

**Software-Defined Networks (SDN) and Their Impact on Corporate
Network Management**

Redes definidas por software (SDN) y su impacto en la administración de
redes corporativas

Autores:

Quinapanta-Millingalli, Angelica Karina
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
Ecuador



e1725477549@uisrael.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0001-6740-9017>

Pullopaxi-Rojas, Kleber Orlando
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
Ecuador



e0502455025@uisrael.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0009-7420-2688>

Mg. Recalde-Araujo, Henry Marcelo
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
Ecuador



hrecalde@uisrael.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0003-0768-4452>

Fechas de recepción: 04-ENE-2025 aceptación: 04-FEB-2025 publicación: 15-MAR-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La presente investigación analizó la adopción de redes definidas por software en empresas ecuatorianas, identificando los factores clave que limitan la implementación de SDN y su impacto en la administración de redes corporativas. El marco cuantitativo y el diseño transversal se utilizaron para encuestar a los gerentes de 76 empresas que operan en sectores estratégicos que participan en la investigación para evaluar su percepción de SDN. Los hallazgos indican que la falta de especialistas calificados es la principal barrera identificada, ya que el 72,4% de los encuestados cree que escasez de especialistas es un obstáculo en la transición tecnológica. Significativamente, el costo de inversión y mantenimiento también se destaca como un factor determinante, ya que el 75% de los encuestados afirmó que el uso de SDN es costoso. Otro tema importante es la infraestructura tecnológica insuficiente, ya que el 73,7% de los encuestados afirmó que infraestructura de empresa es insuficiente para una migración exitosa. Sin embargo, con el costo beneficio claro de la automatización y la gestión centralizada, los encuestados están abiertos a adoptar SDN; la resistencia a los cambios en las empresas sigue siendo un factor disuasivo clave. La adopción de SDN puede mejorar los procesos de la empresa y mejorar la eficiencia, pero debe hacerse a través de la capacitación, el financiamiento y la estrategia de cambio.

Palabras clave: Redes definidas por software; automatización; infraestructura tecnológica; administración de redes; resistencia al cambio

Abstract

The research analyzes the adoption of Software-Defined Networks (SDN) in Ecuadorian companies, identifying the main factors limiting their implementation and their impact on corporate network management. Using a quantitative approach and a cross-sectional design, a survey was conducted among managers from 76 companies in strategic sectors to assess perceptions of SDN. The results revealed that the lack of trained personnel is one of the most significant barriers, as 72.4% of respondents indicated that the shortage of specialists hinders technological transition. Additionally, investment and maintenance costs are perceived as major obstacles, with 75% of participants stating that SDN adoption requires substantial financial resources. Another key finding is the insufficiency of technological infrastructure, as 73.7% of respondents claimed that their companies do not have the necessary conditions for an effective migration. However, the benefits of SDN automation and centralized management are recognized, although resistance to change within organizations remains a significant limitation. The research concludes that while SDN can optimize network management and improve operational efficiency, its adoption faces structural, economic, and organizational challenges that must be addressed through training strategies, financing, and change management.

Keywords: Software-Defined Networks; automation; technological infrastructure; network management; resistance to change

Introducción

Las redes definidas por software (SDN) han revolucionado la manera de administrar las redes corporativas introduciendo un modelo basado en la separación del plano de control y el plano de datos, permitiendo gestionar los recursos de forma centralizada y programable. No obstante, la implementación y adopción de esta tecnología están encontrando resistencias en diferentes ámbitos.

Desde el punto de vista internacional, el mercado de SDN está creciendo a mayor ritmo impulsado por la expansión de la computación en la nube y la Internet de las Cosas (IoT). De acuerdo con el informe de Markets and Markets al 2023, hasta 2027, el mercado de SDN va a crecer a la tasa compuesta anual de 22.7% y alcanzará los 43.4 mil millones de dólares. Este desarrollo de mercado está abordando la necesidad de mayor flexibilidad, automatización y seguridad en la administración de redes empresariales. No obstante, subsisten barreras de la interoperabilidad entre las soluciones de distintos proveedores y de la cualificación en su gestión (Moreira, 2024).

Respecto a la adopción de SDN en América Latina, se debe indicar que la tasa de adopción en la región es inferior a la de otras debido a preexistente brecha de infraestructura y presupuesto entre los actores. Tumbaco (2021) indica que solamente el 37% de organizaciones en la región han implementado o se encuentran en proceso de implementación de SDN, a pesar de que el 65% percibe los beneficios de SDN en términos de optimización y automatización. La brecha tecnológica y el alto grado de heterogeneidad de las soluciones disponibles en el mercado han complicado un mayor desarrollo.

En Ecuador, a la situación agrava otros factores. Aunque el país experimenta el crecimiento en digitalización empresarial, la modernización de redes de empresas queda en desventaja. Según cifras del INEC (2023) solamente 21 de empresas con más de 100 trabajadores utiliza las tecnologías de virtualización de redes. La carencia de estímulos por parte de gobierno y programas específicos de formación con relación a SDN contribuye al bajo nivel de adopción de la tecnología en sector empresarial.

