

Prototipo de infraestructura de red empresarial: escalabilidad y continuidad operativa

Prototype of enterprise network infrastructure: scalability and operational continuity

Sergio López¹, Keylor Trejos², Félix Jaen³

López, S; Trejos, K; Jaen, F. Prototipo de infraestructura de red empresarial: escalabilidad y continuidad operativa. *Tecnología en Marcha*. Vol. 38, N° especial. Abril, 2025. VII Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 28-36.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v38i5.7882>

- 1 Universidad Técnica Nacional. Guanacaste, Costa Rica.
selopezmo@est.utn.ac.cr
<https://orcid.org/0009-0008-1431-5181>
- 2 Universidad Técnica Nacional. Guanacaste, Costa Rica.
ktrejos@est.utn.ac.cr
<https://orcid.org/0009-0003-7676-3274>
- 3 Universidad Técnica Nacional. Guanacaste, Costa Rica
jjjaen@est.utn.ac.cr
<https://orcid.org/0009-0003-7390-4895>

Palabras claves

Infraestructura tecnológica; operatividad empresarial; conectividad; seguridad; escalable; implementación; prototipo; servidores.

Resumen

El documento presenta un proyecto realizado en la Universidad Técnica Nacional (UTN) de Costa Rica, donde se desarrolló un prototipo de diseño de infraestructura tecnológica que mejorara la operatividad empresarial, la seguridad y la continuidad de las operaciones y que a la vez fuera robusta y escalable. Se utilizó una metodología cualitativa la cual es multimetódica, lo que incluyó el análisis documental de información de diversas infraestructuras de red, juicio de experto mediante la retroalimentación, insumos con los cuales se desarrolló el prototipo en dos fases: planificación y validación, seguidas de la implementación. Se implementaron servicios clave como DHCP, Active Directory, y servidores de respaldo, además de medidas de seguridad como firewalls físicos y servidores de respaldo inalámbricos. La colaboración con expertos y la validación periódica fueron esenciales para asegurar la eficacia del diseño, que promete ser replicable en otras empresas de tamaño mediano y grande, transformando su infraestructura tecnológica con tecnologías avanzadas y medidas de seguridad de vanguardia.

Keywords

Technological infrastructure; business operation; connectivity; security; scalable; implementation; prototype; servers.

Abstract

The document presents a project carried out at the Universidad Técnica Nacional (UTN) in Costa Rica, where a prototype design for technological infrastructure was developed to enhance business operability, security, and continuity of operations while being robust and scalable. A qualitative methodology, which is multimethod, was used. This included the documentary analysis of information from various network infrastructures and expert judgment through feedback. These inputs were used to develop the prototype in two phases: planning and validation, followed by implementation. Key services such as DHCP, Active Directory, and backup servers were implemented, along with security measures such as physical firewalls and wireless backup servers. Collaboration with experts and periodic validation were essential to ensure the effectiveness of the design, which promises to be replicable in other medium and large-sized companies, transforming their technological infrastructure with advanced technologies and cutting-edge security measures.

Introducción

El proyecto de modernización de la infraestructura tecnológica de la red empresarial, según [1], “consta de un conjunto de elementos (dispositivos y aplicaciones), que se organizan mediante procesos tecnológicos para generar la operatividad empresarial. La sistematización de los procesos que realiza el recurso humano en la empresa se transmite por equipos y redes de computadores”. Su objetivo es desarrollar un diseño replicable en futuras empresas de tamaño mediano y grande, enfocado en crear una infraestructura robusta y escalable. Una infraestructura robusta y escalable implica diseñar sistemas que puedan manejar cargas de trabajo crecientes y recuperarse eficientemente de fallos, asegurando la continuidad del negocio y la adaptabilidad a las demandas cambiantes. También debe ser capaz de soportar al

menos una organización con cinco sucursales y un sitio alternativo de respaldo a través de conexión inalámbrica. Este prototipo busca incrementar la eficiencia operativa, reforzar la seguridad de los datos y garantizar la continuidad de las operaciones. Según [2], “en el contexto de las redes empresariales, la eficiencia operativa se logra mediante una infraestructura que no solo es escalable, sino que también garantiza la continuidad operativa. Esto implica una cuidadosa planificación y diseño de la red que permita manejar un crecimiento rápido sin comprometer el rendimiento, minimizando el tiempo de inactividad y mejorando la resiliencia frente a fallos. Al integrar tecnologías avanzadas y prácticas de gestión proactiva, las organizaciones pueden mantener un alto nivel de eficiencia, reduciendo costos y mejorando la experiencia del usuario final.”

