

Análisis de tecnologías de programación aplicadas a la automatización y gestión de redes en proyectos de la Universidad Técnica de Machala, 2021–2025

Analysis of Programming Technologies Applied to Network Automation and Management in Projects at the Technical University of Machala, 2021–2025

Oscar Andrés Valdez Segovia ^{1*} , Luis Enrique Urdiales Novillo ¹ 

Debbie Milena Aguilar Lima ¹ 

¹ Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

* Autor de Correspondencia: ovaldez1@utmachala.edu.ec

Resumen: La automatización de redes ha incrementado el uso de lenguajes, bibliotecas, interfaces y plataformas programables para reducir tareas manuales de configuración, monitoreo y administración. El objetivo de este estudio fue analizar las tecnologías de programación aplicadas a la automatización y gestión de redes en proyectos de la Universidad Técnica de Machala durante 2021–2025. Se desarrolló una investigación cuantitativa, documental, descriptiva y retrospectiva. Mediante criterios de inclusión y exclusión se conformó un corpus de seis proyectos institucionales, cuyos datos se codificaron según lenguaje de programación, framework o biblioteca, plataforma, protocolo, dispositivo de red, función automatizada y mecanismo de validación. Se aplicaron frecuencias relativas y matrices de coocurrencia para identificar relaciones tecnológicas. Python apareció en tres de los seis proyectos (50,0 %) y cuatro proyectos (66,7 %) se relacionaron directamente con gestión, configuración o automatización de routers e infraestructura de proveedores de Internet. El análisis matricial mostró una asociación recurrente entre Python, GNS3 y tecnologías Cisco, mientras que JavaScript, C++, MQTT y ESP32 conformaron un perfil relacionado con gestión de dispositivos IoT. Los resultados evidencian diferentes perfiles de programación según el tipo de infraestructura y muestran la necesidad de incorporar mecanismos cuantitativos de validación en futuros proyectos de automatización de redes.

Palabras clave: automatización de redes, programación, gestión de redes, Python.

Abstract: Network automation has increased the use of programming languages, libraries, interfaces, and programmable platforms to reduce manual configuration, monitoring, and administration tasks. The objective of this study was to analyze programming technologies applied to network automation and management in projects from the Technical University of Machala during 2021–2025. A quantitative, documentary, descriptive, and retrospective study was conducted. Inclusion and exclusion criteria were applied to establish a corpus of six institutional projects, whose data were coded according to programming language, framework or library, platform, protocol, network device, automated function, and validation mechanism. Relative frequencies and co-occurrence matrices were used to identify technological relationships. Python appeared in three of the six projects (50.0%), and four projects (66.7%) were directly related to the management, configuration, or automation of routers and Internet service provider infrastructure. Matrix analysis showed a recurrent association among Python, GNS3, and Cisco technologies, while JavaScript, C++, MQTT, and ESP32 formed a profile related to IoT device management. The results reveal different programming profiles according to the type of infrastructure and highlight the need to incorporate quantitative validation mechanisms in future network automation projects.

Keywords: network automation, programming, network management, Python.

1. Introducción

La administración de redes informáticas ha experimentado una transición progresiva desde procedimientos basados principalmente en configuración manual hacia modelos donde el software, las interfaces de programación y las herramientas de automatización desempeñan un papel cada vez más importante. Esta evolución responde al crecimiento de la complejidad de las infraestructuras, al aumento del número de dispositivos conectados y a la necesidad de ejecutar tareas de configuración, monitoreo y administración de manera consistente. En este contexto, la programación aplicada a redes permite interactuar con dispositivos, ejecutar configuraciones, recopilar información y automatizar operaciones que anteriormente dependían de la intervención directa de un administrador (Mazin et al., 2021; Santyadiputra et al., 2021).

Uno de los antecedentes fundamentales de esta transformación corresponde al desarrollo de las redes definidas por software o Software-Defined Networking (SDN). Kreutz et al. (2015) explican que este paradigma separa la lógica de control de los dispositivos encargados del reenvío del tráfico y favorece la programabilidad de la infraestructura mediante interfaces y componentes de software. Esta separación introdujo nuevas abstracciones para simplificar determinadas tareas de administración y facilitó la evolución hacia redes con mayor capacidad de automatización.

