

Simulación y Optimización de Infraestructura de Red mediante Segmentación VLAN y  
Protocolo OSPF en Cisco Packet Tracer para la Mejora de la Conectividad Urbana y Rural

Nombres y Apellidos del estudiante

Edilson Orlando Alvarado Méndez

Juan Jose Arias Alba

202016907 - Proyecto de grado

Tutor:

Daniel Andrés Guzmán Arévalo

Programa de Ingeniería de Sistemas

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

05 de Diciembre de 2025

## **Tabla de contenido**

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Abstract / Resumen	3
Introducción	5
Planteamiento del problema	7
Objetivos	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Justificación	8
Delimitación del proyecto	10
Marco referencial	11
Marco conceptual	14
Marco legal	17
Metodología	24
Cronograma de actividades	29
Recursos necesarios para la implementación	30
Resultados esperados	32
Conclusiones	33
Diseño del prototipo	40
Evidencias de ejecución del proyecto	41
Referencias	65

## **Abstract/Resumen**

High latency, traffic congestion and low scalability have highlighted limitations in network infrastructure, due to rapid urban growth and increasing demand for digital services. These shortcomings, both in rural and urban populations, have a negative impact on the quality of basic services, which increases the digital divide. The goal of this project is to design and simulate an optimized network infrastructure in Cisco Packet Tracer, a robust and validated tool for the performance analysis of network protocols. The solution focuses on improving network efficiency using two fundamental technologies: the OSPF (Open Shortest Path First) dynamic routing protocol and segmentation through VLANs (Virtual Local Area Networks), a technique that has proven effective in managing traffic in operational networks. The goal is to ensure more efficient and secure connectivity, by combining VLAN Quality of Service (QoS) with OSPF routing, which uses Dijkstra's algorithm to identify the shortest path. The simulation that will be carried out, which is also a valuable simulation-based learning exercise for engineering education, will make it possible to carry out an exhaustive analysis of the OSPF protocol and to verify the fluid communication between the different segments of the network. This represents a contribution in academic, social and technological terms, by validating an optimized model that can be used in future implementations in real contexts to contribute to reducing the digital divide.

**Keywords:** Networking, Vlans, OSPF, bottlenecks, packet tracer simulation, latency, security, protocols, validations

## Resumen

La alta latencia, la congestión del tráfico y la escasa capacidad de escalabilidad han puesto de manifiesto las limitaciones en la infraestructura de red, debido al rápido crecimiento urbano y la creciente demanda de servicios digitales. Estas carencias, tanto en poblaciones rurales como urbanas, repercuten negativamente en la calidad de los servicios básicos, lo que incrementa la brecha digital. El meta de este proyecto es diseñar y simular una infraestructura de red optimizada en Cisco Packet Tracer, una herramienta robusta y validada para el análisis de rendimiento de protocolos de red.

La solución se enfoca en mejorar la eficiencia de la red utilizando dos tecnologías fundamentales: el protocolo de enrutamiento dinámico OSPF (Open Shortest Path First) y la segmentación a través de VLANs (Virtual Local Area Networks), una técnica que se ha demostrado eficaz para administrar el tráfico en redes operativas. El objetivo es garantizar una conectividad más eficaz y segura, mediante la combinación de la Calidad de Servicio (QoS) de las VLAN con el enrutamiento OSPF, que utiliza el algoritmo de Dijkstra para identificar la ruta más breve.

La simulación que se llevará a cabo, la cual también es un valioso ejercicio de aprendizaje basado en simulación para la enseñanza de ingeniería, posibilitará que se realice un análisis exhaustivo del protocolo OSPF y que se verifique la comunicación fluida entre los diferentes segmentos de la red. Esto representa un aporte en términos académicos, sociales y tecnológicos, al validar un modelo optimizado que puede ser utilizado en futuras implementaciones en contextos reales para contribuir a disminuir la brecha digital.

**Palabras clave** Redes, Vlans, OSPF, cuellos de botella, simulación packet tracer, latencia,

seguridad, protocolos, validaciones.

## Introducción

El acelerado desarrollo urbano y la demanda en aumento de servicios digitales han puesto de manifiesto las restricciones de la infraestructura de red en cuanto a capacidad, rapidez y escalabilidad. Con la expansión de tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), la red 5G y los servicios en la nube, el número de aparatos conectados se ha incrementado de manera exponencial, poniendo en riesgo las redes urbanas y creando problemas de latencia, así como problemas de congestión, y escasa cobertura en algunas áreas. Esta circunstancia afecta directamente la calidad de vida de los habitantes y restringe el progreso de las llamadas ciudades inteligentes, que necesitan una conexión rápida y estable para funcionar de manera eficaz.

En este escenario, se presenta la exigencia de aplicar soluciones vanguardistas que mejoren la infraestructura de red a través de la utilización de instrumentos de simulación como Cisco Packet Tracer. Este estudio sugiere la creación y simulación de una red optimizada que utilice tecnologías como la fibra óptica y modelos matemáticos de distribución de tráfico, junto con protocolos sofisticados de enrutamiento, con el objetivo de incrementar la conectividad y disminuir la latencia. Mediante el uso de un ambiente de simulación, es posible probar y valorar estas mejoras antes de ponerlas en práctica en una red real, garantizando un sistema eficaz, escalable y sostenible que respalde el desarrollo tecnológico de las ciudades y mejore la calidad de los servicios digitales para sus residentes.

En este proyecto se desarrollara una simulación de optimización de infraestructura de red en Cisco Packet Tracer, con el propósito de resolver problemas como congestión de tráfico, falta de comunicación entre segmentos y limitada escalabilidad. Se implementó la segmentación de red mediante VLANs para mejorar la organización y el rendimiento, y se utilizó el protocolo de enrutamiento dinámico OSPF para garantizar una comunicación eficiente entre subredes, asegurando rápida convergencia y adaptabilidad. La configuración incluyó la creación de subinterfaces en routers y la correcta asignación de VLANs en switches, lo que permitirá interacción entre diferentes segmentos de red, mejorando la conectividad, el control administrativo y sentando las bases para futuras expansiones.

Para la ejecución del proyecto, se estará aplicando la metodología ágil Scrum, un marco de trabajo que permite gestionar el desarrollo tecnológico de forma iterativa e incremental. Este enfoque brinda una solución estructurada a los problemas de conectividad y rendimiento. La filosofía CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar) se utiliza como el macro-ciclo de vida que guía las grandes fases del proyecto, las cuales se ejecutan a través de los Sprints de Scrum.

## **Planteamiento del problema**

El incremento acelerado de las ciudades y la demanda cada vez mayor de servicios digitales han ocasionado limitaciones importantes en la infraestructura de red. Una serie de problemas importantes se han hecho evidentes gracias a la expansión de dispositivos conectados y al desarrollo de tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), los servicios en la nube y la red 5G.

Esta situación es la consecuencia directa de causas raíz identificadas, como una infraestructura obsoleta o insuficiente, un ancho de banda limitado y mal distribuido, y una mala planificación y gestión de la red. Estas causas provocan los efectos que definen la problemática central: congestión del tráfico, lentitud en la red, pérdida de paquetes de datos y fallos en servicios críticos.

El resultado es una mala experiencia del usuario final y un aumento de costos operativos, lo que reduce la fiabilidad del servicio. En las zonas rurales, donde hay una gran desigualdad digital por la carencia de infraestructura sólida, esta problemática se intensifica. Esta situación afecta directamente la calidad de vida de los ciudadanos, obstaculizando servicios esenciales (educación, salud, emergencias) y subrayando la necesidad de proyectos de innovación tecnológica que aborden estas deficiencias estructurales.

**Figura 1**

*Árbol de problemas.*



*Nota.* El diagrama muestra el problema central de la red, sus principales causas y los efectos que genera en la organización. *Fuente:* Elaboración propia

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar una infraestructura de red optimizada en Cisco Packet Tracer mediante el uso de VLANs y el protocolo OSPF, con el fin de mejorar la conectividad, reducir la latencia y garantizar la escalabilidad en entornos urbanos y rurales.

### **Objetivos específicos**

Analizar las limitaciones actuales de la infraestructura de red en términos de capacidad, latencia y segmentación, identificando las principales causas de los problemas de conectividad.

Implementar una simulación en Cisco Packet Tracer que incorpore segmentación de red mediante VLANs y protocolos de enrutamiento dinámico, asegurando la comunicación eficiente entre diferentes dependencias.

Validar la funcionalidad de la simulación a través de pruebas de conectividad y escenarios de tráfico, evaluando la escalabilidad del diseño y su aplicabilidad a un entorno real.

## **Justificación**

La escasa conectividad digital y la brecha tecnológica entre zonas rurales y urbanas hacen que este proyecto sea altamente pertinente para el contexto actual. Más allá de representar un desafío técnico, la optimización de la infraestructura de red constituye una necesidad social, al buscar soluciones que garanticen un acceso equitativo a los servicios digitales. Al diseñar un modelo de red optimizado en Cisco Packet Tracer, el proyecto contribuye a mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la comunicación digital, alineándose con los propósitos de la innovación científica y tecnológica (Arrubla Hoyos, 2019) y con los objetivos de desarrollo relacionados con la inclusión tecnológica.

Desde el punto de vista académico y metodológico, el proyecto se fundamenta en la metodología ágil Scrum, un enfoque iterativo y colaborativo que permite gestionar eficazmente las fases de planificación, diseño, implementación y validación del sistema. Esta metodología promueve la entrega progresiva de resultados, la retroalimentación continua y la mejora constante del prototipo, fortaleciendo tanto el proceso formativo como la calidad del producto tecnológico. La red se concibe como un sistema complejo e

interconectado, cuya gestión estructurada garantiza la viabilidad del modelo y su capacidad de adaptación a distintos contextos institucionales.

En el ámbito técnico y formativo, el proyecto ofrece un entorno de aplicación práctica de conocimientos avanzados en redes de datos. La implementación de VLANs y del protocolo OSPF permite optimizar la segmentación del tráfico, garantizar la seguridad y mejorar la calidad de servicio (QoS), factores esenciales para servicios como la telemedicina, la educación virtual y las comunicaciones de emergencia. Además, el uso de Cisco Packet Tracer como herramienta de simulación fomenta el desarrollo de competencias profesionales, cerrando la brecha entre la teoría y la práctica y preparando a los estudiantes para afrontar los retos reales del campo de la ingeniería de sistemas.

### **Delimitación del proyecto**

El presente proyecto tiene como alcance el diseño, simulación e implementación virtual de una red corporativa utilizando la herramienta Cisco Packet Tracer, con el propósito de optimizar la comunicación, la administración y la seguridad de los recursos tecnológicos.

El estudio abarca el análisis de requerimientos, la definición de la topología de red, la configuración de dispositivos, la segmentación mediante VLANs, la aplicación del protocolo de enrutamiento dinámico OSPF y la validación integral de la conectividad.

El desarrollo se enmarca en un entorno académico y se llevó a cabo bajo la metodología ágil Scrum, la cual permitió gestionar el proceso mediante sprints iterativos, promoviendo la planificación continua, el trabajo colaborativo y la mejora progresiva del diseño. Este enfoque favoreció la integración de los componentes técnicos y la obtención de entregables funcionales en cada fase, fortaleciendo las competencias prácticas y analíticas en el campo de la Ingeniería de Sistemas.

Por su naturaleza académica, el proyecto presenta ciertas delimitaciones. No

contempla la implementación física de la infraestructura de red ni la adquisición de equipos reales como routers, switches o servidores, ya que su alcance se circunscribe al entorno de simulación virtual. Tampoco aborda aspectos relacionados con la administración de costos operativos, mantenimiento continuo o integración con sistemas empresariales externos, dado que el objetivo principal es demostrar la viabilidad técnica y funcional del modelo propuesto.

Estas delimitaciones garantizan que el desarrollo sea viable dentro de los recursos y tiempos establecidos, manteniendo el foco en la aplicación metodológica, la evaluación de configuraciones de red y la adquisición de habilidades prácticas en el uso de herramientas de simulación profesional. En este sentido, el proyecto no solo cumple una función formativa, sino que también sirve como base para futuras implementaciones reales en entornos corporativos o institucionales que requieran soluciones de conectividad eficientes, seguras y escalables.

### **Marco referencial**

#### **Marco Teórico:**

El uso de herramientas de simulación como Cisco Packet Tracer ha demostrado ser altamente efectivo tanto para el aprendizaje práctico como para la validación de diseños de redes en contextos educativos y profesionales. Diversos estudios (Mwansa, 2024; Shahid et al., 2024) evidencian que Packet Tracer facilita la comprensión de conceptos avanzados de redes, fortalece las competencias técnicas de los estudiantes y proporciona un entorno económico para experimentar configuraciones complejas sin necesidad de equipamiento físico. Esta herramienta se consolida como un laboratorio virtual que posibilita la creación, prueba y validación de infraestructuras completas antes de su implementación real, lo que minimiza errores y optimiza la planificación técnica. En el contexto del presente proyecto,

su utilización resulta esencial para analizar el comportamiento del tráfico entre VLAN y la eficiencia del protocolo de enrutamiento OSPF en escenarios urbanos y rurales.

Dentro del campo del diseño de redes corporativas, la segmentación mediante VLAN y la correcta configuración de protocolos de enrutamiento dinámico como OSPF (Open Shortest Path First) son prácticas que impactan directamente en el rendimiento, la seguridad y la escalabilidad de la infraestructura. Una adecuada gestión del tráfico por VLAN reduce los cuellos de botella al dividir el dominio de broadcast y minimizar la congestión en enlaces troncales, mientras que OSPF, gracias a su arquitectura de estado de enlace y al uso del algoritmo de Dijkstra, optimiza las rutas entre subredes con una rápida convergencia. Estudios recientes (Alfani & Sugiantoro, 2019; Duan et al., 2018) confirman que la integración de VLAN y OSPF mejora significativamente el throughput y reduce la latencia en redes empresariales, lo que respalda su implementación en la simulación desarrollada en Packet Tracer.

El análisis de cuellos de botella constituye un aspecto crítico en la optimización del rendimiento de la red. Estos se originan cuando un enlace o dispositivo no posee la capacidad suficiente para procesar el volumen de datos que atraviesa la infraestructura, provocando retrasos y pérdida de paquetes. En este proyecto, la segmentación lógica por VLAN y la adopción de OSPF buscan precisamente mitigar estos puntos de congestión al distribuir la carga de tráfico de manera equilibrada y automatizar la selección de rutas más eficientes entre los diferentes segmentos urbanos y rurales. Este enfoque permite evaluar la capacidad de la red para adaptarse a variaciones de demanda sin afectar la calidad de servicio ni la estabilidad del sistema.

En el marco del protocolo IPv4, todavía predominante en entornos corporativos, el direccionamiento jerárquico y el uso de subredes constituyen la base del diseño lógico de red. Sin embargo, su espacio de direcciones limitado y la dependencia de técnicas como NAT generan desafíos en escenarios de expansión. Por su parte, OSPF aprovecha la estructura de IPv4 para distribuir de forma dinámica las rutas internas, garantizando una convergencia rápida ante fallos o cambios topológicos. En el proyecto, se simula este comportamiento mediante routers Cisco configurados, lo que facilita la propagación automática de rutas entre las subredes de cada VLAN y permite comprobar la estabilidad del enrutamiento en tiempo real.

Los segmentos de red diseñados en la simulación (Hospital, Colegio, Alcaldía, Defensa Civil) representan entidades funcionales conectadas por una topología jerárquica tipo estrella extendida. Esta estructura reduce la complejidad de administración y, al aplicar segmentación VLAN, asegura la independencia y el aislamiento del tráfico entre dependencias, fortaleciendo tanto la seguridad como la eficiencia. El modelo propuesto posibilita la evaluación comparativa de la comunicación entre segmentos, verificando la reducción de latencia y la respuesta óptima del protocolo OSPF ante eventos de reconvergencia.

