visibilidad de la red. En la Figura 7, se puntualiza que la mayoría de los artículos explorados revelan sobre las operaciones simplificadas y despliegue de nuevos servicios y facilidad de activar o desactivar los servicios disponibles en la red de telecomunicación. Lo que significa que las “Redes Definidas por Software” fueron creadas para centralizar y simplificar la capa o plano de gestión de las redes empresariales, dotando a las industrias que las adoptan de una serie de ventajas en sus operaciones.

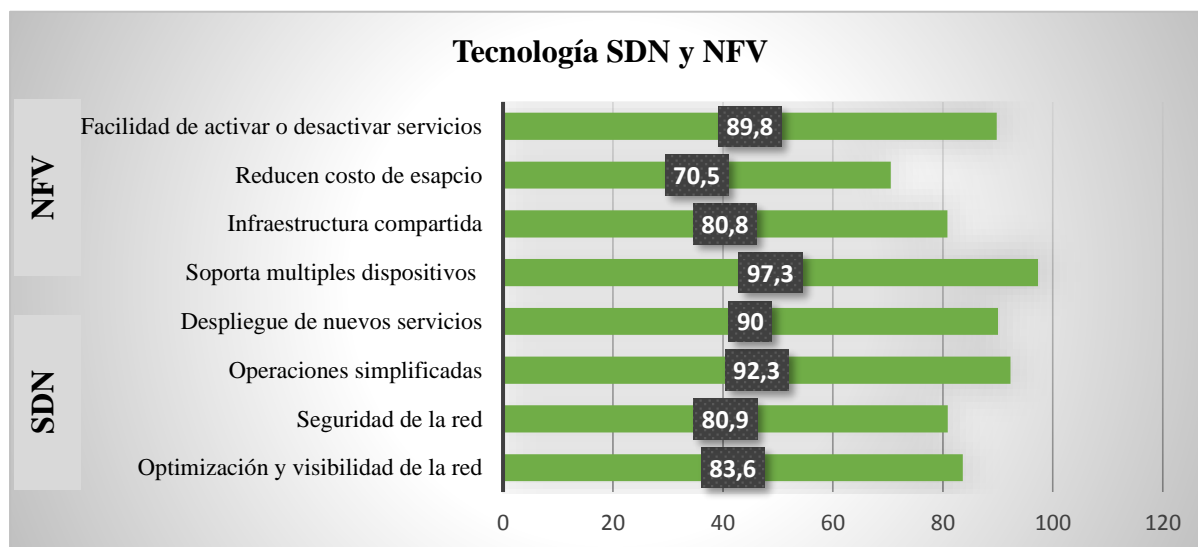


Figura 4. Importancias de las tecnologías SDN y NFV

c) ¿Cuáles son las herramientas existen para las tecnologías SDN y NFV?

Las herramientas más significativas de las tecnologías SDN y NFV, encontrados en los 28 artículos de revisión de literatura, están determinados de la siguiente manera. El 93,8 % utilizan el controlador OpenDayLight, el 63,6% hacen uso del protocolo OVSDB, un 90,5% manejan OpenFlow debido a que se puede implementar en switches OpenFlow, en un 70,5% de las empresas utilizan OpenvSwitch, el 80,8% utilizan el Switches OpenFlow, el 41,5% manipulan Host y un 87,7% utilizan Mininet. En la Figura 8, se puede apreciar que es evidente que en la mayoría de los artículos analizados utilizan y recomiendan el protocolo OpenFlow debido a su gran flexibilidad, compactibilidad y programabilidad en el lenguaje de alto nivel Java que permite el uso de multiplataforma.

