

Diseño e implementación de infraestructura tecnológica para la Clínica de Salud Visual

Información del reporte:

Licencia Creative Commons



El contenido de los textos es responsabilidad de los autores y no refleja forzosamente el punto de vista de los dictaminadores, o de los miembros del Comité Editorial, o la postura del editor y la editorial de la publicación.

Para citar este reporte técnico:

Galicia Espinosa et al. (2025). Diseño e implementación de infraestructura tecnológica para la Clínica de Salud Visual. *Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC*, 3 (3) páginas(16 - 33).

<https://doi.org/10.22201/dgtic.30618096e.2025.3.3.114>

Erika Galicia Espinosa

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León
Universidad Nacional Autónoma de México

egaliciae@enes.unam.mx

ORCID: 0009-0001-6937-0080

Laura Leticia García Sánchez

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León
Universidad Nacional Autónoma de México

lgarcias@enes.unam.mx

ORCID: 0009-0007-3058-5758

Luis Fernando Hernández Zimbrón

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León
Universidad Nacional Autónoma de México

lhernandez@enes.unam.mx

ORCID: 0000-0002-5098-367X

Resumen

La Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León de la Universidad Nacional Autónoma de México, construyó e implementó la infraestructura tecnológica especializada en la Clínica de Optometría Salud Visual, con el fin de fortalecer la formación clínica del alumnado y brindar servicios diagnósticos de alta calidad. Se realizó un levantamiento de la infraestructura tecnológica existente para garantizar la compatibilidad de nuevos equipos con las redes de telecomunicaciones, cableado estructurado, fibra óptica y Circuito Cerrado de Televisión. Dado lo anterior, la implementación incluyó diseño e instalación de sistemas modulares de categoría 6A, integración de Access Points (AP por sus siglas en inglés), configuración

de VLANs, telefonía IP y conectividad de equipos especializados como el Humphrey Field Analyzer 3. La metodología del proyecto se basó en el enfoque PMBOK, con etapas de diseño, planificación, ejecución y cierre. Los resultados mostraron un funcionamiento estable de los servicios tecnológicos y validación de la infraestructura por parte del personal responsable. Se concluyó que la integración tecnológica incrementa la eficiencia del servicio clínico y fortalece la práctica educativa, con posibilidad de replicabilidad en otras unidades académicas.

Palabras clave:

Infraestructura tecnológica, redes, cableado estructurado, servicios tecnológicos, PMBOK.

Abstract

The National School of Higher Studies, León Unit of the National Autonomous University of Mexico, built and implemented specialized technological infrastructure at the Optometry and Visual Health Clinic to strengthen the clinical training of students and provide high-quality diagnostic services. A survey of the existing technological infrastructure was conducted to ensure the compatibility of new equipment with telecommunications networks, structured cabling, fiber optics, and closed-circuit television. Given this, the implementation included the design and installation of Category 6A modular systems, integration of Access Points (APs), VLAN configuration, IP telephony, and connectivity for specialized equipment such as the Humphrey Field Analyzer 3. The project methodology was based on the PMBOK approach, with stages of design, planning, execution, and closure. The results showed stable operation of the technological services and validation of the infrastructure by the responsible staff. It was concluded that technological integration increases the efficiency of clinical services and strengthens educational practice, with the possibility of replicability in other academic units.

Keywords:

Technological infrastructure, networks, structured cabling, technological services, PMBOK.

1. INTRODUCCIÓN

La salud visual es un componente fundamental para el bienestar de la población y para el desempeño académico del alumnado. En las últimas décadas, los avances tecnológicos aplicados a la optometría han transformado el diagnóstico y la atención clínica al permitir procedimientos más precisos, eficientes y personalizados. Estos avances incluyen la incorporación de equipos de imagenología avanzada, como la tomografía de coherencia óptica (OCT), retinógrafos digitales, dispositivos para evaluar el campo visual, entre otros, los cuales requieren infraestructuras de telecomunicaciones robustas, seguras y adaptables para operar correctamente.

La creciente dependencia de servicios tecnológicos en entornos clínicos, educativos y de investigación hace indispensable planificar, instalar y validar redes de voz, datos y video bajo estándares de calidad y normativas institucionales. De acuerdo con la Dirección General de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC, 2017), los espacios universitarios deben contar con infraestructura de conectividad que garantice la continuidad de las operaciones clínicas y académicas, así como la seguridad de la información.

En este contexto, la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES), Unidad León de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), incorporó, en 2017, la licenciatura en Optometría, la cual requiere espacios clínicos con equipamiento de vanguardia para la formación práctica del alumnado y la prestación de servicios especializados a la comunidad. Para atender esta necesidad, se aprobó la construcción de la Clínica de Optometría Salud Visual (CSV), inaugurada en agosto de 2023, cuyo diseño y operación representó retos técnicos significativos relacionados con la compatibilidad de la infraestructura tecnológica existente, la escalabilidad de los sistemas y el cumplimiento de estándares técnicos y normativos.

La planeación estratégica y la ejecución de la infraestructura de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para la CSV contemplaron la integración de servicios de telefonía IP, datos, Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) y redes inalámbricas, todo ello coordinado por personal especializado en tecnologías de la información y comunicación, en colaboración con diversas instancias institucionales.