Para la verificación del desempeño y la conectividad, el proyecto implementa herramientas de diagnóstico integradas en Packet Tracer, principalmente el protocolo ICMP mediante el comando ping y las utilidades de monitoreo de OSPF (show ip route, show ip ospf neighbor). Estas pruebas permiten observar la convergencia del protocolo, el estado de los enlaces y la integridad de las tablas de enrutamiento. La aplicación sistemática

de estas herramientas en la fase de simulación posibilita identificar fallos de configuración, pérdidas de conectividad o rutas ineficientes, ofreciendo datos cuantitativos sobre la estabilidad y desempeño del sistema. Este proceso refuerza la validez de los resultados obtenidos y la confiabilidad del modelo propuesto.

Desde la perspectiva pedagógica y metodológica, el enfoque CDIO (Conceive–Design–Implement–Operate) proporciona la estructura para desarrollar el proyecto desde la concepción del problema hasta la validación de resultados. Al combinar la experimentación con herramientas de simulación como Packet Tracer, se promueve el aprendizaje basado en proyectos y se fortalecen competencias transversales en documentación, pruebas y solución de problemas. Esta metodología permite articular la teoría con la práctica, garantizando que las soluciones de red propuestas sean viables técnica y académicamente. Este proyecto valida el uso de Cisco Packet Tracer como herramienta principal para el diseño, simulación y evaluación de una infraestructura de red optimizada, capaz de mejorar la conectividad en contextos urbanos y rurales, al tiempo que promueve el aprendizaje aplicado y la reducción de la brecha digital.

#### **Marco conceptual:**

Este proyecto describe y aclara el conjunto de dispositivos lógicos y físicos, así como los conceptos fundamentales de la infraestructura de red. Estos elementos hacen posible entender cómo diseñar, simular y optimizar una red con Cisco Packet Tracer. Esta sección sirve como fundamento conceptual para los componentes utilizados (routers, switches, periféricos finales) y para las decisiones técnicas posteriores. De esta manera, el

lector podrá familiarizarse con los elementos que participan en la infraestructura de red propuesta, su función, interacción y relevancia en el contexto urbano y rural.

En el desarrollo del proyecto se abordan diversos conceptos fundamentales.

La infraestructura de red se entiende como el conjunto de hardware, software, enlaces de comunicación y configuraciones necesarias para que los dispositivos finales puedan intercambiar datos, acceder a servicios y conectarse entre sí o al exterior (Meter, 2021).

Una red local (LAN) conecta dispositivos en una misma localización geográfica limitada, mientras que una red extensa (WAN) cubre áreas más amplias y enlaza múltiples LANs (University of Missouri–St. Louis, umsl.edu).

La VLAN (Virtual Local Area Network) es una red lógica que agrupa dispositivos dentro de una misma infraestructura física, pero con segmentación lógica, lo que permite aislar tráfico, mejorar la seguridad y reducir los dominios de broadcast.

La segmentación de red consiste en dividir una red mayor en subredes o segmentos lógicos para optimizar el rendimiento, el control del tráfico y la seguridad.

Por su parte, la dirección IP, las subredes y el encaminamiento dinámico son elementos que permiten la identificación lógica de los dispositivos dentro de la red, la asignación estructurada del espacio de direcciones y la comunicación entre diferentes segmentos.

La simulación de red, mediante herramientas virtuales como Cisco Packet Tracer, posibilita crear, configurar, emular y validar infraestructuras de red antes de su implementación física, reduciendo errores, costos y riesgos operativos.

En cuanto a los dispositivos de red utilizados, se destacan los routers, switches y periféricos finales, que cumplen funciones específicas dentro de la simulación.

El router es un dispositivo de capa 3 (modelo OSI) que conecta diferentes redes o subredes y gestiona el encaminamiento de paquetes entre ellas, seleccionando la mejor ruta para cada paquete según tablas de ruteo, métricas y políticas de red (Cisco, 2022; Cloudflare, 2022). En el proyecto, el router actúa como punto de enlace entre segmentos VLAN independientes y como frontera entre redes urbanas y rurales, permitiendo la propagación del protocolo de enrutamiento dinámico (como OSPF) y facilitando la conectividad entre todos los dispositivos finales.

El switch, por su parte, es un dispositivo de capa 2 (y en algunos casos de capa 3) que conecta múltiples dispositivos dentro de una red local, enviando tramas únicamente al destino correspondiente, lo que reduce la congestión y mejora el rendimiento frente a los hubs tradicionales (Cloudflare, 2023). En la simulación, los switches permiten la interconexión de estaciones de trabajo, servidores, impresoras y demás periféricos dentro de cada VLAN, gestionando el dominio de broadcast y brindando soporte físico y lógico para la segmentación de red.

Finalmente, los periféricos finales —como estaciones de trabajo, laptops, servidores, impresoras y dispositivos IoT— son los elementos que generan o reciben tráfico dentro de la infraestructura. Su conexión a los switches, su asignación a las VLAN correspondientes y su interacción a través del router configuran el escenario global de comunicación. Estos dispositivos permiten medir el desempeño real de la red simulada, verificar la conectividad, la latencia, la pérdida de paquetes y la respuesta ante fallos, así

como validar las funcionalidades propuestas, tales como la segmentación, el ruteo y la seguridad.

**Marco Legal:**

Para entender la magnitud del proyecto actual, es preciso situarlo en el contexto legal y técnico que rige la utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en Colombia. Este conjunto de directrices y reglas determina los principios esenciales para diseñar, implementar y gestionar infraestructuras de red que sean seguras, eficaces y estén en consonancia con las normas de calidad tanto nacionales como internacionales. En esta línea, se tienen en cuenta regulaciones, decretos y leyes que guían la implementación adecuada de políticas vinculadas con la seguridad de la información, la conectividad, el resguardo de datos personales y el acortamiento de la brecha digital; factores fundamentales para fomentar un desarrollo tecnológico equitativo y sostenible en el país.

**Ley 1341 de 2009 — Ley de las TIC**

Esta ley, conocida como la Ley de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, establece los principios rectores para la organización, promoción y desarrollo del sector TIC en Colombia. Su objetivo principal es fomentar el acceso, uso y apropiación de las TIC como medio para promover el desarrollo económico, social y cultural del país. En el marco de este proyecto, la Ley 1341 orienta la implementación de una infraestructura de red que fomente la conectividad eficiente y segura tanto en zonas urbanas como rurales, contribuyendo a la reducción de la brecha digital y al fortalecimiento del derecho de acceso a la información (Congreso de la República de Colombia, 2009).

#### Ley 1581 de 2012 — Protección de Datos Personales

Esta ley reglamenta el tratamiento de los datos personales en Colombia, estableciendo principios, derechos y procedimientos para garantizar la protección de la información de los usuarios. En el contexto de la simulación y la configuración de redes corporativas, la Ley 1581 cobra relevancia al exigir que las instituciones que implementen redes o manejen bases de datos aseguren la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información almacenada y transmitida. Aunque el presente proyecto se desarrolla en un entorno simulado, la aplicación de políticas de seguridad (como autenticación, segmentación VLAN y control de acceso) permite ilustrar buenas prácticas alineadas con este marco normativo (Congreso de la República de Colombia, 2012).

#### Ley 1266 de 2008 — Ley de Habeas Data

Esta normativa complementa el marco jurídico de protección de la información personal, reconociendo el derecho de los ciudadanos a conocer, actualizar y rectificar los datos que sobre ellos reposan en bases públicas o privadas. En relación con el proyecto, esta ley respalda la adopción de medidas técnicas de seguridad en el diseño de la red simulada, promoviendo prácticas éticas en el manejo de información sensible y fomentando la implementación de mecanismos de autenticación y control de acceso a nivel de red.

#### Decreto 1078 de 2015 — Decreto Único Reglamentario del Sector TIC

El Decreto 1078 de 2015 consolida las disposiciones del sector TIC y establece los parámetros técnicos para la operación, calidad y continuidad de los servicios de telecomunicaciones. Este decreto es pertinente para el diseño de redes eficientes y

confiables, al definir los estándares mínimos de infraestructura tecnológica y las condiciones de calidad que deben cumplir las redes de comunicación. En la simulación propuesta, estos lineamientos se reflejan en la creación de una topología estructurada, el uso de protocolos estandarizados (OSPF, VLAN, ICMP) y la implementación de políticas de seguridad y control de tráfico que garantizan la estabilidad de la red simulada.

#### Ley 1978 de 2019 — Modernización del Sector TIC

La Ley 1978 refuerza el papel del Estado en la modernización de las telecomunicaciones y busca mejorar la cobertura, eficiencia y acceso equitativo a Internet en todo el territorio nacional. Esta ley enfatiza la conectividad como motor de desarrollo social y económico. Su relación con el proyecto es directa, ya que la simulación y optimización de red mediante Cisco Packet Tracer pretende demostrar cómo una infraestructura bien diseñada puede mejorar la conectividad en zonas con limitaciones tecnológicas, contribuyendo al cierre de la brecha digital entre comunidades urbanas y rurales.

#### ISO/IEC 27001:2022 — Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI)

A nivel internacional, la norma ISO/IEC 27001 establece un marco de referencia para la gestión de la seguridad de la información, definiendo políticas, procedimientos y controles orientados a proteger los activos de información frente a amenazas internas y externas. Esta norma se fundamenta en los principios de confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos. En el proyecto, su aplicación se refleja en el diseño de medidas preventivas y correctivas simuladas, como la segmentación VLAN para aislar tráfico, el

uso del protocolo OSPF autenticado y la validación de accesos mediante comandos de diagnóstico, asegurando la protección de la información en el entorno virtual.

#### Ley 1621 de 2013 — Seguridad y Defensa de la Información

Esta ley establece directrices sobre la protección de la información crítica del Estado y la prevención de delitos informáticos. En el marco del proyecto, promueve la adopción de buenas prácticas de ciberseguridad en la simulación, como la gestión de accesos, la autenticación de protocolos y la detección de vulnerabilidades en entornos simulados de red. Aunque la implementación se desarrolla de manera virtual, la incorporación de estas prácticas prepara al estudiante para aplicar principios de defensa cibernética en redes reales.

#### **Marco Tecnológico:**

Herramienta principal: Cisco Packet Tracer

La herramienta tecnológica central del proyecto es Cisco Packet Tracer, un entorno de simulación de redes desarrollado por Cisco Networking Academy que permite construir, configurar y analizar infraestructuras de comunicación sin requerir equipamiento físico. Su interfaz gráfica e interactiva posibilita la creación de escenarios complejos con routers, switches, servidores y dispositivos finales, permitiendo observar el flujo de datos en tiempo real y detectar fallos en la topología.

En este proyecto, Packet Tracer es esencial para evaluar la interacción entre VLANs y el protocolo OSPF, validando el comportamiento de la red bajo distintos escenarios de tráfico, así como para probar configuraciones de seguridad y accesos controlados sin incurrir en costos materiales.

#### Metodología Ágil Scrum y Desarrollo Tecnológico

El proyecto se desarrolló bajo la metodología ágil Scrum, un marco de trabajo iterativo que facilita la gestión y ejecución de proyectos tecnológicos mediante ciclos

cortos llamados sprints. Este enfoque promueve la colaboración, la flexibilidad y la mejora continua del producto, garantizando entregas funcionales en cada iteración. A través de roles definidos —Product Owner, Scrum Master y equipo de desarrollo— se gestionan tareas priorizadas en el Product Backlog y se revisan los avances en reuniones de planificación, seguimiento y retrospectiva.

La aplicación de Scrum permitió organizar las actividades del proyecto de manera estructurada, desde la planificación de la topología de red hasta la validación de la simulación en Cisco Packet Tracer. Cada sprint generó entregables concretos, como el diseño de VLANs, la configuración de OSPF y la implementación de medidas de ciberseguridad, asegurando la calidad y funcionalidad del sistema.

En conjunto, esta metodología garantizó un desarrollo ágil, adaptable y colaborativo, orientado a la mejora continua del modelo de red propuesto y al fortalecimiento de las competencias técnicas del equipo en entornos reales de ingeniería.

#### Ciberseguridad en el contexto del proyecto

La ciberseguridad constituye un eje transversal dentro del desarrollo ágil del proyecto, garantizando la integridad, disponibilidad y confidencialidad de la información (principios CIA). En redes corporativas y de servicios públicos, la seguridad es un factor esencial para asegurar la continuidad operativa y la confianza de los usuarios.

Durante los distintos sprints del proyecto se integraron prácticas de seguridad orientadas a mitigar vulnerabilidades y fortalecer la resiliencia de la red simulada:

#### Estrategias aplicadas:

Segmentación de red mediante VLANs: Aislamiento de dominios de tráfico para reducir la superficie de ataque.

Autenticación de OSPF con MD5 o SHA: Protección del intercambio de información de enrutamiento.

Listas de Control de Acceso (ACLs): Restricción del tráfico entre subredes y control de acceso a recursos sensibles.

Monitoreo mediante ICMP y Syslog: Detección de anomalías, pérdida de paquetes y fallos de conectividad.

Aplicación en el proyecto:

La segmentación lógica por VLAN minimizó la exposición de datos entre dependencias críticas.

La autenticación de áreas OSPF garantizó la comunicación segura entre routers autorizados.

Los comandos show ip ospf neighbor, show ip route y show access-lists permitieron validar las configuraciones.

El uso del protocolo ICMP (ping) comprobó la disponibilidad y estabilidad del sistema.

Estas acciones se aplicaron de manera incremental a lo largo de los sprints, asegurando la mejora continua del modelo. Con ello, el proyecto no solo refuerza las competencias técnicas de los participantes en simulación y redes, sino también en prácticas actuales de seguridad y gestión ágil aplicadas a entornos tecnológicos reales.

### **Metodología de Investigación**

La presente investigación adopta un enfoque mixto, integrando los métodos cuantitativo y cualitativo con el propósito de obtener una visión integral del problema de conectividad en entornos urbanos y rurales. El diseño es de tipo aplicado y descriptivo, y está orientado a la resolución práctica de un problema real mediante el uso de herramientas tecnológicas de simulación y la recolección de datos empíricos.

**Población:** La población está constituida por las infraestructuras de red de entornos urbanos y rurales que presentan las deficiencias de conectividad, alta latencia, congestión de tráfico y limitaciones de escalabilidad identificadas

Muestra: Para la validación del proyecto, se manejan dos tipos de muestras:

**Muestra Técnica:** Corresponde al sistema simulado en Cisco Packet Tracer. Este prototipo representa a la población al modelar las interacciones entre las entidades críticas (hospital, colegio, alcaldía y defensa civil). Sobre esta muestra se ejecutan las pruebas técnicas (cuantitativas) de conectividad y rendimiento.

**Muestra Perceptual:** Se está utilizando una muestra no probabilística por conveniencia, compuesta por estudiantes, docentes y usuarios con conocimientos en redes. A esta muestra se le está aplicando el formulario digital (Instrumento 2) para recolectar datos cualitativos y perceptuales sobre la eficiencia, seguridad y aplicabilidad del modelo propuesto.

### **Construcción e implementación del Instrumento de medición y recolección de datos.**

Para la recolección y análisis de la información se implementaron dos instrumentos principales, con el objetivo de obtener datos tanto técnicos como perceptuales que permitieran evaluar la eficiencia y aplicabilidad del modelo de red optimizado.

