
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO

Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Electrónica y Sistemas

Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



Diseño y Simulación de una Red de Conectividad Educativa Rural en el Distrito de Azángaro

Docente: Allca Mamani Ubaldo

Integrantes: Quispe Cutipa Kevin Elvys

Romero Charca Miguel Fernando

Titalo Limachi Jhampier Stiven

Curso: Sistemas de Comunicación de Datos

Fecha: 22 de diciembre de 2025

Puno, Perú — 2025

Índice

1. Introducción	3
2. Planteamiento del Problema	4
3. Objetivos del Proyecto	5
3.1. Objetivos Específicos	5
4. Metodología de Diseño de Red PPDIOO	5
4.1. Planificar	5
4.2. Diseñar	6
4.3. Implementar	6
4.4. Operar	7
4.5. Optimizar	7
5. Solución Propuesta e Implementada	7
5.1. Detalle Técnico de la Solución Implementada	8
5.1.1. Topología de la Red	8
5.1.2. Inventario y Justificación de los Dispositivos	8
5.1.3. Núcleo de la Red (Core)	8
5.1.4. Capa de Distribución (Red WAN)	9
5.1.5. Capa de Acceso (Instituciones Educativas)	9
5.1.6. Red Móvil Rural	10
5.1.7. Justificación General del Inventario	10
5.1.8. Uso de Direccionamiento IPv4 Privado	10
5.1.9. Segmentación por Institución Educativa	11
5.1.10. Asignación Dinámica mediante DHCP	11
5.1.11. Direccionamiento Estático para Servicios Críticos	11
5.1.12. Justificación del Diseño del Direccionamiento IP	11
5.1.13. Medios de Transmisión (Cableado)	11
5.1.14. Cableado Interno en las Instituciones Educativas	12

5.1.15. Enlaces de Interconexión y Expansión	12
5.1.16. Conectividad de Banda Ancha y Red Móvil Rural	12
5.1.17. Nota sobre la Representación de Clusters	12
5.1.18. Validación y Pruebas de Conectividad de la Red	13
5.1.19. Pruebas de Conectividad Interna (LAN)	13
5.1.20. Pruebas de Conectividad hacia el Router de Borde	13
5.1.21. Pruebas de Conectividad WAN y Acceso a Servicios Centrales . .	14
5.1.22. Validación de la Conectividad Inalámbrica y Red Móvil Rural . .	14
5.1.23. Resultados de la Validación	14
6. Conclusiones	14
7. Recomendaciones	15
Anexos	16
Anexo A: Diagrama General de la Red en Cisco Packet Tracer	16
Anexo B: Desarrollo Interno de los Clusters	16
Anexo C: inventario de Hardware	17
Anexo D: Plan de Direcccionamiento IP	19
Referencias	20

1. Introducción

En la actualidad, el acceso a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se ha convertido en un factor fundamental para el desarrollo educativo, social y económico de los países. Sin embargo, en muchas zonas rurales del Perú persiste una marcada brecha digital, especialmente en el ámbito educativo, donde la limitada conectividad a Internet restringe el acceso a recursos pedagógicos digitales, plataformas virtuales y herramientas de aprendizaje en línea.

Esta problemática es evidente en las instituciones educativas rurales del distrito de Azángaro, ubicado en la región Puno, caracterizada por su geografía accidentada, elevada altitud y dispersión de comunidades. Estas condiciones dificultan la implementación de infraestructuras de telecomunicaciones tradicionales, como la fibra óptica, y generan deficiencias en la cobertura y calidad del servicio de Internet, afectando directamente a estudiantes y docentes.

Ante este contexto, el presente proyecto propone el diseño y simulación de una red de conectividad educativa rural, orientada a brindar acceso eficiente y sostenible a Internet en instituciones educativas alejadas del casco urbano. Para ello, se plantea una solución tecnológica basada en una red híbrida que combine enlaces inalámbricos de largo alcance y redes locales internas, considerando las limitaciones técnicas, energéticas y económicas propias de la zona.