Este reporte técnico tiene como objetivo documentar de forma detallada la planeación, instalación y validación de la infraestructura tecnológica especializada de la Clínica de Optometría Salud Visual de la ENES León, UNAM, como parte de la calidad de los servicios educativos y clínicos que requiere la licenciatura en Optometría.

2. DESARROLLO TÉCNICO

La optometría, definida por Monroe J. Hirsch y Ralph E. Wick (1968) como “El arte y la ciencia del cuidado de la visión”, ha evolucionado desde una práctica enfocada a la venta de anteojos hacia una disciplina científica integral, centrada tanto en el diagnóstico, tratamiento y prevención de problemas visuales como en la promoción de la salud visual (Bromberg, 2009). Actualmente, las y los optometristas desempeñan un rol clave en la atención primaria de la salud visual, así como en la detección temprana de enfermedades oculares con un enfoque holístico y basado en la evidencia científica.

Esta evolución no sólo ha beneficiado la práctica clínica, sino que también ha puesto de manifiesto la relevancia de la salud visual en otros ámbitos, como el educativo. La salud visual es esencial para el rendimiento académico del alumnado, ya que las deficiencias visuales pueden afectar negativamente su capacidad de aprendizaje y concentración (Collins et al., 2017). De igual manera, es importante para la población general que requiere atención en salud visual (Collins et al., 2017; Maples, 2003). Así, la optometría se consolida como un pilar no sólo en la salud, sino también en el desarrollo integral del alumnado.

Esta disciplina se ha modernizado significativamente y ahora cuenta con equipos de tecnología de frontera para el diagnóstico y manejo de diversas patologías oculares. Por ejemplo, se emplean dispositivos avanzados para la detección temprana de condiciones como la retinopatía diabética y el glaucoma, permitiendo intervenciones más eficaces. Existen también salas 3D en las que se recrean ambientes y entornos cotidianos tridimensionales para terapia visual. Por otra parte, los equipos de tomografía de coherencia óptica (OCT) y topografía corneal permiten un análisis detallado de la retina y la superficie ocular, facilitando diagnósticos precisos y personalizados.

En dicho contexto de innovación tecnológica, la optometría cobra especial relevancia frente a los desafíos de ofrecer servicios de atención visual de calidad y con tecnología de punta a la población de la región

del Bajío. Por ello, la planificación de la infraestructura tecnológica y equipamiento especializado de la Clínica de Optometría Salud Visual (CSV) inició en febrero del 2021; en este proceso, participaron personal de la Clínica, el Departamento de Cómputo e Informática, la Superintendencia de Obras de la ENES León, la Dirección de Telecomunicaciones de la DGTIC y la Dirección General de Obras y Conservación (DGOC) de la UNAM. Gracias a la coordinación y colaboración de estas áreas, se logró diseñar e implementar un espacio equipado con tecnología actual y recursos óptimos para la atención visual; tras meses de trabajo en conjunto, el 19 de agosto de 2023 se inauguró la clínica.

Los diferentes ambientes y espacios de la CSV están cuidadosamente diseñados para fomentar la formación del alumnado y brindar atención integral de alta calidad a los pacientes. Sin embargo, el funcionamiento adecuado de los modernos consultorios de optometría no sería posible sin una infraestructura de telecomunicaciones eficaz.

Como parte de la etapa de diseño, se decidió que los nuevos servicios se integraran a la infraestructura ya existente con la finalidad de gestionar todos los recursos tecnológicos de manera centralizada. Esto simplifica mantenimientos y reduce costos, ya que optar por una nueva tecnología podría implicar inconsistencias en la calidad del servicio, además de contemplar e incorporar más equipos, servidores y controladoras, así como la gestión de administración y mantenimientos independientes.

Asimismo, entre las principales ventajas de implementar tecnología compatible a la existente, se encuentra la de eficientar recursos y reducir los riesgos de implementación, ya que se cuentan con configuraciones validadas y con los servicios funcionando adecuadamente en la institución.

La planeación de la infraestructura tecnológica de la Clínica de Optometría implicó tomar decisiones estratégicas sobre la elección de componentes de red, cableado estructurado, equipos especializados y su integración. Para garantizar la estabilidad, escalabilidad y compatibilidad del sistema, se realizó un análisis comparativo entre distintas soluciones. Se evaluaron diferentes categorías y marcas de cableado estructurado, optando por la categoría 6A de la marca Panduit por su confiabilidad, compatibilidad con la infraestructura institucional existente, además de ser uno de los cableados con velocidad de transmisión alta y garantía de 25 años. En cuanto a la red inalámbrica, se seleccionó la solución Cisco Meraki por su capacidad de integración con la infraestructura instalada, facilidad de gestión y licenciamiento institucional compatible. Estas decisiones técnicas fueron tomadas en conjunto con especialistas en TIC de la ENES León, en coordinación con el personal de la Clínica y de la DGOC, con el fin de lograr una solución robusta, segura y replicable.