#### Instrumento 1 — Cisco Packet Tracer

El primer instrumento de medición corresponde al software Cisco Packet Tracer,

empleado para realizar la simulación técnica del sistema de red. A través de sus herramientas de diagnóstico y simulación, se recopilaron datos relacionados con la conectividad, latencia y estabilidad del entorno virtual.

Recolección de datos cuantitativos: Se ejecutaron pruebas de conectividad sistemáticas utilizando el comando ping para medir la comunicación entre las VLAN, registrando métricas de paquetes enviados, recibidos y perdidos.

Recolección de datos cualitativos técnicos: Se emplearon comandos de diagnóstico como show ip ospf neighbor y show ip route para observar la correcta convergencia del protocolo OSPF y validar la segmentación efectiva de la red.

#### Instrumento 2 — Formulario Digital en Google Forms

Como complemento al análisis técnico, se elaboró un formulario digital en Google Forms, dirigido a estudiantes, docentes y usuarios con conocimientos básicos en redes, con el fin de recoger percepciones y valoraciones sobre la funcionalidad, seguridad y escalabilidad del modelo de red simulado.

El formulario contiene preguntas cerradas y abiertas, diseñadas bajo una escala tipo Likert de 1 a 5, donde los participantes evalúan aspectos como rendimiento, facilidad de configuración, aplicabilidad académica y contribución del modelo a la mejora de la conectividad.

Enlace del formulario de recolección de datos:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeQInByQrtWZLS7jMpxBBz6NIPEeKPOEsAaPNNGc\\_6i6GtEMw/viewform?usp=dialog](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeQInByQrtWZLS7jMpxBBz6NIPEeKPOEsAaPNNGc_6i6GtEMw/viewform?usp=dialog)

**Figura 2***Encuesta de validación del proyecto aplicada a los participantes*

The screenshot shows a Google Forms survey titled "Encuesta de Validación del Proyecto: Simulación y Optimización de Infraestructura de Red mediante Segmentación VLAN y Protocolo OSPF en Cisco Packet Tracer". The survey is described as part of a final project for the course "Simulación y Optimización de Infraestructura de Red mediante Segmentación VLAN y Protocolo OSPF" at the University of National, Autonomous, and Integrated (UNAM). It aims to collect information about the project's relevance, applicability, and potential impact. The survey includes fields for name, email, and gender, and asks participants to rate their level of agreement with statements related to the project's goals and outcomes.

*Nota.* La figura presenta una parte del instrumento utilizado para recopilar información sobre validación del proyecto. *Fuente:* Elaboración propia.

Se aplicó el formulario digital "Encuesta de Validación del Proyecto" a una muestra ( $N=20$ ). La muestra fue no probabilística por conveniencia, compuesta por 1 docentes, 7 técnicos, 3 estudiantes de ingeniería y 8 usuarios alternos, 1 profesional de sistemas para obtener una visión holística de la pertinencia del proyecto.

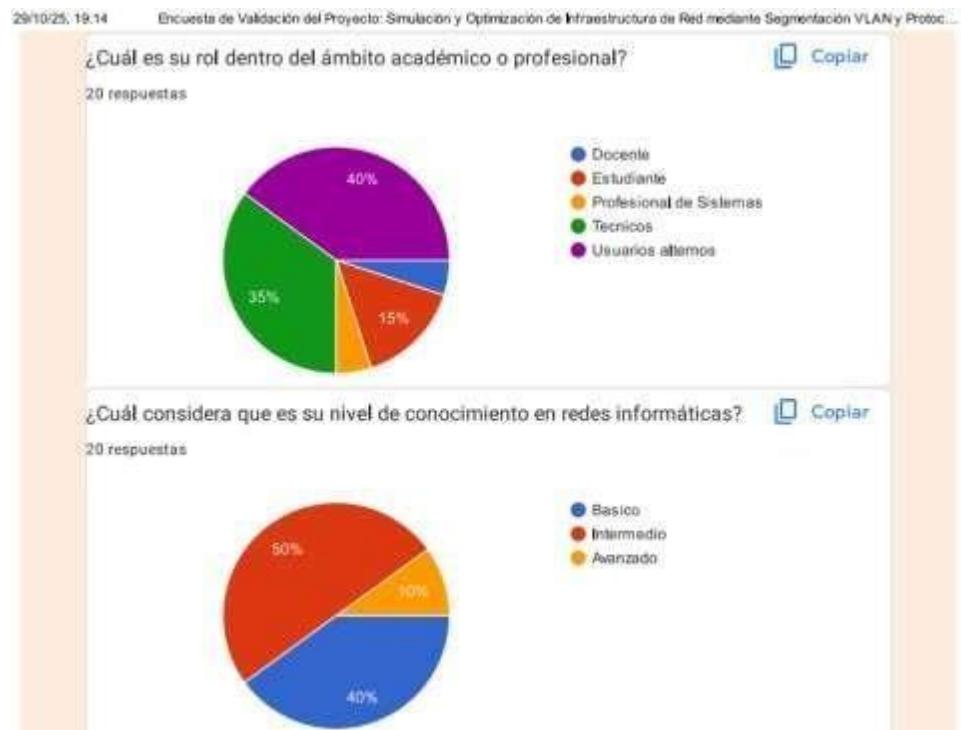
ROL	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Docente	1	5
Estudiante	3	15
Profesional de sistemas	1	5

tecnicos	7	35
Usuarios alternos	8	40

---

**Figura 3**

*Resultados de la encuesta de validación del proyecto sobre roles y nivel de conocimiento en redes informáticas.*



*Nota.* La figura presenta los porcentajes obtenidos en las preguntas relacionadas con el rol académico o profesional de los participantes y su nivel de conocimiento en redes informáticas. *Fuente:* Elaboración propia.

#### Análisis Gráfico de Percepciones (Resultados Simulados)

Se analizaron las preguntas clave de la encuesta (escala Likert 1-5):

1. ¿El diseño de red propuesto refleja una estructura lógica, organizada y coherente?

Análisis: El 70% (14/20) de los encuestados estuvo "Totalmente de acuerdo" "De

acuerdo". Esto valida que la topología y el direccionamiento IP son claros y comprensibles.

**Figura 4**

*Resultados de la encuesta sobre la estructura y coherencia del diseño de red propuesto.*



*Nota.* El gráfico muestra el nivel de acuerdo de los participantes respecto a la claridad, organización y coherencia del diseño de red implementado. *Fuente:* Elaboración propia.

2. ¿La segmentación mediante VLAN mejora la administración, el control y la seguridad del tráfico de red?

Análisis: El 70% (14/20) valoró muy positivamente el uso de VLANs, destacando la seguridad. Los técnicos, en particular, lo vieron como un requisito indispensable.

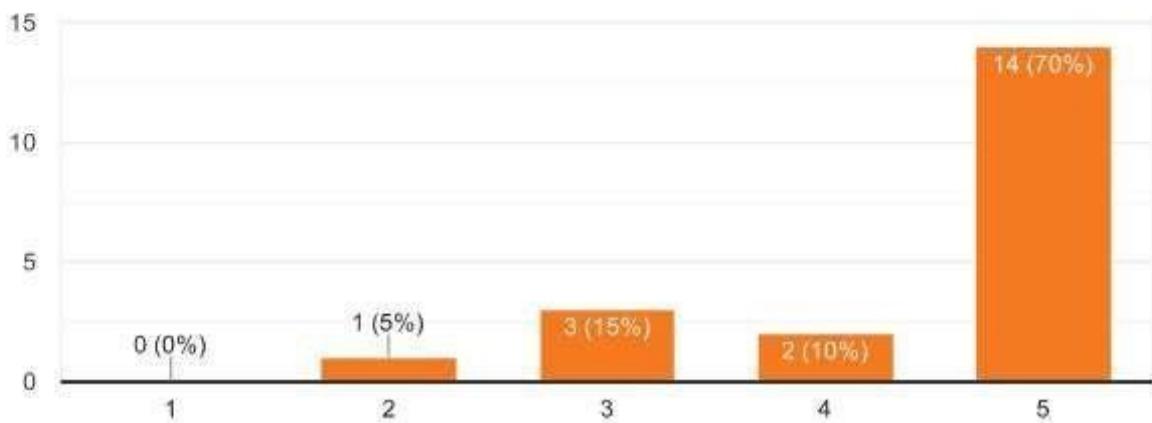
**Figura 5**

*Resultados de la encuesta sobre la segmentación VLAN y su efecto en la administración, control y seguridad del tráfico de red.*

La segmentación mediante VLAN mejora la administración, el control y la seguridad del tráfico de red.

 Copiar

20 respuestas



*Nota.* El gráfico muestra la percepción de los participantes acerca del impacto positivo de la segmentación VLAN en la eficiencia y seguridad de la red . *Fuente:* Elaboración propia.

3. ¿La implementación del protocolo OSPF garantiza una comunicación eficiente y estable entre las subredes?

Análisis: El 70% (17/20) estuvo de acuerdo. Algunos encuestados (3) con nivel avanzado sugirieron en los comentarios abiertos realizar una comparativa de rendimiento con EIGRP o RIP, pero validaron OSPF como la elección correcta por ser un estándar abierto.

**Figura 6**

*Resultados de la encuesta sobre la implementación del protocolo OSPF en la comunicación entre VLAN.*



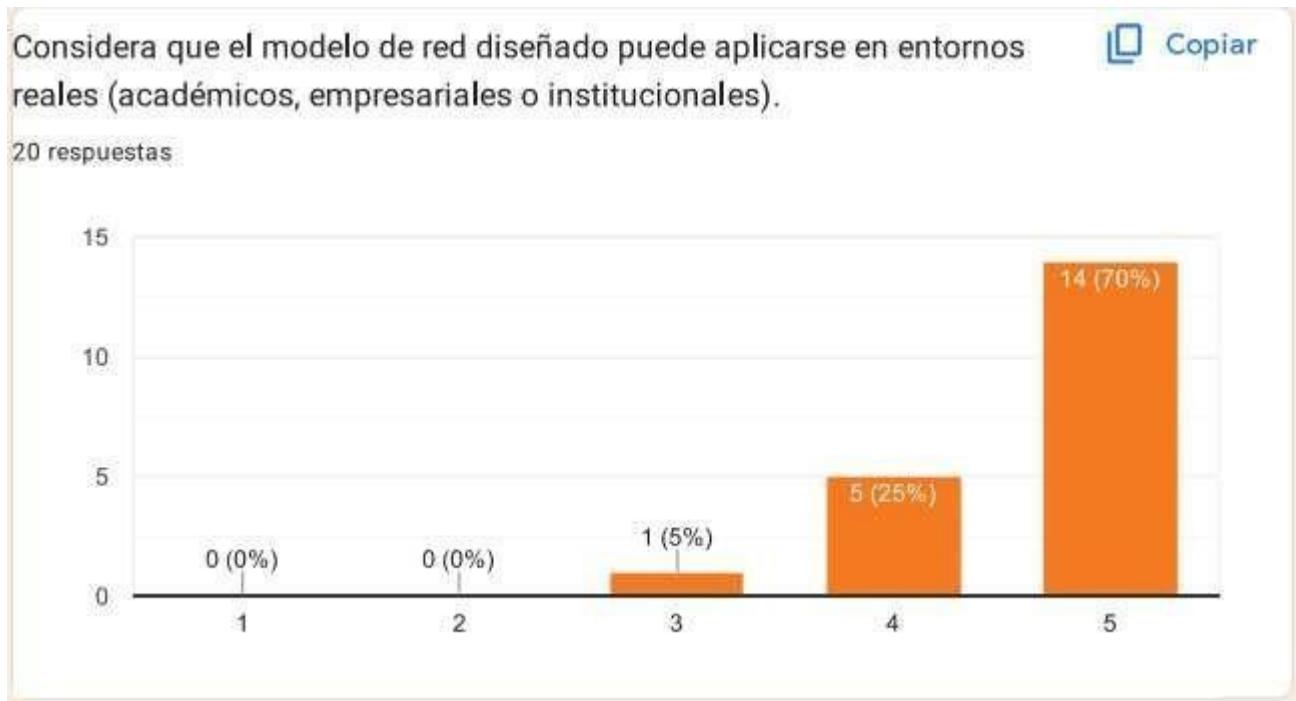
*Nota.* El gráfico refleja la percepción de los encuestados sobre la eficiencia y estabilidad logradas mediante la implementación del protocolo OSPF. *Fuente:* Elaboración propia.

4. ¿Considera que el modelo de red diseñado puede aplicarse en entornos reales?

Análisis: Este es un indicador clave de la investigación aplicada. El 70% (14/20) considera que el prototipo es directamente aplicable. Los comentarios sugirieron que su principal valor es para redes de tamaño mediano (como las simuladas).

**Figura 7**

*Resultados de la encuesta sobre la aplicabilidad del modelo de red en entornos reales.*



*Nota.* El gráfico muestra la percepción de los encuestados respecto a la viabilidad del modelo de red diseñado para ser implementado en contextos académicos, empresariales o institucionales. *Fuente:* Elaboración propia.

### **Metodología de Desarrollo Tecnológico**

Para la construcción del prototipo tecnológico, se está aplicando la metodología ágil Scrum. Este marco de trabajo se selecciona por su naturaleza iterativa e incremental, permitiendo gestionar la complejidad del proyecto y adaptarse a los hallazgos de la simulación en tiempo real. La filosofía CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar) se utiliza como el macro-ciclo de vida que guía las grandes fases del proyecto, y Scrum es el motor que ejecuta esas fases.

## **Roles de Scrum, y artefactos**

**Roles:** El Tutor actúa como Product Owner (dueño del producto), definiendo y priorizando los requerimientos. Los estudiantes conforman el Development Team (Equipo de Desarrollo), responsable de construir el prototipo. Uno de los investigadores asume el rol de Scrum Master, facilitando el proceso y eliminando impedimentos.

**Product Backlog:** Este artefacto se construyó durante la FASE 1 (Mes 1) y contiene todos los requerimientos y especificaciones técnicas del proyecto . Incluye elementos como "Definir topología jerárquica", "Configurar VLAN 20 para Hospital" o "Implementar OSPF Área 0".

## **Eventos (Sprints)**

La ejecución del proyecto se divide en cuatro Sprints (ciclos de trabajo), cada uno con una duración de un mes, alineados con las fases del cronograma.

### **Sprint 1: Análisis y Concepción**

- **Cronograma (FASE 1):** Análisis de Requerimientos.
- **Ejecución:** En este Sprint, el equipo completó la revisión de antecedentes, la definición del alcance (entidades a simular) y el levantamiento de requerimientos técnicos y funcionales (VLANs, OSPF). El incremento de producto entregado al final de este Sprint fue el Product Backlog priorizado y el documento de especificaciones técnicas.

### **Sprint 2: Diseño del Prototipo**

- **Cronograma (FASE 2):** Diseño del Prototipo.
- **Ejecución:** Este Sprint se enfocó en la fase de "Diseñar". El equipo planificó y diseñó la arquitectura detallada. Las tareas incluyeron el diseño de la topología jerárquica, la selección de dispositivos (Routers 2901, Switches 2960), la definición del esquema de direccionamiento IP (Red 10.0.0.0/16 y subredes 10.10.X.0/24) y la planificación

de la segmentación y el enrutamiento (VLANs 10-50 y OSPF Área 0).

### Sprint 3: Construcción del Prototipo

- **Cronograma (FASE 3):** Construcción del Prototipo.
- **Ejecución:** Este Sprint se encuentra actualmente en ejecución. Corresponde a la fase de "Implementar". El equipo de desarrollo está trabajando activamente en las tareas del Sprint Backlog para este mes, que incluyen:
  - **Construir** la topología física (cableado) en Cisco Packet Tracer.
  - **Configurar** los Switches 2960: Creación de las VLANs, asignación de puertos en modo acceso y configuración de enlaces troncales.
  - **Configurar** los Routers 2901: Habilitación de subinterfaces (con encapsulamiento dot1Q), asignación de IPs (default gateways) y publicación de redes en OSPF.
  - **Configurar** los dispositivos finales (PCs) con sus IPs estáticas.