De esta manera, el problema central de investigación es identificar los factores que impiden la implementación de SDN en empresas ecuatorianas y analizar su efecto en la administración de redes corporativas. Representa la necesidad de entender las barreras técnicas, económicas y formativas que perjudican la transición hacia los modelos de redes

más eficaces, flexibles y automatizados. Basándose en ese análisis, se podrán sugerir las estrategias para facilitar la adopción de SDN en el país y contribuir a la modernización de infraestructuras empresariales y optimización de procesos de administración de redes ecuatorianos.

Materiales y métodos

El enfoque metodológico de esta investigación es el cuantitativo, el cual intenta medir y analizar datos objetivos sobre la implementación de redes definidas por software y su efecto en la administración de redes empresariales en Ecuador (Reyes, 2022).

El enfoque proporciona una aproximación precisa y verificable a la realidad empresarial, además de facilitar información validada a través de métricas y tendencias cuantificables. Si bien se trata de un enfoque exploratorio, fue posible identificar los componentes que influyen al adoptar SDN, y cuantitativa descriptiva acerca de cómo las empresas en Ecuador administran su infraestructura de red y cómo es la adopción.

El diseño de la investigación será de tipo transversal, ya que los datos serán recopilados en un solo punto del tiempo. La población y muestra serán empresas mixtas en los sectores estratégicos de Ecuador, tales como telecomunicaciones, tecnología, banca, educación y comercio, entre otros. La recolección de los datos se llevará a cabo por medio de una encuesta estructurada que mida el nivel de adopción de SDN, cuáles son las barreras encontradas, los beneficios percibidos y en qué medidas se ha visto impacta la administración.

La encuesta contará con preguntas de opción múltiple tipo Likert para evaluar la percepción de los encuestados, y preguntas dicotómicas o de elección múltiple para obtener información específica sobre la infraestructura y políticas de redes (Villanueva, 2022). El análisis de los datos se efectuará con base en la estadística descriptiva e inferencial, a través de medidas de tendencia central y dispersión, y a través de pruebas de validación para identificar relaciones entre variables, y patrones en la adopción de SDN y su impacto en la administración.

Usar el software necesario para realizar análisis estadístico permitirá obtener resultados precisos y concluyentes. Un enfoque cuantitativo con un método exploratorio y descriptivo, facilitará una comprensión del nivel de adopción de SDN en Ecuador, los resultados servirán para la implementación de estrategias y propuesta que modernicen y fomente una gestión más eficiente, automatizada y segura de recursos tecnológicos.

Resultados

Dimensión teórica

Las redes definidas por software SDN

La Red Definida por Software o Software-Defined Network, por sus siglas en inglés (SDN) es en realidad una transformación radical en la concepción y gestión de infraestructuras de telecomunicaciones. Gracias a su arquitectura, que se basa en la separación de los planos de datos y de control, SDN introduce un modelo de administración mucho más eficiente, flexible y escalable que las redes convencionales.

La centralización del plano de control en un solo controlador permite una única administración de la red que, a su vez, facilita la automatización de políticas, servicios y aplicaciones. Esto supone que el esfuerzo administrativo disminuye mucho pues cualquier cambio o ajuste puede ser ejecutado de forma rápida y eficaz sin necesidad de intervenir sobre cada dispositivo de la infraestructura (Aristizábal, 2022).

Uno de los principales beneficios de este modelo consiste en la escalabilidad ya que cualquier cambio en la red se realiza de forma más rápida ya que se utilizan interfaces de programación de aplicaciones que interactúan directamente con el controlador. Al contrario de las redes convencionales, donde las configuraciones deben aplicarse en cada uno de los nodos de forma individual, con SDNs es posible que todos los nodos respondan de forma coordinada debido a los comandos que se envían desde un solo punto. Esto no solo reduce el tiempo para la implementación de nuevos ajustes, sino que también minimiza los errores humanos y optimiza la distribución de los recursos, lo que es especialmente útil en entornos empresariales con mucha demanda.

En los modelos de red antiguos, cada nodo al que llega la señal de datos tiene que procesarla; esto agrega su propia porción de demora en el tráfico total. Por ello, en modelos en que el controlador ejerce esa función sobre los conmutadores, estos últimos no tienen que hacer más que cumplir con las reglas que se especifican en su tabla de flujo (Rivera, 2024).

En otras palabras, no es necesario procesar la información para cada salto de signos, lo cual disminuye la latencia de la comunicación. Este factor es especialmente crítico en aplicaciones en que el tiempo de respuesta es un factor determinante como en el IoT o la nube. En el mismo sentido, el acceso abierto a la producción de SDN también ha sido un factor crítico en su desarrollo y adopción.



La Open Networking Foundation y la Linux Foundation han alentado y facilitado el desarrollo de la SDN con tecnologías de código abierto. Esto, a su vez, les ha permitido a las demás empresas e instituciones de investigación innovarlas y adaptarlas sin restricciones; así, su producción se ha hecho menos costoso. En términos generales, la apertura entre capas de redes ha permitido que se hayan desarrollado estándares accesibles y eficientes para todos, que las empresas dejen de depender de un único proveedor y que puedan diversificar sus servidores y servicios.

Las redes definidas por software han evolucionado en la respuesta a la repentina necesidad de administrar una infraestructura de telecomunicaciones de manera más eficiente, automatizada y amigable en un ambiente digital en constante cambio. La capacidad para reducir las demandas de operación “in situ”, mejorar la latencia y escalabilidad de una infraestructura y simplificarla las convierte en una elección atractiva, en un alto número de ocasiones, estratégica, para la transformación de las redes empresariales (Rivera, 2024).