Los enfoques actuales avanzan desde la automatización de tareas concretas hacia esquemas de gestión con menor intervención humana. Coronado et al. (2022) describen Zero-Touch Management como un enfoque orientado a una gestión autónoma bajo supervisión humana, mientras que Gallego-Madrid et al. (2022) analizan el aprendizaje automático como tecnología habilitadora para la orquestación y administración automática de recursos. De manera complementaria, Leivadeas y Falkner (2023) estudian Intent-Based Networking como un modelo de automatización de ciclo cerrado y El Rajab et al. (2024) examinan redes Zero-Touch que integran autogestión, monitoreo, optimización y toma de decisiones automatizada.

En escenarios aplicados, Python y las bibliotecas especializadas constituyen herramientas frecuentes para automatizar infraestructura convencional. Mauboy y

Wellem (2022) compararon Paramiko y Netmiko en routers MikroTik, mientras que Gondhalekar et al. (2024) emplearon Python, Netmiko y GNS3 para automatizar configuraciones y respaldos. Andara et al. (2023) desarrollaron una aplicación web con Python, Django y Paramiko para simplificar la configuración de equipos multivendor, e Islami et al. (2020) utilizaron Ansible para automatizar protocolos de enrutamiento sobre routers Cisco y MikroTik. Estos antecedentes muestran que la automatización puede implementarse mediante scripts, bibliotecas, APIs o herramientas de orquestación según el escenario técnico.

Esta tendencia también se observa en la Universidad Técnica de Machala. En 2021, Cuesta Vera implementó un sistema de gestión de video mediante Home Assistant, integrando dispositivos como ESP32-CAM y un sistema instalado sobre Raspberry Pi 4, junto con tecnologías como ESPHome y WebRTC (Cuesta Vera, 2021). Romero Chiriboga (2022) desarrolló una aplicación web con Python, Django y RouterOS-api para automatizar procesos de gestión sobre routers MikroTik. Posteriormente, Luzon Chiriguayo y Lopez Tello (2024) emplearon Python, VMware, GNS3, Ubuntu y routers Cisco C7200 para automatizar la gestión de ancho de banda y asignación de roles. En el ámbito de Internet de las cosas, Aguilar Ordoñez (2024) implementó un sistema de gestión de dispositivos mediante MQTT, ESP32, PlatformIO, JavaScript y C++, evaluado con 45 dispositivos móviles. Macas Piedra y Quezada Pardo (2024), por su parte, integraron funciones de gestión de un ISP relacionadas con direcciones IP, routers, generación de comandos y servicios de Google Maps y almacenamiento en la nube.

La línea institucional también incluye un proyecto registrado por UTMACH en 2025 sobre gestión automatizada de routers virtualizados (Garzon Izquierdo & Salgado Benalcazar, 2025). El proyecto empleó Python para automatizar la configuración de routers virtualizados y cuenta con una publicación posterior de Salgado Benalcazar et al. (2026), en la que se detallan tecnologías como Flask, Netmiko, SSH, JavaScript y GNS3, además de routers Cisco. Este antecedente permite observar continuidad en el uso de programación aplicada a la configuración y administración de redes dentro de la producción académica institucional.

2. Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con componente documental, de alcance descriptivo y analítico y diseño no experimental retrospectivo. El objeto de estudio estuvo constituido por proyectos académicos de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH) relacionados con el uso de tecnologías de programación en procesos de automatización, configuración, monitoreo y gestión de redes y dispositivos conectados. La elección de un diseño documental permitió utilizar información pública y verificable sin intervenir sobre usuarios o infraestructura tecnológica institucional.

La búsqueda documental se realizó en el Repositorio Digital de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH) y en documentos académicos institucionales, considerando registros correspondientes al período 2021–2025, de acuerdo con el año consignado en cada registro. Se emplearon combinaciones de términos relacionados con “automatización de redes”, “gestión de redes”, routers, Python, MikroTik, Cisco, IoT, ISP y gestión de dispositivos. Para cada documento potencialmente elegible se revisaron el título, la autoría, el año, el resumen y las palabras clave y, cuando fue necesario y estuvo disponible, el documento completo.

Se establecieron como criterios de inclusión: pertenecer a la producción académica de UTMACH; estar comprendido entre 2021 y 2025; corresponder a un documento académico verificable; utilizar lenguajes de programación, frameworks, bibliotecas, APIs o plataformas programables; aplicar dichas tecnologías sobre redes, infraestructura informática o dispositivos conectados; presentar funciones de automatización, configuración, control, monitoreo o administración; y disponer de información técnica suficiente para establecer las tecnologías empleadas. Se excluyeron estudios exclusivamente teóricos, aplicaciones sin un componente relevante de redes, trabajos de diseño o evaluación de redes sin programación aplicada, documentos duplicados y registros con información insuficiente.