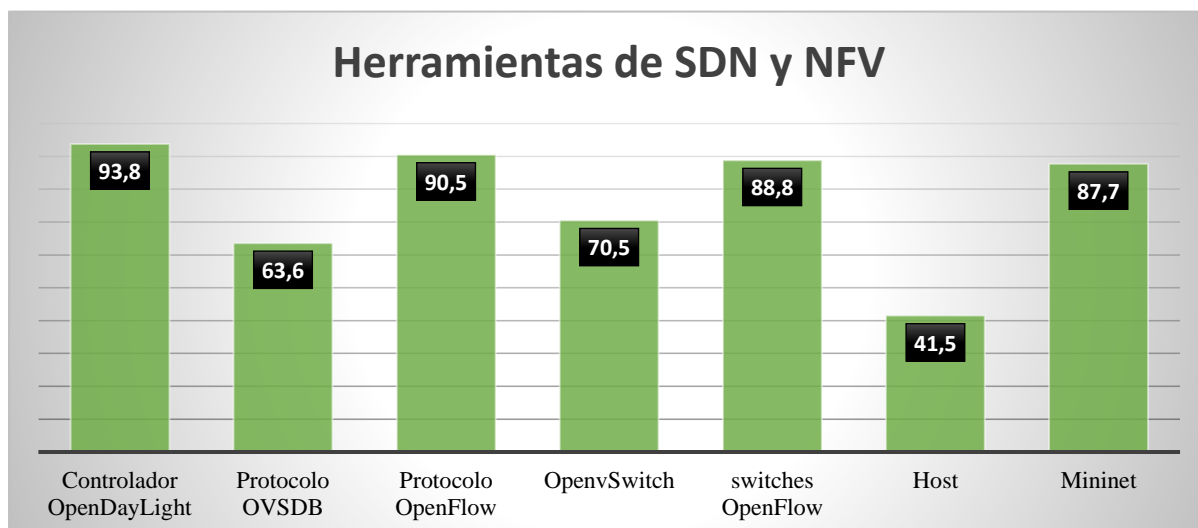


Figura 5. Herramientas de SDN y NFV

d) ¿Cuál es el impacto económico de la adopción de SDN y NFV en las organizaciones?

El impacto económico de la adopción de “SDN y NFV”, encontrados en los 28 artículos de revisión de literatura, están determinados de la siguiente manera. El 88,8 refieren sobre la reducción de consumo de energía, el 90,6% Equipos, el 67,6% herramientas, el 87,4 infraestructura y el 66,6% gastos operativos. En la Figura 9, se evidencia que la mayor cantidad de los estudios examinados se toma en cuenta el impacto económico en la disminución de costo tanto en el consumo de energía, adquisición de nuevos equipos e infraestructura.