El proyecto se desarrolla utilizando la metodología de diseño de redes PPDIOO (Planificar, Diseñar, Implementar, Operar y Optimizar), y se valida mediante una simulación en Cisco Packet Tracer, permitiendo evaluar el funcionamiento de la red propuesta antes de una posible implementación real. De esta manera, se busca no solo aplicar conocimientos técnicos de redes, sino también contribuir a la reducción de la brecha digital y al fortalecimiento de la educación en zonas rurales del departamento de Puno.

2. Planteamiento del Problema

En el Perú, la brecha digital entre las zonas urbanas y rurales continúa siendo un problema significativo, especialmente en el sector educativo. Mientras que en las ciudades el acceso a Internet y a herramientas digitales es cada vez más común, muchas instituciones educativas rurales aún carecen de una conectividad adecuada que les permita integrarse plenamente a los procesos de enseñanza y aprendizaje modernos.

Esta situación se presenta de manera marcada en las instituciones educativas rurales del distrito de Azángaro, donde la geografía accidentada, la gran altitud y la dispersión de las comunidades dificultan la instalación de infraestructuras de telecomunicaciones tradicionales. La ausencia o deficiencia de servicios de Internet limita el acceso de los estudiantes y docentes a plataformas educativas virtuales, bibliotecas digitales, videoconferencias y otros recursos fundamentales para la educación contemporánea.

Asimismo, muchas de estas instituciones enfrentan problemas adicionales como la inestabilidad del suministro eléctrico, la falta de mantenimiento técnico especializado y los altos costos asociados a la implementación de soluciones de conectividad convencionales. Como resultado, los estudiantes de zonas rurales se encuentran en desventaja frente a sus pares de zonas urbanas, afectando su rendimiento académico y reduciendo sus oportunidades de desarrollo educativo y social.

Ante esta problemática, surge la necesidad de diseñar una solución de red que sea técnicamente viable, económicamente accesible y adaptada a las condiciones del entorno rural. Un diseño inadecuado o no contextualizado podría resultar insostenible a largo plazo, por lo que es fundamental considerar factores como el uso de tecnologías inalámbricas de largo alcance, el aprovechamiento eficiente de recursos de red y la posibilidad de escalar la solución en el futuro.

Por ello, el problema central que aborda este proyecto es la falta de una red de conectividad educativa eficiente y sostenible en las instituciones educativas rurales del distrito de Azángaro, lo cual limita el acceso a la educación digital y profundiza la brecha tecnológica existente en la región.

3. Objetivos del Proyecto

Diseñar y simular una red de conectividad educativa rural para instituciones educativas del distrito de Azángaro, utilizando tecnologías inalámbricas de largo alcance y redes locales, con el fin de mejorar el acceso a Internet y a recursos educativos digitales, considerando las condiciones geográficas, técnicas y energéticas de la zona.

3.1. Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de conectividad en las instituciones educativas rurales del distrito de Azángaro.
- Diseñar una topología de red híbrida que integre enlaces inalámbricos y redes LAN internas.
- Implementar un esquema de direccionamiento IP utilizando IPv4 privado con VLSM.
- Simular la red propuesta en el software Cisco Packet Tracer.
- Evaluar el funcionamiento de la red mediante pruebas de conectividad.
- Proponer medidas básicas de seguridad y recomendaciones técnicas.

4. Metodología de Diseño de Red PPDIOO

Para el desarrollo del presente proyecto se emplea la metodología de diseño de redes PPDIOO, la cual permite estructurar de manera ordenada y sistemática cada etapa del diseño de una red de telecomunicaciones.

4.1. Planificar

En esta fase se realizó el análisis del contexto en el que se desarrollará la red, identificando la problemática de conectividad existente en las instituciones educativas rurales del distrito de Azángaro. Se evaluaron factores como la ubicación geográfica, la dispersión de las comunidades, las condiciones climáticas y la disponibilidad de infraestructura de

telecomunicaciones y energía eléctrica. Asimismo, se identificaron los requerimientos de los usuarios, considerando la cantidad estimada de estudiantes y docentes, así como las necesidades de ancho de banda para el uso de plataformas educativas digitales, videoconferencias y acceso a recursos en línea. Esta etapa permitió definir los objetivos técnicos del proyecto y establecer las bases para el diseño de la red.