En este sentido, la experiencia documentada es replicable, ya que presenta una metodología clara, decisiones justificadas y una validación funcional del sistema implementado, lo que permite orientar a otras unidades académicas en proyectos similares. Además, se integraron estándares internacionales como las disposiciones en materia de instalaciones de telecomunicaciones UNAM, fortaleciendo así la base técnica de cada decisión adoptada, que además contemplan e integran la norma internacional ISO/IEC 11801 (Disposiciones en materia de instalaciones de telecomunicaciones, 2017).

Infraestructura especializada de la Clínica de Optometría

Como parte de la planificación, se consideran tres áreas destinadas a equipos especiales, los cuales son:

- Tomógrafo de Coherencia Óptica (OCT): Sánchez Ruiz (2020) describe al OCT como un equipo de imagen no invasiva y de alta resolución que permite visualizar en detalle las estructuras internas del ojo, especialmente las capas de la retina y el nervio óptico. A través de ondas de luz, el OCT

genera imágenes transversales que muestran cortes precisos de los tejidos oculares, permitiendo el análisis detallado de su morfología y grosor. La funcionalidad del OCT es crucial en el diagnóstico y seguimiento de diversas patologías oculares. Su uso en la clínica brinda al alumnado la oportunidad de especializarse en diagnóstico clínico mediante tecnología avanzada.

- Cámara de fondo de ojo (retinografía): Orlando (2017) define que este equipo permite capturar imágenes detalladas de la retina, el nervio óptico y los vasos sanguíneos en el interior del ojo. Es una técnica no invasiva que se utiliza para detectar patologías oculares como la retinopatía diabética, glaucoma y la degeneración macular, que se han identificado como las principales causas mundiales de ceguera prevenible. Su uso en la clínica brinda al alumnado una comprensión práctica sobre la importancia del diagnóstico temprano y la prevención en el campo de la salud visual.
- Equipo para evaluar Sensibilidad al Contraste (SC): Tripolone (2018) identifica que es una herramienta útil para la caracterización de la visión espacial del sistema visual humano. Para el alumnado, manejar y contar con este equipo significa tener la oportunidad de comprender una dimensión más profunda de la evaluación visual, más allá de las pruebas de sensibilidad rutinarias. Cabe mencionar que es único en Latinoamérica.
- Campímetro (campos visuales): Valle (2020) menciona que la campimetría visual es una prueba oftalmológica que se realiza para valorar el campo visual de una persona. Su realización es de gran importancia para detectar patologías que producen pérdidas en dicho campo visual, algunas de ellas irreversibles. Este equipo permite a los estudiantes experimentar con una herramienta clave para detectar y monitorizar afecciones que impactan la visión periférica, lo cual es fundamental para evaluar el estado funcional del campo visual en los pacientes.

La planeación del proyecto incluyó un análisis funcional y operativo de los equipos clínicos de alta especialidad, como el Humphrey Field Analyzer 3 (HFA3), el OCT y los retinógrafos digitales. Estas tecnologías requieren condiciones específicas de conectividad y suministro eléctrico. En el caso del HFA3, se verificó que la toma de corriente fuera regulada, con línea de tierra dedicada y protección contra variaciones de voltaje, conforme a las recomendaciones del fabricante.

A nivel informático, se asignaron direcciones IP fijas, integración mediante *switches* y segmentación de red mediante VLANs, garantizando la estabilidad de la transmisión y seguridad de los datos. Los equipos se ubicaron en función de criterios clínicos y ergonómicos validados por el área usuaria, y sus requerimientos se incorporaron desde la fase de diseño del edificio y del cableado estructurado.

Como parte de las consideraciones técnicas, fue necesaria la adquisición de impresoras compatibles con el lenguaje Adobe Postscript 3, el cual utiliza superceldas que multiplican por cuatro la cantidad de niveles de gris que se pueden imprimir. Esta tecnología también ayuda a los dispositivos de alta resolución, como las fotocomponedoras, a imprimir 4096 tonos de gris en cada colorante para producir imágenes con mezclas más suaves.

En el caso de la instalación de impresoras en el equipo Humphrey Field Analyzer 3, la modificación de configuración se realizó tras identificar que la opción predeterminada del sistema no permitía la integración de impresoras convencionales. Se optó por ingresar al modo de servicio del equipo para realizar el ajuste y evitar así la instalación de *drivers* externos que pudieran afectar la estabilidad del software.

Esta decisión se tomó tras analizar las recomendaciones técnicas del fabricante del HFA3 y las restricciones del sistema operativo embebido. Asimismo, se consultó al personal clínico responsable del uso del equipo, quienes confirmaron que, tras el cambio, el funcionamiento fue adecuado y no se presentó ninguna afectación al desempeño del sistema. No fue necesaria la intervención del proveedor, ni se realizaron modificaciones que comprometieran la garantía del equipo, ya que el ajuste se realizó dentro de las opciones de configuración autorizadas por el fabricante.

La infraestructura tecnológica implementada fue diseñada específicamente para satisfacer las necesidades clínicas de la licenciatura en Optometría. Los espacios físicos y lógicos permiten que los estudiantes se capaciten con equipos clínicos reales, replicando escenarios profesionales. En el desarrollo técnico, se priorizó la integración de tecnologías que facilitaran el diagnóstico visual, el análisis de imágenes y la conectividad entre áreas clínicas, administrativas y académicas. Por ello, cada decisión técnica en la infraestructura responde a requerimientos del modelo educativo clínico.