El proceso de selección se desarrolló mediante una revisión progresiva de los registros identificados en el Repositorio Digital de la UTMACH y de los documentos académicos institucionales. En una primera etapa se revisaron los registros potencialmente relacionados con automatización y gestión de redes a partir de su

título, autoría, año, resumen y palabras clave. Posteriormente, se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión establecidos y, cuando fue necesario, se consultó el documento completo para verificar la información técnica. Como resultado de este proceso, se seleccionaron seis proyectos que cumplieron los criterios establecidos, los cuales fueron codificados como P1 a P6.

Para la extracción de datos se diseñó una ficha estructurada con las variables: año, lenguaje de programación, framework o biblioteca, plataforma, API, protocolo de comunicación, dispositivo o infraestructura de red, función automatizada, metodología, entorno de evaluación, mecanismo de validación y existencia de resultados cuantitativos. Cuando una característica no pudo comprobarse en el registro o documento consultado, se clasificó como «No reportado».

El análisis cuantitativo se realizó mediante estadística descriptiva. Para cada tecnología se determinó su frecuencia absoluta (f_i) y la frecuencia relativa porcentual mediante $FRI = (f_i/N) \times 100$, donde f_i representa el número de proyectos en los que aparece la tecnología y N el total de documentos incluidos. Adicionalmente se construyó una matriz binaria proyecto-tecnología A , donde $A_{ij} = 1$ si el proyecto i utiliza la tecnología j y $A_{ij} = 0$ en caso contrario. La matriz de coocurrencia se obtuvo mediante $C = A^T A$, permitiendo identificar tecnologías presentes conjuntamente en los proyectos.

Además, se clasificó el tipo de validación reportado por cada proyecto, considerando pruebas funcionales, comparación entre procedimientos manuales y automatizados, evaluación mediante estándares de calidad, pruebas realizadas sobre múltiples dispositivos y ausencia de métricas cuantitativas equivalentes.

3. Resultados

La aplicación de los criterios de inclusión y exclusión permitió conformar un corpus de seis proyectos académicos de la Universidad Técnica de Machala correspondientes al período 2021–2025. Los documentos seleccionados presentaron una relación verificable entre tecnologías de programación y actividades de automatización, administración, configuración o gestión de redes y dispositivos conectados.

La distribución temporal mostró una mayor concentración de documentos en 2024, con tres proyectos (50,0 %). Los años 2021, 2022 y 2025 registraron un proyecto cada uno (16,7 %), mientras que no se identificó dentro de los criterios establecidos un proyecto de 2023 que cumpliera simultáneamente con programación aplicada y automatización o gestión de redes.

Tabla 1. Distribución de los proyectos analizados por año

Año	Frecuencia	Porcentaje
2021	1	16,7 %
2022	1	16,7 %
2023	0	0,0 %
2024	3	50,0 %
2025	1	16,7 %
Total	6	100 %

El corpus incluyó: P1, gestión de video streaming e integración de dispositivos IoT mediante Home Assistant, ESPHome, WebRTC y ESP32-CAM, con el sistema instalado sobre una Raspberry Pi 4 (Cuesta Vera, 2021); P2, automatización de routers MikroTik mediante Python, Django y RouterOS-api (Romero Chiriboga, 2022); P3, automatización de ancho de banda y roles mediante Python, GNS3 y routers Cisco C7200 (Luzon Chiriguayo & Lopez Tello, 2024); P4, gestión IoT mediante JavaScript, C++, PlatformIO, ESP32 y MQTT (Aguilar Ordoñez, 2024); P5, gestión de un ISP con funciones de asignación IP, registro de routers y generación de comandos (Macas Piedra & Quezada Pardo, 2024); y P6, gestión automatizada de routers virtualizados basada en Python (Garzon Izquierdo & Salgado Benalcazar, 2025). Para complementar la caracterización técnica del proyecto, se consultó la publicación posterior de Salgado Benalcazar et al. (2026), en la que se detallan el uso de Flask, Netmiko, SSH, JavaScript, GNS3 y routers Cisco.