A pesar de ello, la implementación de SDN en la actualidad todavía enfrenta desafíos importantes relacionados con la trayectoria en las redes tradicionales, la competencia especializada y la integración con infraestructuras permitida instalada. Sin embargo, su desarrollo y consolidación como el futuro de la gestión de redes de datos parece inevitable dada la insuficiente natural de un concepto más adaptable y seguir para abordar los problemas emergentes de tráfico global.

Figura 1: Plano de control centralizado en una SDN



Fuente: (SDN y Desarrollos Escuela Politecnica Nacional | PDF | Enrutador (Computación) | Computación en la nube, s. f.)

En la figura, se muestra el esquema de una red definida por software con estructura centralizada, en este modelo, el plano de control está separado del plano de datos. Dado que este modelo difiere de las redes convencionales, en cuales ambos planos son tratados de manera conjunta en cada dispositivo de la red, se logra una forma totalmente eficiente y automatizada de manejar la infraestructura de la red.

De acuerdo con la imagen, el plano de control que se puede apreciar en la parte superior, es el encargado de administrar la red, y a partir del cual se toman decisiones sobre la distribución del tráfico en la red. Al ser centralizado, las configuraciones y políticas de enrutamiento son trasladadas de forma homogénea en todos los dispositivos, es decir, no es necesario tener que administrar cada dispositivo de manera independiente.

Todo ello se traduce a una mayor escalabilidad y facilita la implementación de cambios en la red sin necesidad de alterar el sistema en general. En la parte inferior, se encuentran los dispositivos hardware, es decir, los conmutadores o switches de la red. Son parte del plano de datos, cuya principal función se basa en ejecutar las reglas que envía el controlador central y manejar el tráfico de datos sin necesidad de tomar decisiones. Es decir, lo hacen más eficientemente. Esto implica que, a través de las tablas de flujo proporcionadas por el control la transferencia se realiza de manera más eficaz.

La figura, también, por medio de líneas que interconectan las redes y dispositivos refleja cómo estos se encuentran interconectados entre sí, es decir, las rectas que salen del plano de control hasta los dispositivos hardware, representan las instrucciones que recibe el switch. En cambio, las líneas rectas entre los propios dispositivos hardware, representan la interacción del tráfico de datos. Es decir, fluye de un nodo a otro de acuerdo a las reglas establecidas por el controlador.

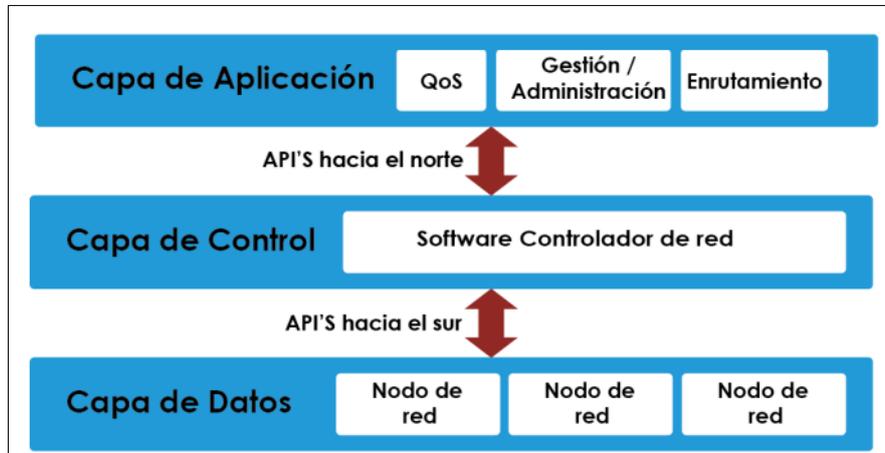
La figura explica la ventaja principal del modelo SDN, que radica a la dependencia de configuraciones manuales a todos los switches y pasa a ser controlado por un plano y automáticamente, lo que implica automatización, reducción de la latencia y escalabilidad en la infraestructura de la red.

Además, permite una mayor implementación de protocolos de seguridad más robustos y adaptativos, ya que todas las reglas de filtrado y enrutamiento son controladas de forma dinámica por el controlador. A nivel de la operación, este esquema permite una mayor operación de la red, es decir, el rendimiento de la red, pero también la reducción de los costos asociados a la configuración y mantenimiento de dispositivos. Sin embargo, al mismo

tiempo, depende netamente de la centralización, y se convierte en una desventaja. Aunque es necesario, se necesita tener un respaldo para que no exista un punto único de falla.

Arquitectura de una red definida por software

Figura 2: Arquitectura



Fuente: Investigación en repositorios académicos

Los distintos planos de la arquitectura de una red definida por software (SDN) son conjuntos de mecanismos interconectados cuyo trabajo conjunto tiene por objeto nivelar y optimizar la gestión del tráfico de datos y la administración de la propia infraestructura de red.

De esta manera, las SDN buscan atender de una forma ligeramente distinta el proceso que implica la manipulación del tráfico de datos respecto de la forma periodística que le dan los modelos clásicos. En el caso de una SDN, las actividades suceden en distintas capas: esto hace posibles funciones posteriormente modulares (Chavez, 2023).