Infraestructura tecnológica

El edificio de la Clínica de Optometría se conforma de dos niveles, donde, en cada uno, se instalaron y se realizaron adecuaciones al cuarto de telecomunicaciones; estos espacios están dedicados a la organización, gestión de cables y equipos de telecomunicaciones.

Además, y como parte de la infraestructura tecnológica, se suministraron, instalaron y configuraron los dispositivos de telecomunicaciones necesarios para brindar servicios de VoIP, datos, CCTV y WiFi a la nueva Clínica de Optometría.

Equipamiento

El equipamiento de *switches* se definió con base en la compatibilidad de la tecnología ya instalada en la institución, considerando la velocidad, tipos y cantidad de puertos, así como las funcionalidades avanzadas para los servicios ofrecidos como PoE, para alimentar las cámaras de CCTV, y que fueran gestionables, con el fin de segmentar la red por medio de *Virtual Local Area Network* (VLAN, por sus siglas en inglés)

Además, para garantizar la continuidad del suministro eléctrico, incrementar la vida útil de los equipos y brindar protección a los equipos de telecomunicaciones, se instaló un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS por sus siglas en inglés) y un aire acondicionado en cada cuarto de telecomunicación del nuevo edificio de Optometría.

Cableado

En la actualidad, la conexión por fibra óptica se ha consolidado como la infraestructura fundamental para la conectividad. Por lo tanto, para conectar el cuarto principal de telecomunicaciones (CP) con el cuarto de telecomunicaciones (CT) del edificio de la Clínica de Optometría, como se muestra en la Figura 1, fue necesario trazar la trayectoria, realizar la obra, canalización y cableado de fibra óptica, además de verificar la disponibilidad de puertos en el dispositivo de red principal, el cual distribuye la conectividad y el tráfico de datos de la red de la ENES Unidad León.

Figura 1

Distribuidor de fibra óptica

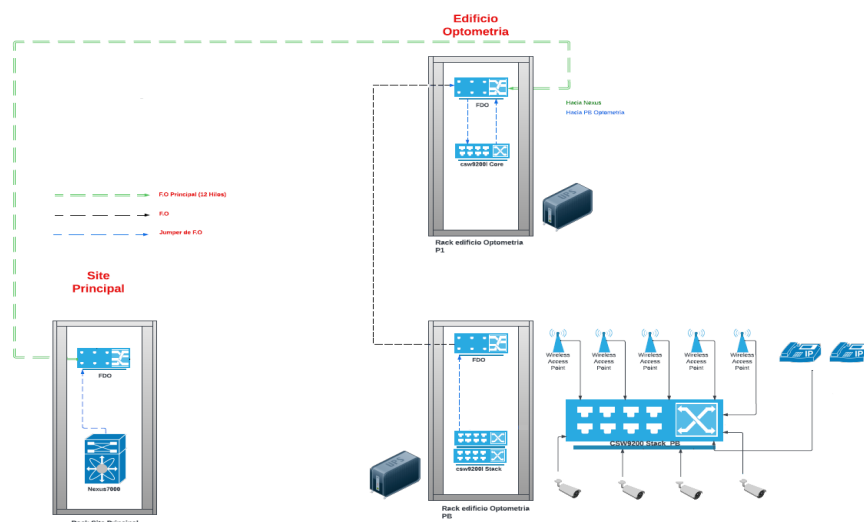


Es importante mencionar que se tomó como base el proyecto original de la institución, ya que se encuentra funcionando en una topología de estrella, la cual lleva cada servicio punta a punta desde el CP hasta los cuartos de telecomunicación de los diferentes edificios de la ENES León.

La instalación de fibra óptica, como se puede apreciar en la Figura 2, se basó en el sistema de topología existente, saliendo un enlace de fibra óptica de 6 hilos multimodo 50/125 μm OM3 del CP al CT de la clínica, ubicado en el segundo nivel.

Figura 2

Integración de la fibra óptica

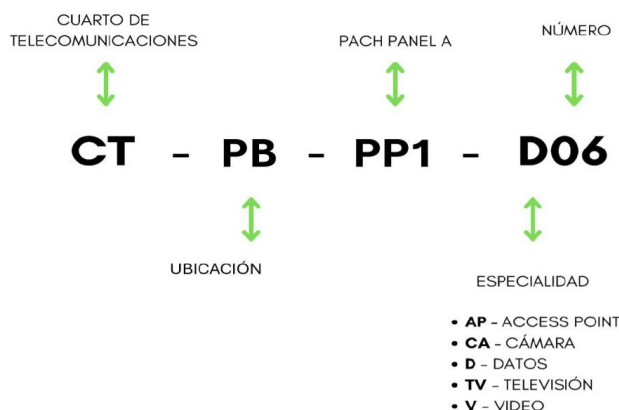


En la instalación del sistema de cableado estructurado de la clínica, se implementó un sistema modular categoría 6A marca Panduit, contemplando nodos de VoIP, datos, CCTV y nodos para AP distribuidos de forma estratégica en los dos niveles del edificio de la clínica, llevando un recorrido hacia el cuarto de telecomunicaciones correspondiente, con un desplazamiento con canalización por muros, piso y plafón.