4.2. Diseñar

En la fase de diseño se definió la arquitectura de la red propuesta, optando por una topología híbrida que combina enlaces inalámbricos de largo alcance y redes locales internas en cada institución educativa. Se seleccionaron tecnologías adecuadas para el entorno rural, priorizando soluciones inalámbricas debido a las dificultades y altos costos asociados al cableado en zonas geográficamente complejas. Además, se diseñó el esquema de direccionamiento IP utilizando IPv4 privado con VLSM, lo que permitió asignar subredes de acuerdo con la cantidad de dispositivos en cada sede, optimizando el uso de direcciones disponibles. También se estableció la estructura lógica de la red, definiendo el rol del nodo central y de las escuelas rurales.

4.3. Implementar

La fase de implementación se desarrolló a través de la simulación de la red en el software Cisco Packet Tracer. En esta etapa se configuraron los dispositivos de red, tales como routers, switches y access points, asignándoles las direcciones IP correspondientes según el diseño planteado. Asimismo, se establecieron los enlaces inalámbricos que simulan los radioenlaces entre el nodo central y las instituciones educativas, y se configuraron las rutas necesarias para garantizar la comunicación entre todos los segmentos de la red. Esta fase permitió validar el diseño propuesto en un entorno controlado antes de una posible implementación real.

4.4. Operar

En la fase de operación se evaluó el funcionamiento de la red simulada mediante pruebas de conectividad, como el envío de paquetes entre los dispositivos finales y el nodo central. Se verificó que los equipos de las instituciones educativas pudieran acceder a los recursos de red y comunicarse correctamente a través de los enlaces inalámbricos establecidos. Esta etapa permitió identificar posibles fallas de configuración y comprobar que la red cumple con los requerimientos funcionales definidos en la fase de planificación.

4.5. Optimizar

Finalmente, en la fase de optimización se analizaron los resultados obtenidos durante la operación de la red, proponiendo mejoras orientadas a aumentar su eficiencia y confiabilidad. Entre estas mejoras se incluyen la posibilidad de incorporar enlaces de respaldo, servidores locales de contenido educativo y sistemas de energía alternativa como paneles solares. Asimismo, se plantea la escalabilidad del diseño para la incorporación de nuevas instituciones educativas o servicios adicionales en el futuro, asegurando que la red propuesta pueda adaptarse a las necesidades cambiantes del entorno rural.

5. Solución Propuesta e Implementada

La solución propuesta se basa en un nodo central que representa a la UGEL o proveedor de Internet, desde el cual se distribuye la conectividad hacia las instituciones educativas rurales mediante enlaces inalámbricos de largo alcance.

Cada institución educativa cuenta con una red interna conformada por un router, un switch y un access point, garantizando conectividad cableada e inalámbrica. El esquema de direccionamiento IPv4 privado con VLSM permitió una asignación eficiente de direcciones IP.

La funcionalidad de la red fue validada mediante pruebas de conectividad en Cisco Packet Tracer, comprobando el acceso a los servicios de red desde las instituciones educativas.

5.1. Detalle Técnico de la Solución Implementada

5.1.1. Topología de la Red

La red de conectividad educativa rural diseñada para el distrito de Azángaro se basa en una topología en estrella extendida jerárquica, la cual permite una organización ordenada, escalable y fácil de administrar. En el centro de la topología se encuentra un nodo principal (Core de la red), ubicado en la UGEL Azángaro, desde el cual se distribuye la conectividad hacia las instituciones educativas y comunidades rurales.

Desde este nodo central parten los enlaces de red que conectan a cada institución educativa, las zonas de expansión y la red móvil rural. Cada una de estas conexiones representa un cluster, el cual encapsula la infraestructura interna de una institución educativa, permitiendo que cada sede opere como una red local independiente sin afectar el funcionamiento de las demás.

La estructura jerárquica del diseño se organiza en tres capas: el núcleo de la red, donde se concentran los servicios centrales y el acceso a Internet; la capa de distribución (WAN), encargada de transportar el tráfico entre el nodo central y las sedes remotas; y la capa de acceso, donde los usuarios finales —docentes, estudiantes y personal administrativo— se conectan a la red a través de redes LAN cableadas e inalámbricas.

5.1.2. Inventario y Justificación de los Dispositivos

Para la implementación de la red de conectividad educativa rural en el distrito de Azángaro, se definió un inventario de dispositivos de red acorde a la topología propuesta y a las necesidades reales del entorno educativo y rural. La selección de cada equipo responde a criterios de funcionalidad, escalabilidad y coherencia con el diseño implementado en Cisco Packet Tracer.