La base de la pirámide es el plano de datos, en el que trabajan los switches; se tratan con sumo cuidado los paquetes de datos, que se redirigen sin añadir o sustraer información (Sancer, 2012).

Plano de datos y control son independientes, y es el control el que instruye sobre qué hacer con los paquetes según el dispositivo que los reciba y la instrucción que lleve. La API Sur comanda la interrelación entre el plano de datos y el de control, permitiendo al controlador realizar peticiones y recibir respuestas acerca de la red.

El plano de control es considerado el corazón de la administración de la red SDN ya que contiene un controlador encargado de administrar y sincronizar la red de infraestructura. Así, este componente define las reglas del enrutamiento, las políticas de seguridad y la

optimización del tráfico, permitiendo con ello una administración más rápida y automatizada.

A este respecto, en este nivel los algoritmos de la red son configurados para responder al tráfico dinámicamente, programar la asignación de los recursos de modo más eficiente y garantizar el funcionamiento más óptimo de la infraestructura. En cuanto a la API hacia el norte, este aspecto cumple el papel clave de permitir el protocolo de la comunicación y la integración con los sistemas administrativos y de automatización. De modo que, con esta interfaz el manager de la red puede entregar las aplicaciones que permiten a lo máximo activar la funcionalidad de la infraestructura, controlar los cambios de las políticas de tráfico y de la seguridad según sea necesario.

El último bloque de la arquitectura es el plano de aplicaciones donde se desarrollan y se ejecutan las herramientas administrativas de la red. Esas son escritas en XML, Python, Java o JSON y enfocadas a la configuración automatizada, al servicio de optimización y al aumento el nivel de la seguridad. Como resultado, de esta administración es más eficiente y no requiere a la persona ya que se elimina el factor del error humano.

La red de arquitectura definida por software no solo cambia la forma en que las infraestructuras de telecomunicaciones son administradas, sino que también introduce un modelo adaptable y una infraestructura más eficiente para afrontar los desafíos de conectividad manejado por los negocios modernos.

Con una separación del plano de datos, el plano de control, y el plano de aplicaciones, la administración centralizada y dinámica la hacen posible la aplicación de políticas y procesos avanzados de automatización crítica de la red. Esta estructura transforma el modelo con el que se diseña y opera una red, adoptando un enfoque más adaptativo, seguro y escalable de telecomunicaciones y administración de infraestructuras digitales.

Dimensión práctica

Población y muestra para las encuestas

En base a lo investigado, es necesario mencionar que no se puede acceder a un número exacto de empresas, sin embargo, se puede indicar que existen alrededor de 315 empresas que están operando en el ecosistema tecnológico ecuatoriano. Este número incluye compañías que se dedican a diversas áreas como tecnología financiera, comercio electrónico, soluciones de negocios y logística, entre otras.

La muestra se la obtendrá mediante la siguiente fórmula:



$$n = \frac{N}{(E)^2(N - 1) + 1}$$

En dónde:

n= tamaño de la muestra

N= 315 (población)

E= 0,1

Después de reemplazar los valores se obtendrá lo siguiente:

$$n = \frac{315}{(0,1)^2(315 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{315}{0,01 (314) + 1}$$

$$n = \frac{315}{3,14 + 1}$$

$$n = \frac{315}{4,14}$$

$$n = 76,08$$

En este caso la muestra será de 76 empresas que participaron en esta encuesta, la cual se la realizó a los gerentes, para, de esta manera, medir el impacto de la implementación de redes definidas por software (SDN) en las redes corporativas

Resultados encuesta

Pregunta 1

Tabla 1: Falta de personal

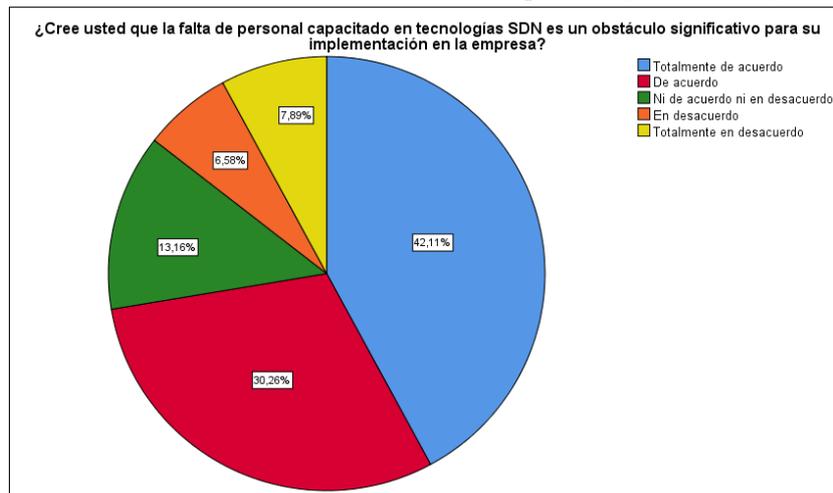
¿Cree usted que la falta de personal capacitado en tecnologías SDN es un obstáculo significativo para su implementación en la empresa?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido acumulado	Porcentaje
Válido	Totalmente de acuerdo	32	42,1	42,1	42,1
	De acuerdo	23	30,3	30,3	72,4
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	10	13,2	13,2	85,5
	En desacuerdo	5	6,6	6,6	92,1
	Totalmente en desacuerdo	6	7,9	7,9	100,0
	Total	76	100,0	100,0	