Tabla 2. Síntesis del corpus documental

ID	Año	Tecnologías principales	Aplicación
P1	2021	Home Assistant, ESPHome, WebRTC, ESP32-CAM y Raspberry Pi 4 Gestión de dispositivos/video IoT	Gestión de dispositivos/video IoT
P2	2022	Python, Django, RouterOS-api, MikroTik	Automatización de routers/ISP
P3	2024	Python, GNS3, VMware, Cisco C7200	Ancho de banda y roles
P4	2024	JavaScript, C++, PlatformIO, MQTT, ESP32	Gestión de dispositivos IoT
P5	2024	APIs, IP, routers, Google Maps/Drive	Gestión técnica de ISP
P6	2025	Python; Flask, Netmiko, SSH, JavaScript y GNS3; información complementaria verificada en la publicación de 2026	Gestión automatizada de routers virtualizados

Python fue el lenguaje identificado con mayor frecuencia, presente en tres de los seis proyectos (50,0 %). JavaScript apareció en dos proyectos (33,3 %) y C++ en uno (16,7 %). En P5 no se contabilizó un lenguaje específico porque el registro institucional consultado no proporcionó información suficiente para confirmarlo.

Tabla 3. Tecnologías de programación, frameworks y herramientas identificadas

Tecnología	Frecuencia	Porcentaje
Python	3	50,0 %
JavaScript	2	33,3 %
C++	1	16,7 %
Django	1	16,7 %
Flask	1	16,7 %
Netmiko	1	16,7 %
RouterOS-api	1	16,7 %
PlatformIO	1	16,7 %

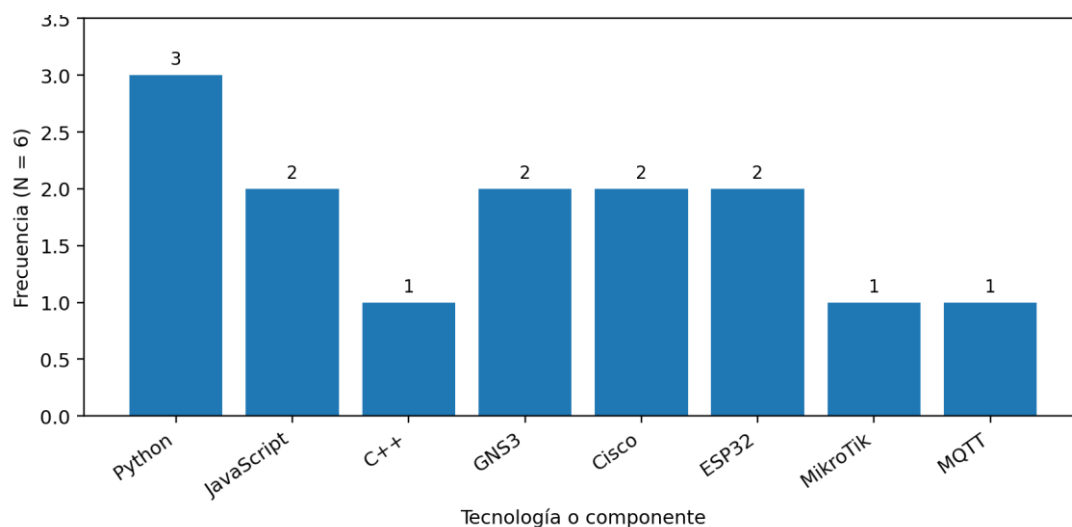


Figura 1. Frecuencia de tecnologías y componentes utilizados en los proyectos analizados.

Cuatro de los seis proyectos (66,7 %) se vincularon directamente con gestión, configuración o automatización de routers e infraestructura de proveedores de Internet, mientras que dos (33,3 %) se orientaron principalmente a dispositivos IoT. GNS3 y tecnologías Cisco aparecieron en dos proyectos cada una (33,3 %); ESP32/ESP32-CAM apareció en dos (33,3 %); MikroTik y MQTT se identificaron en uno cada uno (16,7 %).

Tabla 4. Componentes de red y comunicación identificados

Componente	Frecuencia	Porcentaje
Gestión/configuración de routers o ISP	4	66,7 %
Gestión de dispositivos IoT	2	33,3 %
GNS3	2	33,3 %
Cisco	2	33,3 %
ESP32 / ESP32-CAM	2	33,3 %
MikroTik	1	16,7 %

MQTT	1	16,7 %
SSH	1	16,7 %
WebRTC	1	16,7 %

Para el análisis de coocurrencia, ESP32 y ESP32-CAM se agruparon bajo la categoría ESP32 debido a su pertenencia a la misma familia de plataformas de desarrollo.