Con la finalidad de organizar y diferenciar visualmente las conexiones en los cuartos de telecomunicaciones, los cables de parcheo (*patch cord*) se catalogaron por colores: los negros se asignaron a la conexión de los AP, los blancos al sistema de videovigilancia (CCTV) y los azules a Voz/Datos. Asimismo, se implementó una nomenclatura uniforme para todos los nodos, como se muestra en la Figura 3, lo que contribuye a mejorar la eficiencia, la seguridad y la facilidad de mantenimiento dentro de la infraestructura de cableado estructurado.

Figura 3

Listado de nomenclatura utilizado en el cuarto de telecomunicaciones (CT), planta baja (PB), panel (PP1), número de servicio (D06)



Es importante mencionar que, para la infraestructura de cableado estructurado, se realizó la Certificación Panduit con garantía del sistema por 25 años.

VoIP

Con relación a la telefonía, se integraron equipos telefónicos IP de la marca Cisco, instalados y distribuidos de manera estratégica dentro de la Clínica, con la finalidad de optimizar la comunicación tanto interna como externa. Además, se integraron las mismas funcionalidades de la telefonía actual, por ejemplo, la marcación rápida, el desvío de llamadas y la posibilidad de realizar conferencias telefónicas.

Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

Actualmente, la implementación de un sistema del CCTV es fundamental para prevenir incidentes y para el cuidado de las instalaciones, por lo que, para el nuevo edificio de la Clínica, se consideraron cámaras tipo domo, panorámicas y tipo bala, de la marca HikVision, con la finalidad de integrarlos en el *Network Video Recorder* (NVR por sus siglas en inglés) funcionando actualmente. La ubicación e instalación de cada tipo de cámara se sustentó con base en las características específicas, el espacio, así como el propósito de vigilancia de cada área de la clínica.

Red inalámbrica

Para contar con cobertura inalámbrica dentro del edificio, se suministraron e instalaron los AP (ver Figura 4), mismos que fueron estratégicamente distribuidos para maximizar la conectividad en todas las áreas de la clínica. Estos dispositivos permiten establecer una red inalámbrica y facilitan la movilidad, acceso a Internet y recursos de red.

Figura 4

Access Point (AP) instalado



2.1 METODOLOGÍA

La gestión del proyecto se basó en el enfoque del Project Management Institute (PMI), utilizando como referencia la guía PMBOK® (Project Management Institute, 2021). Este estándar proporciona una estructura metodológica para la planificación, ejecución, monitoreo y cierre de proyectos complejos, y ha sido ampliamente adoptado en proyectos de tecnologías de la información. Se eligió este modelo por su capacidad para organizar las actividades de forma secuencial, establecer responsabilidades claras, gestionar riesgos y asegurar el cumplimiento de los objetivos en entornos institucionales. Las etapas del proyecto incluyeron diseño, configuración, instalación y pruebas, lo que permitió controlar de forma eficiente los diferentes procesos técnicos involucrados en la puesta en marcha de la infraestructura tecnológica de la Clínica de Optometría.

2.1.1 INICIO

Dentro de esta fase, se llevaron actividades, en conjunto con la Superintendencia de Obras de la ENES León, para realizar los planos de la infraestructura de red, comunicaciones y seguridad, con la finalidad de analizar y evaluar los espacios, ubicar los nodos de red de voz y datos, considerando las necesidades de los usuarios, así como el equipamiento de CCTV, equipos de cómputo, telefonía y equipo especializado.

En la primera etapa, se consideró el equipamiento para la creación de veinte consultorios; uno de ellos se destinó a la investigación, dos más para optometría pediátrica y uno de consulta para lentes de contacto. También se planificó la implementación de las áreas de óptica y profundización.

2.1.2 PLANIFICACIÓN

A través de la colaboración con personal de la Dirección de Telecomunicaciones de la DGTIC, se realizó la revisión de los requerimientos para el desarrollo del proyecto, con relación a la cantidad de nodos (Voz/Datos, CCTV y AP) que debían contemplarse en las distintas áreas del edificio. Del mismo modo, se realizaron planos, estudios de cobertura con software de simulación para la red inalámbrica local y se brindaron recomendaciones para promover buenas prácticas en el desarrollo del proyecto.

Como parte de la planificación del cableado estructurado, se analizó la infraestructura física existente, la ruta del cableado más adecuado, los equipos (marcas / modelos) en funcionamiento, la distribución correcta de los nodos y la distancia entre los puntos de conexión.

Como parte de las consideraciones para el despliegue de la red inalámbrica, se consideró la tecnología ya instalada en la institución. Lo anterior, con la finalidad de asegurar la compatibilidad y eficiencia en la integración de los nuevos dispositivos. Por ejemplo, la marca y modelos de los AP, la integración a la controladora (*dashboard*) y el licenciamiento necesario. Además, se planificó la distribución de los AP considerando factores como el tamaño de los espacios, la cantidad de usuarios a conectarse y la necesidad de minimizar interferencias, lo que permitiría ofrecer una experiencia de conexión fluida y confiable que apoye al profesorado, alumnado y pacientes.