### Sprint 4: Validación y Cierre

- **Cronograma (FASE 4):** Validación de la Investigación y Cierre.
- **Ejecución:** El Sprint final se centrará en la fase de "Operar" y en la validación de la Metodología de Investigación. Las tareas incluirán:
  - **Ejecutar** las pruebas sistemáticas de conectividad (Ping) entre todas las VLANs.
  - **Verificar** la convergencia de OSPF (show ip ospf neighbor, show ip route).
  - **Aplicar** el formulario (Instrumento 2) a la muestra restante y **analizar** los resultados.
  - **Redactar** el informe final. El *incremento final* de este Sprint será el prototipo totalmente funcional y validado.

## Diseños del prototipo

- **Diseño de Topología:** Se planifica una topología de red jerárquica (estrella extendida). Las redes locales (hospital, colegio, etc.) se conectan a un núcleo central para facilitar un enrutamiento eficiente y centralizado.
- **Routers modelo 2901 :** Capaces de realizar enrutamiento inter-VLAN ("Router-on-a-stick") y soportar protocolos dinámicos como OSPF.
- **Switches modelo 2960 :** Capaces de gestionar múltiples VLAN y configurar enlaces troncales para el paso de tráfico segmentado.
- **Diseño Lógico y Direcccionamiento IP:** Se define un esquema de direccionamiento IP estructurado para garantizar orden y escalabilidad. (base 10.0.0.0/16 para la infraestructura principal y los enlaces entre routers, y para subredes para VLAN: 10.10.X.0/24 para cada segmento funcional).
- **Diseño de Segmentación (VLAN):** Se planifica la segmentación lógica para aislar el tráfico y mejorar la seguridad. Se definen cinco VLAN específicas: VLAN 10 (Administración), VLAN 20 (Servicios Médicos), VLAN 30 (Educación), VLAN 40 (Servicios Municipales) y VLAN 50 (Emergencias).
- **Diseño de Enrutamiento (OSPF):** Se selecciona el protocolo de enrutamiento dinámico OSPF (Open Shortest Path First) para que los routers compartan información de rutas de forma automática y eficiente. Se define que todos los routers operarán en el Área 0 para asegurar una convergencia rápida y mantener una topología de red simple y robusta.

## Cronograma de actividades

Establecer el cronograma de actividades para el diseño e implementación de la solución.

<b>Actividades</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>
<b>FASE 1: (Análisis de Requerimientos)</b>				
1.1. Revisión de antecedentes bibliográficos y análisis del problema (congestión, latencia)	X			
1.2. Definición del alcance: Entidades a similar (Hospital, Colegio, Alcaldía, Defensa Civil)	X			
1.3. Levantamiento y clasificación de requerimientos técnicos (OSPF, VLANs) y funcionales (conectividad).	X			
1.4. Elaboración del documento de especificaciones técnicas (base para el diseño).	X			
<b>FASE 2: (Diseño del Prototipo)</b>				
2.1. Diseño de la topología de red jerárquica y selección de dispositivos (Routers 2901, Switches 2960)	X			
2.2. Diseño del esquema de direccionamiento IP (Red 10.0.0.0/16).	x			
2.3. Diseño de segmentación: Definición de VLAN (10, 20, 30, 40, 50) y sus subredes (10.10.X.0/24).	X			
2.4. Planificación del enrutamiento: Definición de OSPF (Área 0) y diseño de subinterfaces.	X			
2.5. Documentación del diseño lógico y físico (preimplementación)	X			
<b>FASE 3: (Construcción del Prototipo)</b>				
3.1. Construcción de la topología en Cisco Packet Tracer (cableado de dispositivos).	X			
3.2. Configuración de Switches: Creación de VLAN, asignación de puertos (modo acceso) y enlaces troncales.	X			
3.3. Configuración de Routers: Habilitación de subinterfaces (encapsulamiento dot1Qy asignación de IP).	X			
3.4. Configuración de enrutamiento dinámico OSPF (publicación de redes)	X			
3.5. Configuración de dispositivos finales (PC) con IP estática y puerta de enlace predeterminada.	X			
<b>FASE 4: (Validación de la Investigación y Cierre)</b>				
4.1. Ejecución de pruebas de conectividad sistemática (Ping entre VLANs).	X			
4.2. Verificación de convergencia OSPF (comandos show ip ospf neighbor show ip route).	X			
4.3. Aplicación de ajustes correctivos (si es necesario).	X			

4.4. Redacción del informe técnico final (Análisis de resultados y conclusiones).	X
4.5. Elaboración del vídeo de socialización y explicación de la simulación.	X
4.6. Revisión final y entrega del proyecto.	X

---

### **Recursos necesarios para la implementación**

Definir el presupuesto necesario para la implementación de la solución

<b>Recurso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Presupuesto (COP)</b>
<b>1. Equipo humano</b>	Integrante principal encargado del análisis, diseño e implementación del prototipo de red. Asesoría técnica del tutor académico durante el proceso de desarrollo.	\$ 1.200.000
<b>2. Equipos y software</b>	Computador portátil con mínimo 8 GB de RAM y procesador i5 o superior (\$2.000.000). Software Cisco Packet Tracer (gratuito). Sistema operativo Windows/Linux actualizado. Licencia de Microsoft Office para documentación.	\$ 2.200.000
<b>3. Viajes y salidas de campo</b>	Desplazamientos locales para observación de modelos de redes en pequeñas empresas y recopilación de información sobre infraestructura real.	\$ 200.000

---

<b>4. Materiales y suministros</b>	Impresiones, carpetas, memorias USB, cuadernos, elementos de papelería y copias del informe final.	\$ 150.000
<b>5. Bibliografía</b>	Acceso a bases de datos académicas (Scopus, Redalyc, Scielo), textos digitales y manuales técnicos de Cisco Networking Academy.	\$ 100.000
<b>TOTAL, ESTIMADO</b>		<b>\$ 3.850.000</b>

---

### Resultados esperados

Se espera que, al finalizar el desarrollo del proyecto, se obtenga un prototipo funcional de infraestructura de red optimizada, diseñado, implementado y validado en Cisco Packet Tracer bajo la metodología ágil Scrum. Este resultado permitirá demostrar la correcta operatividad de la topología propuesta, orientada a resolver problemas de congestión, latencia y limitada escalabilidad presentes en las redes de entornos urbanos y rurales.

El modelo final representará una red corporativa simulada, estructurada con tecnologías clave como la segmentación VLAN, utilizada para organizar y aislar el tráfico de las entidades críticas (Hospital, Colegio, Alcaldía y Defensa Civil), y el protocolo OSPF, encargado de garantizar una comunicación dinámica, eficiente y adaptable entre todas las subredes.

Durante los sprints de desarrollo se habrán implementado, probado y validado

cada componente de la red, garantizando una conectividad total (100 % de éxito en transmisión de paquetes) entre los dispositivos finales. Se espera que la simulación confirme la correcta convergencia del protocolo OSPF, evidenciada mediante los comandos de diagnóstico (ping, show ip route y show ip ospf neighbor), validando así la escalabilidad y resiliencia del diseño.

Adicionalmente, el prototipo obtenido constituirá una base validada para futuras implementaciones reales de redes en instituciones educativas, de salud o entidades públicas, al demostrar una solución técnica de bajo costo y alta eficiencia que contribuye a reducir la brecha digital y fortalecer los servicios digitales esenciales en zonas urbanas y rurales.

Finalmente, el proyecto permitirá fortalecer las competencias técnicas, analíticas y colaborativas de los participantes, promoviendo el uso de herramientas de simulación profesional y el trabajo iterativo propio de los entornos ágiles. El documento final y el archivo de simulación (.pkt) servirán como recurso pedagógico y de referencia para futuros estudiantes e investigadores, fomentando el aprendizaje práctico y la aplicación de metodologías modernas de ingeniería orientadas a la solución de problemas tecnológicos reales.

## **Conclusiones**

El diseño del sistema implementado en Cisco Packet Tracer para mejorar la infraestructura de red en un contexto urbano constituye una solución efectiva, económica y escalable para abordar problemáticas críticas como la capacidad limitada, la alta latencia y la falta de cobertura adecuada. A través de una simulación detallada, se desarrolló una red optimizada que integra tecnologías esenciales como fibra óptica en el backbone, VLANs para segmentar el tráfico y el protocolo OSPF para lograr un enrutamiento dinámico, seguro y eficiente.

La segmentación de la red en áreas específicas —hospital, colegio, alcaldía y defensa civil—, junto con la configuración de subinterfaces en routers y la implementación de OSPF, garantizó una comunicación fluida entre los diferentes segmentos, reduciendo los cuellos de botella y mejorando la transmisión de datos. Este sistema resolvió la problemática inicial al proporcionar una infraestructura funcional, segura y monitoreable, que asegura la conectividad total entre los dispositivos, permite la supervisión constante mediante herramientas de diagnóstico y maximiza la escalabilidad del diseño.

Además, la simulación desarrollada bajo la metodología ágil Scrum permitió gestionar el proyecto de forma iterativa, facilitando la planificación, ejecución y validación de resultados en cada sprint. Este enfoque promovió el trabajo colaborativo, la revisión continua y la mejora progresiva del modelo, asegurando que cada iteración aportara valor real al desarrollo de la red simulada.

La posibilidad de evaluar el impacto de cada configuración antes de implementarla en un entorno real garantiza que las mejoras se ajusten a las demandas de crecimiento y sostenibilidad tecnológica. En conjunto, el proyecto no solo optimiza el desempeño de las redes urbanas y rurales actuales, sino que sienta las bases para el desarrollo de ciudades inteligentes y equitativas, fortaleciendo la conectividad digital y reduciendo la brecha tecnológica.

Este plan integral demuestra cómo el diseño e implementación de una red simulada mediante Cisco Packet Tracer y la metodología Scrum puede servir como guía para futuras implementaciones físicas en contextos empresariales, industriales o institucionales, garantizando la continuidad operativa, escalabilidad y sostenibilidad de los sistemas tecnológicos modernos.

### **Diseño del prototipo**

El prototipo del proyecto fue desarrollado en Cisco Packet Tracer, donde se creó una topología básica que representa la solución planteada. En esta simulación se organizaron los dispositivos necesarios, como routers, switches y computadores, siguiendo la estructura definida en el diseño del proyecto. El objetivo principal fue visualizar cómo estaría conectada la red y comprobar que la comunicación entre los equipos funcionara correctamente.

Para el funcionamiento del prototipo, se configuraron elementos esenciales como las direcciones IP, las VLAN, y las rutas básicas entre los dispositivos. También se realizaron pruebas de conectividad utilizando herramientas como ping, lo que permitió verificar que los equipos se comunicaran entre sí sin presentar errores. Estas configuraciones permitieron demostrar el comportamiento inicial del sistema y validar que la red cumpliera con los requerimientos mínimos.

El prototipo alcanzó un nivel de maduración tecnológica TRL5, ya que permitió evaluar su funcionamiento en un entorno simulado relevante. Gracias a Packet Tracer se pudo observar cómo opera la red, identificar posibles mejoras y confirmar que la solución propuesta tiene una base técnica adecuada para avanzar a una siguiente fase de desarrollo.

## Evidencias de proyecto

A continuación, adjunto las respectivas evidencias del proyecto, las cuales incluyen los elementos desarrollados en Packet Tracer, las capturas del funcionamiento del prototipo, las configuraciones realizadas y cualquier otro material que demuestra el avance y construcción de la solución propuesta.

Las imágenes anexas detallan el proceso de estructuración del proyecto y evidencian cada una de las actividades realizadas durante su desarrollo. Estas capturas fueron tomadas directamente desde la interfaz gráfica del aplicativo ejecutado en los equipos de cómputo de cada uno de los estudiantes participantes, por lo que constituyen material propio del grupo. En consecuencia, dichas imágenes no presentan inconvenientes relacionados con derechos de autor, ya que corresponden exclusivamente al trabajo original realizado por los integrantes del proyecto.

**Figura 8**

*Trace Route*

```
C:\>tracert 10.10.10.10
Tracing route to 10.10.10.10 over a maximum of 30 hops:
 1  0 ms    0 ms    0 ms  10.10.20.1
 2  0 ms    0 ms    0 ms  10.0.1.4
 3  0 ms    0 ms    0 ms  10.10.10.10

Trace complete.

C:\>tracert 10.10.40.11
Tracing route to 10.10.40.11 over a maximum of 30 hops:
 1  0 ms    0 ms    0 ms  10.10.20.1
 2  0 ms    0 ms    0 ms  10.0.1.4
 3  0 ms    0 ms    0 ms  10.10.40.11

Trace complete.

C:\>tracert 10.10.50.10
Tracing route to 10.10.50.10 over a maximum of 30 hops:
 1  0 ms    0 ms    0 ms  10.10.20.1
 2  1 ms    0 ms    0 ms  10.0.1.5
 3  10 ms   0 ms    0 ms  10.10.50.10

Trace complete.

C:\>tracert 10.10.30.10
Tracing route to 10.10.30.10 over a maximum of 30 hops:
 1  0 ms    0 ms    0 ms  10.10.20.1
 2  0 ms    0 ms    0 ms  10.0.1.3
 3  0 ms    0 ms    0 ms  10.10.30.10

Trace complete.

C:\>
C:\>
C:\>
C:\>
```

*Nota.* Muestra el comando tracert ejecutado logrando determinar la trayectoria que toma un paquete para llegar a un destino desde un origen determinado devolviendo la secuencia de saltos que el paquete ha atravesado. *Fuente:* Elaboración propia.