Nota: resultados pregunta 1

Figura 3: Representación gráfica pregunta 1





Nota: representación gráfica pregunta 1

Análisis e interpretación

La primera pregunta trata de si la escasez de personal experto en la tecnología SDN es un problema importante para la implementación exitosa en las empresas. Los resultados muestran que 72.4% de los participantes en el estudio está de acuerdo o completamente de acuerdo. Por lo tanto, es evidente que tal falta es una barrera importante que impide la transición a redes definidas por software, lo que a su vez disminuye la capacidad de las organizaciones de mejorar la infraestructura. Por lo tanto, la resistencia a la adopción de SDN no radica tanto en el costo de inversión, sino en la falta de formación de otros profesionales detrás:

Pregunta 2

Tabla 2: Costo de inversión

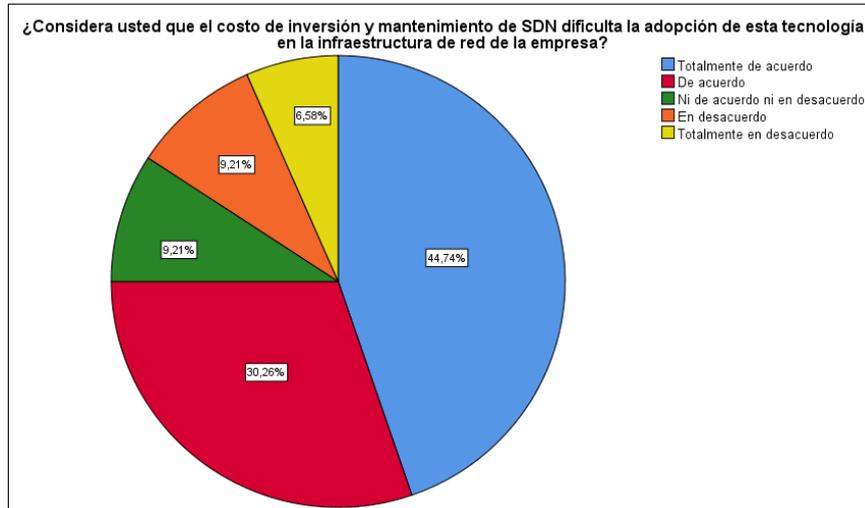
¿Considera usted que el costo de inversión y mantenimiento de SDN dificulta la adopción de esta tecnología en la infraestructura de red de la empresa?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente de acuerdo	34	44,7	44,7	44,7
	De acuerdo	23	30,3	30,3	75,0
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	7	9,2	9,2	84,2
	En desacuerdo	7	9,2	9,2	93,4
	Totalmente en desacuerdo	5	6,6	6,6	100,0
	Total	76	100,0	100,0	

Nota: resultados pregunta 2

Figura 4: Representación gráfica pregunta 2





Nota: representación gráfica pregunta 2

Análisis e interpretación

La segunda pregunta se refiere a si el alto costo de la inversión y el mantenimiento de SDN hace que sea menos común en las compañías de infraestructura de red. Como se puede ver el 75% de los encuestados están de acuerdo o completamente de acuerdo con esta afirmación. Este resultado muestra un alto grado de barrera de costo. La operación SDN necesita inversiones. Con hardware adecuado, el software y la capacitación virtualizada en mente, pocas compañías pueden darse el lujo de hacerlo, ya que la transición implica los tres. Ese es uno de los mayores problemas, ya que solo las compañías con mucho presupuesto pueden pagar este tipo de implementación. Sin ningún otro tipo de recompensa financiera o estrategias de eficiencia de costes, la transición a SDN será un desafío.

Pregunta 3

Tabla 3: Infraestructura tecnológica

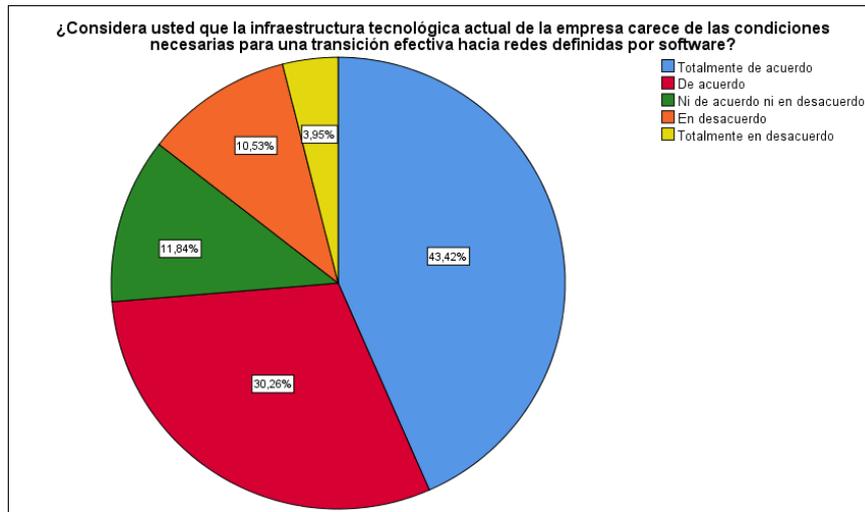
¿Considera usted que la infraestructura tecnológica actual de la empresa carece de las condiciones necesarias para una transición efectiva hacia redes definidas por software?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido acumulado	Porcentaje
Válido	Totalmente de acuerdo	33	43,4	43,4	43,4
	De acuerdo	23	30,3	30,3	73,7
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	9	11,8	11,8	85,5
	En desacuerdo	8	10,5	10,5	96,1
	Totalmente en desacuerdo	3	3,9	3,9	100,0