Para la planificación del CCTV, se realizó una revisión detallada de las marcas y modelos de las cámaras instaladas previamente en la ENES, así como de la capacidad del NVR, siendo este dispositivo el responsable de almacenar y gestionar el video capturado por las cámaras de seguridad IP. Este análisis fue crucial para garantizar que el NVR pudiera soportar la cantidad de cámaras, almacenamiento y resolución de video configurada, asegurando así un funcionamiento óptimo del sistema.

Además del sistema CCTV, se abordó la infraestructura de telefonía, considerando equipos IP compatibles con el *Cisco Unified Communications Manager* (CUCM por sus siglas en inglés) que es la plataforma que permite gestionar y controlar las llamadas dentro de la red de la universidad, lo que permite asegurar la integración y operatividad del sistema telefónico con el resto de la infraestructura tecnológica.

2.1.3 EJECUCIÓN

Una vez realizado el cableado y las pruebas de transmisión de datos, se procedió con la instalación y configuración de los *switches* suministrados. Para esto, se analizó la segmentación existente en la institución, la cual, por motivos de seguridad, está organizada mediante VLAN. Este enfoque permite aislar diferentes tipos de tráfico, mejorar la seguridad y garantizar un acceso controlado. Asimismo, se configuró cada puerto del *switch* asignándole la VLAN correspondiente a su servicio CCTV, VoIP, datos y AP (ver Figura 5).

Figura 5

Configuración de VLAN en switches

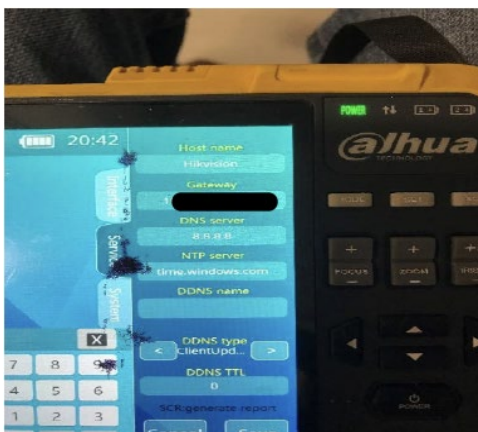
```

<<Enlace F.O P1_MD connected trunk full 10G SFP-10GBase-SR
<<AP_PB>> connected 25 a-full a-1000 10/100/1000BaseTX
<<AP_PB>> connected 25 a-full a-1000 10/100/1000BaseTX
<<AP_PB>> connected 25 a-full a-1000 10/100/1000BaseTX
<<AP_PB>> connected 25 a-full a-1000 10/100/1000BaseTX
<<AP_PB>> connected 25 a-full a-1000 10/100/1000BaseTX
<<ptos_CCTV>> connected 67 a-full a-100 10/100/1000BaseTX
<<ptos_CCTV>> connected 67 a-full a-1000 10/100/1000BaseTX
<<ptos_CCTV>> connected 67 a-full a-100 10/100/1000BaseTX
<<ptos_CCTV>> connected 67 a-full a-100 10/100/1000BaseTX
<<ptos_CCTV>> connected 67 a-full a-1000 10/100/1000BaseTX
  
```

Para las cámaras de seguridad IP instaladas en el edificio de Optometría, se asignó una VLAN específica y se realizó una configuración detallada de cada dispositivo. A cada cámara, se le asignó una dirección IP única, y se configuró el *gateway* correspondiente para garantizar su correcta integración a la red (ver Figura 6). Además, se configuró el *Network Time Protocol* (NTP por sus siglas en inglés) en cada cámara para sincronizar la hora de forma precisa y asegurar así la uniformidad en los registros de video.

Figura 6

Validación de cámara IP



Una vez configurados los puertos de los *switches*, se procedió a integrar el sistema de telefonía (ver Figura 7). Lo anterior requirió la configuración de la salida a Internet y la incorporación de los DNS correspondientes en la tarjeta de red del servidor CUCM. Este paso fue fundamental para localizar los servidores del fabricante y llevar a cabo la validación requerida. La activación permitió gestionar el servidor de telefonía durante un período de 90 días, tiempo en el cual se realizaron las configuraciones necesarias, dado que actualmente no se cuenta con el licenciamiento requerido para la incorporación de nuevos dispositivos.

Figura 7

Integración de la telefonía en el CUCM

Phone	Device Name(Line)	Description	Device Pool	Extension	Partition	Device Protocol	Status	Last Registered	Last Active	Unified CM	IPv4 Address	Copy	Super Copy
7821	SEPAC2AA1E4B44E(1)	Optometría 11	ENES_LEON	43522	ENES_INTERNA_PT	SIP	None	Never			None		
7821	SEPAC2AA1E4B46(1)	Optometría 12	ENES_LEON	43523	ENES_INTERNA_PT	SIP	None	Never			None		
7821	SEPAC2AA1E4B494(1)	Optometría 13	ENES_LEON	43524	ENES_INTERNA_PT	SIP	None	Never			None		
7821	SEPAC2AA1E4B473(1)	Optometría 14	ENES_LEON	43525	ENES_INTERNA_PT	SIP	None	Never			None		
7821	SEPAC2AA1E4A256(1)	Optometría 15	ENES_LEON	43526	ENES_INTERNA_PT	SIP	None	Never			None		