La matriz proyecto-tecnología mostró dos agrupaciones principales. La primera estuvo formada por Python, GNS3 y tecnologías Cisco, identificadas conjuntamente en P3 y P6. La segunda comprendió JavaScript, C++, MQTT y ESP32, identificadas conjuntamente en P4. MikroTik presentó una asociación específica con Python en P2.

Tabla 5. Matriz de coocurrencia tecnológica

	Python	JS	C++	GNS3	Cisco	MikroTik	MQTT	ESP32
Python	3	1	0	2	2	1	0	0
JS	1	2	1	1	1	0	1	1
C++	0	1	1	0	0	0	1	1
GNS3	2	1	0	2	2	0	0	0
Cisco	2	1	0	2	2	0	0	0
MikroTik	1	0	0	0	0	1	0	0
MQTT	0	1	1	0	0	0	1	1
ESP32	0	1	1	0	0	0	1	2

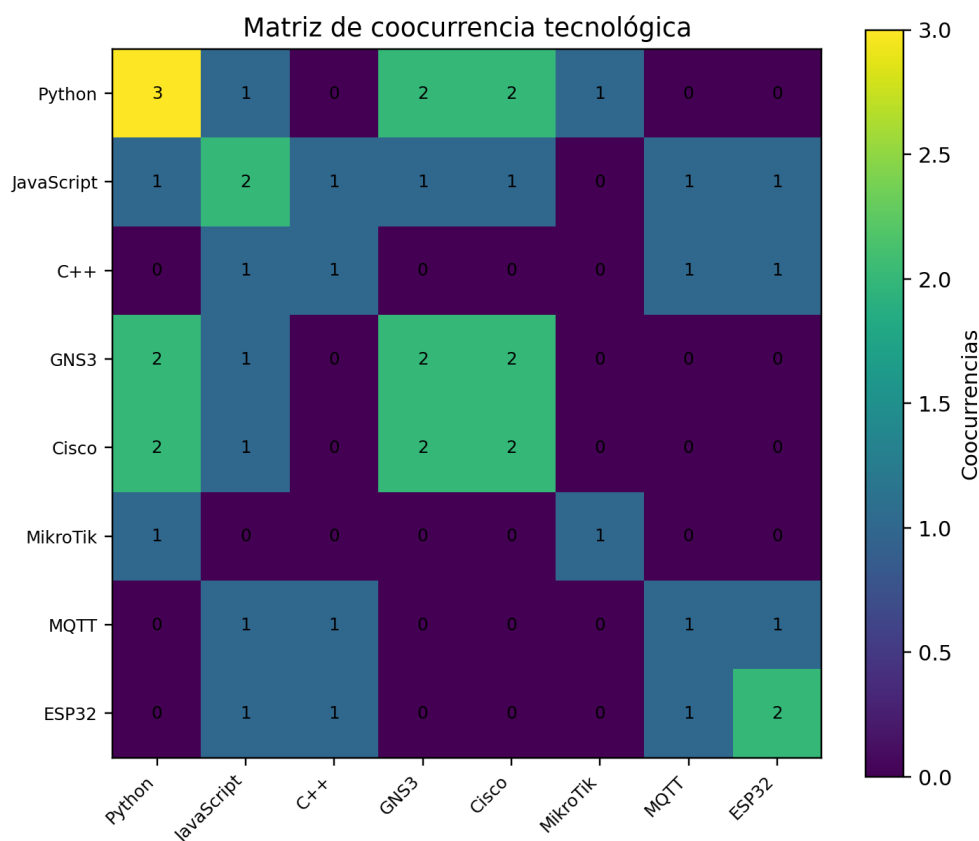


Figura 2. Representación de la matriz de coocurrencia tecnológica.

Los mecanismos de validación fueron heterogéneos. P3 comparó procedimientos manuales y automatizados; P4 realizó pruebas con 45 dispositivos y evaluó eficiencia de desempeño; P5 reportó pruebas funcionales y aplicación de ISO/IEC 25010; y P6 verificó las funciones mediante comparación entre configuración automática y manual. En P1 y P2 no se identificó información suficiente en los registros consultados para clasificarlos bajo las mismas categorías cuantitativas.