La iniciativa se llevó a cabo en dos fases. En la primera fase, se diseñaron diferentes modelos de infraestructura que cumplieran con los requisitos indicados. Estos modelos fueron evaluados y refinados en conjunto con expertos en Infraestructura Tecnológica empresarial hasta llegar a un consenso y crear el modelo inicial utilizando el software de simulación *Packet Tracer*, según [3], es un programa de aprendizaje y simulación de redes interactiva; que permite crear topologías de red, configurar dispositivos, insertar paquetes y simular una red con múltiples representaciones para dispositivos CISCO. En la segunda fase, se implementaron en equipos físicos con las especificaciones indicadas en el prototipo todos los servicios de software clave como DHCP el provee parámetros de configuración a un host solicitante dentro de un ambiente de red [4]. Active Directory, correo electrónico, servidor de archivos, servidor web, servidor de base de datos, almacenamiento en la nube, herramientas de colaboración y medidas de seguridad informática, como un firewall que sustentaran el modelo desarrollado en la primera fase. Según Cuenca [5], un firewall es un sistema o conjunto de sistemas que implementa una política de seguridad entre la red privada de una organización y el Internet. Este dispositivo decide qué servicios de red pueden ser accedidos desde fuera de la organización y quiénes pueden utilizar los recursos de red que pertenecen a la misma.

El proyecto también incluyó medidas de contingencia para garantizar la continuidad de los servicios tecnológicos mediante redundancia, según [6], la redundancia en redes se refiere a la inclusión de caminos alternativos y componentes adicionales para asegurar la continuidad del servicio y minimizar el impacto de fallos en la red. También se incluyeron respaldos de datos, configuraciones y demás recursos tecnológicos. El prototipo fue diseñado de tal manera que pueda escalarse, replicarse y actualizarse con futuros requerimientos, especialmente aquellos relacionados con la seguridad informática, la cual se encarga de proteger la integridad, disponibilidad y confidencialidad de la información y los sistemas informáticos que la contienen [7].

Materiales y métodos

el enfoque de la investigación de este proyecto es cualitativo. El propósito es analizar diversas infraestructuras de red de diferentes empresas para diseñar un prototipo que integre los servicios necesarios y optimice la eficiencia operativa de las empresas que lo implementen. Se llevó a cabo una rigurosa extracción de información a partir de una serie de documentos proporcionados. La metodología utilizada incluyó tres fases principales: planificación, validación e implementación. Durante la planificación, se definieron los objetivos y se seleccionaron las infraestructuras a analizar. En la fase de validación, se verificó que los servicios y la arquitectura fueran adecuados a través de pruebas y evaluaciones exhaustivas. Finalmente, en la fase de implementación, se desarrolló y puso en marcha el prototipo basado en los resultados obtenidos

en la fase anterior. Según [8], un prototipo es una versión preliminar de un producto que permite a los diseñadores y desarrolladores probar y validar ideas, así como recibir retroalimentación antes de la producción final

Desarrollo de la propuesta

Descripción del proyecto

El proyecto tuvo como objetivo definir un prototipo que resolviera el problema de modernizar las infraestructuras de red en un entorno empresarial.

Entre los requisitos esenciales se encontraba la promoción de la eficiencia y escalabilidad de los servicios, el aumento de la eficiencia operativa y el fortalecimiento de la seguridad de la información, aspectos que hoy en día representan tareas críticas para las organizaciones

Para abordar este desafío, un equipo de 14 estudiantes, durante un cuatrimestre, distribuidos en grupos uniformes, trabajó en diferentes partes del proyecto, reuniéndose semanalmente para integrar y demostrar la funcionalidad del proyecto en su conjunto

Recopilación y análisis de requerimientos

Se extrajo información de diversos documentos de texto considerando las necesidades y carencias que debe cubrir una red empresarial para ajustarse a las necesidades del entorno actual, priorizando la escalabilidad y la eficiencia de los distintos servicios que ofrece.

Prototipo inicial

En esta fase, los estudiantes de Ingeniería en Tecnologías de la Información diseñaron una topología a mano alzada según los requerimientos obtenidos en la primera fase.

Posteriormente, esta topología inicial fue revisada y validada por expertos en infraestructuras de red. Tras este proceso, el prototipo se prototipó en la herramienta de topologías de red denominado Packet Tracer para asegurar su fidelidad a la futura arquitectura.

Colaboración con profesionales

El prototipo se presentó a expertos en dicha área para obtener sus opiniones y hacer cambios en el prototipo para obtener una guía precisa sobre la cual se iba a desarrollar la implementación. Con dicha retroalimentación y validación, se ajustó el prototipo según las observaciones indicadas.