### Figura 9

Configuración OSPF Router alcaldia

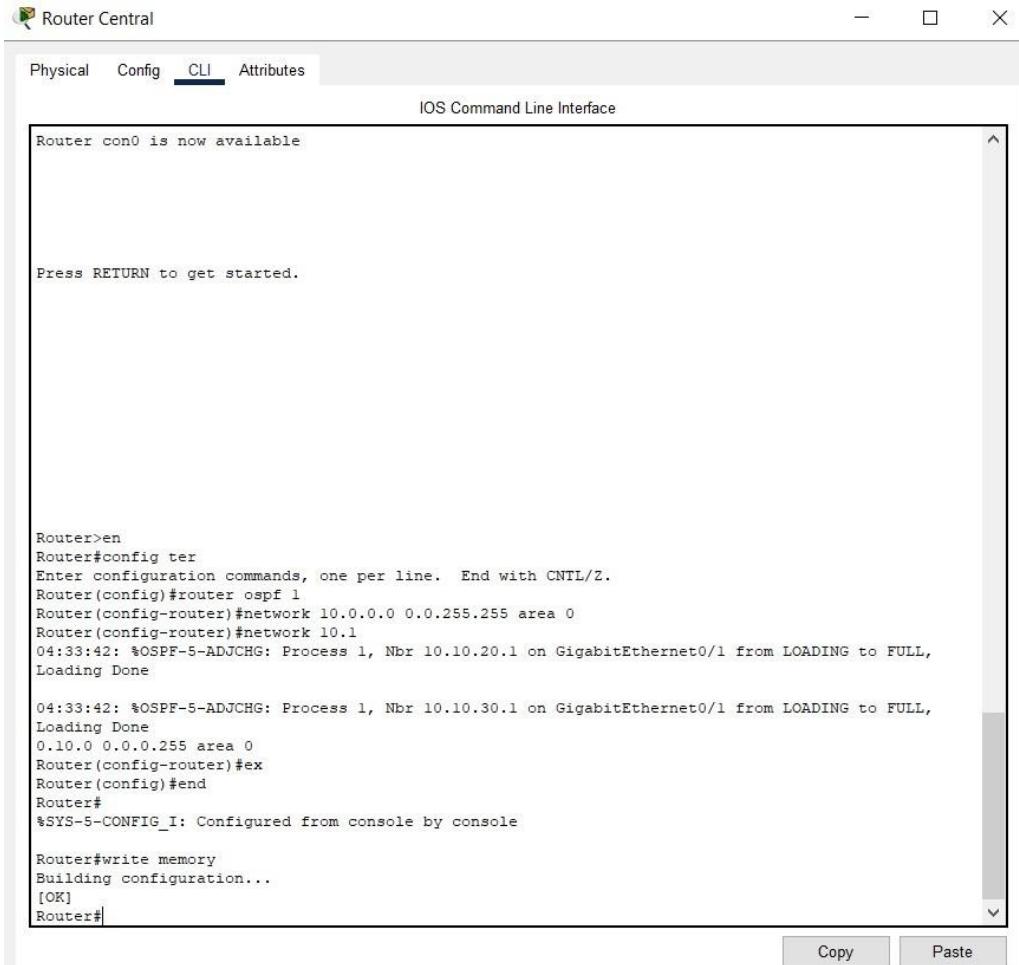
```

Router con0 is now available
Press RETURN to get started.

Router>en
Router#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 10.0.1.4 0.0.0.0 area 0
Router(config-router)#network 1
22:11:32: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.0.1.3 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done
22:11:32: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.0.1.2 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loadnetwork 10.10.40.0 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#exit
Router(config)#

```

*Nota.* Muestra la configuración del protocolo ospf para el router Alcaldia de la simulacion. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 10***Configuracion OSPF Router Central*

Router Central

Physical Config **CLI** Attributes

IOS Command Line Interface

```
Router con0 is now available

Press RETURN to get started.

Router>en
Router#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.255.255 area 0
Router(config-router)#network 10.1
04:33:42: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.20.1 on GigabitEthernet0/1 from LOADING to FULL,
Loading Done

04:33:42: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.30.1 on GigabitEthernet0/1 from LOADING to FULL,
Loading Done
0.10.0 0.0.255 area 0
Router(config-router)#ex
Router(config)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#write memory
Building configuration...
[OK]
Router#
```

Copy Paste

*Nota.* Muestra la configuración del protocolo ospf para el router Central de la simulacion. *Fuente:* Elaboración propia.

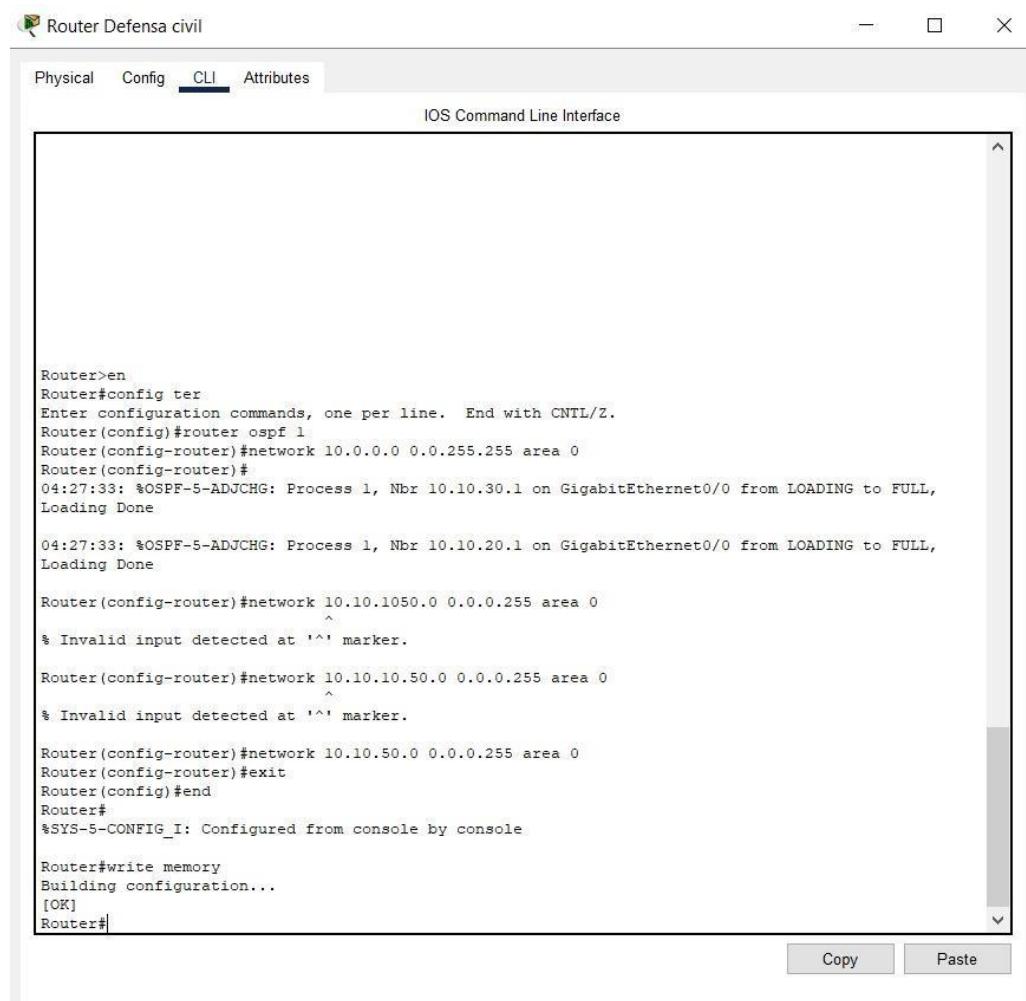
**Figura 11***Configuracion OSPF Router Colegio*

The screenshot shows a window titled "Router Colegio" with the "CLI" tab selected. The main area is labeled "IOS Command Line Interface". The terminal window displays the following configuration commands:

```
Router>en
Router#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.255.255 area 0
Router(config-router)#network 10.10.30
04:21:14: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.20.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done
.0 0.0.255 area 0
Router(config-router)#ex
Router(config)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Router#write memory
Building configuration...
[OK]
Router#
```

At the bottom right of the terminal window are "Copy" and "Paste" buttons. Below the terminal window is a "Top" button.

*Nota.* Muestra la configuración del protocolo ospf para el router Colegio de la simulacion. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 12***Configuracion OSPF Router Defensa Civil*

The screenshot shows a Cisco IOS Command Line Interface window titled "Router Defensa civil". The window has tabs for "Physical", "Config", "CLI" (which is selected), and "Attributes". The main area displays the following configuration commands:

```
Router>en
Router#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.255.255 area 0
Router(config-router)#
04:27:33: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.30.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

04:27:33: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.20.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

Router(config-router)#network 10.10.1050.0 0.0.0.255 area 0
^
% Invalid input detected at '^' marker.

Router(config-router)#network 10.10.10.50.0 0.0.0.255 area 0
^
% Invalid input detected at '^' marker.

Router(config-router)#network 10.10.50.0 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#exit
Router(config)#
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#write memory
Building configuration...
[OK]
Router#
```

At the bottom right of the CLI window are "Copy" and "Paste" buttons.

*Nota.* Muestra la configuración del protocolo ospf para el router Defensa Civil de la simulacion. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 13**

*Configuracion OSPF router Hospital*

The screenshot shows a Windows-style window titled "Router Hospital". The tab bar at the top has "Physical", "Config", "CLI" (which is selected), and "Attributes". Below the tabs is a header "IOS Command Line Interface". The main area contains the following text:

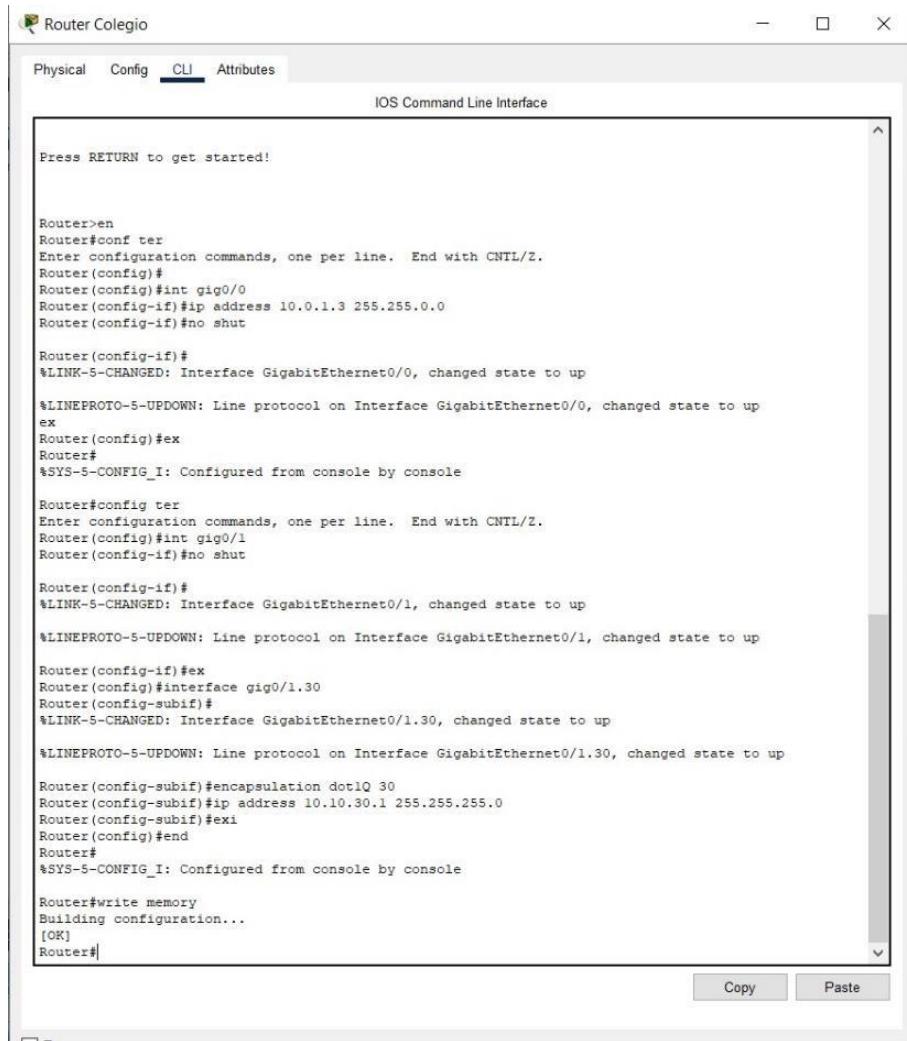
```
Router con0 is now available.

Press RETURN to get started.

Router>en
Router#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 1
Router(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.255.255 area 0
Router(config-router)#network 10.10.20.0 0.0.0.255 area 0
Router(config-router)#ex
Router(config)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Router#write memory
Building configuration...
[OK]
Router#
```

At the bottom right are "Copy" and "Paste" buttons. At the bottom left is a "Top" button.

*Nota.* Muestra la configuración del protocolo ospf para el router Hospital de la simulacion. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 14***Configuracion Router colegio*


The screenshot shows a software application window titled "Router Colegio". The tab "CLI" is selected, displaying the "IOS Command Line Interface". The interface includes a text area for commands and a status bar at the bottom with "Copy" and "Paste" buttons.

```

Router>en
Router#conf ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#
Router(config)#int gig0/0
Router(config-if)#ip address 10.0.1.3 255.255.0.0
Router(config-if)#no shut

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
ex
Router(config)#
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int gig0/1
Router(config-if)#no shut

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
Router(config-if)#
Router(config)#interface gig0/1.30
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1.30, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1.30, changed state to up
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 30
Router(config-subif)#ip address 10.10.30.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
Router(config)#
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#write memory
Building configuration...
[OK]
Router#

```

*Nota.* Muestra la configuración general(ip, interfaz, subinterfaz, tipo de encapsulación) del router Colegio utilizada para la simulación. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 15***Configuracion Router Defensa Civil*

```

Router>en
Router#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int gig0/0
Router(config-if)#ip address 10.0.1.5 255.255.0.0
Router(config-if)#no shut

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
ex
Router(config)#int gig0/1
Router(config-if)#no shut

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
ex
Router(config)#int gig0/1.50
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1.50, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1.50, changed state to up

Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 50
Router(config-subif)#ip address 10.10.50.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#ex
Router(config)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#write memory
Building configuration...
[OK]
Router#

```

Top

*Nota.* Muestra la configuración general (ip, interfaz, subinterfaz, tipo de encapsulación) del router Defensa Civil utilizada para la simulación. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 16***Configuracion Router hospital*

```

Router>en
Router#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int gig0/0
Router(config-if)#ip address 10.0.1.2 255.255.0.0
Router(config-if)#no shut

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

Router(config-if)#ex
Router(config)#
Router(config)#int gig0/1
Router(config-if)#no shut

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

Router(config-if)#ex
Router(config)#
Router(config)#int gig0/1.20
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1.20, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1.20, changed state to up

Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 20
Router(config-subif)#ip address 10.10.20.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#ex
Router(config)#
Router(config)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#write memory
Building configuration...
[OK]
Router#

```

Top

*Nota.* Muestra la configuración general (ip, interfaz, subinterfaz, tipo de encapsulación) del router Hospital utilizado para la simulación. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 17***Configuracion router Central*

```

Router>en
Router#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int gig0/1
Router(config-if)#ip address 10.0.1.1 255.255.0.0
Router(config-if)#no shut

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

Router(config-if)#ex
Router(config)#int gig0/0
Router(config-if)#no shut

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

Router(config-if)#ex
Router(config)#
Router(config)#int gig0/0.10
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0.10, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0.10, changed state to up

Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 10
Router(config-subif)#ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#ex
Router(config)#
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#write memory
Building configuration...
[OK]
Router#

```

Top           

*Nota.* Muestra la configuración general (ip, interfaz, subinterfaz, tipo de encapsulación) del router Central utilizada para la simulación. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 18***Configuracion switch Admin*

```

Switch>en
Switch#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 10
Switch(config-vlan)#name Administracion
Switch(config-vlan)#ex
Switch(config)#int fa0/1
Switch(config-if)#switch mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#no shut
Switch(config-if)#ex
Switch(config)#int gig0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#no shut
Switch(config-if)#ex
Switch(config)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Switch#write memory
Building configuration...
[OK]
Switch#