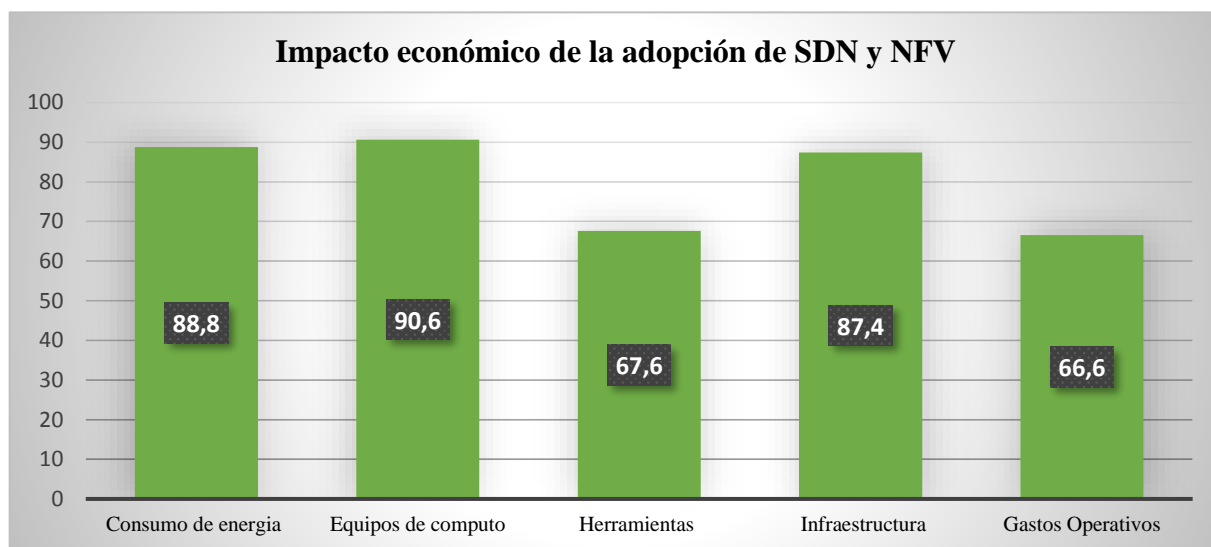


Figura 6. Impacto económico de la adopción de SDN y NFV.

5. DISCUSIÓN

Las redes de telecomunicaciones de hoy en día se hayan poblada por una gran variedad de componentes de hardware patentados, lo que contribuye una sucesión de desventajas al intentar poner en funcionamiento los servicios de red, así como también la insuficiencia de asignar espacio y energía a otros equipos propietarios. A medida que se aceleran los inventos tecnológicos y de servicios, el tiempo de vida del hardware es más temporal.

Las redes han crecido en complejidad a lo largo de los años, y el paradigma de “redes definidas por software” (SDN) ayuda a eliminar restricciones y definir nuevos requisitos de red (Rendón, 2020). Teniendo en cuenta que en un entorno SDN/NFV, donde no se puede implementar una solución, se puede utilizar una única “arquitectura” de servidor común para proporcionar a las organizaciones la redundancia y disponibilidad solicitadas en un entorno de centro de datos específico.

Por lo mencionado anteriormente, Las redes definidas por software ofrecen a las empresas de servicios a agregar valor al mejorar el etiquetado multiprotocolo y la infraestructura de comunicación, lo que aumenta el potencial de ingresos al proporcionar servicios adicionales (Iglesias et al., 2019). Las “redes definidas por software” son una red escalable, eficiente y programable de gran velocidad y con la capacidad de administrar todos los recursos de la red (Guzmán & Cáceres, 2019).

OpenFlow se escribió en una etapa temprana y es el principal responsable de permitir la comunicación entre las capas que componen la arquitectura de “red definida por software”. Incluso se ha argumentado que sin el protocolo OpenFlow, la red no podría comunicarse adecuadamente con los dispositivos, ya que ocupa la mayoría de las funciones que se deben realizar en estas redes, como la creación de tablas de flujo y su gestión (Guzmán & Cáceres, 2019).

Chafloque (2019) afirma que Opendaylight es un controlador competente en poder administrar todos los componnestes de red habilitados para el protocolo Openflow. En particular, la sistematización de la gestión y el despliegue de redes mediante SDN simboliza el siguiente paso de la “virtualización” de la infraestructura de telecomunicaciones y tecnología de la información, de manera que consiente la creación de redes más abiertas, flexibles e inteligentes, escalable y reprogramable.