Tabla 6. Mecanismos de validación identificados

Proyecto	Mecanismo principal identificado
P1	Implementación e integración funcional; métrica cuantitativa no confirmada.
P2	Desarrollo funcional; métrica cuantitativa no confirmada en el registro.

P3	Comparación entre configuración manual y automatizada.
P4	Pruebas con 45 dispositivos y evaluación de desempeño.
P5	Pruebas funcionales e ISO/IEC 25010.
P6	Comparación de configuración automática y manual.

4. Discusión

Los resultados muestran que, dentro del corpus documental seleccionado, la programación se incorporó a la gestión de redes principalmente como un mecanismo para reducir la intervención manual en tareas de configuración, administración y control. Python fue la tecnología de programación con mayor presencia (50,0 %), particularmente en soluciones orientadas a routers y entornos virtualizados. Este resultado no permite afirmar que Python sea el lenguaje predominante en toda la producción académica de UTMACH, pero sí revela una presencia recurrente dentro de los proyectos que cumplieron los criterios específicos del estudio.

La utilización de Python identificada localmente coincide con experiencias internacionales. Mazin et al. (2021) evaluaron el desempeño de la interacción automatizada con dispositivos mediante Python. Mauboy y Wellem (2022) compararon Paramiko y Netmiko para automatizar routers MikroTik, mientras que Andara et al. (2023) combinaron Python, Django, Paramiko y SSH en una aplicación web orientada a dispositivos multivendor. Estas aproximaciones son comparables con P2, que utilizó Python, Django y RouterOS-api sobre MikroTik, aunque difieren en el mecanismo de interacción: API específica frente a bibliotecas basadas en acceso remoto.

La asociación Python–GNS3–Cisco encontrada en P3 y P6 también coincide con la literatura. Santyadiputra et al. (2021) implementaron una aplicación de administración automática basada en Python, Django, Paramiko y Netmiko sobre un entorno GNS3/VirtualBox; Gondhalekar et al. (2024) emplearon Python, Netmiko y GNS3 para automatización y respaldo de configuraciones; e Islami et al. (2020) utilizaron Ansible para automatizar protocolos de enrutamiento en equipos Cisco y MikroTik. La coincidencia sugiere que los entornos emulados constituyen un escenario frecuente

para estudiar automatización de redes antes de trasladar las soluciones a infraestructura física.

Estos resultados se insertan en una evolución más amplia hacia redes programables. Kreutz et al. (2015) situaron la programabilidad como un elemento central de SDN; Coronado et al. (2022) describieron Zero-Touch Management como una evolución hacia administración autónoma; y Leivadeas y Falkner (2023) analizaron Intent-Based Networking como un esquema de ciclo cerrado. Frente a estos enfoques avanzados, los proyectos UTMACH estudiados se concentran mayoritariamente en automatización determinística mediante scripts, APIs y reglas previamente programadas. Esta diferencia representa una oportunidad para evolucionar hacia telemetría, control basado en intención y mecanismos de decisión automática.

El segundo perfil tecnológico identificado estuvo relacionado con IoT. P4 combinó JavaScript, C++, MQTT y ESP32 para gestionar dispositivos móviles, mientras que P1 integró Home Assistant, ESPHome, WebRTC y ESP32-CAM. Esto indica que la programación aplicada a redes no se restringe a configurar routers, sino que también comprende coordinación, comunicación y supervisión de dispositivos conectados. En consecuencia, las frecuencias no deben interpretarse como una comparación de superioridad entre lenguajes, ya que la selección tecnológica depende del tipo de infraestructura y función automatizada.

La heterogeneidad de los mecanismos de validación constituye otro hallazgo relevante. P3, P4, P5 y P6 reportaron procedimientos explícitos de comparación, pruebas sobre múltiples dispositivos o criterios de calidad, mientras que en P1 y P2 la información pública revisada no permitió confirmar métricas equivalentes. La literatura experimental refuerza la necesidad de esta validación: Mazin et al. (2021), Santyadiputra et al. (2021), Mauboy y Wellem (2022) y Gondhalekar et al. (2024) incorporan mediciones o pruebas funcionales para evaluar sus propuestas. Por tanto, desarrollar una herramienta automatizada no constituye por sí solo evidencia suficiente de eficiencia; se requieren indicadores comparables de tiempo, errores, escalabilidad, utilización de recursos o confiabilidad.