5.1.3. Núcleo de la Red (Core)

El núcleo de la red se encuentra ubicado en el Centro de Datos de la UGEL Azángaro y está conformado por un router central y un switch principal. El router central cumple la función de concentrar y enrutar el tráfico proveniente de las instituciones educativas,

la red móvil rural y los servicios centrales, actuando como puerta de enlace hacia la red externa.

El switch central permite la interconexión de los servidores institucionales con el núcleo de la red, garantizando una comunicación eficiente entre los servicios críticos. Asimismo, en este nivel se implementan servidores que simulan servicios esenciales como el servidor web institucional y el servidor DNS, los cuales permiten el acceso a recursos educativos y la correcta resolución de nombres dentro de la red.

5.1.4. Capa de Distribución (Red WAN)

La capa de distribución está representada por las nubes WAN, las cuales simulan la infraestructura del proveedor de servicios de Internet. Estas nubes permiten interconectar el núcleo de la red con los distintos distritos, instituciones educativas y zonas de expansión, sin saturar directamente el router central.

El uso de esta capa resulta fundamental para representar una red escalable, ya que permite agregar nuevas instituciones educativas o distritos sin modificar la estructura principal. Además, refleja de manera realista cómo se transporta la información a través de redes metropolitanas o regionales.

5.1.5. Capa de Acceso (Instituciones Educativas)

En cada institución educativa se implementa una infraestructura local (LAN) compuesta por:

- Un router de borde, que actúa como puerta de enlace de la institución hacia la red WAN. Este equipo se encarga de funciones como el enrutamiento, la asignación de direcciones IP y la seguridad básica de la red local.
- Un switch de acceso, encargado de distribuir la conexión cableada a las computadoras del laboratorio, oficinas administrativas y otros dispositivos fijos.
- Un punto de acceso inalámbrico (Access Point), que permite brindar conectividad Wi-Fi a docentes y estudiantes, facilitando el uso de laptops, tablets y dispositivos

móviles dentro del colegio.

Esta combinación de dispositivos asegura una conectividad flexible, integrando tanto conexiones cableadas como inalámbricas, lo cual es especialmente importante en entornos educativos.

5.1.6. Red Móvil Rural

Un elemento clave del diseño es la red móvil rural, representada por una torre celular ubicada en la comunidad de Punta Sahuacasi. Esta torre permite irradiar señal inalámbrica para brindar conectividad a dispositivos móviles como smartphones y tablets, siendo una solución adecuada para zonas donde no es viable implementar cableado físico.

La torre celular se conecta a la oficina central, la cual actúa como enlace entre la red de radiofrecuencia y la red de datos IP. De esta manera, el tráfico generado en la comunidad rural puede integrarse al backbone de la red y acceder a los servicios centrales.

5.1.7. Justificación General del inventario

La selección de estos dispositivos permite construir una red funcional, escalable y realista, alineada con el diseño visual implementado en Cisco Packet Tracer. Cada equipo cumple un rol específico dentro de la topología, evitando redundancias innecesarias y asegurando una correcta separación entre el núcleo, la distribución y el acceso.

En conjunto, el inventario de dispositivos garantiza que la solución propuesta pueda brindar conectividad educativa tanto a las instituciones formales como a las comunidades rurales, cumpliendo con los objetivos del proyecto.

5.1.8. Uso de Direcccionamiento IPv4 Privado

La red de conectividad educativa rural utiliza direccionamiento IPv4 privado para la organización interna de los dispositivos. Este esquema permite estructurar la red de manera ordenada, asignando rangos de direcciones independientes a cada institución educativa y a los servicios centrales, de acuerdo con el diseño propuesto.

5.1.9. Segmentación por Institución Educativa

El plan de direccionamiento IP se diseñó asignando una subred específica a cada institución educativa, así como una subred independiente para el centro de datos y la red móvil rural. Esta segmentación permite identificar claramente cada sede dentro de la red y facilita la gestión del tráfico entre los distintos segmentos.