Desarrollo de la arquitectura

El desarrollo de la arquitectura fue colaborativo y estructurado, involucrando un grupo de estudiantes y expertos en el área durante un cuatrimestre. Se establecieron responsabilidades semanales a cada integrante con fecha límite, trabajando en conjunto para lograr entregables completos y funcionales. Presentaban avances a los expertos periódicamente para validar y afirmar la estructura.

Retroalimentación y puesta en marcha

Los expertos proporcionaron retroalimentación detallada después de cada avance presentado, guiando el desarrollo para cumplir con los requisitos y expectativas planteados. Al finalizar el cuatrimestre, los estudiantes realizaron una demostración de la arquitectura donde se puso a prueba la seguridad, la transmisión de datos y el correcto funcionamiento de los servicios. Esta demostración fue un éxito.

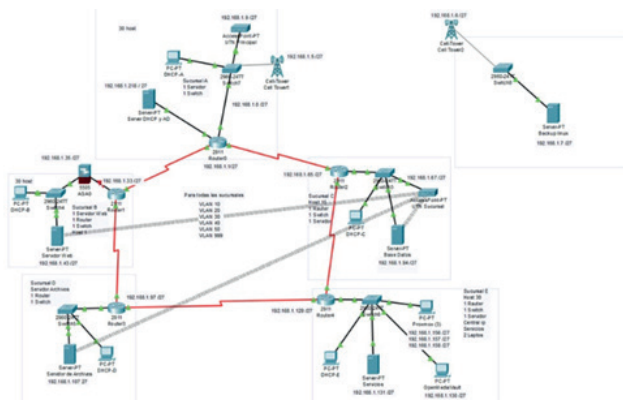


Figura 1. Representación de la topología lógica.

Análisis de la topología de red

La topología de red representa la estructura que está conformada la red empresarial. Cada sucursal y sus conexiones están asignadas a subredes específicas, lo que facilita un control eficiente del tráfico y la gestión de recursos.

Elementos clave de la topología

- **Routers:** Actúan como el núcleo de la red, asegurando el enrutamiento del tráfico entre las diferentes subredes y sucursales, formando la columna vertebral de la red.
- **Switches:** Se utilizan dentro de cada sucursal para conectar los dispositivos locales, asegurando una distribución eficiente del tráfico dentro de la subred asignada.
- **Servidores:** Proveen servicios críticos como almacenamiento y gestión de aplicaciones, esenciales para las operaciones diarias de la organización.
- **Hosts:** Incluye todos los dispositivos finales como computadoras y dispositivos móviles que se conectan a la red a través de los switches.
- **Firewall:** Se implementó para proteger la red de amenazas externas, controlando el tráfico entrante y saliente entre las diferentes subredes.
- **Conexiones:** Representan los enlaces físicos (cableado e inalámbrico) interconectando los diversos dispositivos de la red.

Análisis del diseño de la topología

La topología está diseñada en una configuración en estrella, según [9], una conexión en estrella es una topología de red en la que todos los dispositivos se conectan a un dispositivo central, como un concentrador (hub) o un conmutador (switch). Este dispositivo central actúa como un punto de distribución, y todas las comunicaciones entre dispositivos deben pasar a través de él. Esta configuración facilita la gestión de la red y la detección de fallos. Donde los routers [10] centrales gestionan la conexión entre las diferentes sucursales y subredes. Esta configuración facilita la escalabilidad, permitiendo la expansión de la red conforme crece la organización. La segmentación en subredes mejora la seguridad y el rendimiento, ya que minimiza el tráfico innecesario.

Estandares				
Nombres R	Ips Puerta Enlace	Ips Server	Switch	Nombre Server
R - A	Primer IP	Ultima IP	S - A	Server - A
R - B			S - B	Server - B
R - C			S - C	Server - C
R - C			S - D	Server - D
R - E			S - E	Server - E
R - Back			S - Back	Server - Back
Estandares				
10: Admin	Ips para los Seriales: La primera para R - A y la segunda para R - B según la asignación del subnete. Ejemplo para A - B: Para Serial de A=192.168.1.193 y para Serial de B= 192.168.1.194			Para los Host las Ips comienzan desde la 11 hasta la 29.
20: WEB				
30: Base Datos				
40: Archivos				
50: DataCenter				
60: Respaldo				
999: Native				

Figura 2. Representación del del Esquema de Red.