En una perspectiva de evolución tecnológica, Gallego-Madrid et al. (2022) y El Rajab et al. (2024) muestran que la automatización de redes avanza hacia modelos que

integran aprendizaje automático, monitoreo y decisiones autónomas. Los proyectos analizados se ubican principalmente en una fase de automatización programática de tareas específicas. Esto abre líneas futuras para incorporar telemetría, análisis de datos, políticas dinámicas y ciclos cerrados de control en proyectos académicos de redes.

El estudio presenta limitaciones. El corpus estuvo formado por seis proyectos seleccionados mediante criterios específicos, por lo que los porcentajes representan únicamente los documentos analizados y no deben extrapolarse a toda la producción académica de UTMACH. Además, los documentos presentan niveles distintos de detalle técnico y fueron desarrollados con objetivos y entornos diferentes; por ello, la ausencia de una tecnología en la ficha significa «no identificada en la fuente consultada» y no necesariamente «no utilizada». Finalmente, las frecuencias de uso no constituyen comparaciones directas de rendimiento entre tecnologías.

5. Conclusiones

El análisis de los proyectos seleccionados de la Universidad Técnica de Machala permitió identificar diferentes formas de aplicación de tecnologías de programación a la automatización y gestión de redes durante 2021–2025. Dentro del corpus estudiado, Python presentó la mayor frecuencia y estuvo asociado principalmente con configuración y administración de routers, entornos virtualizados y automatización de infraestructura; JavaScript y C++ aparecieron especialmente vinculados con soluciones IoT y comunicación mediante MQTT.

Las relaciones obtenidas mediante la matriz de coocurrencia permitieron distinguir dos perfiles tecnológicos. El primero estuvo caracterizado por la asociación entre Python, GNS3 y tecnologías Cisco, además de Python con MikroTik. El segundo agrupó JavaScript, C++, MQTT y ESP32 en soluciones destinadas a la gestión de dispositivos conectados. Estos resultados muestran que la selección de tecnologías de programación depende del tipo de infraestructura y de la función de red que se pretende automatizar o administrar.

Asimismo, se identificaron diferencias en los mecanismos de validación. Algunos proyectos incorporaron comparaciones entre procedimientos manuales y automatizados, pruebas con múltiples dispositivos o criterios de calidad de software,

mientras que en otros casos la información pública disponible no permitió confirmar métricas cuantitativas equivalentes. Esto evidencia la importancia de acompañar los desarrollos de automatización con indicadores objetivos de tiempo, errores, utilización de recursos, capacidad y desempeño.

En relación con el objetivo general, se concluye que la programación constituye un componente relevante en los proyectos analizados de automatización y gestión de redes de UTMACH, con una presencia destacada de Python en tareas de infraestructura tradicional y un uso diferenciado de C++, JavaScript y MQTT en aplicaciones IoT. Estas tendencias corresponden exclusivamente al corpus seleccionado y no deben generalizarse a toda la producción académica institucional.

Como aporte, el estudio proporciona una caracterización estructurada de lenguajes, plataformas, dispositivos, protocolos y mecanismos de validación, complementada mediante frecuencias y análisis de coocurrencia. Las futuras investigaciones pueden ampliar el corpus, comparar instituciones ecuatorianas e incorporar proyectos orientados a telemetría, Intent-Based Networking y Zero-Touch Management, utilizando protocolos experimentales homogéneos que permitan evaluar de forma objetiva el efecto de la automatización.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Financiamiento

Este trabajo no fue financiado por ninguna organización u empresa.

Declaración sobre inteligencia artificial

Los autores declaran que se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa como apoyo para la organización del manuscrito, búsqueda bibliográfica asistida, revisión lingüística y traducción del resumen. La selección final de fuentes, la verificación de los datos bibliográficos, el análisis de los resultados y la responsabilidad sobre el contenido corresponden al autor.

Aporte de los autores

Oscar Andrés Valdez Segovia: Supervisión y aprobación del manuscrito.

Luis Enrique Urdiales Novillo: Redacción, búsqueda de información bibliográfica, metodología del estudio y conclusiones.

Debbie Milena Aguilar Lima: Resultados y discusión de los resultados.

Referencias

Aguilar Ordoñez, L. P. (2024). Sistema web para la gestión de dispositivos IoT y móvil. Repositorio Digital UTMACH.