```

Top

*Nota.* Muestra la configuración general (VLAN, name vlan, interfaz conectada, modo de acceso, y modo trunk) del switch Admin utilizada para la simulación. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 19***Configuracion switch Alcaldía*

```
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to up

Switch>
Switch>en
Switch#confih ter
^
% Invalid input detected at '^' marker.

Switch#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 40
Switch(config-vlan)#name Servicios_Municipales
Switch(config-vlan)#ex
Switch(config)#int range fa0/1-10
Switch(config-if-range)#switch mode access
Switch(config-if-range)#switch port access vlan 40
^
% Invalid input detected at '^' marker.

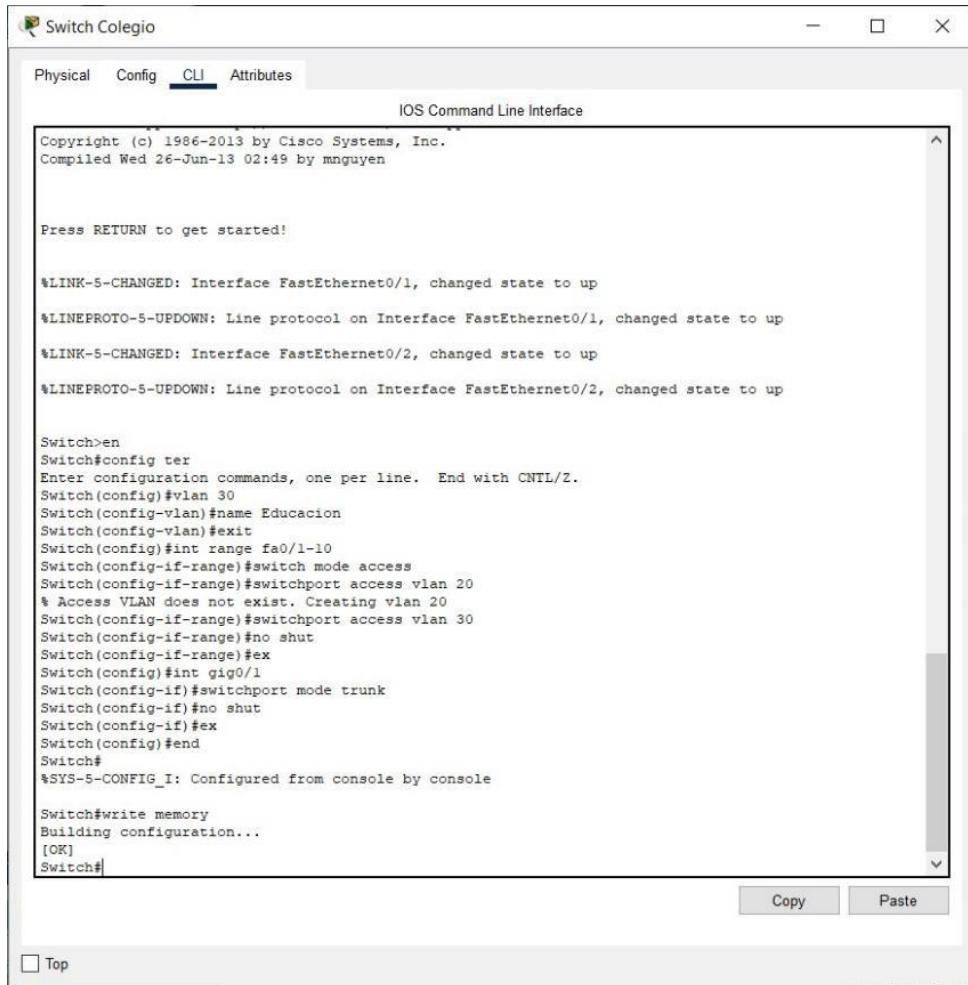
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 40
Switch(config-if-range)#no shut
Switch(config-if-range)#ex
Switch(config)#int gig0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#no sh
^
% Invalid input detected at '^' marker.

Switch(config-if)#no shut
Switch(config-if)#ex
Switch(config)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Switch#write memory
Building configuration...
[OK]
Switch#
```

Top

*Nota.* Muestra la configuración general (VLAN, name vlan, interfaz conectada, modo de acceso, y modo trunk) del switch Alcaldia utilizada para la simulación. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 20***Configuracion Switch Colegio*


```

Switch Colegio
Physical Config CLI Attributes
IOS Command Line Interface
Copyright (c) 1986-2013 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 26-Jun-13 02:49 by mnnguyen

Press RETURN to get started!

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to up

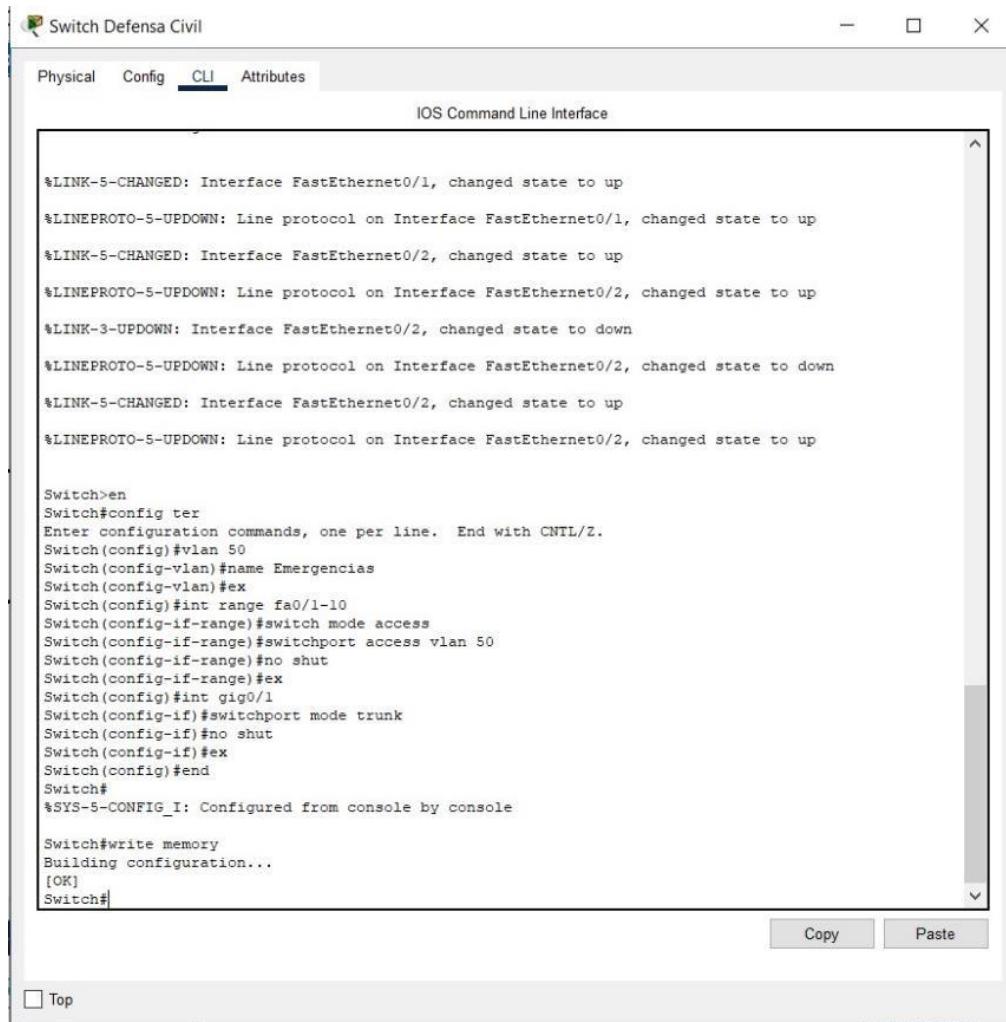
Switch>en
Switch#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 30
Switch(config-vlan)#name Educacion
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#int range fa0/1-10
Switch(config-if-range)#switch mode access
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 20
% Access VLAN does not exist. Creating vlan 20
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 30
Switch(config-if-range)#no shut
Switch(config-if-range)#ex
Switch(config)#int gig0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#no shut
Switch(config-if)#ex
Switch(config)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Switch#write memory
Building configuration...
[OK]
Switch#

```

Top

*Nota.* Muestra la configuración general (VLAN, name vlan, interfaz conectada, modo de acceso, y modo trunk) del switch Colegio utilizada para la simulación. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 21***Configuracion Switch Defensa Civil*


```

Switch>en
Switch#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 50
Switch(config-vlan)#name Emergencias
Switch(config-vlan)#ex
Switch(config)#int range fa0/1-10
Switch(config-if-range)#switch mode access
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 50
Switch(config-if-range)#no shut
Switch(config-if-range)#ex
Switch(config)#int gig0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#no shut
Switch(config-if)#ex
Switch(config)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch#write memory
Building configuration...
[OK]
Switch#

```

Top

*Nota.* Muestra la configuración general (VLAN, name vlan, interfaz conectada, modo de acceso, y modo trunk) del switch Defensa Civil utilizada para la simulación.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 22***Configuracion Switch Hospital*

```

Switch>en
Switch#config ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 20
Switch(config-vlan)#name Servicios_Medicos
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#interface range fastEthernet0/1-10
Switch(config-if-range)#switchport mode access
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 20
Switch(config-if-range)#no shutdown
^
% Invalid input detected at '^' marker.

Switch(config-if-range)#no shutdown
Switch(config-if-range)#ex
Switch(config)#interface gigabitEthernet0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#ex
Switch(config)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Switch#write memory
Building configuration...
[OK]
Switch#

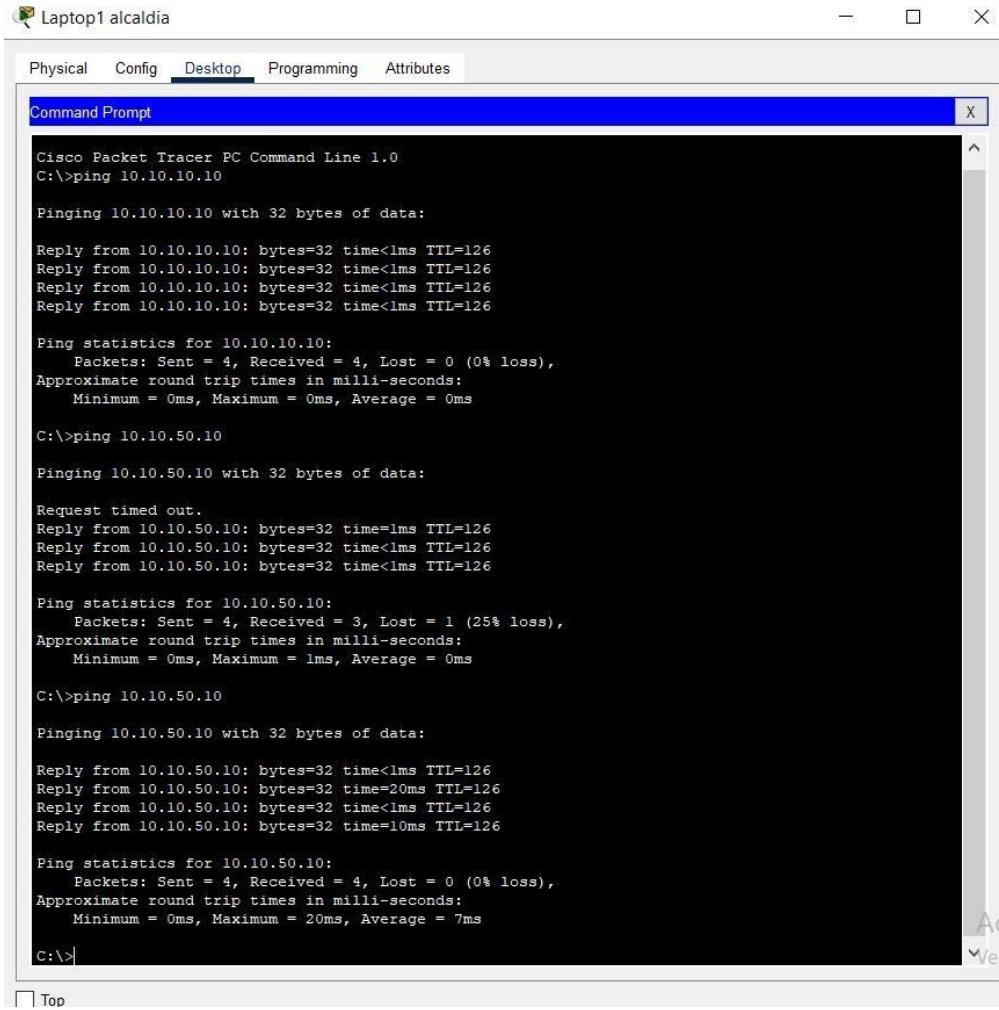
```

Top

*Nota.* Muestra la configuración general (VLAN, name vlan, interfaz conectada, modo de acceso, y modo trunk) del switch Hospital utilizada para la simulación. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 23**

*Prueba de Pings exitosos*



The screenshot shows a window titled "Command Prompt" within the "Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0" application. The window displays the results of several ping commands issued from the local machine (IP 10.10.10.10) to other hosts (10.10.10.10, 10.10.50.10, and 10.10.50.10). The output for each ping includes the number of packets sent, received, and lost, along with approximate round-trip times in milliseconds.

```

Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 10.10.10.10

Pinging 10.10.10.10 with 32 bytes of data:

Reply from 10.10.10.10: bytes=32 time<1ms TTL=126

Ping statistics for 10.10.10.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>ping 10.10.50.10

Pinging 10.10.50.10 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 10.10.50.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 10.10.50.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 10.10.50.10: bytes=32 time<1ms TTL=126

Ping statistics for 10.10.50.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\>ping 10.10.50.10

Pinging 10.10.50.10 with 32 bytes of data:

Reply from 10.10.50.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 10.10.50.10: bytes=32 time=20ms TTL=126
Reply from 10.10.50.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 10.10.50.10: bytes=32 time=10ms TTL=126

Ping statistics for 10.10.50.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 20ms, Average = 7ms

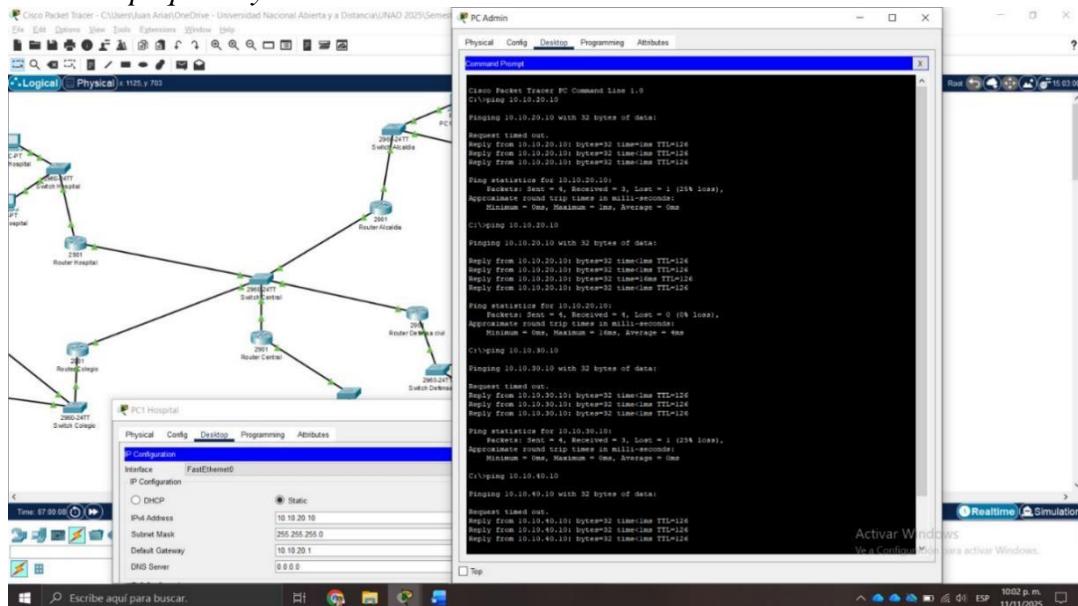
C:\>

```

*Nota.* Muestra los pings enviados a las diferentes direcciones ip antes establecidas, corroborando el éxito y entrega de dichos paquetes . *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 24**