5.1.10. Asignación Dinámica mediante DHCP

Para los dispositivos finales de las instituciones educativas se emplea asignación dinámica de direcciones IP mediante el servicio DHCP, configurado en los routers de borde. Esto permite que computadoras y dispositivos móviles obtengan automáticamente los parámetros de red necesarios para su conexión.

5.1.11. Direccionamiento Estático para Servicios Críticos

Los dispositivos que cumplen funciones críticas dentro de la red, como los servidores ubicados en el centro de datos, utilizan direccionamiento IP estático. Esto asegura que dichos servicios mantengan direcciones fijas y puedan ser accedidos de manera consistente desde cualquier punto de la red.

5.1.12. Justificación del Diseño del Direccionamiento IP

El diseño del direccionamiento IP propuesto permite una organización clara y coherente de la red, alineada con la topología implementada. Además, facilita la administración y la futura ampliación del sistema, tal como se detalla en el plan de direccionamiento presentado en los anexos.

5.1.13. Medios de Transmisión (Cableado)

Para garantizar una transmisión de datos estable y confiable en la red de conectividad educativa rural, se definieron distintos medios de transmisión, seleccionados de acuerdo con el tipo de enlace y la función que cumple cada segmento dentro de la topología de red.

5.1.14. Cableado Interno en las Instituciones Educativas

Dentro de cada institución educativa se utiliza cableado de par trenzado (UTP) para la interconexión de computadoras, routers y switches que conforman la red LAN. Este medio se emplea exclusivamente en los segmentos internos de las instituciones educativas, de acuerdo con el diseño implementado

5.1.15. Enlaces de Interconexión y Expansión

La interconexión entre el núcleo de la red y las nubes de distribución o expansión se realiza mediante enlaces de red WAN simulados en Cisco Packet Tracer. Estos enlaces representan el transporte de datos entre sedes remotas y el nodo central, permitiendo la expansión de la red sin alterar su estructura principal.

5.1.16. Conectividad de Banda Ancha y Red Móvil Rural

En los enlaces que representan la conexión con el proveedor de servicios de Internet se emplea cable coaxial, mientras que en las zonas rurales se utiliza conectividad inalámbrica móvil representada por una torre celular. Estos medios permiten modelar escenarios donde el cableado físico no es viable debido a las condiciones geográficas.

5.1.17. Nota sobre la Representación de Clusters

En el diseño de la red, cada cluster representa la infraestructura interna completa de una institución educativa. Con el fin de mantener claridad visual en el diagrama general, las instituciones educativas se muestran de manera agrupada; sin embargo, internamente todas siguen una misma lógica de diseño.

Dentro de cada cluster, la red se organiza bajo una topología en estrella, donde el switch de acceso actúa como punto central de conexión. A este dispositivo se conectan los equipos finales, como computadoras de laboratorio, equipos administrativos y otros dispositivos educativos, así como el punto de acceso inalámbrico que brinda conectividad Wi-Fi.

El router de borde, incluido en cada cluster, cumple la función de puerta de enlace entre la red local de la institución educativa y la red WAN, permitiendo la comunicación con el nodo central. Esta representación facilita la comprensión del diseño, estandariza la estructura de las instituciones educativas y permite una administración más sencilla de la red.

5.1.18. Validación y Pruebas de Conectividad de la Red

Una vez implementado el diseño de la red de conectividad educativa rural en el software Cisco Packet Tracer, se realizaron pruebas de conectividad con el fin de comprobar el correcto funcionamiento de la topología, el direccionamiento IP y la configuración de los dispositivos de red. La validación se centró en la comunicación entre los dispositivos finales, las instituciones educativas y el nodo central.

5.1.19. Pruebas de Conectividad Interna (LAN)

En cada institución educativa se realizaron pruebas de conectividad dentro de la red local (LAN), evaluando la comunicación entre los dispositivos finales conectados al switch de acceso y el router de borde. Estas pruebas permitieron confirmar la correcta asignación de direcciones IP, el funcionamiento del cableado interno y la comunicación entre los equipos dentro de cada cluster.

Estas pruebas permitieron confirmar que:

- El cableado interno está correctamente configurado.
- El switch de acceso distribuye adecuadamente la conectividad.
- Los dispositivos reciben direcciones IP válidas dentro de su subred correspondiente.