Asimismo, se instalaron los AP en la planta baja del edificio, lo que permitió establecer una red inalámbrica para el profesorado, alumnado, personal administrativo y pacientes de la clínica. Los dispositivos fueron integrados en la red existente a través del *dashboard*, configurándose con los *Service Set Identifier* (SSID, por sus siglas en inglés) y las políticas de seguridad previamente definidas y funcionales de la ENES León. Es importante mencionar que estos equipos pueden alcanzar velocidades de 1 Gbps (1000 Mbit) y configuraciones de dúplex completo como se muestra en la Figura 8, lo que permite que el dispositivo pueda enviar y recibir datos simultáneamente a través del puerto. Además, en la Figura 9, se muestra una métrica que ayuda a monitorear el tráfico de datos de uno de los dispositivos.

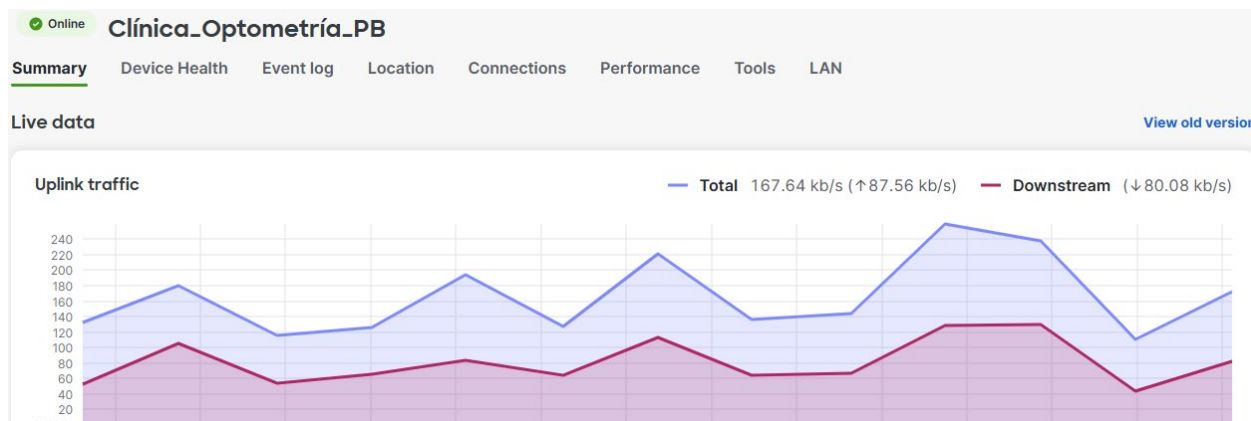
Figura 8

Integración de los Access Point (AP) al dashboard

✓	Clínica_Optometría_PB	1000 Mbit, full duplex
✓	Clínica_Optometría_PB2	1000 Mbit, full duplex
✓	Clínica_Optometría_PB3	1000 Mbit, full duplex
✓	Clínica_Optometría_PB4	1000 Mbit, full duplex
✓	Clínica_Optometría_PB6	1000 Mbit, full duplex
✓	Clínica_Otpmetria_PB7	1000 Mbit, full duplex
✓	Clínica_Otpometria_PB5	1000 Mbit, full duplex

Figura 9

Uplink Traffic de un Access Point (AP)



Como parte del seguimiento, se verificaron los avances referentes a la construcción y equipamiento del edificio de Optometría mediante minutas, validaciones y recorridos en sitio; queda pendiente la finalización de la obra del segundo nivel, así como la instalación de la infraestructura de red inalámbrica y la telefonía IP. Actualmente se realizan las gestiones correspondientes para que los trabajos de instalaciones se lleven a cabo de manera correcta y completa, garantizando que el nuevo espacio cumpla con las características requeridas para ofrecer una atención clínica y educación de alta calidad.

La validación de los servicios del Circuito Cerrado de Televisión, se realizó midiendo la conectividad y respuesta por medio de la interfaz de línea de comandos, ejecutando "ping", que es la utilidad de diagnóstico para medir la latencia de respuesta y conexión, lo cual indica si la cámara se encuentra en línea y disponible, además de medir la correcta conectividad al NVR. Del mismo modo, se verificó la visualización en tiempo real, la grabación y reproducción de video.

En los servicios de la telefonía IP, se corroboró la correcta configuración e integración al CUCM de los dispositivos, la conectividad entre extensiones y la capacidad de recibir llamadas tanto internas como externas, mediante la interfaz gráfica (ver Figura 7).

Referente a los servicios de red inalámbrica, se validó la cobertura, la intensidad de la señal, la integración al *dashboard* y el licenciamiento adecuado de los nuevos dispositivos. Además, se verificó la velocidad en los diferentes SSID que funcionan en la institución, como son: red RIU, eduroam, PC Puma ENES León y PC Puma Académicos.

Para la red alámbrica, se revisó cada nodo de red, la velocidad tanto de carga como de descarga y la correcta configuración de VLAN en el switch.