Análisis del esquema de red

El esquema de red está organizado bajo estándares claras de asignación de direcciones IP. Según [11], el IP (Internet Protocol), proporciona un sistema de entrega de paquetes, sin conexión y no fiable. Administra las direcciones lógicas, que dividen el identificador del nodo en un número de red lógico y un número de dispositivo de 4 bytes en IP versión 4). Nombres de dispositivos. A continuación, se especifican los puntos claves.

Nombres de Routers y Conexiones

- Se nombran diferentes dispositivos de red (routers) como *R-A*, *R-B*, etc., con asignación de switches (*S-A*, *S-B*, etc.) y servidores correspondientes (*Server-A*, *Server-B*).
- Las *Ips Puerta Enlace* se asignan a la primera IP del segmento, mientras que las *Ips Server* se asignan a la última IP, siguiendo prácticas comunes de enrutamiento.

Servicios y Segmentación de IPs

- Los rangos de IP se segmentan para diferentes servicios como administración, bases de datos, archivos, centros de datos, y respaldo, con designaciones numéricas (ej. 10 para Admin, 20 para WEB, etc.).

IPs para la conexión de los Seriales

- Se asignan IPs específicas para los seriales de los dispositivos, utilizando subredes consecutivas. Por ejemplo, *R-A* recibe *192.168.1.193* y *R-B* recibe *192.168.1.194*.

Asignación de IPs para los Hosts

- Las IPs para los hosts se asignan desde la IP 11 hasta la IP 29 dentro del segmento correspondiente.

	# Hosts	Subred	Máscara	Primer Host	Último Host	Broadcast
A	30	192.168.1.0 /27	255.255.255.224	192.168.1.1	192.168.1.30	192.168.1.31
B	30	192.168.1.32 /27	255.255.255.224	192.168.1.33	192.168.1.62	192.168.1.63
C	30	192.168.1.64 /27	255.255.255.224	192.168.1.65	192.168.1.94	192.168.1.95
D	30	192.168.1.96 /27	255.255.255.224	192.168.1.97	192.168.1.126	192.168.1.127
E	30	192.168.1.128 /27	255.255.255.224	192.168.1.129	192.168.1.158	192.168.1.159
Wireless	30	192.168.1.160 /27	255.255.255.224	192.168.1.161	192.168.1.190	192.168.1.191
A-B	2	192.168.1.192 /30	255.255.255.252	192.168.1.193	192.168.1.194	192.168.1.195
A-C	2	192.168.1.196 /30	255.255.255.252	192.168.1.197	192.168.1.198	192.168.1.199
B-D	2	192.168.1.200 /30	255.255.255.252	192.168.1.201	192.168.1.202	192.168.1.203
C-E	2	192.168.1.204 /30	255.255.255.252	192.168.1.205	192.168.1.206	192.168.1.207
D-E	2	192.168.1.208 /30	255.255.255.252	192.168.1.209	192.168.1.210	192.168.1.211
Enlace	2	192.168.1.212 /30	255.255.255.252	192.168.1.213	192.168.1.214	192.168.1.215

Figura 3. Representación del direccionamiento IP para cada subred.

Análisis de la Configuración de Red

La configuración de red presenta un esquema de direccionamiento IP diseñado para una red empresarial que abarca cinco sucursales (A, B, C, D, E) y una red inalámbrica. Según [12], las redes inalámbricas son sistemas de comunicación que utilizan ondas de radio o infrarrojas para transmitir datos entre dispositivos sin necesidad de cables físicos, facilitando la conectividad y el intercambio de información en una variedad de entornos. Cada sucursal y las conexiones entre ellas están asignadas a subredes específicas, lo que permite un control eficiente del tráfico y una gestión adecuada de los recursos de red.

Elementos clave del direccionamiento

- **# Hosts:** Indica la cantidad máxima de dispositivos que pueden conectarse a cada subred.
- **Subred:** Define la red a la que pertenecen los dispositivos, segmentando la red principal en subredes más pequeñas y manejables.
- **Máscara:** Determina qué parte de la dirección IP corresponde a la red y cuál al host, estableciendo así los límites de cada subred.
- **Primer Host:** Es la primera dirección IP utilizable dentro de la subred, asignada a dispositivos de la red.
- **Último Host:** Es la última dirección IP utilizable en la subred, asegurando que todos los dispositivos se mantengan dentro del rango definido.
- **Broadcast:** Es la dirección IP utilizada para enviar paquetes a todos los dispositivos de la subred, facilitando la comunicación masiva.