Total	76	100,0	100,0
-------	----	-------	-------

Nota: resultados pregunta 3

Figura 5: Representación gráfica pregunta 3



Nota: representación gráfica pregunta 3

Análisis e interpretación

La tercera pregunta analiza si la infraestructura tecnológica actual de las empresas carece de las condiciones necesarias para una transición efectiva hacia redes definidas por software. Los resultados muestran que el 73,7% de los encuestados está de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta afirmación, lo que evidencia que la falta de infraestructura adecuada es un obstáculo significativo. La transición a SDN requiere hardware compatible y sistemas actualizados, pero muchas empresas aún operan con infraestructuras tradicionales que dificultan la implementación. Sin una modernización progresiva y estrategias de inversión en tecnología, la adopción de SDN seguirá enfrentando serias limitaciones.

Pregunta 4

Tabla 4: Automatización y gestión centralizada

¿Cree usted que la automatización y gestión centralizada de SDN mejorarían la eficiencia en la administración de redes corporativas dentro de la empresa?

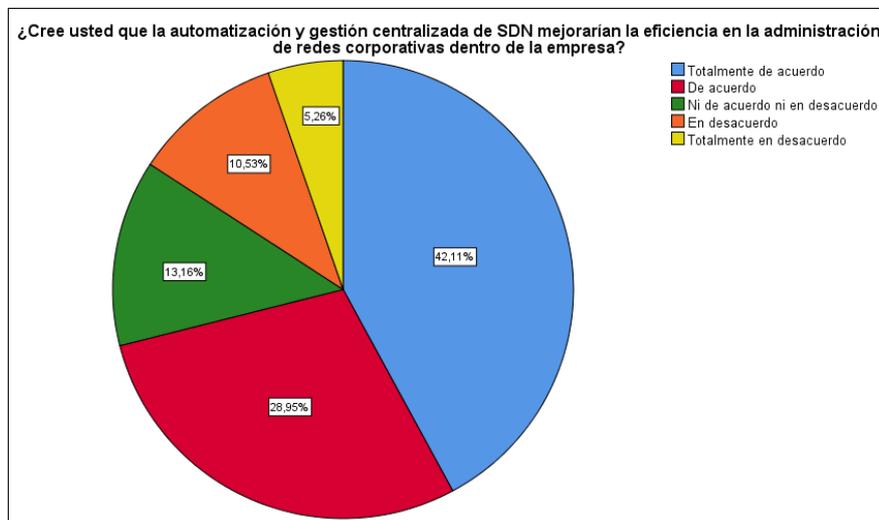
		Porcentaje			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido acumulado	
Válido	Totalmente de acuerdo	32	42,1	42,1	42,1
	De acuerdo	22	28,9	28,9	71,1



Ni de acuerdo ni en desacuerdo	13,2	13,2	84,2
En desacuerdo	8	10,5	94,7
Totalmente en desacuerdo	4	5,3	100,0
Total	76	100,0	100,0

Nota: resultados pregunta 4

Figura 6: Representación gráfica pregunta 4



Nota: representación gráfica pregunta 4

Análisis e interpretación

La cuarta pregunta examina si la automatización y gestión centralizada de SDN mejorarían la eficiencia en la administración de redes corporativas. Los resultados reflejan que el 71,1% de los encuestados está de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta afirmación, lo que evidencia que existe una percepción positiva sobre los beneficios de esta tecnología. La centralización permite optimizar recursos, reducir errores humanos y mejorar la seguridad, factores clave en la gestión de redes. Sin embargo, aunque se reconoce su potencial, la falta de capacitación y los costos asociados continúan siendo barreras para su implementación a gran escala en las empresas.