5.1.20. Pruebas de Conectividad hacia el Router de Borde

Posteriormente, se verificó la comunicación entre los dispositivos finales y el router de borde de cada institución educativa, el cual actúa como puerta de enlace de la red local. Las pruebas confirmaron que el tráfico puede salir de la LAN hacia la red WAN sin

inconvenientes, demostrando el correcto funcionamiento del esquema de direccionamiento IP y de las configuraciones básicas de enrutamiento.

5.1.21. Pruebas de Conectividad WAN y Acceso a Servicios Centrales

A nivel de red de área amplia (WAN), se evaluó la comunicación entre las instituciones educativas y el nodo central ubicado en la UGEL Azángaro. Asimismo, se comprobó el acceso a los servicios centrales, como el servidor web y el servidor DNS, desde las sedes remotas, evidenciando el correcto enrutamiento del tráfico a través de la red.

5.1.22. Validación de la Conectividad Inalámbrica y Red Móvil Rural

Se realizaron pruebas de acceso a la red desde dispositivos conectados a los puntos de acceso inalámbricos en las instituciones educativas, así como desde la comunidad rural a través de la red móvil. Estas pruebas demostraron que la conectividad inalámbrica se integra adecuadamente con la red general sin afectar el funcionamiento de la red cableada..

5.1.23. Resultados de la Validación

Los resultados obtenidos durante las pruebas demostraron que la red diseñada opera de manera correcta en todos sus segmentos. La comunicación entre dispositivos finales, instituciones educativas, el nodo central y la red móvil rural se realizó sin inconvenientes, confirmando que la solución propuesta cumple con los objetivos técnicos del proyecto.

6. Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto permitió diseñar y simular una red de conectividad educativa rural para el distrito de Azángaro, demostrando que es posible implementar una solución de red organizada y técnicamente viable, adaptada a las condiciones geográficas y educativas de la zona. La propuesta contribuye a reducir la brecha digital entre las instituciones educativas urbanas y rurales.

La topología en estrella extendida jerárquica facilitó la centralización de la administración de la red y permitió integrar de manera ordenada a las instituciones educativas y

comunidades rurales. Asimismo, el uso de clusters permitió representar de forma clara la infraestructura interna de cada institución, asegurando una red local independiente pero integrada a la red general.

La simulación realizada en Cisco Packet Tracer permitió validar el correcto funcionamiento del diseño propuesto, comprobando la conectividad entre los dispositivos finales, el nodo central y la red móvil rural. En conjunto, los resultados obtenidos confirman que la solución diseñada cumple con los objetivos planteados y constituye una base sólida para una futura implementación real.

7. Recomendaciones

Para una futura implementación real de la red propuesta, se recomienda realizar un estudio técnico previo del terreno y de la línea de vista entre el nodo central y las instituciones educativas, con el fin de optimizar la ubicación de antenas y asegurar la estabilidad de los enlaces inalámbricos en zonas rurales con geografía irregular.

Asimismo, es conveniente fortalecer la infraestructura eléctrica de las instituciones educativas y comunidades rurales, considerando el uso de sistemas de energía alternativa, como paneles solares, que permitan garantizar la continuidad del servicio ante interrupciones del suministro eléctrico.

Se recomienda implementar mecanismos básicos de seguridad de red, tales como control de acceso, segmentación lógica y monitoreo del tráfico, con el objetivo de proteger la información institucional y asegurar un uso adecuado de los recursos de red.

Finalmente, se sugiere que el diseño propuesto sea utilizado como base para la expansión de la red hacia otras instituciones educativas y comunidades rurales del distrito de Azángaro, aprovechando su estructura escalable y su organización jerárquica.

Anexos

*Anexo A: Diagrama General de la Red en Cisco Packet Tracer

La Figura A.1 muestra el diagrama general de la red implementada en Cisco Packet Tracer, donde se observa la topología en estrella extendida jerárquica, el nodo central ubicado en la UGEL Azángaro, las instituciones educativas representadas mediante clusters y la red móvil rural.