6. CONCLUSIÓN

- ✓ La “Virtualización de Funciones de Red” es una tecnología de alto impacto que ha revolucionado la industria de las telecomunicaciones de hoy en día. Una instauración adecuada puede brindar beneficios importantes, como costos más bajos, menor consumo de energía y requisitos de espacio del centro de datos, y un tiempo de comercialización más rápido para los servicios.
- ✓ Mediante la revisión sistemática de literatura se pudo comprobar que el 90,5% de los investigadores utilizan y recomiendan el protocolo de comunicación OpenFlow, debido a su fácil programación y flexibilidad de adaptarse a las nuevas infraestructuras de las DNS. También, se pudo conocer que un 93,8% recomiendan utilizar el controlador OpenDayLight por su estabilidad y compatibilidad con OpenFlow. Además, el impacto económico de la implementación de las DNS y NFV en las empresas es positivo, debido a que esta tecnología proporciona ahorro en el costo de energía y equipos de hardware, ya que en una maquina física se puede simular y configurar varias máquinas virtuales lo que permiten también el ahorro de espacio.
- ✓ La identificación de protocolos y emuladores ayuda a determinar en qué herramientas de software se puede confiar y cuáles pueden satisfacer las necesidades de este estudio. OpenFlow es un protocolo estable, lo cual es importante porque permite una interacción adecuada entre los componentes y la gestión de la red. Este estudio también destaca el simulador Mininet, que proporciona la funcionalidad correcta para consentir la creación de diferentes topologías y evaluaciones.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, A. F., & Crespo, V. M. (2021). *Convergencia de las redes definidas por software con OpenDaylight Y Nsx sobre una nube privada*. Universidad Politécnica Salesiana , Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20349>
- Amaya Fariño, L. M., Arroyo Pizarro, J. F., Jaramillo Infante, M., Tumbaco Reyes , A., & Mendoza Morán, B. (2022). SDN Redes Definidas por Software usando MiniNet. *Revista científica y tecnológica UPSE*, 9(1), 48-56. doi:<http://dx.doi.org/10.26423/rctu.v9i1.489>
- Barakabitze, A. A. (13 de Septiembre de 2018). QualitySDN: Improving Video Quality using MPTCP and Segment Routing in SDN/NFV. *IEEE Conference on Network Softwarization and Workshops (NetSoft)*, págs. 182-186. doi:10.1109/NETSOFT.2018.8459917
- Becci, G., Morandi, M., & Marrone, L. A. (2019). *Seguridad en la virtualización de redes definidas por software: revisión por dimensión a virtualizar*. Argentina. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/88673/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Blanchet, R., Pérez, S. C., & Facchini, H. A. (15 de Abril de 2021). Estudio y simulación de redes definidas por software y automatización de red. *SEDICI*, págs. 18-23. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/120006>
- Ccoyllo, S. I. (2020). *Redes definidas por software (SDN)*. Madrid, España: Universidad Complutense Madrid. Obtenido de <https://informatica.ucm.es/data/cont/media/www/pag-103596/transparencias/redes-por-software-SDN.pdf>
- Chafloque, M. J. (2019). *Propuesta de diseño de una red de datos de área local bajo la arquitectura de redes definidas por software para la Red Telemática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos , Lima, Perú. Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10017>
- Chimbolema, Y. L. (2023). *Revisión de la literatura sobre el usos de internet of things enfocada a la atención hospitalaria*. Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador.
- Cruz, S. J. (27 de Marzo de 2019). Network Functions Virtualization. *Tino*, pág. 65. Obtenido de <https://revista.jovenclub.cu/virtualizacion-de-las-funciones-de-red/?q=%2Fvirtualizacion-de-las-funciones-de-red%2Fcomment-page-1%2F>
- Guzmán, V. D., & Cáceres, M. C. (2019). *Análisis del desempeño de la redes definidas por software (SDN) frente a redes con arquitectura* . Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/90c2e774-2c12-4fab-993a-d4bc5894bc49/content>