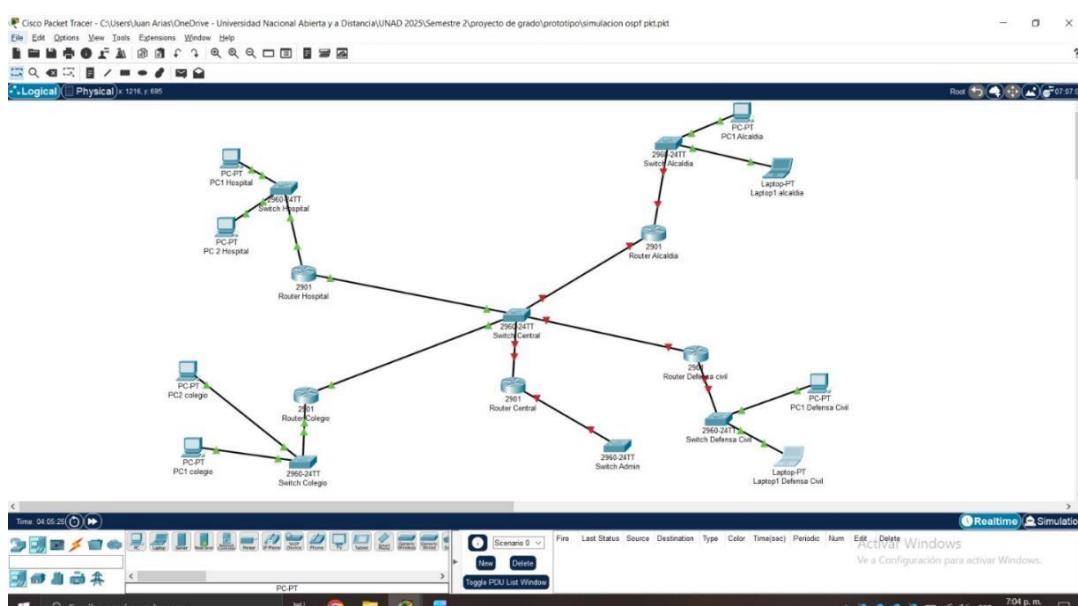
### *Envío de paquetes y validación dirección establecida*



*Nota.* Muestra la dirección establecida para un dispositivo final del hospital, así como los pings exitosos y de rápida entrega . *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 25**

Simulación en pantalla cisco packet tracer

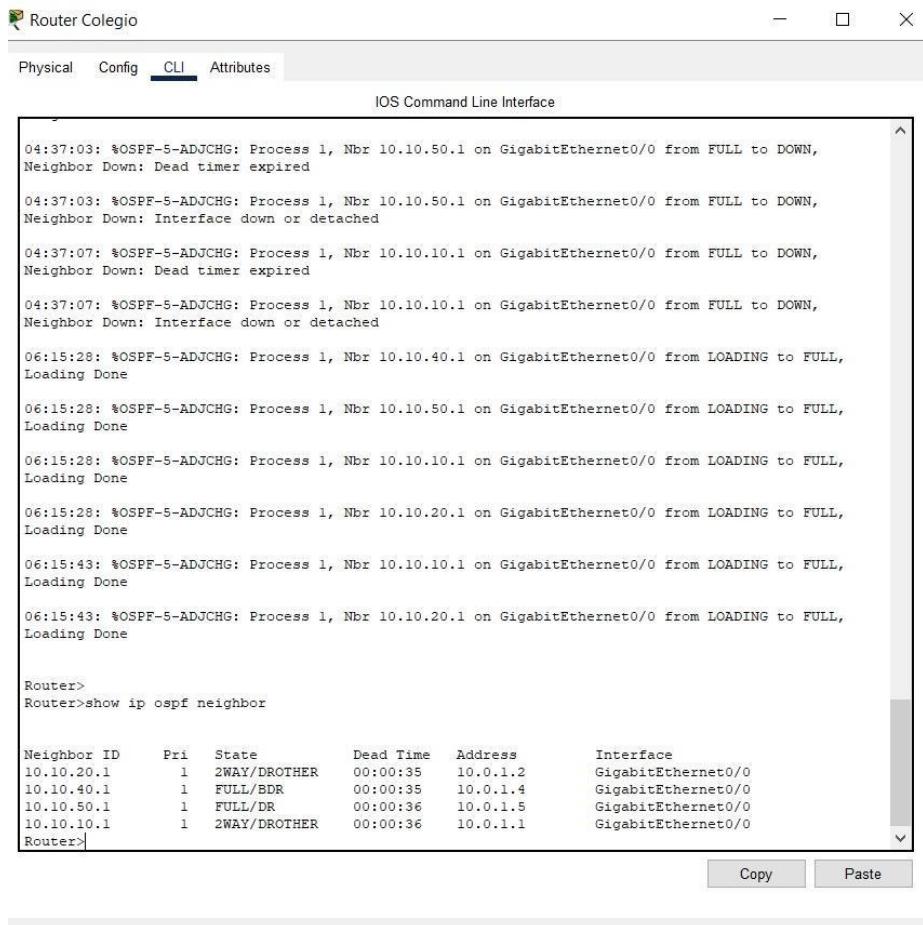


Nota. Muestra el proceso de conexión y los dispositivos utilizados en la simulación.

*Fuente:* Elaboración propia

**Figura 26**

*Show ip ospf neighbor- router Colegio*



The screenshot shows a Windows-style application window titled "Router Colegio". The tab bar at the top has "Physical", "Config", "CLI" (which is selected), and "Attributes". Below the tabs is a title bar "IOS Command Line Interface". The main area contains the output of the "show ip ospf neighbor" command. The output shows several OSPF neighbors with their details:

```

04:37:03: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.50.1 on GigabitEthernet0/0 from FULL to DOWN,
Neighbor Down: Dead timer expired

04:37:03: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.50.1 on GigabitEthernet0/0 from FULL to DOWN,
Neighbor Down: Interface down or detached

04:37:07: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.10.1 on GigabitEthernet0/0 from FULL to DOWN,
Neighbor Down: Dead timer expired

04:37:07: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.10.1 on GigabitEthernet0/0 from FULL to DOWN,
Neighbor Down: Interface down or detached

06:15:28: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.40.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

06:15:28: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.50.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

06:15:28: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.10.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

06:15:28: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.20.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

06:15:43: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.10.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

06:15:43: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.20.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

Router>
Router>show ip ospf neighbor

Neighbor ID      Pri      State            Dead Time    Address          Interface
10.10.20.1        1      2WAY/DROTHER   00:00:35    10.0.1.2      GigabitEthernet0/0
10.10.40.1        1      FULL/BDR       00:00:35    10.0.1.4      GigabitEthernet0/0
10.10.50.1        1      FULL/DR        00:00:36    10.0.1.5      GigabitEthernet0/0
10.10.10.1        1      2WAY/DROTHER   00:00:36    10.0.1.1      GigabitEthernet0/0
Router>
```

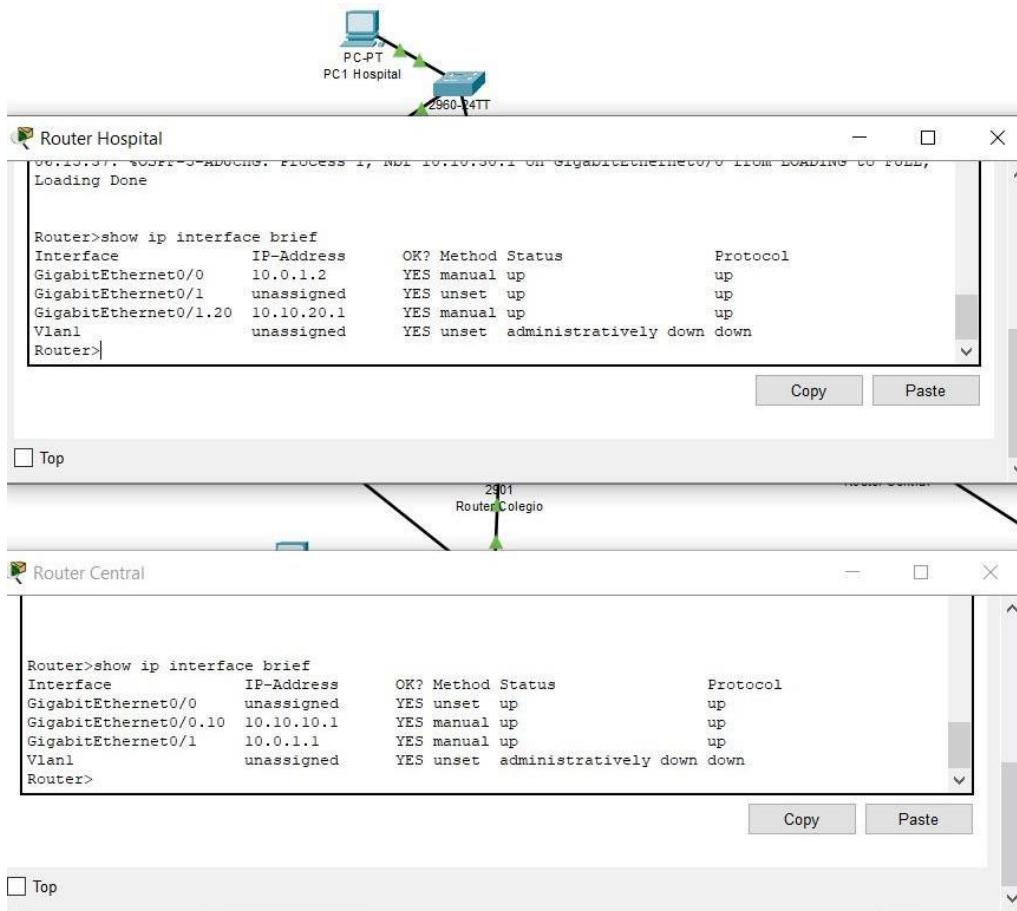
At the bottom right of the CLI window are "Copy" and "Paste" buttons.

*Nota.* Muestra el comando show ip ospf neighbor ejecutado en el CLI del router colegio, suministrando información detallada de los vecinos OSPF, incluida su dirección IP, interfaz local, prioridad, estado de adyacencia (como "FULL") y el tiempo de espera..

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 27**

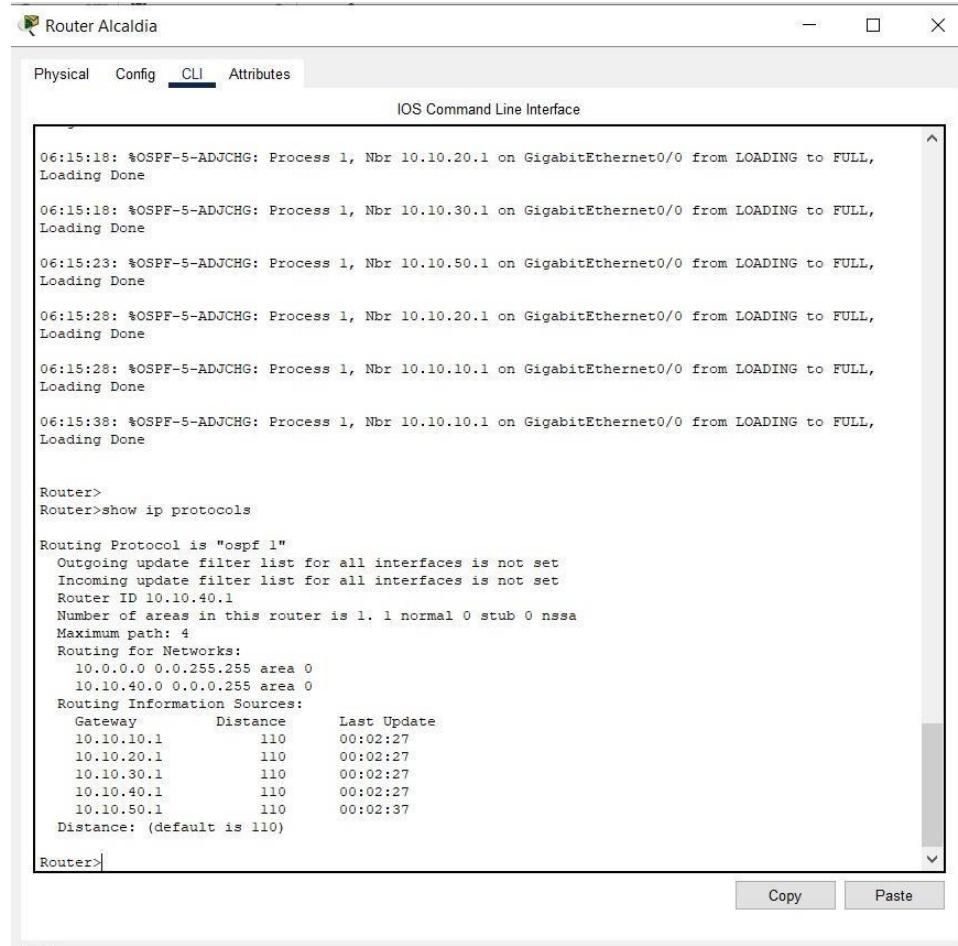
*Show ip int brief / hospital, central*



*Nota.* Muestra un resumen de todas las interfaces, su IP, y el estado, esta vez ejecutado en el router hospital y el router central. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 28**

*Show ip protocols*



The screenshot shows the Router Alcaldia software interface. The main window title is "Router Alcaldia". Below it, there are tabs: Physical, Config, **CLI**, and Attributes. The CLI tab is selected, displaying the "IOS Command Line Interface". Inside the interface, the command "show ip protocols" is entered and its output is displayed:

```

06:15:18: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.20.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

06:15:18: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.30.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

06:15:23: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.50.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

06:15:28: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.20.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

06:15:28: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.10.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

06:15:38: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.10.1 on GigabitEthernet0/0 from LOADING to FULL,
Loading Done

Router>
Router>show ip protocols

Routing Protocol is "ospf 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 10.10.40.1
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    10.0.0.0 0.0.255.255 area 0
    10.10.40.0 0.0.0.255 area 0
  Routing Information Sources:
    Gateway          Distance      Last Update
    10.10.10.1        110          00:02:27
    10.10.20.1        110          00:02:27
    10.10.30.1        110          00:02:27
    10.10.40.1        110          00:02:27
    10.10.50.1        110          00:02:37
  Distance: (default is 110)

Router>

```

At the bottom right of the CLI window, there are "Copy" and "Paste" buttons.