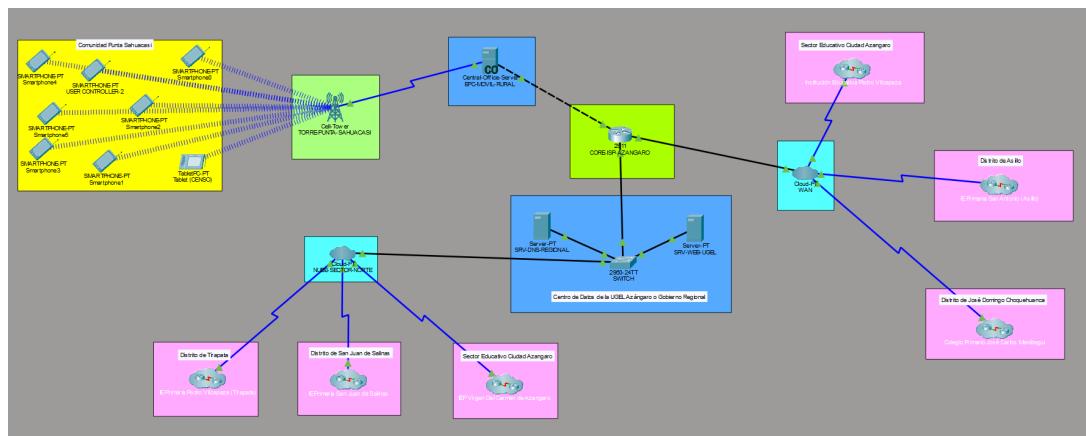


Figura 1: Diagrama general de la red de conectividad educativa rural

*Anexo B: Desarrollo Interno de los Clusters

Este anexo presenta el desarrollo interno de un cluster representativo de una institución educativa, donde se aprecia la red LAN compuesta por un router de borde, un switch de acceso, un punto de acceso inalámbrico y dispositivos finales como computadoras e impresoras.

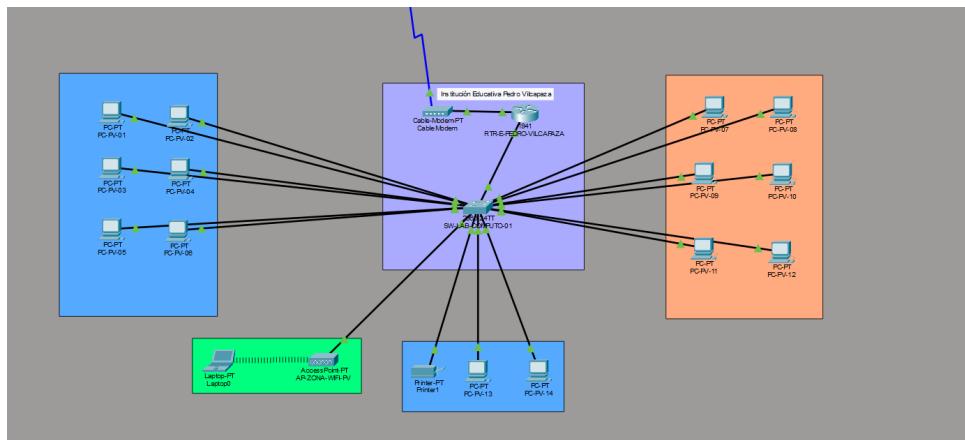


Figura 2: Infraestructura interna de un cluster educativo

Anexo C: Inventario de Hardware

Cuadro 1: Equipos de la Capa de Núcleo

Dispositivo	Modelo	Función Técnica	¿Por qué se eligió?
Router ISP (Core)	Cisco 2911	Actúa como puerta de enlace principal y enruta el tráfico del backbone.	Router de servicios integrados (ISR) robusto, con puertos Gigabit adecuados para alto tráfico.
Switch Core	Cisco 2960-24TT	Interconecta el router core con la granja de servidores.	Proporciona commutación de Capa 2 confiable y acceso directo a los servidores.
Servidores	PT-Server	Alojan los servicios web y DNS institucionales.	Separación de servicios críticos para mejorar rendimiento y disponibilidad.

Cuadro 2: Equipos de la Capa de Distribución (WAN)

Dispositivo	Modelo	Función Técnica	¿Por qué se eligió?
Nube WAN	PT-Cloud	Simula la red de transporte del ISP mediante tecnología HFC.	Permite interconectar múltiples sedes sin saturar el router central.
Nube de Expansión	PT-Cloud	Extiende la cobertura a nuevos distritos.	Demuestra escalabilidad del diseño sin afectar la red existente.

Cuadro 3: Equipos de la Capa de Acceso (Instituciones Educativas)

Dispositivo	Modelo	Función Técnica	¿Por qué se eligió?
Cable Módem	PT-Cable-Modem	Convierte señal coaxial a Ethernet.	Estándar para conexiones de banda ancha mediante DOCSIS.
Router de Borde	Cisco 1941	Gateway institucional, NAT y DHCP.	Ideal para sedes remotas con soporte de enrutamiento y seguridad.
Switch de Acceso	Cisco 2960	Distribuye la conexión LAN a las PCs.	Ofrece suficientes puertos para laboratorios educativos.
Access Point	PT-AP-N	Provee conectividad inalámbrica Wi-Fi.	Permite acceso móvil sin cableado adicional.

Cuadro 4: Equipos de la Red Móvil Rural

Dispositivo	Modelo	Función Técnica	¿Por qué se eligió?
Torre Celular	Cell-Tower	Irradia señal móvil 3G/4G en zona rural.	Solución viable donde el cableado es geográficamente inviable.
Oficina Central	Central Office	Conecta la red móvil con la red IP.	Simula el backhaul de una operadora hacia el backbone.

Anexo D: Plan de Direcccionamiento IP

Cuadro 5: Plan de Direcccionamiento IP consolidado de la red urbana, rural y servicios centrales

Sede / Institución	Interfaz WAN / Backbone	Gateway LAN	Subred Interna
Core ISP Azángaro	10.0.0.1	10.0.0.1	10.0.0.0/8
Servidor DNS Regional	10.0.0.254	10.0.0.1	10.0.0.254/8
IE Pedro Vilcapaza	209.165.200.230	192.168.20.1	192.168.20.0/24
IE San Antonio	209.165.200.231	192.168.30.1	192.168.30.0/24
IE JC Mariátegui	209.165.200.232	192.168.40.1	192.168.40.0/24
Sector Azángaro	10.0.0.50	192.168.50.1	192.168.50.0/24
San Juan de Salinas	10.0.0.60	192.168.60.1	192.168.60.0/24
Virgen del Carmen	10.0.0.70	192.168.70.1	192.168.70.0/24
Oficina Central Móvil	209.165.201.230	209.165.201.225	209.165.201.224/27
Red Móvil (Sahuacasi)	DHCP Celular	192.168.100.1	192.168.100.0/24

Cuadro 6: Inventario consolidado de hardware interno y externo del proyecto

Nº	Modelo/Equipo	Cant.	Función Técnica	Ubicación
1	Cisco 2911	1	Gateway principal y enrutamiento del Core.	Data Center UGEL
2	Cisco 2960-24TT	1	Interconexión de alta velocidad para servidores.	Data Center UGEL
3	PT-Server	2	Servicios institucionales (DNS: 10.0.0.254 y Web).	Data Center UGEL
4	Cisco 1941	6	Router de borde, NAT y Gateway institucional.	II.EE. (Sedes)
5	Cisco 2960-24PS	6	Comutación y distribución LAN por sede.	II.EE. (Sedes)
6	Access Point PT	6	Punto de acceso inalámbrico para zonas de estudio.	II.EE. (Sedes)
7	PT-Cable-Modem	6	Terminación de enlace HFC / Banda Ancha.	II.EE. (Sedes)
8	Central Office	1	Gestión de movilidad (EPC) y enlace Backbone.	Oficina Central
9	Cell Tower	1	Irradiación de señal 4G/LTE rural.	Punta Sahuacasi

Referencias

- Cisco Networking Academy. (2023). *Introduction to networks*. Cisco Systems.
- Cisco Systems. (2023). *Cisco Packet Tracer: User guide*. Cisco Systems.
- Rekhter, Y., Moskowitz, R., Karrenberg, D., de Groot, G., & Lear, E. (1996). *Address allocation for private internets (RFC 1918)*. Internet Engineering Task Force. <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1918>
- Feer23mrch. (2024). *Red WAN UGEL Azángaro* [Repositorio de GitHub]. GitHub.

<https://github.com/Feer23mrch/Red-WAN-UGEL-Azangaro>