Pregunta 5

Tabla 5: Resistencia

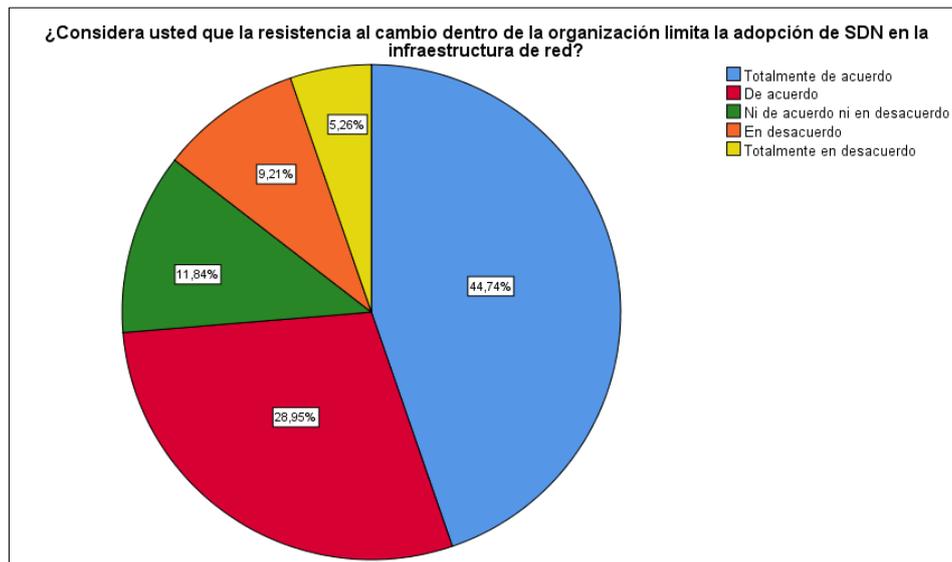
¿Considera usted que la resistencia al cambio dentro de la organización limita la adopción de SDN en la infraestructura de red?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido acumulado
--	------------	------------	-----------------------------

Válido	Totalmente de acuerdo	34	44,7	44,7	44,7
	De acuerdo	22	28,9	28,9	73,7
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	9	11,8	11,8	85,5
	En desacuerdo	7	9,2	9,2	94,7
	Totalmente en desacuerdo	4	5,3	5,3	100,0
	Total	76	100,0	100,0	

Nota: resultados pregunta 5

Figura 7: Representación gráfica pregunta 5



Nota: representación gráfica pregunta 1

Análisis e interpretación

La quinta pregunta es si la resistencia al cambio en la organización ha contribuido significativamente al no uso de SDN en la infraestructura de red. Los resultados obtenidos muestran que, con respecto a esta afirmación, el 73,7% estuvo de acuerdo o muy de acuerdo, lo que indica que la resistencia al cambio es un factor principal en la lenta adopción de la tecnología. No solo la implementación de SDN implica dejar de lado ciertos modos de mantenimiento y nuevo entrenamiento, sino que muchos profesionales se mostrarán reacios al riesgo que implica cambiar. Sin una estrategia de cambio organizacional a largo plazo, los elementos internos dificultarán la adopción general del SDN.

Discusión

En la discusión de los resultados obtenidos en esta investigación sobre la adopción de redes definidas por software, SDN, en empresas ecuatorianas, se pueden evidenciar las

barreras estructurales, económicas y organizativas que impiden a muchas de las organizaciones estudiadas implementar esta tecnología.

En primer lugar, se encuentra la falta de especialistas capacitados en SDN, que es otro hallazgo importante en los resultados, dado que la mayoría de los encuestados considera que este factor dificulta la transición de su organización a SDN. Este resultado está respaldado por las investigaciones de Moreira (2024), que señala que la falta de técnicos especializados en SDN ha sido un factor que ha influido en que la región de América Latina avance más lentamente en la transformación digital aprovechando estos tipos de infraestructuras.

Paralelamente, según Rivera (2024), la transición a SDN no requiere una especialización completa en la tecnología, sino la capacitación de competencias mínimas para implementar herramientas de administración centralizada, lo que disminuiría la brecha de conocimientos. Otro factor crítico para la adopción de SDN identificado en la investigación es el alto costo de implementación y mantenimiento de la infraestructura, que se refiere a la barrera económica para la transición.

El 75% de los encuestados considera que los costos son prohibitivos, lo que también se puede confirmar con la información presentada por Tumbaco (2021), que menciona que las empresas de Latinoamérica carecen de presupuesto para migrar a SDN desde infraestructuras de software heredadas.

No obstante, Aristizábal (2022) argumenta que, aunque la inversión inicial puede ser elevada, a largo plazo, la eficiencia operativa y la reducción de los costos de mantenimiento compensan estos recursos. De hecho, según la literatura revisada, SDN tiene muchas ventajas cuando se trata de optimizar recursos en el tiempo, ya que la automatización y la flexibilidad de estas infraestructuras no solo automatizan procesos, sino que también reducen los costos operacionales a largo plazo.

La falta de infraestructura necesario es otro factor que se discute. Muchos de los encuestados creen que las empresas ecuatorianas no tienen las condiciones para transmitir a SDN, como también se menciona en la investigación de Chávez (2023). No obstante, según González (2021), no es un desafío insuperable, ya que hay soluciones híbridas de interconexión entre las tecnologías actuales y SDN, lo que se hace a través de la integración escalonada, y no de una conversión instantánea de su uso. En este orden de ideas, el problema aquí no es la infraestructura per se, sino la estrategia de transición que falta.

Además, los resultados muestran que la mayoría de los encuestados comprende la importancia de los poderes de automatización y de gestión integral de SDN para mejorar la eficiencia en la gestión de redes. Este descubrimiento se alinea con lo que argumenta Reyes (2022): la adopción de SDN puede mejorar la afinación de recursos, previniendo errores humanos y aumentando la protección en las redes empresariales.

Sin embargo, Villanueva (2022) señala que, aunque la automatización es una fuente significativa de beneficios, generalmente no es suficiente por sí sola. Más importante aún, la preparación interna y una cultura laboral que respalde la innovación tecnológica son decisivas en la adopción exitosa de SDN.