Análisis de la configuración

La configuración muestra que todas las sucursales tienen un tamaño de subred uniforme, con capacidad para 30 hosts. Esto sugiere un diseño equilibrado que facilita la expansión futura de cada sucursal. Además, las subredes están dentro del rango de direcciones 192.168.x.x, identificándolas como redes locales, lo cual es común en configuraciones de redes privadas.

Para las conexiones entre sucursales, se han utilizado subredes más pequeñas con capacidad para 2 hosts, lo que indica que están destinadas a enlaces punto a punto, optimizando así el uso de direcciones IP y minimizando el desperdicio de espacio de direcciones.

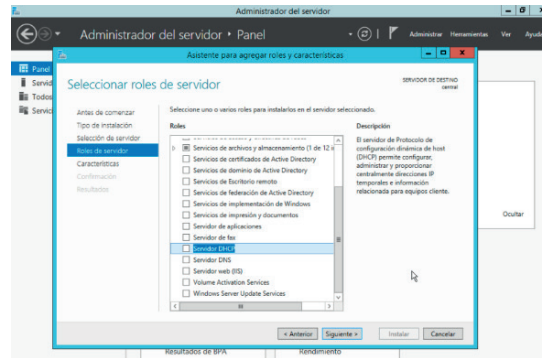


Figura 4. Instalación del DHCP, DNS Y AD.

Conclusiones

Este proyecto abordó los desafíos de la eficiencia operativa, seguridad y continuidad de las operaciones de una empresa con múltiples sucursales para desarrollar un prototipo de infraestructura de red que pueda ser escalable a cualquier empresa con múltiples sucursales. Se está coordinando con instituciones públicas y privadas para implementar el modelo propuesto en ambientes reales, para desarrollar un prototipo de infraestructura de red de tamaño medio y grande, garantizando la seguridad de la información, la eficiencia operativa y la continuidad de los servicios informáticos en la empresa. El prototipo desarrollado promete transformar la infraestructura tecnológica de las empresas que lo implemente al incorporar tecnologías y medidas de seguridad avanzadas y de vanguardia. Esta iniciativa marca un hito en la modernización empresarial, combinando tecnología y seguridad para un crecimiento y competitividad sostenibles.

Referencias

- [1] Oramas Calderón, E. R. (2019). Infraestructura tecnológica como apoyo modernizante en la operatividad administrativa empresarial: el caso de la Empresa Servicios y Mantenimiento de Equipos. Petroleros (SYMEP) de Esmeraldas (Doctoral dissertation, Ecuador-PUCESE-Escuela de Sistemas y Computación).
- [2] García, M., & Fernández, L. (2023). La eficiencia operativa en infraestructuras de red empresarial: Escalabilidad y continuidad operativa. *Revista de Ingeniería de Redes*, 18(3), 45-62.
- [3] Torres, J. A. (2015). Herramientas de software de simulación para redes de Comunicaciones (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- [4] Velasco Berrezueta, M. A. (2016). Diseño e implementación de una aplicación prototipo para ofrecer el servicio de DHCP sobre una SDN (Bachelor's thesis, Quito, 2016.).
- [5] Cuenca, J. (2016). Firewall o cortafuegos. *Universidad Nacional de Loja, February*, 1-5.
- [6] Schneider, G., & Evans, J. (2016). *New Perspectives on Computer Concepts 2016: Comprehensive*. Cengage Learning.
- [7] Vieites, Á. G. (2011). Enciclopedia de la seguridad informática (Vol. 6). Grupo Editorial RA-MA.
- [8] Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2016). *Product Design and Development* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- [9] Olifer, N., & Olifer, V. (2013). *Computer Networks: Principles, Technologies and Protocols for Network Design*. Wiley.

- [10] Aguirre Ardila, J. A., & Martin Gonzalez, G. A. Diseño e Implementacion de un Algoritmo para la configuracion de dos Tecnologias de Routers, Utilizando el Software de Enrutamiento Quagga.
- [11] Dordoigne, J. (2015). *Redes informáticas-Nociones fundamentales* (5ª edición):(Protocolos, Arquitecturas, Redes inalámbricas, Virtualización, Seguridad, IP v6...). Ediciones Eni.
- [12] Stallings, W. (2021). *Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud*. Addison-Wesley Professional.

Declaración sobre uso de Inteligencia Artificial (IA)

Para la revisión gramatical y ortográfica de este artículo, empleamos la herramienta de IA ChatGPT. Esta nos permitió identificar errores y mejorar la fluidez del texto. No obstante, realizamos una revisión final para garantizar que el artículo cumpliera con los estándares de calidad de la revista..