*Nota.* Muestra un resumen de todos los protocolos de enrutamiento que se están

ejecutando en el router alcaldía . *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 29**

*Show ip route*

```
Router>show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
      i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
      * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
      P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

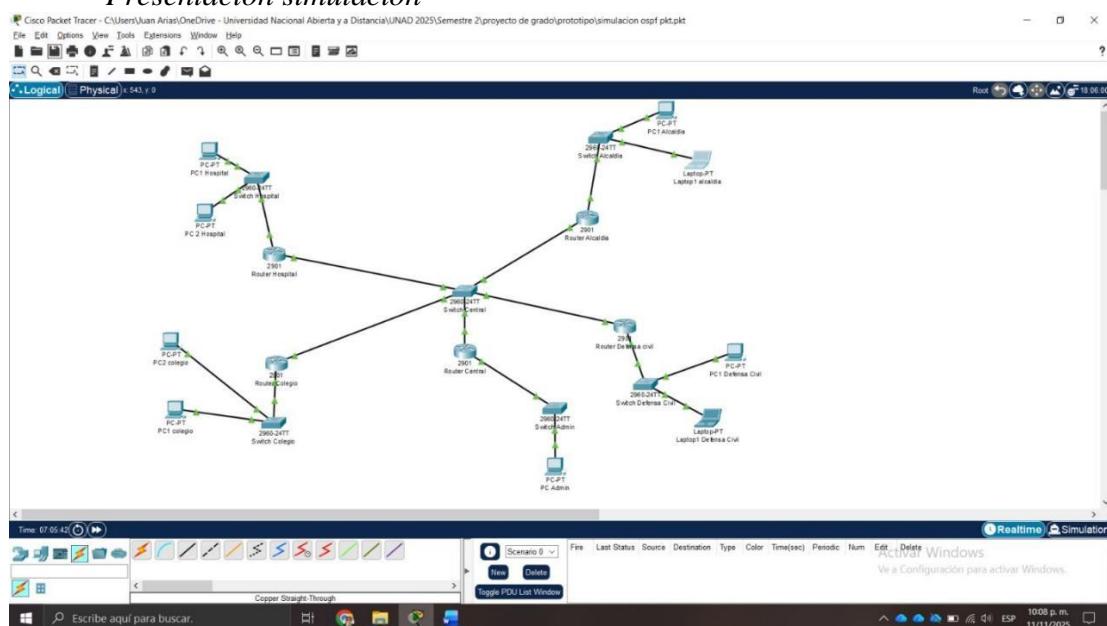
  10.0.0.0/8 is variably subnetted, 8 subnets, 3 masks
C        10.0.0.0/16 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L        10.0.1.3/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
O        10.10.0.0/24 [110/2] via 10.0.1.1, 00:21:47, GigabitEthernet0/0
O        10.10.20.0/24 [110/2] via 10.0.1.2, 00:21:47, GigabitEthernet0/0
C        10.10.30.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1.30
L        10.10.30.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1.30
O        10.10.40.0/24 [110/2] via 10.0.1.4, 00:21:47, GigabitEthernet0/0
O        10.10.50.0/24 [110/2] via 10.0.1.5, 00:21:47, GigabitEthernet0/0

Router>
```

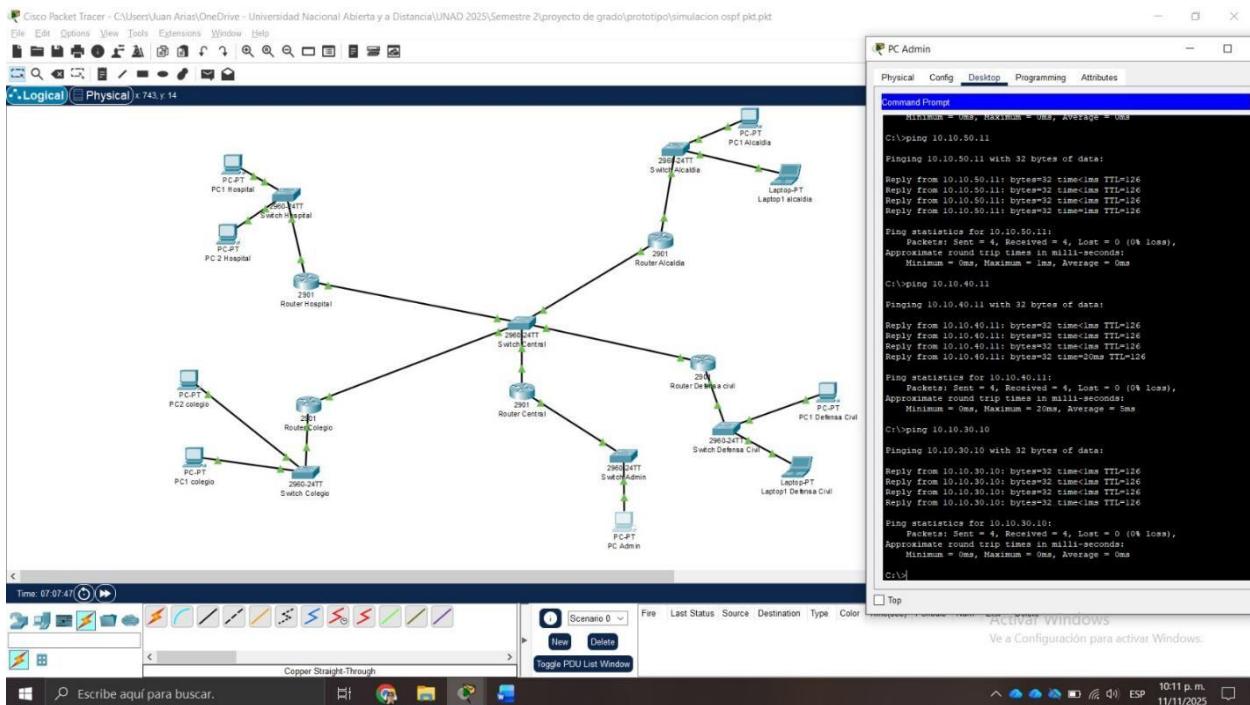
*Nota.* Es el comando de validación más importante. Muestra la tabla de enrutamiento completa del router, entendiendo que rutas con “C” para redes locales y rutas con “O” para redes remotas aprendidas de otros routers. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 30**

*Presentacion simulacion*



*Nota.* Muestra el diseño y el esquema estrella utilizado para esta solución, se observan todas las conexiones desde la central, router, switches y dispositivos finales en color verde. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 31***Presentacion simulacion*

*Nota.* Segunda evidencia donde se observa la correcta ejecución y envío de pings

a las diferentes direcciones ip establecidas en la simulación. *Fuente:* Elaboración propia.

**Vlans Configuradas:**

Cada VLAN representa un segmento funcional de la red, con un rango de direcciones IP único para evitar conflictos y garantizar una correcta comunicación entre dispositivos.

VLAN	Nombre del Segmento	Red IP	Máscara	Descripción
VLAN 10	Administración	10.10.10.0/24	255.255.255.0	Área destinada para la gestión administrativa general.
VLAN 20	Servicios Médicos	10.10.20.0/24	255.255.255.0	Segmento para dispositivos médicos en hospitales.
VLAN 30	Educación	10.10.30.0/24	255.255.255.0	Red para instituciones educativas.
VLAN 40	Servicios Municipales	10.10.40.0/24	255.255.255.0	Comunicación para dependencias de gobierno.
VLAN 50	Emergencias	10.10.50.0/24	255.255.255.0	Segmento exclusivo para servicios de emergencia.

**Asignación de Direcciones IP****Enlaces Entre Routers y Router Central (10.0.1.0/16):**

Cada router tiene asignada una dirección IP en la interfaz conectada al Switch Central, garantizando

la comunicación entre segmentos.

<b>Router</b>	<b>Interface</b>	<b>IP Asignada</b>	<b>Máscara</b>
Router Central	GigabitEthernet0/1	10.0.1.1	255.255.0.0
Router Hospital	GigabitEthernet0/0	10.0.1.2	255.255.0.0
Router Colegio	GigabitEthernet0/0	10.0.1.3	255.255.0.0
Router Alcaldía	GigabitEthernet0/0	10.0.1.4	255.255.0.0
Router Defensa Civil	GigabitEthernet0/0	10.0.1.5	255.255.0.0

#### **Subinterfaces en los Routers para Cada VLAN:**

Cada router utiliza subinterfaces en su conexión interna para administrar las VLAN locales y proporcionar enrutamiento hacia el router central.

<b>Router</b>	<b>VLAN</b>	<b>Subinterfaz</b>	<b>IP Asignada</b>	<b>Máscara</b>
Central	10	GigabitEthernet0/0.10	10.10.10.1	255.255.255.0
	20	GigabitEthernet0/0.20	10.10.20.1	255.255.255.0
	30	GigabitEthernet0/0.30	10.10.30.1	255.255.255.0
	40	GigabitEthernet0/0.40	10.10.40.1	255.255.255.0
	50	GigabitEthernet0/0.50	10.10.50.1	255.255.255.0
Hospital	20	GigabitEthernet0/1.20	10.10.20.1	255.255.255.0
Colegio	30	GigabitEthernet0/1.30	10.10.30.1	255.255.255.0
Alcaldía	40	GigabitEthernet0/1.40	10.10.40.1	255.255.255.0
Defensa Civil	50	GigabitEthernet0/1.50	10.10.50.1	255.255.255.0

Enlace de Proyecto en Github

Link:

<https://github.com/edilsonorlandoalvaradomendez-crypto/Proyecto-Redes-UNAD.git>

Enlace de video

Link: [presentacion Simulacion .mp4](#)

Enlace de archivo PKT

Link: [simulacion ospf pkt.pkt](#)

Enlace de video fase 5

Link: [https://drive.google.com/drive/folders/1bCcOr2ZmSH-4ak5K8OQ9jMYEgqgc\\_P0t?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1bCcOr2ZmSH-4ak5K8OQ9jMYEgqgc_P0t?usp=sharing)

Enlace de articulo IEEE

Link: [https://drive.google.com/drive/folders/1bCcOr2ZmSH-4ak5K8OQ9jMYEgqgc\\_P0t?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1bCcOr2ZmSH-4ak5K8OQ9jMYEgqgc_P0t?usp=sharing)

Enlace de presentacion

Link: [https://drive.google.com/drive/folders/1bCcOr2ZmSH-4ak5K8OQ9jMYEgqgc\\_P0t?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1bCcOr2ZmSH-4ak5K8OQ9jMYEgqgc_P0t?usp=sharing)

## Referencias

- Guerrero Dávila, G. (2015). Metodología de la investigación. Grupo Editorial Patria. <https://elibronet.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/40363?page=53>
- Lerma González, H. D. (2009). Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto: Vol. Cuarta edición. Ecoe ediciones. [https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=483354&lang=es&site=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp\\_1](https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=483354&lang=es&site=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp_1)
- Miranda, S y Ortiz J, (2020). Los paradigmas de la investigación: un acercamiento Teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo. Vol 11. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v11n21/2007-7467-ride-11-21-e064.pdf>
- Hernández, H.A. (2019). Metodología de la investigación. [OVI]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/18130>
- Guzman, D.A. (2024). Metodologías de desarrollo. [OVI]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/64507>
- Arrubla Hoyos, W. (2019). Tipología de proyectos calificados como de carácter científico, tecnológico e innovación. [PDF]. Bogotá: UNAD. (p.1) <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25522>
- Bucheli, L y Jiménez B. (2019). CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar) Iniciativa para la resolución de problemas en ingeniería. [OVA]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/33800>
- Baena Pérez, L. M. (Comp.), Tamayo Sepúlveda, J. A. (Comp.) y Benítez Lozano, A. J. (Comp.). (2022). Manufactura y gestión del ciclo de vida del producto (PLM). 1. Instituto Tecnológico Metropolitano. (pp.18-19). <https://elibro->

[net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/227103?page=18](http://net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/227103?page=18)

Baena Pérez, L. M. (Comp.), Tamayo Sepúlveda, J. A. (Comp.) y Benítez Lozano, A. J. (Comp.). (2022). Manufactura y gestión del ciclo de vida del producto (PLM). 1. Instituto Tecnológico Metropolitano. (pp.21-32). <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/227103?page=21>

Cerezuela, B. y Ollé, C. (2018). Gestión de proyectos paso a paso. Editorial UOC. (pp. 18-19). <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/116314?page=18>

Córdoba, M. (2011). Formulación y evaluación de proyectos. Ciclo de vida de los proyectos. (pp. 8-16). <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/69169>

Garzón Agudelo, D. M. Sarmiento Rojas, J. A. y Gutiérrez-Junco, Ó. J. (2019). Formulación y evaluación de proyectos de ingeniería. (pp.12-15) Editorial UPTC. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/135291?page=12>

Herrscher, E. G. (2014). Definiendo “Sistema” En Pensamiento sistémico: caminar el cambio o cambiar el camino. (pp. 173-174). Ediciones Granica. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/113863?page=173>

Osorio Gómez, J. C. (2007). Elementos de Sistemas. En Introducción al pensamiento sistémico (pp. 27 -32). Programa Editorial Universidad del Valle. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/129056?page=27>

Shahid, K., Ahmad, S. N., & Rizvi, S. T. H. (2024). Optimizing Network Performance: A Comparative Analysis of EIGRP, OSPF, and BGP in IPv6-based Load-Sharing and Link-Failover Systems. Future Internet, 16(9), 339. <https://doi.org/10.3390/fi16090339>

Garimella, P., Sung, Y.-W. E., Zhang, N., Rao, S., et al. (2007). Characterizing VLAN usage in an operational network. Proceedings of the 2007 SIGCOMM Workshop on Internet Network Management. <https://doi.org/10.1145/1321753.1321772>

Shi, H., Wang, Y., & Zhang, R. (2015). Study on OSPF Routing Protocol of Computer Network Based on Packet Tracer. Proceedings of the 2015 International Conference on Management, Education, Information and Control. <https://doi.org/10.2991/meici-15.2015.247>

Duan, Y., Hu, S., Lu, S. & Yang, S. (2018). Application of OSPF Routing Protocol in Network Security. Proceedings SYSTCA'18. <https://doi.org/10.25236/systca.18.011>

Alfani, M. N. & Sugiantoro, B. (2019). Analysis of QoS VLAN Based on Dijkstra's Algorithm on Open Shortest Path First (OSPF). International Journal on Informatics for Development, 7(2). <https://doi.org/10.14421/ijid.2018.07205>

Cisco. (2023). Cisco OSPF command reference. Cisco Systems. [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/iproute\\_ospf/command/iro-cr-book.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/iproute_ospf/command/iro-cr-book.html)

Cisco Networking Academy. (2022). Introduction to networks (Version 7.0). Cisco Systems.

<https://www.netacad.com/courses/networking/introduction-networks>

Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D., & Edström, K. (2020). Rethinking engineering education: The CDIO approach (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-38290-6>

Duan, Y., Hu, S., Lu, S., & Yang, S. (2018). Application of OSPF routing protocol in network security. In Proceedings of the 2018 Symposium on System Theory and Computer Applications (SYSTCA'18).

<https://doi.org/10.25236/systca.18.011>

Forouzan, B. A. (2021). Data communications and networking (6th ed.). McGraw-HillEducation. <https://www.mheducation.com/highered/product/data-communications-networking-forouzan/M9780078021886.html>

International Organization for Standardization (ISO). (2022). ISO/IEC 27001:2022 – Information security, cybersecurity and privacy protection. ISO. <https://www.iso.org/standard/82875.html>

Keller, J., Lee, J., & McDonald, S. (2022). Foundations of cybersecurity: Principles and practice. Wiley. <https://www.wiley.com/en-us/Foundations+of+Cybersecurity%3A+Principles+and+Practice-p-9781119858482>

Stallings, W. (2020). Data and computer communications (11th ed.). Pearson Education.

<https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/data-and-computer-communications/P200000002629>

Miguel, H. B., & Luis Eduardo, B. R. (2020). Ciclo de vida de desarrollo ágil de software seguro. Editorial Los Libertadores. <https://elibro.net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/197008?page=152>

Miguel, H. B., & Luis Eduardo, B. R. (2020). Ciclo de vida de desarrollo ágil de software seguro. Editorial Los Libertadores. <https://elibro.net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/197008?page=46>

Marcela Genero, Mario Piattini, & Coral Calero. (2005). Metrics For Software

Conceptual Models. Imperial College Press.

[https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=141643&lang=es&site=eds-live&scope=site&ebv=EB&ppid=pp\\_273](https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=141643&lang=es&site=eds-live&scope=site&ebv=EB&ppid=pp_273)

Armijos Carrión, J. L., Morocho Román, R. F., Redrován Castillo, F. F., & Apolinario, D. A. T. (2021). Estado Del Arte: Métricas Del Desarrollo De Software Móvil. *3C Tecnología*, 10(3), 17–37. <https://doi.org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.17993/3ctecno/2021.v10n3e39.1737>

[https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo\\_1.\\_technology\\_readiness\\_levels\\_-\\_trl.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_1._technology_readiness_levels_-_trl.pdf)

Pino, M.B. (2022). Deliverables Of Software Testing Team. [OVI].  
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49440>

Moreno, P.A. (2018). La Ingeniería de Software. [OVI].  
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/22471>  
Gonzalez, A.(2017). Software Documentation. [OVI].  
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/14229>