En general, la encuesta sugiere que, si bien las redes estructuradas se perciben como una buena idea, la implementación todavía no se está realizando como resultado de la inexistencia de preparación interna y el rechazo interno al cambio. En lo que respecta a las razones detrás de la resistencia interna al cambio, las organizaciones encuestadas ven este factor como la segunda barrera más crítica para los planes de SDN: considera que la resistencia al cambio es una barrera para la adopción de SDN.

Como sugiere Moreira (2024), la implementación de nueva tecnología desafía a las empresas porque a los sistemas de mando les gusta la inercia y a los empleados no les gusta dejar de jugar. Aunque este problema puede ser un obstáculo en el camino del desarrollo de SDN, Rivera (2024) incluye que este bloqueo puede ser abordado a través de capacitación y comunicación en lo que respecta a la adopción de SDN en negocios ecuatoriales.

Por lo tanto, la discusión da como resultado que, aunque los encuestados consideran que SDN en Ecuador se encuentra en condiciones desfavorables, todavía hay oportunidades para tomar medidas. La insuficiencia de personal y la actitud acerca de un alto precio son obstáculos, aunque pueden ser mitigados a través de capacitación y adopción un paso a la vez. La infraestructura existente puede ser recuperada a través de soluciones híbridas, y aunque estas ofrecen una ventaja, necesita un cambio de actitud por parte de la empresa. La resistencia al cambio todavía se encuentra entre las barreras estructurales, aunque puede ser manejada a través de entrenamiento y comunicación.

Conclusiones

En primer lugar, la falta de personal especializado constituye una barrera crítica para la introducción de SDN en Ecuador. Casi todos los encuestados admitieron que la especialización técnica sería un impedimento para adoptar la tecnología, demostrando su brecha de conocimiento. Aunque la simple formación del personal podría cerrar esta brecha, en el momento presente no hay estrategias implementadas para fortalecer las competencias especializadas de los equipos de trabajo con las habilidades técnicas directamente necesarias. Esta barrera directa a la optimización del proceso detrás de la administración de red en donde la empresa se haya acreditado ralentiza directamente a su vez la actualización de la infraestructura tecnológica dentro de una empresa.

En segundo lugar, el alto costo de inversión y mantenimiento de SDN constituye una limitación significativa para su implementación en el país. Si bien la tecnología de la información y las comunicaciones ha experimentado un rápido crecimiento en los últimos años, la infraestructura empresarial ecuatoriana sigue dependiendo en gran parte de sistemas tradicionales. La transición a modelos intensivos en software requiere una inversión sustancial. Si bien estas inversiones eventualmente reducen los costos operativos y aumentan la automatización, el desembolso inicial en hardware, software y capacitación del personal es prohibitivo para muchas pymes, la mayoría de las cuales operan en presupuestos extremadamente ajustados. Por lo tanto, la falta de incentivos financieros y estrategias de financiamiento es otra limitación significativa que obstaculiza la transición a una gestión de redes más eficiente y relativamente flexible.

En tercer lugar, la resistencia al cambio en el ámbito de la cultura organizacional sigue siendo un desafío clave para la adopción generalizada de SDN. En la medida en que la implementación de nuevas tecnologías automatizadas y métodos centralizados de gestión requiere una reestructuración integral de las prioridades y métodos de trabajo organizacional, también ha generado cierta incertidumbre por parte de los profesionales. No obstante, la mayoría de los encuestados reconoce los beneficios de centralización del control y automatización, la ausencia general de estrategias de cambio organizacional combinada con la inercia creada por siglos de modelos organizacionales anteriores no les permite aprovechar estas oportunidades.

Referencias bibliográficas

- Aristizábal, L. (2022). Modelo de coordinación para la actividad autorregulada en redes definidas por software. *UNAL*.
<https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=329441>
- Chavez, J. (2023). Arquitectura para implementación de servicios de video sobre redes móviles mediante redes definidas por software y segmentación de red. *Tecnologías de avanzada*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24054/rcta.v2i42.2651>
- González, H. (2021). Propuesta de Metodología para el Análisis de Seguridad en Redes Definidas por Software. *Universidad de las Ciencias Informáticas*.
<https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8590610>
- Moreira, C. (2024). Optimización de Recursos en Entornos Universitarios mediante Redes Definidas por Software (SDN) [Resource Optimization in University Environments through Software-Defined Networks (SDN)]. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.62574/rmpi.v4iespecial2.186>
- Reyes, E. (2022). *Metodología de la investigación científica*.
<https://doi.org/https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SmdxEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT45&dq=metodolog%C3%ADa+de+la+investigacion&ots=O01EsvMai2&sig=KLPPuU9pX1nCvVHy95r8hhvY8gA#v=onepage&q=metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigacion&f=false>
- Rivera, H. (2024). Redes definidas por software para mejorar la disponibilidad en RedUNAM. *Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.22201/dgtic.ctud.2024.2.1.32>
- Tumbaco, D. (2021). Revisión de estudios sobre redes definidas por software aplicados en Universidades Ecuatorianas. *Informática y Sistemas*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33936/isrtic.v5i2.3951>
- Villanueva, F. (2022). *Metodología de la investigación*. KLIK.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior