



**UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA-MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA DE
CIUDAD REAL**

**Trabajo Teórico
Diseño y Gestión de Redes**

**Centro Educativo Elegido:
Colegio Nuestra Señora de los Dolores Salesianas
Valdepeñas**

GRUPO M

**Integrantes del grupo M:
CARLOS ALMAGRO RUBIO
JOHNATAN MORA PARDO**

**Asignatura: Diseño y Gestión de Redes
Titulación: Grado en Ingeniería Informática**

Índice

1. Introducción.....	3
2. Análisis de Requisitos	4
2.1. Descripción del centro elegido y organización de los edificios.....	4
2.2. Análisis de Metas de Negocio	5
2.3. Análisis de Metas Técnicas	5
3. Diseño Lógico de la Red	8
3.1. Diseño de la Topología de Red	8
3.1.1. Capa de Acceso	9
3.1.2. Capa de Distribución	9
3.1.3. Capa de Núcleo	9
3.2. Direccionamiento y Asignación de Nombres.....	10
3.2.1. Direccionamiento IP privado.....	10
3.2.2. Direccionamiento dinámico con DHCP	11
3.2.3. Asignación de nombres	11
3.3. Descripción de los protocolos utilizados.....	12
3.3.1. VLAN (Virtual LAN)	12
3.3.2. DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)	12
3.3.3. NAT (Network Address Translation)	12
3.3.4. HSRP (Hot Standby Router Protocol).....	13
3.3.5. SNMP (Simple Network Management Protocol).....	13
4. Diseño Físico de la Red	13
4.1 Diseño de Cableado.....	13
4.1.1 Clase de Cableado dentro de los edificios.....	14
4.1.2 Clase de Cableado entre los edificios.....	14
4.2 Selección dispositivos de interconexión	15
4.2.1 Dispositivos de interconexión de la capa de acceso	15
4.2.2 Dispositivos de interconexión de la capa de distribución	16
4.2.3 Dispositivos de interconexión de la capa de núcleo	17
5. Validación.....	17
5.1. Uso de Cisco Packet Tracer como herramienta de simulación y validación	17
5.2. Topología en Cisco Packet Tracer	18
5.3. Pruebas de Aceptación	21
6. Presupuesto	23
7. Conclusión	24
8. Retos Futuros.....	24
9. Bibliografía	25
9.1 Libros.....	25
9.2 Páginas Web.....	25
9.3 Dispositivos utilizados	26

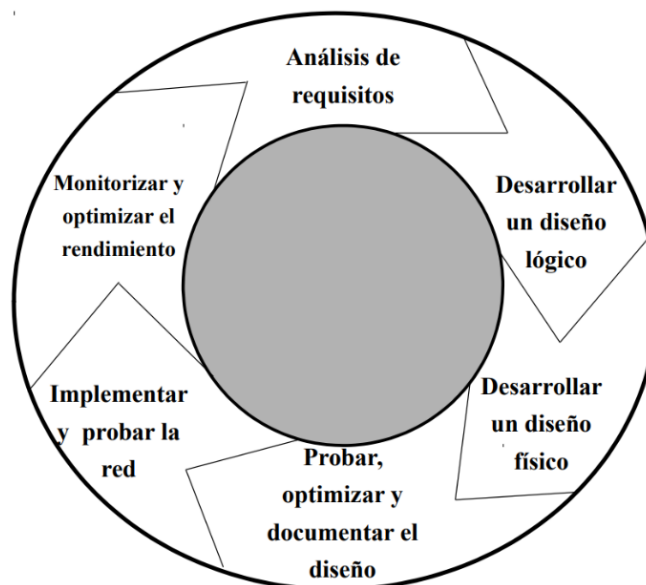
1. Introducción

El colegio *Nuestra Señora de los Dolores Salesianas de Valdepeñas* nos ha contactado para que desarrollemos su infraestructura de red, una infraestructura red que satisfaga todas las necesidades que un centro educativo como este necesita.

Para realizar el diseño de la red, aplicaremos un enfoque descendente basándonos en los conceptos vistos durante el curso de y utilizaremos la metodología de diseño “Top-Down”. Esta metodología de diseño de red comienza por las capas superiores del modelo de referencia OSI antes de pasar a las capas inferiores; es decir, antes de comenzar a conectar direcciones IP es necesario analizar las metas técnicas y de negocio, explorar las estructuras de grupos y divisiones para encontrar a quiénes sirve la red y dónde residen o determinar qué aplicaciones se ejecutarán y cómo se comportan esas aplicaciones en una red.

El proceso de diseño de la red lo dividiremos en cuatro etapas o fases principales, que se llevan a cabo de forma cíclica, y son:

- 1. Análisis de Requisitos
- 2. Desarrollo de un Diseño Lógico
- 3. Desarrollo de un Diseño Físico
- 4. Probar, Optimizar y Documentar el Diseño de la Red



El diseño de la red se llevará a cabo siguiendo el modelo jerárquico y se implementarán diversos protocolos y tecnologías, como VLAN, DHCP, NAT, HSRP y SNMP, para garantizar un adecuado funcionamiento de los distintos servicios de red. Por otro lado, se realizará un análisis profundo de los requisitos de la red, los servicios de red y la organización del centro, a fin de poder adaptar el diseño de las necesidades específicas del colegio.

2. Análisis de Requisitos

El análisis de los requisitos es la etapa inicial del diseño de red descendente. La tarea principal en esta fase es analizar los objetivos de negocio del cliente, incluidos los objetivos y las restricciones de negocio, los objetivos técnicos, la red existente y el tráfico de redes.

Para realizar el análisis de requisitos, se siguieron diversas estrategias. Se llevaron a cabo entrevistas con los responsables de TI y otros miembros clave de la institución, quienes proporcionaron información valiosa sobre las necesidades de conectividad, los servicios de red requeridos y la estructura organizativa del colegio. Asimismo, se realizó una revisión exhaustiva de la documentación existente, incluyendo políticas, procedimientos y requisitos técnicos previamente establecidos.

2.1. Descripción del centro elegido y organización de los edificios

La corporación elegida para llevar a cabo nuestro trabajo es el colegio concertado de Valdepeñas llamado Nuestra Señora de los Dolores Salesianas. Es una institución educativa ubicada en la localidad de Valdepeñas, en España. Se trata de un centro educativo que imparte enseñanza en los niveles de Educación Infantil, Primaria y Secundaria, siguiendo el modelo educativo salesiano.

El colegio cuenta con una larga trayectoria en la formación de jóvenes, brindando una educación integral que promueve valores como la solidaridad, el respeto y la responsabilidad. Su objetivo es ofrecer una educación de calidad, favoreciendo el desarrollo académico, personal y social de los estudiantes.

El centro cuenta con modernas instalaciones que incluyen aulas equipadas con recursos audiovisuales, laboratorios científicos, biblioteca, sala de informática, gimnasio, espacios deportivos y áreas verdes para recreación. Además, cuenta con un equipo docente altamente cualificado y comprometido con la formación de los alumnos.

Este colegio está interesado en que diseñemos su infraestructura red. Para ello primero debemos conocer la estructura del propio colegio.

El Colegio consta de 7 edificios:

- Edificio de EI: Consta de tres clases, cada una de ellas asociada a cada una de las etapas de la educación infantil.
- Edificio de EP: Consta de 6 clases, cada 3 en una planta y cada una de ellas asociada a cada una de las etapas de la educación primaria.
- Edificio ESO. Consta de cuatro clases, cada 2 en una planta y cada una de ellas asociada a cada una de las etapas de la educación secundaria obligatoria.
- Sala de medios: Se trata de una sala pensada para albergar la infraestructura de la red.
- Aula de informática: Se trata de un aula pensada para impartir la asignatura de informática para ello contiene unos 60 ordenadores con Windows 10. Además, este edificio cuenta con 2 plantas.
- Biblioteca: Se trata de un edificio de 2 plantas con 36 ordenadores con Windows 10, donde se almacenan libros.
- Secretaría: Se trata de un edificio de 2 plantas con 30 ordenadores con Windows 10, donde se realizarán todos los trámites del centro educativo, desde matrículas a becas...

A continuación, se muestra una imagen del plano del colegio:



2.2. Análisis de Metas de Negocio

El primer objetivo crítico para el diseño de la red del centro debe ser identificar y comprender las necesidades específicas del cliente. En nuestro caso particular, los responsables del colegio nos piden que realicemos el diseño de la red del centro educativo con las siguientes consideraciones:

- Debe ser un nuevo diseño de red. No se permite reutilizar la infraestructura de la red existente.
- Debe de tratarse de una corporación independiente que proporciona todos los servicios de red necesarios.
- El diseño debe respetar la organización (edificios, recursos humanos, etc.) de la corporación.
- En el diseño es obligatorio aplicar el modelo jerárquico y el uso de protocolos como: VLAN, DHCP, NAT, HSRP, SNMP, enrutado estático, multihoming...

2.3. Análisis de Metas Técnicas

El análisis de los objetivos técnicos del cliente desempeña un papel crucial para poder recomendar adecuadamente las tecnologías que se ajusten de manera precisa a sus expectativas. Por lo tanto, resulta imprescindible reflexionar y evaluar cuidadosamente los objetivos técnicos que deben ser cumplidos en el diseño de la red de comunicaciones de la corporación.

Al comprender a fondo los objetivos técnicos del cliente, podemos identificar las soluciones y tecnologías más adecuadas para satisfacer sus necesidades. Esto implica considerar aspectos como el rendimiento de la red, la seguridad de la información, la eficiencia en la gestión de recursos y la capacidad de adaptación a futuros crecimientos y cambios.

Los principales objetivos a considerar, para garantizar una infraestructura de red eficiente, confiable y adaptable a las necesidades educativas del centro, son:

1. **Escalabilidad:** Esto implica diseñar una red que pueda adaptarse y crecer de manera eficiente a medida que aumenten las necesidades del colegio. Hay que tener en cuenta la capacidad de expansión de la red para soportar un mayor número de usuarios, dispositivos y servicios, así como la capacidad de agregar nuevos edificios o áreas dentro del colegio sin afectar el rendimiento de la red existente.

La escalabilidad es especialmente importante en un entorno educativo, donde cada vez más estudiantes y profesores utilizan dispositivos electrónicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

2. **Disponibilidad:** Se busca garantizar que la red esté disponible y funcione de manera continua para satisfacer las necesidades del colegio. Esto implica implementar redundancia en los componentes críticos de la red, como enlaces de red y dispositivos de conmutación, para minimizar el tiempo de inactividad en caso de fallos y asegurar la continuidad de los servicios de red.
3. **Rendimiento:** Esta meta se centra en garantizar un rendimiento óptimo de la red para satisfacer las demandas de los usuarios y las aplicaciones utilizadas en el colegio. Esto implica diseñar una infraestructura de red con suficiente ancho de banda y baja latencia, asegurando así una rápida transferencia de datos y una experiencia de usuario fluida, especialmente al utilizar aplicaciones multimedia y recursos en línea.

4. **Seguridad:** Para proteger la red y los datos del colegio contra amenazas externas e internas. Esto implica implementar medidas de seguridad como sistemas de detección y prevención de intrusiones, encriptación de datos, para salvaguardar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información.

Además, la infraestructura de red debe permitir un acceso controlado y seguro para los usuarios. Esto implica establecer políticas y controles de acceso, como autenticación de usuarios, gestión de contraseñas y restricciones de acceso a determinados recursos o sitios web.

5. **Facilidad de gestión:** Implica diseñar una red que sea fácil de administrar y mantener por parte del personal técnico del colegio. Se utilizarán herramientas de gestión de red y automatización para simplificar tareas como la configuración, el monitoreo del rendimiento, la solución de problemas y la aplicación de políticas de seguridad, minimizando así el tiempo y los recursos dedicados a la gestión de la red.
6. **Facilidad de uso:** Se refiere a garantizar que la red sea intuitiva y fácil de usar para los usuarios del colegio, incluyendo tanto a estudiantes como a personal docente y administrativo. Esto implica proporcionar interfaces de usuario claras y amigables, facilitar el acceso a los recursos de red y ofrecer soporte y documentación adecuados para resolver cualquier problema o consulta relacionada con la red.
7. **Adaptabilidad:** Implica diseñar una red flexible y adaptable a medida que las necesidades del colegio evolucionen. Se utilizarán tecnologías y configuraciones que permitan incorporar nuevas aplicaciones, servicios y dispositivos, así como adaptarse a cambios en las tendencias tecnológicas y requerimientos educativos sin requerir modificaciones significativas en la infraestructura de red existente.

Además de todas estas metas típicas, también nos han pedido unos objetivos más específicos como son:

- **Conectividad confiable:** El objetivo fundamental es proporcionar una conexión a Internet rápida y confiable en todo el colegio. Esto garantiza que tanto estudiantes como profesores puedan acceder a recursos en línea, colaborar y comunicarse de manera efectiva en relación con las nuevas necesidades educativas.
- **Cobertura completa:** El objetivo es asegurar que todos los edificios del colegio tengan una cobertura de red adecuada.
- **Soporte para tecnologías educativas:** La infraestructura de red debe ser compatible con las tecnologías educativas utilizadas en el colegio, como plataformas de aprendizaje en línea, sistemas de gestión de aprendizaje y herramientas colaborativas. El objetivo es proporcionar un entorno tecnológico propicio para la enseñanza y el aprendizaje.
- **Administración eficiente:** La infraestructura de red debe ser fácil de administrar y mantener. Esto implica tener un sistema de gestión de red eficiente, monitoreo regular, actualizaciones de software y hardware, y una respuesta rápida ante problemas técnicos.
- **Apoyo técnico y capacitación:** Un objetivo importante es brindar soporte técnico adecuado a los usuarios de la red, como estudiantes, profesores y personal administrativo. Además, es beneficioso proporcionar capacitación y orientación en el uso de la infraestructura de red y las herramientas tecnológicas disponibles.

Tras realizar un análisis exhaustivo de los requisitos del diseño de la infraestructura de red e identificar cada uno de ellos, es de fundamental importancia establecer una prioridad a cada uno de ellos para asegurar un nivel de servicio adecuado. En Resumen:

• Escalabilidad	10
• Disponibilidad	10
• Rendimiento de la red	15
• Seguridad	5
• Facilidad de Gestión	10
• Facilidad de Uso	20
• Adaptabilidad	10
• Ajuste al presupuesto	20

Total	100
-------	-----

La distribución de estas prioridades se debe sobre todo a que la red del centro debe estar balanceada en todos los aspectos: con la suficiente escalabilidad y disponibilidad, con un buen rendimiento, teniendo seguridad en todas las operaciones y datos, y siendo fácil de usar y gestionar, pudiéndose adaptar a nuevas tecnologías de enseñanza que puedan llegar, pero, sobre todo, creemos que lo más importante es que se ajuste al presupuesto, ya que un colegio no suele tener una gran cantidad de dinero.

Por último, el flujo de tráfico será del tipo cliente servidor, hay 3 comunidades de usuarios: Alumnos (500 usuarios, su ubicación son EP, EI, ESO, Biblioteca y Edificio de informática), Profesores (60 usuarios, su ubicación son EP, EI, ESO, Biblioteca y Edificio de informática) y Administradores/Secretarios (50 usuarios y su ubicación es secretaría) y además, los **data stores** de todas las comunidades de usuarios serán servidores en la nube.

3. Diseño Lógico de la Red

Una vez finalizado el análisis de requisitos del diseño de red, el siguiente paso fundamental es la definición de la arquitectura de la red: el Diseño Lógico. Con el fin de cumplir con los objetivos de escalabilidad y adaptabilidad planteados por el centro, es crucial establecer una topología lógica antes de seleccionar los productos físicos o las tecnologías específicas a utilizar. Es por esta razón que el diseño de la topología de red se convierte en el primer paso dentro de la fase de diseño lógico en una metodología de diseño de red basada en el enfoque top-down.

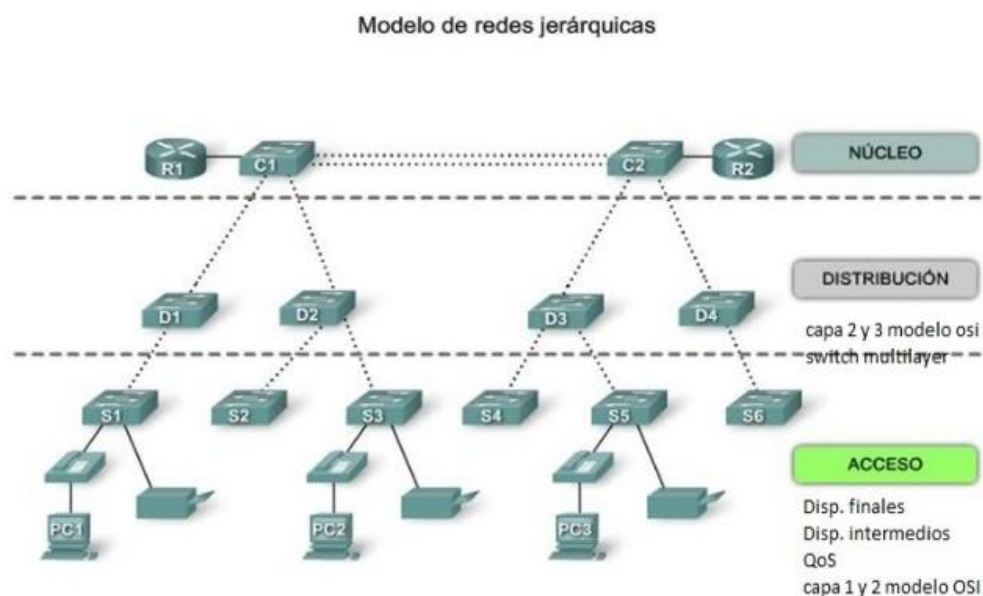
El diseño lógico de la red implica la creación de una representación abstracta de cómo los distintos componentes de la red se interconectarán y se comunicarán entre sí. Esta etapa inicial es fundamental para establecer la estructura y el flujo de datos en la red, así como para asegurar la viabilidad y eficiencia de la infraestructura propuesta, garantizando así el funcionamiento óptimo de los servicios y aplicaciones que se ofrecen.

3.1. Diseño de la Topología de Red

La topología de red es un aspecto esencial en el diseño lógico de la infraestructura de comunicaciones. Describe las conexiones y los métodos de comunicación entre los dispositivos de red.

Al diseñar la topología de red, se busca optimizar la conectividad, el rendimiento y la seguridad de la red, teniendo en cuenta los requisitos técnicos y las metas establecidas durante el análisis previo.

Para este proyecto, hemos decidido utilizar un enfoque jerárquico de diseño de la topología permite una distribución eficiente de los recursos y una administración más sencilla de la red en general. Se dividen las funciones de red en tres capas distintas, la capa de acceso, la capa de distribución y la capa de núcleo, cada uno con sus funcionalidad y responsabilidades específicas. Al establecer esta jerarquía, se facilita el escalado de la red y se mejora la capacidad de adaptación a futuras necesidades y cambios en la corporación.



3.1.1. Capa de Acceso

La capa de acceso es la capa más cercana a los dispositivos finales, como son los ordenadores de los alumnos y profesores, los dispositivos móviles y otros equipos conectados a la red. Esta capa se encarga de proporcionar conectividad, tanto inalámbrica como por cable, a los usuarios, de gestionar el tráfico local dentro de cada edificio del colegio y también ofrece características y servicios para garantizar seguridad y recuperabilidad para toda la red.

Con el fin de proporcionar acceso a la red a los grupos de trabajo y usuarios del Colegio Nuestra Señora de los Dolores Salesianas, se implementarán switches de acceso en cada una de las plantas del edificio. Estos switches serán de nivel 2 y permitirán la conexión de puntos de acceso inalámbricos, ofreciendo así conectividad WiFi a los usuarios, así como la conexión de equipos terminales. Esta infraestructura garantizará una conexión confiable y de alta velocidad, permitiendo a los usuarios acceder a los recursos de red de manera eficiente y sin interrupciones. Además, se configurarán VLANs para segmentar el tráfico y garantizar la seguridad y el rendimiento.

Cada planta contará con su propio switch de acceso, conectado a los conmutadores de la capa de distribución. Por tanto, necesitaremos 11 switches de nivel 2 para las diferentes plantas y edificios del centro.

3.1.2. Capa de Distribución

La capa de distribución actúa como punto intermedio entre la capa de acceso y la capa de núcleo. Su función principal es facilitar la comunicación entre los dispositivos de acceso y proporcionar servicios de red a nivel local. En este centro, esta capa estará representada por los switches de distribución ubicados en cada edificio, por lo que necesitaremos 7 switches de nivel 2 para esta capa.

En esta capa, se implementarán políticas de seguridad, control de tráfico y calidad de servicio (QoS) para garantizar un rendimiento óptimo de los servicios de red. Además, se realizará el enrutamiento inter-VLAN para permitir la comunicación entre las VLANs de diferentes edificios. Los switches de distribución también estarán conectados a los conmutadores de acceso y a la capa de núcleo.

3.1.3. Capa de Núcleo

La capa de núcleo, también conocida como capa de backbone, es la capa central de la arquitectura de la red. Su objetivo es proporcionar una conectividad confiable y de alta velocidad entre los diferentes edificios del colegio y con el mundo exterior. Para este colegio, se requerirá una infraestructura de núcleo que interconecte todos los edificios.

En esta capa, se utilizará un switch de capa 2 y dos routers para gestionar el tráfico entre los diferentes edificios y asegurar una conectividad eficiente. Se configurarán enlaces de alta velocidad, como enlaces de fibra óptica, para garantizar un rendimiento óptimo y una baja latencia. Además, se implementarán protocolos de enrutamiento dinámico para permitir la comunicación entre los diferentes segmentos de red y garantizar una recuperación rápida en caso de fallos.

3.2. Direccionamiento y Asignación de Nombres

En el diseño de la red es fundamental establecer una estrategia adecuada y estructurada para el Direccionamiento y Asignación de Nombres (DyAN). Esta etapa garantiza una gestión eficiente de los recursos de la red, ya que si no se realiza de forma estructurada es posible que se desaprovechemos algunas direcciones, las utilicemos de forma repetida o usemos nombres difíciles de manejar.

En este apartado, abordaremos tres aspectos fundamentales: el direccionamiento IP privado, el direccionamiento dinámico con DHCP y la asignación de nombres. El direccionamiento IP privado permitirá identificar de manera única cada dispositivo conectado a la red; el direccionamiento dinámico con DHCP simplificará la asignación automática de direcciones IP a los dispositivos; mientras que la asignación de nombres facilitará la identificación de servicios y recursos mediante nombres descriptivos y fáciles de recordar.

3.2.1. Direccionamiento IP privado

Como hemos dicho anteriormente, para el diseño de la red del centro se implementará un esquema de direccionamiento IP privado para garantizar la seguridad y el aislamiento de la red interna del colegio. Este enfoque permitirá tener un mayor control sobre las direcciones IP utilizadas en la red y evitar conflictos de direcciones con la red pública de Internet.

Para lograr una segmentación adecuada de la red y satisfacer las necesidades específicas de cada grupo de usuarios, se han definido diferentes bloques de direcciones IP dentro del rango de direcciones privadas. Estos bloques permitirán una distribución eficiente de las direcciones IP en función de las distintas áreas y departamentos del colegio. Los diferentes bloques de direcciones elegidos han sido:

- **Alumnos:** Rango de direcciones para los alumnos: 172.25.0.0/23. Se asignará un bloque de direcciones IP específico para los estudiantes del colegio, con 510 direcciones disponibles para asignar. Este bloque se utilizará en las aulas de clases, salas de informática y áreas comunes donde los estudiantes acceden a la red. A través de la implementación de este bloque de direcciones, se garantizará un direccionamiento exclusivo y un control efectivo sobre los recursos utilizados por los estudiantes.
- **Profesores:** Rango de direcciones para los profesores: 172.25.2.0/26. Se asignará un bloque de direcciones IP exclusivo para los profesores del colegio, con 62 direcciones disponibles para asignar. Este bloque se utilizará en las aulas, departamentos y áreas destinadas al personal docente. Al asignar un bloque de direcciones dedicado para los profesores, se proporcionará un entorno de red seguro y aislado donde los profesores puedan acceder a recursos específicos y colaborar de manera eficiente.
- **Administración y Secretaría:** Rango de direcciones para administración y secretaría: 172.25.2.64/27. Se asignará un bloque de direcciones IP específico para el personal de administración y secretaría del colegio, con 30 direcciones disponibles para asignar. Este bloque se utilizará en las áreas administrativas donde se realizan las tareas de gestión y administración del centro educativo. Al asignar un bloque de direcciones dedicado para la administración y secretaría, se garantiza un entorno de red seguro y privado para el intercambio de información sensible.

Nombre de subred	Tamaño de subred	Dirección de subred	Máscara de subred	Rango de subred	Dirección Broadcast
Alumnos	510	172.25.0.0	255.255.254.0 /23	172.25.0.1 – 172.25.1.254	172.25.1.255
Profesores	62	172.25.2.0	255.255.255.192 /26	172.25.2.1 – 172.25.2.62	172.25.2.63
Administración y Secretaría	30	172.25.2.64	255.255.255.224 /27	172.25.2.65 – 172.25.2.94	172.25.2.95

Con la implementación de estos bloques de direcciones se podrá realizar una administración eficiente de la red, al proporcionar segmentos dedicados para diferentes grupos de usuarios. Además, se facilitará el control de acceso y la aplicación de políticas de seguridad específicas para cada segmento de red.

3.2.2. Direccionamiento dinámico con DHCP

Se implementará un sistema de direccionamiento dinámico utilizando el protocolo DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Este enfoque permitirá asignar de manera automática las direcciones IP a los dispositivos de la red, simplificando así la

El sistema DHCP se implementará en el servidor de red del colegio, que actuará como el servidor DHCP principal. A medida que los dispositivos se conecten a la red, enviarán solicitudes de dirección IP al servidor DHCP para obtener una configuración de red completa.

Los principales beneficios del direccionamiento dinámico mediante DHCP son:

- **Simplificación de la administración de direcciones IP:** El uso del protocolo DHCP simplifica significativamente la administración de las direcciones IP en la red. En lugar de asignar manualmente las direcciones IP a cada dispositivo, el servidor DHCP se encarga de asignar y renovar automáticamente las direcciones IP, reduciendo la carga de trabajo administrativa.
- **Optimización de los recursos de direcciones IP:** Al asignar las direcciones IP de forma dinámica, el servidor DHCP puede reutilizar las direcciones IP que ya no están en uso, lo que permite una mejor utilización de los recursos de direcciones IP disponibles. Esto es especialmente útil en entornos donde los dispositivos se conectan y desconectan frecuentemente de la red.
- **Configuración centralizada y consistente:** El protocolo DHCP permite establecer una configuración de red centralizada y consistente para todos los dispositivos de la red.

3.2.3. Asignación de nombres

En el diseño de red, es también muy importante establecer una asignación de nombres adecuada para los diferentes recursos de la red, como dominios de correo electrónico y sitios web. La asignación de nombres facilita la identificación y el acceso a estos recursos, brindando una experiencia fluida y coherente a los usuarios.

Para cumplir con los objetivos de usabilidad del centro utilizaremos un nombre de dominio corto y significativo. En este sentido el servidor web alojará el sitio **www.valdepenas.salesianas.org**.

3.3. Descripción de los protocolos utilizados

En este apartado daremos una descripción detallada de los protocolos utilizados en el diseño de la infraestructura de la red del Colegio Nuestra Señora de los Dolores Salesianas de Valdepeñas. Estos protocolos desempeñan un papel crucial en el funcionamiento y la eficiencia de la red, facilitando la comunicación y el intercambio de datos entre los dispositivos y servicios.

3.3.1. VLAN (Virtual LAN)

Se implementará el protocolo VLAN para lograr una segmentación lógica de la red en dominios de difusión virtual. La utilización de VLAN proporcionará numerosos beneficios, como una mayor seguridad, un mejor control del tráfico y una mayor eficiencia en la gestión de la red.

Gracias a esta tecnología, conseguiremos que los datos sensibles pertenecientes a grupos de usuarios distintos se separen entre sí, disminuyendo la posibilidad de que ocurran violaciones de información confidencial. Concretamente, utilizaremos una VLAN para cada uno de los grupos especificados anteriormente (alumnos, profesorado y personal administrativo), permitiendo un control de acceso más granular a los recursos de red.

Además, la implementación de VLAN facilitará la administración y configuración de la infraestructura de red, proporcionando flexibilidad y escalabilidad a medida que las necesidades de la institución evolucionen.

3.3.2. DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

En el diseño de la red del centro, usaremos el protocolo DHCP, como ya hemos dicho anteriormente, para la asignación automática de direcciones IP a los dispositivos de la red. La implementación de DHCP simplificará la configuración de los distintos dispositivos al eliminar la necesidad de asignar manualmente direcciones IP.

A través de DHCP, los dispositivos podrán obtener de manera dinámica una dirección IP, máscara de subred, puerta de enlace predeterminada y otros parámetros de red necesarios para su correcto funcionamiento. Esto permitirá una administración más eficiente de las direcciones IP en la red del colegio, evitando conflictos de direcciones y facilitando la incorporación y movilidad de los dispositivos en la infraestructura.

3.3.3. NAT (Network Address Translation)

La implementación del protocolo NAT en el diseño de la red del colegio permitirá la comunicación entre la red interna del colegio y la red externa. El NAT realizará la traducción de las direcciones IP privadas utilizadas en la red interna a una dirección IP pública, permitiendo que los dispositivos internos se comuniquen con los recursos externos y proporcionando una capa adicional de seguridad.

Además, el uso de NAT optimizará el uso de direcciones IP públicas, ya que permitirá que varios dispositivos internos compartan una única dirección IP pública. La implementación de NAT en el diseño de la red asegurará una conectividad segura y eficiente con el mundo exterior, sin comprometer la integridad de la red interna del colegio.

3.3.4. HSRP (Hot Standby Router Protocol)

Para garantizar la alta disponibilidad y la redundancia en la capa de enrutamiento de la red, se implementará el protocolo HSRP. Este protocolo permitirá la configuración de varios rúters en un grupo de HSRP, donde uno de ellos actuará como rúter activo y los demás como rúters en espera. En caso de que el rúter activo falle, uno de los rúters en espera asumirá automáticamente el papel de activo para garantizar la continuidad del servicio.

La implementación de HSRP mejorará la tolerancia a fallos y asegurará una conectividad ininterrumpida en la red del colegio, minimizando los tiempos de inactividad y proporcionando una mayor confiabilidad en el enrutamiento de los paquetes de datos.

3.3.5. SNMP (Simple Network Management Protocol)

En el diseño de la red, se utilizará el protocolo SNMP para la gestión y supervisión de los dispositivos de red, que permitirá la monitorización y gestión centralizada de los distintos dispositivos, mediante el intercambio de información de estado y configuración.

La implementación de SNMP facilitará la detección y resolución proactiva de problemas en la red, permitirá la generación de informes y estadísticas sobre el rendimiento de la infraestructura, y posibilitará la configuración remota de los dispositivos. Además, a través de SNMP, se logrará una administración eficiente y efectiva de la red del colegio, asegurando su correcto funcionamiento y optimizando el tiempo y los recursos dedicados a la gestión de la infraestructura.

4. Diseño Físico de la Red

4.1 Diseño de Cableado

En cuanto al diseño de la disposición del cableado hemos barajado varias opciones, la primera, una disposición del **cableado de distribuido**, pero la **descartamos** por los siguientes motivos:

- **Complejidad de gestión:** con el cableado distribuido, se distribuyen muchos puntos de conexión, lo que puede dificultar la gestión y el mantenimiento de la infraestructura de cableado.
- **Costos iniciales más altos:** en comparación con el enfoque de cableado centralizado, el cableado distribuido puede generar costos iniciales más altos. Esto se debe a que se requiere una infraestructura de cableado y equipos de conexión separados en cada ubicación, lo que significa que se necesitan más materiales y mano de obra para que esto suceda, y por lo tanto una mayor inversión.
- **Mayor probabilidad de fallo:** con más puntos de conexión y componentes distribuidos, la posibilidad de errores al instalar y configurar los cables es mayor. Cada ubicación o área debe manejarse individualmente, lo que puede aumentar el riesgo de problemas de conexión, errores de cableado o una configuración inconsistente.
- **Mayor complejidad en la resolución de problemas:** cuando se producen problemas de conectividad o pérdida de conexiones en una red de cable distribuida, la resolución de problemas puede ser más compleja. Los puntos finales distribuidos pueden dificultar la identificación de la causa raíz de un problema y aumentar el tiempo necesario para resolverlo.

Una vez comprendidos los motivos que nos han hecho descartar la disposición distribuida de los cables podemos exponer los **porques** de la elección de la **distribución centralizada** del cableado:

- **Gestión simplificada:** al centralizar todos los puntos de conexión y dispositivos en un único punto central, se simplifica la gestión y el mantenimiento de la infraestructura de cableado. Los cambios, las reparaciones y las actualizaciones se realizan en un solo lugar, lo que facilita la administración y reduce la complejidad.
- **Reducción de costos:** el cableado centralizado puede generar costos iniciales más bajos en comparación con el cableado distribuido. Al tener una infraestructura de cableado compartida entre diferentes ubicaciones, se necesitan menos cables y equipos de conexión, lo que puede generar ahorros significativos en materiales y mano de obra.
- **Mayor eficiencia de espacio:** al centralizar todo el cableado en una ubicación central, se puede optimizar el espacio físico utilizado. Esto puede ser especialmente útil en entornos con espacio limitado, ya que reduce la necesidad de gabinetes de telecomunicaciones o salas de servidores en cada ubicación.
- **Resolución de problemas más sencilla:** con el cableado centralizado, la resolución de problemas se simplifica. Tener una única ubicación para todos los cables y dispositivos de conexión facilita la identificación y solución de problemas de conectividad al eliminar el desorden de componentes.
- **Escalabilidad simplificada:** el cableado centralizado es más fácil de expandir a medida que crece la red o se agregan nuevas ubicaciones. Al tener un punto centralizado para agregar conectividad o ampliar su infraestructura.

4.1.1 Clase de Cableado dentro de los edificios

En cuanto al tipo de cableado dentro de los edificios hemos decidido usar cable de cobre, en concreto cable **UTP cat 5e**, podríamos usar cable STP, pero no observamos la necesidad de un cable blindado debido a que se trata de un colegio y no observamos ningún escenario probable en el que dicho cable vaya a ser dañado o cortado. También podíamos haber optado por UTP cat 5 pero las ventajas que nos ofrece UTP cat 5e con respecto a la capacidad de soportar mayores anchos de bandas compensa la diferencia de precio, que nos es muy grande. En total hemos calculado que con unos **1200 m** de cable cubriríamos todas las conexiones que necesitamos.

4.1.2 Clase de Cableado entre los edificios

Al respecto del cableado entre los edificios hemos optado por usar **Fibra Multimodal MMF** ya que las distancias entre los edificios no superan los 200 metros, por lo que no son lo suficientemente grandes como para usar Fibra Monomodal SMF. Teniendo en cuenta que la capa de **núcleo** va a estar albergada en la **sala de medios** se deduce la siguiente tabla de **longitudes** de cable de **Fibra Multimodal MMF**:

Edificio	Longitud de cable requerida
Edificio de Infantil	120 m
Edificio del aula de informática	30 m
Edificio de secretaria	190 m
Edificio de la ESO	40 m
Edificio de Primaria	140 m
Edificio de la Biblioteca	170 m
Total	690 m

4.2 Selección dispositivos de interconexión

4.2.1 Dispositivos de interconexión de la capa de acceso

En esta capa encontramos dos tipos de dispositivos, los switches y los puntos de acceso WI-FI.

En cuanto a los switches hemos optado por unos switches que cumplan con las características necesarias para un switch de esta capa, que a nuestro criterio son las siguientes:

- **Puertos:** un switch de la capa de acceso tiene varios puertos Ethernet que se utilizan para conectar terminales a la red. Estos puertos deben tener velocidades Gigabit Ethernet (10/100/1000 Mbps) para proporcionar un rendimiento suficiente.
- **VLAN:** los switches de la capa de acceso deben admitir la segmentación de la red mediante el uso de redes de área local virtuales (VLAN). Las VLAN le permiten dividir físicamente una red en varias redes virtuales lógicas, lo que mejora la seguridad y el rendimiento al limitar la comunicación entre dispositivos.
- **Seguridad:** los switches de la capa de acceso deben tener funciones de seguridad, como listas de control de acceso (ACL), que le permiten controlar y restringir el tráfico de red. También pueden incluir funciones como la detección y prevención de ataques de inundación o la protección contra ataques de denegación de servicio (DoS).
- **Administración y gestión:** los conmutadores de la capa de acceso deben ser gestionables, lo que significa que se pueden configurar y gestionar de forma centralizada.
- **Uplinks:** los conmutadores de capa de acceso también se conectan a conmutadores de la capa de distribución a través de enlaces ascendentes. Estos enlaces suelen tener mayor capacidad, como un enlace Gigabit Ethernet o un enlace 10 Gigabit Ethernet, para proporcionar un ancho de banda adecuado entre las capas de la red.

Los switches de la capa de acceso que hemos elegido son los [Cisco Catalyst WS-C2960L Switch](#), Hemos escogido esto switches debido a que ofrecen compatible con SNMP 3, además de ser compatible con VLANs, DCHP, ACL entre otros protocolos, todo ello junto a la presencia de puertos de 10/100/1000 *mbps* y uplinks Gigabit. Cabe resaltar que para los edificios que necesitan de un acceso directo del ordenador al switch hemos optado por la versión de 48 o 24 puertos de este switch, en cuanto a los edificios que en los que los dispositivos se conectan mediante un punto de acceso inalámbrico hemos optado por la versión de 8 puertos.

En cuanto a los puntos de acceso WI-FI hemos valorado que estos tuviesen un buen ancho de banda en relación con su precio y hemos decidido que el dispositivo que mejor relación precio rendimiento nos ofrece y por tanto el punto de acceso WI-FI que escogemos es [Ubiquiti UAP-AC-LR](#).

En conclusión, los dispositivos usados por cada edificio en la capa de acceso son los siguientes:

Edificio	Switch	Acceso WI-FI
Infantil	Cisco Catalyst WS-C2960L Switch 8 puertos x1	Ubiquiti UAP-AC-LR x1
Secretaria	Cisco Catalyst WS-C2960L Switch 24 puertos x2	Ubiquiti UAP-AC-LR x2
ESO	Cisco Catalyst WS-C2960L Switch 8 puertos x2	Ubiquiti UAP-AC-LR x2
Biblioteca	Cisco Catalyst WS-C2960L Switch 24 puertos x2	Ubiquiti UAP-AC-LR x2
Aula de Informática	Cisco Catalyst WS-C2960L Switch 48 puertos x2	Ubiquiti UAP-AC-LR x2
Primaria	Cisco Catalyst WS-C2960L Switch 8 puertos x2	Ubiquiti UAP-AC-LR x2

4.2.2 Dispositivos de interconexión de la capa de distribución

En el proceso de elección de los switches de la capa de distribución hemos optado por que los switches cumplan los siguientes criterios:

- **Conectividad de alta velocidad:** Los switches de la capa de distribución están diseñados para permitir conexiones de alta velocidad en la red. Suelen tener puertos Gigabit Ethernet, o incluso 10 Gigabit Ethernet, para permitir una rápida transferencia de datos entre los dispositivos conectados.
- **Seguridad:** Para proteger la red, los switches de la capa de distribución ofrecen funciones de seguridad. Las listas de control de acceso (ACL) pueden utilizarse para filtrar el tráfico no deseado, autenticar a los usuarios y detectar intrusos.
- **Soporte para VLAN:** Los switches de capa de distribución deben operar con VLAN, lo que significa redes virtuales, lo que permite dividir la red en dominios de difusión lógicos para aumentar la eficiencia y la seguridad de la red.
- **Escalabilidad:** Estos switches están diseñados para ser escalables, lo que significa que pueden manejar un gran número de dispositivos y conexiones en la red. Pueden tener una alta capacidad de conmutación y capacidad de almacenamiento en búfer para gestionar eficientemente el tráfico de red.

En base a los criterios expuestos el switch que más se adecua a nuestras necesidades es el [Cisco - WS-C2960X-24PD-Lun](#) switch de 24 puertos por lo que respeta la escalabilidad e la instalación sin que llegue a ser excesivo el número de puertos utilizados, quizá podría ser un switch con 12 puertos pero no hemos encontrado ninguno que respetase los otros criterios y que no se pasase de precio, además soporta VLAN, DHCP, ACL, QoS entre más protocolos y por último caben destacar dos cosas como son la compatibilidad con SNMP 3 y que posea 24 puertos Gb Ethernet junto a la redundancia de la fuente de alimentación para evitar fallos.

4.2.3 Dispositivos de interconexión de la capa de núcleo

En la capa de núcleo encontramos tres tipos de dispositivos, que son rúters, switches y un servidor DCHP. En esta capa los switches deben cumplir los siguientes criterios:

- **Puertos de alta velocidad:** los switches centrales suelen tener puertos de alta velocidad, como un puerto Ethernet de 10 Gigabit, o incluso un puerto Ethernet de 40 Gigabit o Ethernet de 100 Gigabit. Estos puertos permiten la transferencia rápida de datos entre diferentes segmentos de la red.
- **Redundancia y alta disponibilidad:** los switches centrales generalmente se diseñan con funciones de redundancia para garantizar la disponibilidad continua de la red. Esto puede incluir alimentación y ventiladores redundantes.
- **Conmutación rápida y baja latencia:** los switches principales están optimizados para una conmutación rápida y una latencia baja. Esto es importante para minimizar los retrasos en la red y garantizar una comunicación fluida y eficiente entre los dispositivos conectados.
- **Seguridad avanzada:** los switches centrales suelen tener funciones de seguridad avanzadas para proteger la red de amenazas. Pueden admitir listas de control de acceso (ACL), autenticación de usuarios, redes privadas virtuales (VPN) y otras características de seguridad para garantizar la integridad y privacidad de los datos en la red.

En base a los criterios expuestos los switches escogidos son los [Cisco - C9500-16X-E](#) que ofrecen 16 puertos de 10 Gb Ethernet junto a redundancia de fuente alimentación y de ventiladores de dar soporte a DCHP, VLAN, ACL, NAT, QoS...

El rúter utilizado es el [Cisco - ISR4321/K9](#) que ofrece una alta velocidad de conmutación y compatibilidad con los protocolos SNMP, ACL, VLAN entre muchos otros.

Y por último el servidor DCHP es [Dell PowerEdge T350 Intel Xeon](#), ya que tiene la capacidad y velocidad suficientes para la tarea que va llevar a cabo.

5. Validación

El último paso crítico en el proceso de diseño de red top-down es la validación del diseño de red para asegurar que el diseño propuesto cumple con los objetivos técnicos y de negocio del cliente de manera eficiente y confiable. En nuestro caso particular, hemos utilizado la herramienta Cisco Packet Tracer para construir y probar un sistema prototipo.

Este prototipo nos ha permitido emular y simular de manera precisa los diferentes componentes de la red diseñada, incluyendo dispositivos, enlaces y servicios. Mediante esta simulación, hemos podido evaluar la conectividad, el rendimiento y la interoperabilidad de los dispositivos de red en un entorno controlado.

5.1. Uso de Cisco Packet Tracer como herramienta de simulación y validación

En el proceso de validación de nuestro diseño de red, hemos utilizado la herramienta de simulación Cisco Packet Tracer. Esta herramienta nos ha proporcionado un entorno virtual que nos permite simular y probar el funcionamiento de los dispositivos de red, enlaces y servicios incluidos en nuestro diseño de la infraestructura de red.

Cisco Packet Tracer se ha convertido en una opción popular y confiable para los profesionales de redes debido a su capacidad para crear topologías de red complejas y simular el comportamiento de los dispositivos de red en tiempo real. Nos ha permitido modelar con precisión todos los aspectos de nuestra red, desde los dispositivos de capa de acceso hasta los enrutadores y los servicios de red.

Al utilizar Cisco Packet Tracer, hemos podido configurar y conectar los dispositivos de red según nuestras especificaciones de diseño. Esto incluye la asignación dinámica de direcciones IP, la configuración de VLAN, la aplicación de listas de control de acceso, etc. Con cada configuración realizada, hemos verificado su funcionamiento y compatibilidad en el entorno virtual.

Además, Cisco Packet Tracer nos ha permitido simular el tráfico de red y realizar pruebas exhaustivas para evaluar el rendimiento de la red. Hemos podido monitorear y analizar el tráfico de datos, identificar cuellos de botella y optimizar la configuración de los dispositivos para garantizar un rendimiento óptimo.

5.2. Topología en Cisco Packet Tracer

En la siguiente imagen podemos ver la topología de red que hemos diseñado para el Colegio Nuestra Señora de los Dolores Salesianas, en Valdepeñas.

Se pueden ver distintas zonas o capas:

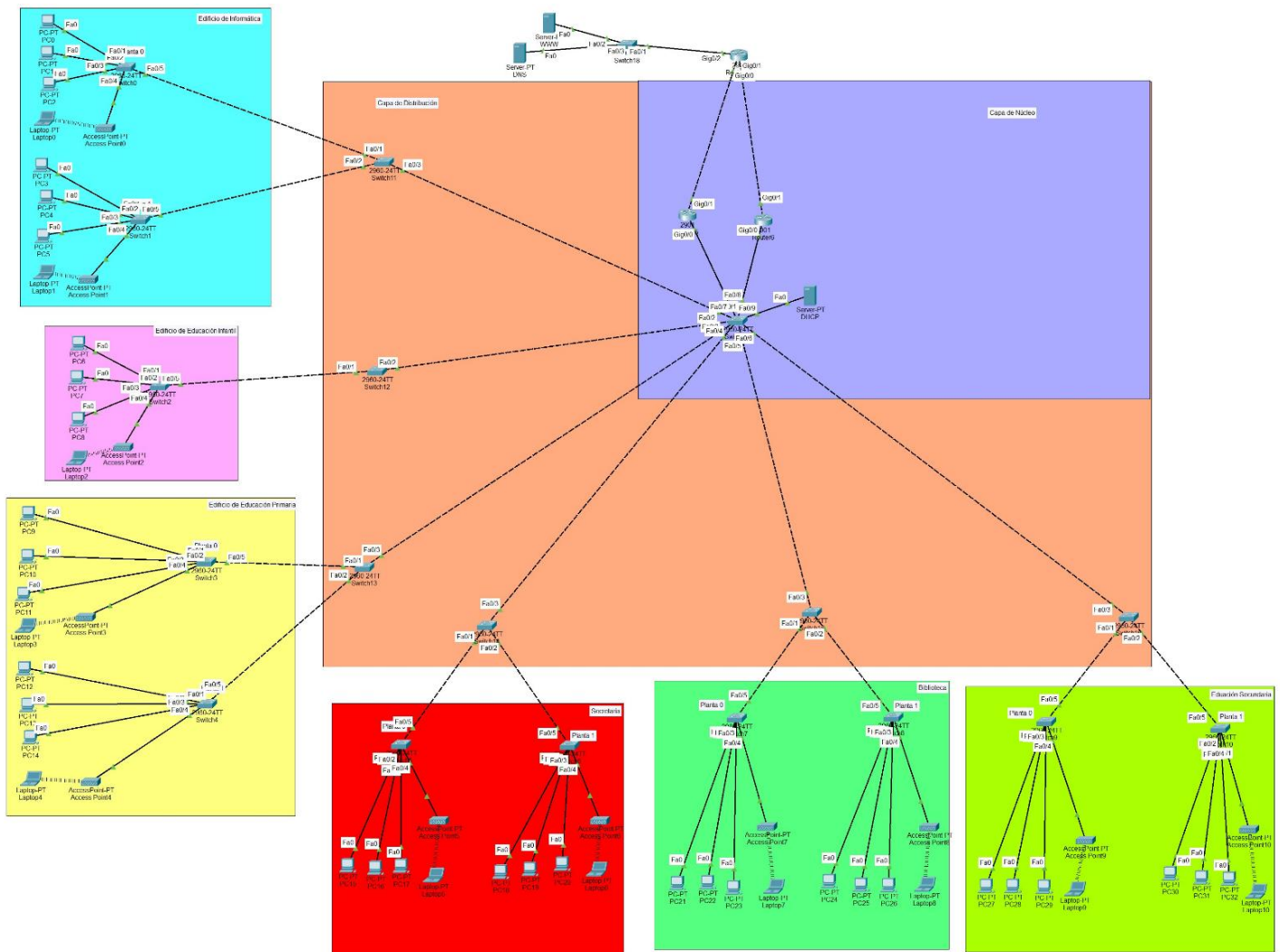
- **Capa de Acceso:** Está compuesta por las zonas azul claro, rosa, amarilla, roja, verde y verde pistacho. Cada una de estas zonas representa un edificio distinto del centro.

En cuanto a los PCs y los portátiles que aparecen en la capa de acceso, el primer PC de cada planta de cada edificio pertenece al grupo de alumnos y, por tanto, a la VLAN 50; el segundo ordenador de cada planta de cada edificio pertenece al grupo de los profesores y, por tanto, a la VLAN 60; y, por último, el tercer PC de cada planta de cada edificio, pertenece al grupo de administración y secretaría y, por tanto, a la VLAN 70.

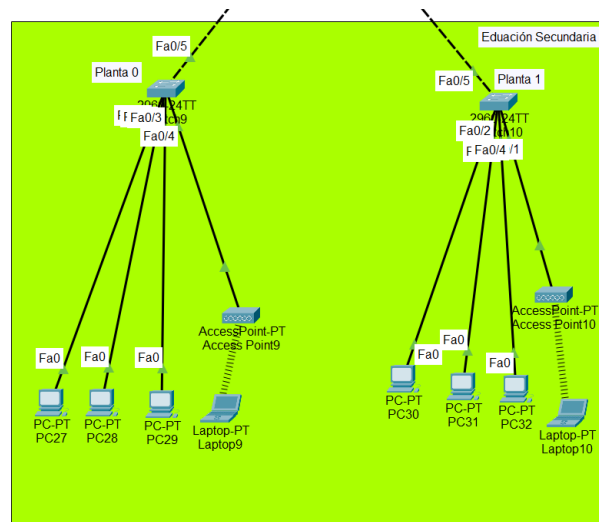
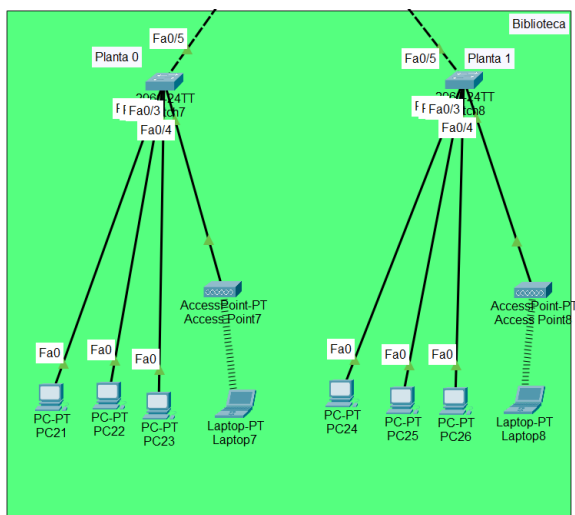
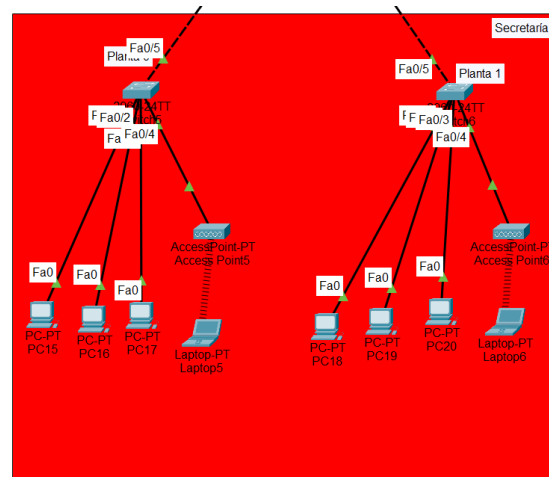
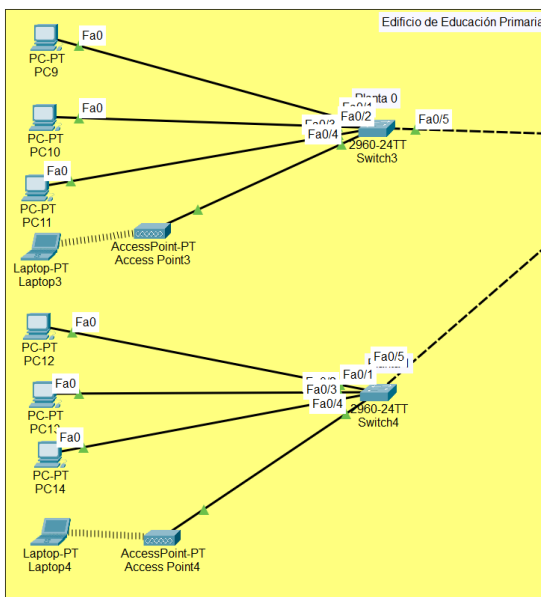
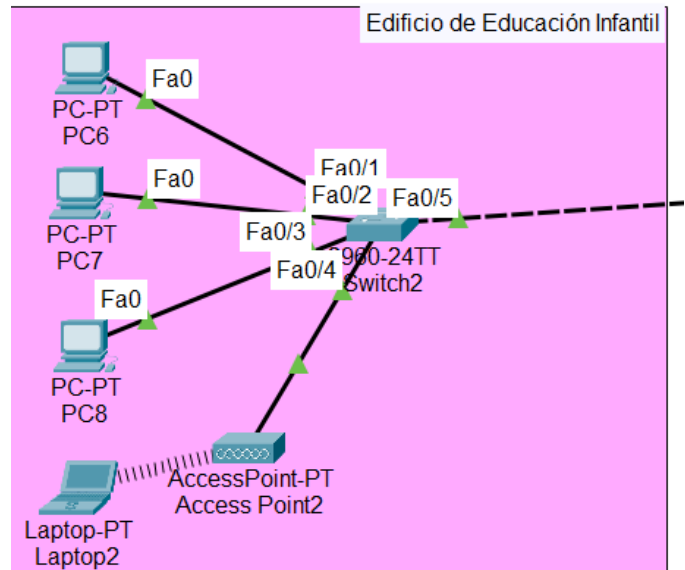
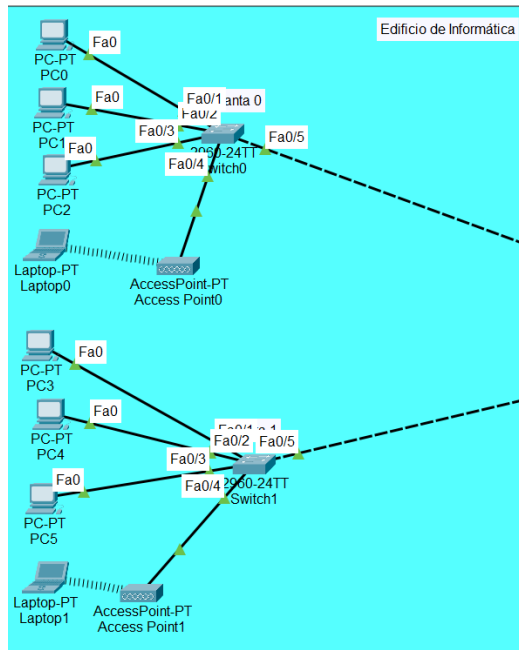
Los puntos de acceso inalámbricos con los portátiles de los edificios de informática, de educación primaria, de la biblioteca y de educación secundaria, están pensados para la conexión de los alumnos con los notebooks del colegio. Mientras que el punto de acceso inalámbrico del edificio de educación infantil está pensado para la conexión de los profesores, puesto que los alumnos de este edificio son de menor edad para el uso de portátiles, y el punto de acceso del edificio de secretaría está pensado para el grupo de administración y secretaría.

- **Capa de Distribución:** Es la zona naranja de la topología.
- **Capa de Núcleo o Backbone:** Es la zona violeta.

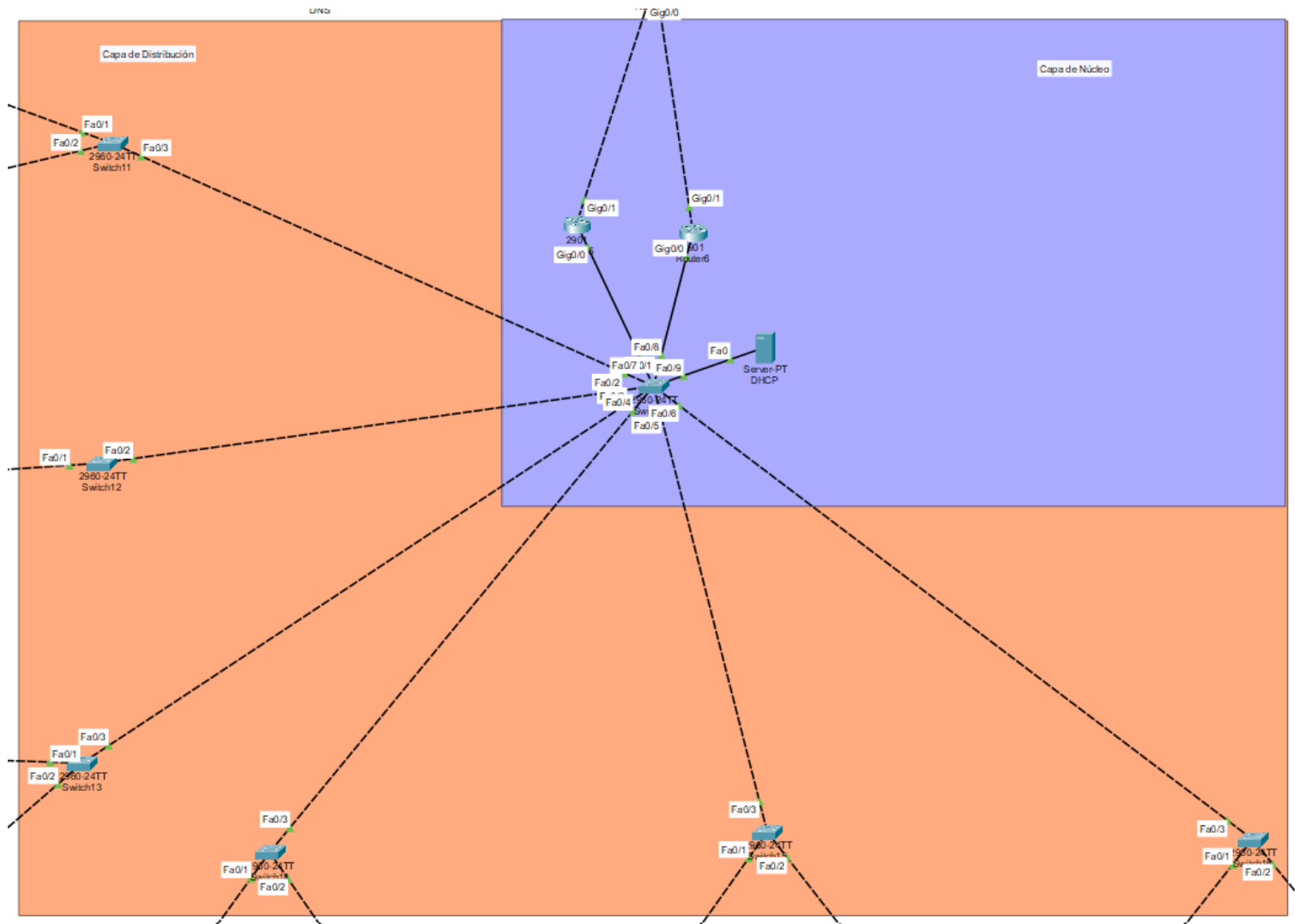
Vista General de la Topología



Capa de Acceso



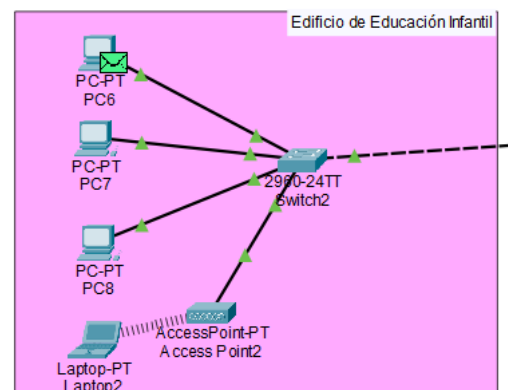
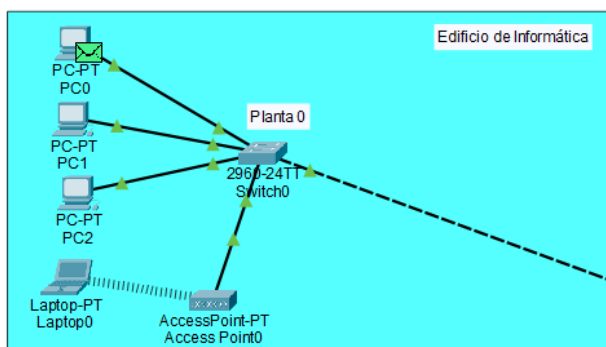
Capa de Distribución (naranja) y Capa de Núcleo (violeta)

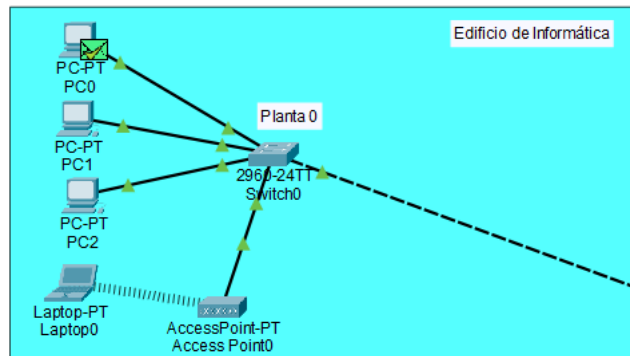


5.3. Pruebas de Aceptación

Conectividad dentro de VLANs

Esto lo podemos comprobar realizando un ping entre dos ordenadores que pertenezcan al mismo grupo. En este caso, vamos a realizarlo entre dos ordenadores que pertenecen al grupo de alumnos (el PC-0, de la planta 0 del edificio de informática y el PC-6, del edificio de educación infantil.).

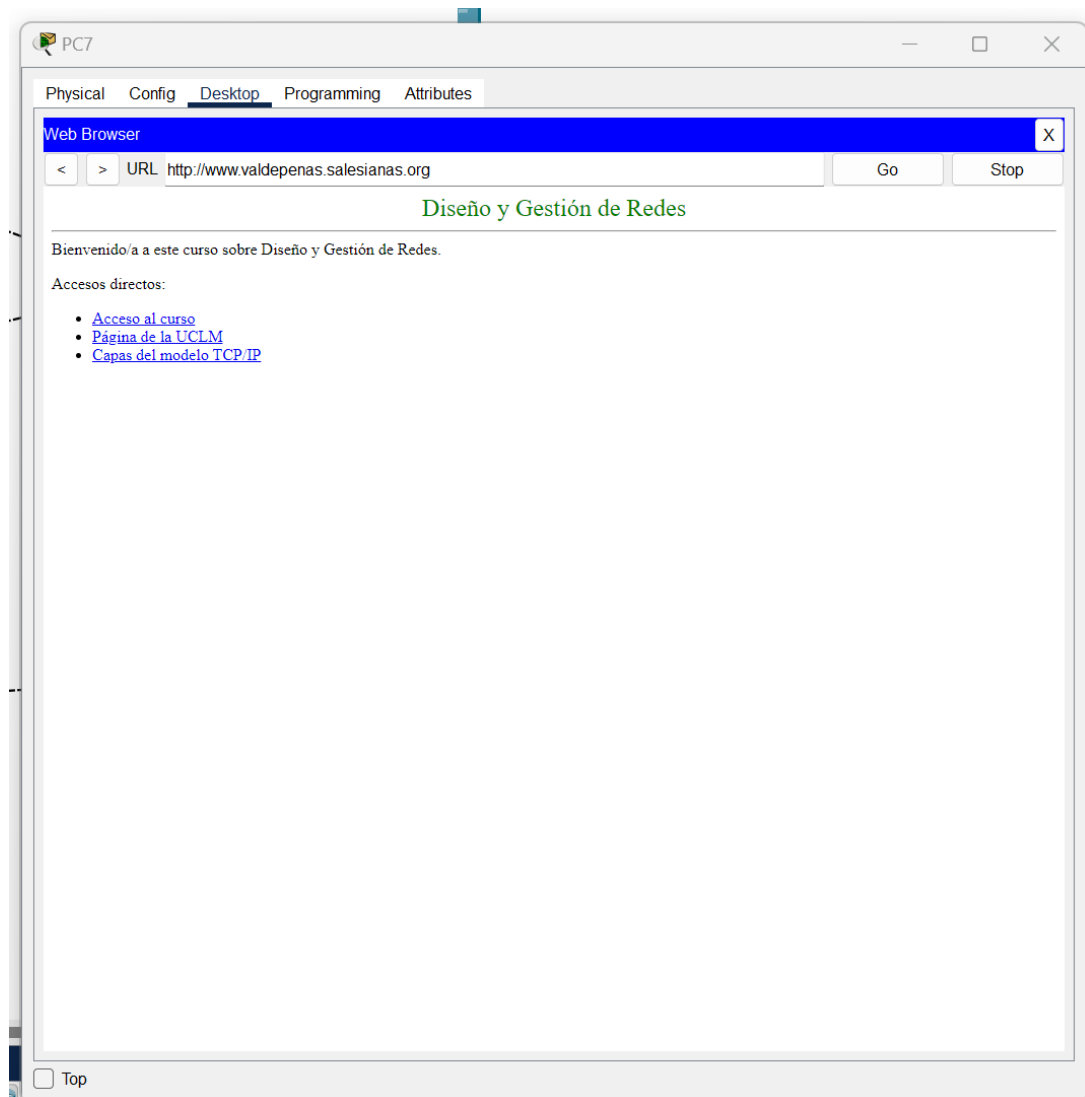




Simulation Panel		
Event List		
Vis.	Time(sec)	Last Device
	0.000	--
	0.001	PC0
	0.002	Switch0
	0.003	Switch11
	0.004	Switch17
	0.005	Switch12
	0.006	Switch2
	0.007	PC6
	0.008	Switch2
	0.009	Switch12
	0.010	Switch17
	0.011	Switch11
Visible	0.012	Switch0

Conectividad con el servidor DNS (red externa)

Se puede comprobar conectándonos desde cualquier dispositivo de la capa de acceso a la web www.valdepenas.salesianas.org.



6. Presupuesto

Modelo	Fabricante	Unidades	Precio
<u>Mr. Tronic 305m Cable de Red Cable Cat 5e</u>	Mr Tronic	4	367,96 €
<u>Ipolex Fibra Óptica</u>	Ipolex	14	490 €
<u>Cisco Catalyst WS-C2960L Switch 8 puertos</u>	Cisco	5	2.421,2 €
<u>Cisco Catalyst WS-C2960L Switch 24 puertos</u>	Cisco	4	3.194,68 €
<u>Cisco Catalyst WS-C2960L Switch 48 puertos</u>	Cisco	2	2.642,88 €
<u>Ubiquiti UAP-AC-LR</u>	Cisco	11	1.638,01 €
<u>Cisco - WS-C2960X-24PD-Lun</u>	Cisco	7	27.483,5 €
<u>Cisco - C9500-16X-E</u>	Cisco	1	12.071,5 €
<u>Cisco - ISR4321/K9</u>	Cisco	2	2.901,2 €
<u>Dell PowerEdge T350 Intel Xeon</u>	DELL	1	1.789 €
Total			44.199,93 €

7. Conclusión

Para concluir expondremos como hemos cumplido con las metas técnicas que nos propusimos:

- I. **A nivel de Escalabilidad** de la red, hemos seleccionado switches con puertos suficientes para poder soportar la construcción de nuevos edificios o plantas o la compra de nuevos ordenadores o puntos de acceso WI-FI por lo creemos que la red puede adaptarse y crecer de manera eficiente a medida que aumenten las necesidades del colegio.
- II. **A nivel de Disponibilidad** hemos intentado garantizar que la red esté disponible y funcione de manera continua para satisfacer las necesidades del colegio. Para ello hemos implementado redundancia en los rúters del núcleo y el uso de protocolos como HSRP
- III. **A nivel de Rendimiento** hemos buscado el rendimiento óptimo de la red para satisfacer las demandas de los usuarios y las aplicaciones utilizadas en el colegio, para ello hemos escogido cableado y dispositivos de interconexión con el suficiente ancho de banda.
- IV. **A nivel de Seguridad** buscando proteger la red y los datos del colegio contra amenazas externas e internas, hemos creado VLAN y hemos hecho uso de ACL y NAT.
- V. **A nivel de Facilidad de gestión** hemos intentado diseñar una red que sea fácil de administrar y mantener por parte del personal técnico del colegio, para ello hemos implementado protocolos de gestión como SNMP.
- VI. **A nivel de Facilidad de uso** hemos procurado garantizar que la red sea intuitiva y fácil de usar para los usuarios del colegio, incluyendo tanto a estudiantes como a personal docente y administrativo. Para ello hemos hecho uso de protocolos como DHCP
- VII. **A nivel de Adaptabilidad** hemos buscado diseñar una red flexible y adaptable a medida que las necesidades del colegio evolucionen, para ello hemos usado dispositivos de interconexión compatibles con una gran cantidad de tecnologías.

8. Retos Futuros

Como retos futuros de esta red, son seguir trabajando en cumplir con las metas técnicas de la mejor manera posible e implementar nuevos protocolos que nos ayuden con esa tarea, como pueden ser:

- Protocolo de redundancia de enrutamiento: Para aumentar la confiabilidad y la tolerancia a fallos en la red, podrías implementar un protocolo de redundancia de enrutamiento, como el Protocolo de Gateway Redundante (VRRP). Este protocolo permite tener múltiples enrutadores activos en la red, de modo que, si uno falla, otro puede asumir sus funciones y garantizar la continuidad del enrutamiento.
- Protocolo de autenticación de red: Para reforzar la seguridad en la red implementar protocolos como el IEEE 802.1X. Este protocolo permite autenticar y autorizar dispositivos antes de permitirles acceder a la red, lo que ayuda a prevenir el acceso no autorizado.

- Protocolo de administración de energía, para optimizar el consumo de energía en la red, implementaríamos un protocolo de administración de energía, como el Protocolo de Administración de Energía Ethernet (IEEE 802.3az). Este protocolo permite a los dispositivos Ethernet ajustar dinámicamente su consumo de energía en función de la demanda de tráfico de la red.
- Protocolo de monitoreo de red avanzado, además del SNMP (Simple Network Management Protocol) implementaríamos un protocolo de monitoreo de red más avanzado, como el Protocolo de Monitoreo de Red de Alto Rendimiento (HPNMS). Este protocolo ofrece capacidades de monitoreo y gestión más robustas y detalladas, lo que te permitiría supervisar y solucionar problemas de la red de manera más efectiva.
- Protocolo de enrutamiento dinámico, para mejorar la capacidad de enrutamiento y adaptabilidad de tu red, podrías implementar un protocolo de enrutamiento dinámico, como el Protocolo de Información de Enrutamiento (RIP), el Protocolo de Enrutamiento Interior Mejorado (EIGRP) o el Protocolo de Gateway de Borde (BGP). Estos protocolos permiten a los enrutadores intercambiar información y adaptarse automáticamente a los cambios en la topología de la red.

9. Bibliografía

9.1 Libros

[Ben Piper; Learn Cisco Network Administration in a Month of Lunches](#)

[Mani Subramanian; Timothy A. Gonsalves; N. Usha Rani Network Management: Principles and Practice.](#)

[Priscilla Oppenheimer; Top-Down Network Design, Third Edition.](#)

Gerald Doyon; Análisis y diseño de redes de comunicaciones.

9.2 Páginas Web

<https://worldcampus.saintleo.edu/noticias/que-es-el-diseno-de-red-diseno-de-red-de-computadoras>

<https://www.areatecnologia.com/redes-informaticas.htm>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura de red#:~:text=La%20arquitectura%20de%20red%20es,comunicaci%C3%B3n%20utilizados%20en%20su%20funcionamiento.](https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_de_red#:~:text=La%20arquitectura%20de%20red%20es,comunicaci%C3%B3n%20utilizados%20en%20su%20funcionamiento.)

<https://diseyoredeslan.weebly.com/d-fiaceutico-de-red.html>

https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/573/1/TR_LeonCelisJeynsonJavier_09.pdf

<https://www.todoexpertos.com/categorias/tecnologia-e-internet/redes-de-computadores/respuestas/2163122/disenio-logico-de-la-red>

<https://anaylenlopez.files.wordpress.com/2011/03/4-disec3b1o-de-redes-de-area-local.pdf>

<https://www.docsity.com/es/disenio-logico-de-redes/7604110/>

http://www.labredes.unlu.edu.ar/sites/www.labredes.unlu.edu.ar/files/site/data/aygr/AyG_Redes_2021_02_Dise%C3%B1o_de_Redes.pdf

<https://slideplayer.es/slide/3486092/>

<https://netwgeeks.com/topic/1-4-diseno-y-topologias-de-red/>

<https://1library.co/article/dise%C3%B1o-l%C3%B3gico-de-la-infraestructura-de-red.wq20q4jz>

9.3 Dispositivos utilizados

Mr. Tronic 305m Cable de Red | Cable Cat 5e; https://www.amazon.es/Mr-Tronic-Instalaci%C3%B3n-Ethernet-Bobina/dp/B07NC5TS3P/ref=sr_1_5?adgrpid=55176985414&hvadid=601260410358&hvdev=c&hvlocphy=9049234&hvnetw=g&hvqmt=e&hvrnd=9287809435747765303&hvtargid=kwd-297287845381&hydadcr=23395_2231516&keywords=utp+cat+5e&qid=1685466512&sr=8-5

Ipolex Fibra Óptica; https://www.amazon.es/Ipolex-Cable-Fibra-%C3%B3ptica-Transceptor/dp/B088LN7G8H/ref=sr_1_3_sspa?adgrpid=56913876140&hvadid=601314445639&hvdev=c&hvlocphy=9049234&hvnetw=g&hvqmt=e&hvrnd=3491324655799832279&hvtargid=kwd-309475988369&hydadcr=23170_2231451&keywords=fibra%2Bmultimodo&qid=1685466664&sr=8-3-spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGY&th=1

Cisco Catalyst WS-C2960L Switch 8 puertos; <https://www.senetic.es/product/WS-C2960L-8TS-LL>

Cisco Catalyst WS-C2960L Switch 24 puertos; <https://www.senetic.es/product/WS-C2960L-24TS-LL>

Cisco Catalyst WS-C2960L Switch 48 puertos; <https://www.senetic.es/product/WS-C2960L-48TS-LL>

Ubiquiti UAP-AC-LR; <https://www.pccomponentes.com/ubiquiti-uap-ac-lr-punto-de-acceso-5-ghz>

Cisco - WS-C2960X-24PD-Lun; <https://www.tonitrus.com/es/redes/cisco/switch/cisco-catalyst-2960-x-switch/10108114-003-cisco-ws-c2960x-24pd-l-catalyst-2960-x-24-gige-poe-370w-2-x-10g-sfp-lan-base/>

Cisco - C9500-16X-E; https://www.tonitrus.com/es/redes/cisco/switch/cisco-catalyst-c9500-switch/10237800-003-cisco-c9500-16x-e-catalyst-9500-16-port-10gig-switch-essentials/?number=10237800-003&qclid=CjwKCAjwvdajBhBEEiwAeMh1U06KY47hyFmZK8plZwpN6_YV_0SwNkxAFwf94NELs5yxK4t84udgtRoC1wUQAvD_BwE

Cisco - ISR4321/K9; <https://www.tonitrus.com/es/redes/cisco/router/cisco-isr-4300-router/10111695-003-cisco-isr4321/k9-cisco-isr-4321-2ge-2nim-4g-flash-4g-dram-ipb/>

Dell PowerEdge T350 Intel Xeon; <https://www.pccomponentes.com/dell-poweredge-t350-intel-xeon-e-2314-16gb-600gb>