- Iglesias, d. I., Álvarez, P. F., & Ramos, F. A. (2019). Combinación de los mecanismos MPLS en una arquitectura SDN. *Revista Telemática*, 18(1), 1-10. Obtenido de <https://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/view/322/294>
- Jácome, P. D., & Naranjo, P. J. (2022). *Diseño de una red para el uso de aplicaciones de video mediante redes definidas por software(SDN)*. Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23451/1/UPS%20-%20TTS1040.pdf>
- Maya, L. J. (2021). *Ventajas y desventajas del paradigma de las redes definidas por software (SDN)*. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10536/E-UTB-FAFI-SIST-000245.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mocha, G. G. (2021). *Análisis comparativo de protocolo de comunicación para redes definidas por software*. Machala : Universidad Técnica de Manabí. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17065/1/GEOVANNY%20MOCHA.pdf>
- Oviedo, B. B., Zhuma, M. E., Bowen, C. G., & Patiño, M. B. (2021). Voz IP seguras implementadas en redes definidas por software. *Revista de ciencias sociales*, 27(3), 111-127. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8081760>
- Pérez, S., Facchini, H., Hidalgo, F., Cangemi, G., & Dantiacq. (2021). *Estudios sobre simulación y análisis comparativo entre redes de datos SDN y redes de datos tradicionales*. Mendoza, Argentina. Obtenido de <https://www.researchgate.net/profile/Santiago-Perez-5/publication/%20links/6169693e951b3574c64166ec/Simulacion-y-Analisis-comparativo-entre-Redes-de-Datos-SDN-y-Redes-de-Datos-tradicionales.pdf>
- Placencia, C. F. (2021). *Alarmas comunitarias basadas en arquitecturas Sdn E IOT*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Quishpe, S. A., & Toapanta, R. B. (2022). *Comparación de una red convecional por una red definida por software (SDN)*. Quito, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22968/1/UPS%20-%20TTS847.pdf>
- Rendón, B. S. (2020). *Enrutamiento de paquetes en Redes Definidas por Software mediante Aprendizaje Automático*. Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8790/1/146125.pdf>
- Romero Castro, V. F., Romero Castro, R. M., & Toala Pilay, M. A. (2019). *Metodología de la información y comunicación en la educación*. Jipijapa, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=jRNtDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Salinas, J. G. (2019). *Estudio de redes definida por software e implementación de ecenarios virtuales de prueba*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. Obtenido de

- https://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2016-2017/TFM_Gabriela_Salinas_Jardon_2017.pdf
- Sanabria, F., Bustos, J., & Castellanos, W. (13 de Junio de 2020). Estudio de la transmisión de video sobre redes definidas por software (Study on Video Streaming over Software Defined Networks). 1-11. Obtenido de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3507813
- Sandoval, J. C. (27 de Marzo de 2019). Network Functions Virtualization. *Tino*, pág. 65. Obtenido de <https://revista.jovenclub.cu/virtualizacion-de-las-funciones-de-red/?q=%2Fvirtualizacion-de-las-funciones-de-red%2Fcomment-page-1%2F>
- Santisteban, Y. B. (2020). *Arquitecturas de redes de computadoras definidas por software: revisión bibliográfica*. Pimentel, Perú: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6852/Santisteban%20Ynga%2c%20Bicry%20Ra%2c3%20bal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Silva, J. (2021). Tecnología de red definida por software para el aprendizaje en grupos de investigación y educación. *Revista innova educación*. Obtenido de <https://revistainnovaeducacion.com/index.php/rie/article/view/350/259>
- Suárez, d. P. (2021). *Especificación e Implementación de un Sistema de Red Definida por Software con Funciones Virtuales Adaptadas a Despliegues de Internet de las Cosas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/181555/Suarez%20-%20Especificacion%20e%20Implementacion%20de%20un%20Sistema%20de%20Red%20Definida%20por%20Software%20con%20Funciones....pdf?sequence=4>
- Tumbaco, D., Navia, M., & Wilson., I. (30 de 10 de 2021). Revisión de estudios sobre redes definidas por software aplicados en Universidades Ecuatorianas. *Revista de tecnologías de la informática y la comunicación*, 5(2), 1-17. Obtenido de <https://doi.org/10.33936/isrtic.v5i2.3951> | ISSN 2550-6730
- Vega Gualpa, A. J., Andrade Cárdenas, D. P., & Pinos Castillo, L. F. (15 de Abril de 2022). Análisis comparativo de infraestructuras de redes SDN (Software Defined Networking) y redes tradicionales IP. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e investigación*, 6(43), 1-12. doi:<https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss43.2022pp71-82>