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/23568>

Andara, A., Widyarto, S., & Rusdah. (2023). Development of Web-Based Network Automation Applications Using the Kano Method and Paramiko Library to Simplify the Configuration of Multivendor Network Devices at PT. Digital Vision Nusantara. International Journal of Science and Society, 5(5), 976–992.

<https://doi.org/10.54783/ijssoc.v5i5.965>

Coronado, E., Behraves, R., Subramanya, T., Fernández-Fernández, A., Siddiqui, M. S., Costa-Pérez, X., & Riggio, R. (2022). Zero Touch Management: A Survey of Network Automation Solutions for 5G and 6G Networks. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 24(4), 2535–2578.

<https://doi.org/10.1109/COMST.2022.3212586>

Cuesta Vera, J. B. (2021). Gestión de video streaming mediante dispositivos IoT en plataformas domóticas [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Digital UTMACH.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16885>

El Rajab, M., Yang, L., & Shami, A. (2024). Zero-touch networks: Towards next-generation network automation. Computer Networks, 243, 110294.
<https://doi.org/10.1016/j.comnet.2024.110294>

Gallego-Madrid, J., Sanchez-Iborra, R., Ruiz, P. M., & Skarmeta, A. F. (2022). Machine learning-based zero-touch network and service management: A survey. Digital

Communications and Networks, 8(2), 105–123.
<https://doi.org/10.1016/j.dcan.2021.09.001>

Garzon Izquierdo, J. L., & Salgado Benalcazar, J. P. (2025). Aplicación web para la gestión automatizada de routers virtualizados: un enfoque basado en Python [Artículo académico, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Digital UTMACH.
<https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/25753>

Gondhalekar, B., Manna, H., Kothi, S., & Borsae, D. B. (2024). Network Automation With Multithreading Using GNS3 and Netmiko. Indian Journal of Computer Science, 9(2), 18–33. <https://doi.org/10.17010/ijcs/2024/v9/i2/173860>

Islami, M. F., Musa, P., & Lamsani, M. (2020). Implementation of Network Automation using Ansible to Configure Routing Protocol in Cisco and Mikrotik Router with Raspberry PI. Jurnal Ilmiah Komputasi, 19(2), 127–134.
<https://doi.org/10.32409/jikstik.19.2.80>

Kreutz, D., Ramos, F. M. V., Veríssimo, P. E., Rothenberg, C. E., Azodolmolky, S., & Uhlig, S. (2015). Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey. Proceedings of the IEEE, 103(1), 14–76.
<https://doi.org/10.1109/JPROC.2014.2371999>

Leivadeas, A., & Falkner, M. (2023). A Survey on Intent-Based Networking. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 25(1), 625–655.
<https://doi.org/10.1109/COMST.2022.3215919>

Luzon Chiriguayo, J. A., & Lopez Tello, J. I. (2024). Automatización de redes: caso práctico ancho de banda y establecimiento de roles [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Digital UTMACH.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/23941>

Macas Piedra, B. S., & Quezada Pardo, D. F. (2024). Desarrollo de sistema web y móvil para la gestión de un ISP, integrando servicios de Google Maps y Cloud Storage [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Digital UTMACH.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/23110>

Mauboy, L. G., & Wellem, T. (2022). Studi Perbandingan Library Untuk Implementasi Network Automation Menggunakan Paramiko Dan Netmiko Pada Router Mikrotik. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(4), 790–799. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i4.4420>

Mazin, A. M., Ab Rahman, R., Kassim, M., & Mahmud, A. R. (2021). Performance Analysis on Network Automation Interaction with Network Devices Using Python. In 2021 IEEE 11th IEEE Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE) (pp. 360–366). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISCAIE51753.2021.9431823>

Romero Chiriboga, R. F. (2022). Implementación de una aplicación web para la automatización de la gestión de routers MikroTik [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Digital UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/18763>

Salgado Benalcazar, J. P., Garzón Izquierdo, J. L., Morocho Roman, R. F., & Honores Tapia, J. A. (2026). Aplicación web para la gestión automatizada de routers virtualizados: un enfoque basado en Python. *METANOIA: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 12(1), 398–412. <https://doi.org/10.61154/metanoia.v12i1.4214>

Santyadiputra, G. S., Listartha, I. M. E., & Saskara, G. A. J. (2021). The effectiveness of Automatic Network Administration (ANA) in network automation simulation at Universitas Pendidikan Ganesha. *Journal of Physics: Conference Series*, 1810(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1810/1/012028>