Finalmente, para realizar las pruebas o validaciones de los servicios tecnológicos, se utilizaron herramientas y plataformas especializadas que permiten evaluar tanto la instalación física como el correcto funcionamiento y desempeño de cada servicio, además de utilizar el protocolo TCP/IP como base para la transmisión de datos entre los diferentes dispositivos.

2.1.4 CIERRE

La empresa líder en productos y servicios de infraestructura para redes de datos y aplicaciones de energía eléctrica, Panduit, emitió el certificado de garantía de cableado estructurado, asegurando el cumplimiento de la norma EIA-TIA 568-B (*Electronic Industry Association y Telecommunication Industry Association*), véase Anexo A Certificación del cableado estructurado.

La funcionalidad de los equipos instalados, incluyendo los especializados, fue validada por el personal responsable de la CSV, quienes realizaron el proceso correspondiente de revisión y pruebas. Este procedimiento garantiza que los pacientes reciban un servicio confiable y efectivo en su atención visual y que el alumnado pueda llevar a cabo su práctica clínica en un ambiente funcional y eficaz

3. RESULTADOS

Los resultados se muestran en correspondencia directa con los objetivos y la metodología aplicada, lo que permite validar el cumplimiento de los procesos técnicos implementados.

La instalación y configuración de la infraestructura especializada se llevó a cabo en conjunto con el personal de soporte técnico de la marca de los equipos especializados que se ilustran en las Figuras 10, 11 y 12, los cuales fueron validados mediante la realización de pruebas por parte del equipo de tecnologías, el profesorado y responsables de la Clínica de Optometría.

A continuación, se presentan imágenes de la implementación de los servicios tecnológicos y digitales necesarios para el buen funcionamiento de la clínica.

Figura 10

Consultorio equipado de la Clínica de Optometría. A la derecha de la imagen, se observa el sillón y a un costado la lámpara de hendidura



Figura 11

Equipo especializado Oculus Pentacam

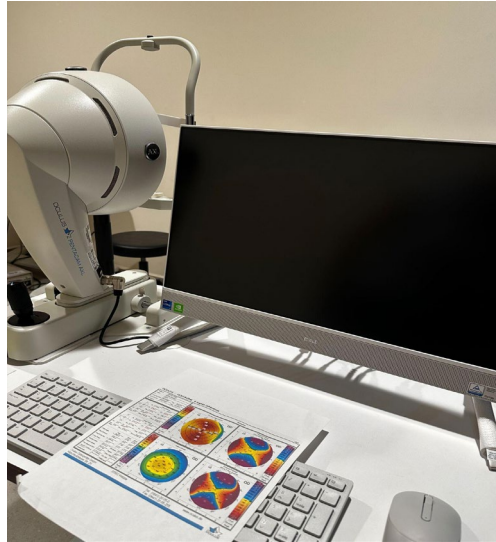


Figura 12

Equipo de retinografía Clarus 500



La infraestructura instalada impacta en la atención visual y formación profesional. En abril de 2024, la licenciatura en Optometría obtuvo la acreditación por un período de cinco años, otorgada por los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, un organismo dedicado al aseguramiento de la calidad en programas de estudio. El informe final destacó la pertinencia de la licenciatura para atender las necesidades de la región central de México, así como su infraestructura óptima y el equipamiento de vanguardia para la práctica clínica.

4. CONCLUSIONES

La implementación de la infraestructura tecnológica especializada para la Clínica de Optometría Salud Visual permitió atender las necesidades de conectividad, integración de equipos clínicos y operación de sistemas tanto de videovigilancia como de telefonía IP; se cumplieron los objetivos de diseño y funcionalidad planteados en la etapa de planificación.

El uso del enfoque metodológico PMBOK facilitó la organización del proyecto en fases estructuradas, lo que garantizó una ejecución eficiente, ordenada y alineada a las buenas prácticas institucionales. La solución tecnológica permitió integrar servicios de red de forma escalable, eficiente y con bajo riesgo de interferencias entre servicios clínicos, administrativos y de seguridad.

Se demostró también que, a través de una planificación precisa y la colaboración interdepartamental, es posible habilitar entornos clínicos de alta tecnología en universidades públicas con recursos limitados.

4.1 RECOMENDACIONES

Para la conexión de la fibra óptica del edificio, fue crucial verificar la compatibilidad de los equipos existentes, ya que el dispositivo principal de telecomunicaciones (*Core*), cuenta con más de diez años en operación, por lo que carece de garantía y contrato de soporte de Cisco (*Smartnet*). Por ello, fue necesario realizar una búsqueda del módulo de transceptor óptico adecuado y compatible, capaz de transmitir datos a través de fibra óptica con alta capacidad de transferencia y alcance a largas distancias. En este contexto, se recomienda evaluar de manera regular las características, limitaciones y capacidades de los equipos de telecomunicaciones instalados en las instituciones, con el fin de asegurar una conexión efectiva en proyectos orientados al fortalecimiento o renovación de la infraestructura tecnológica.

Asimismo, se recomienda contar con el licenciamiento vigente y soporte por parte del fabricante que permita contar con todas las funcionalidades adecuadas para el CUCM, lo cual no solamente permite acceder a todas las características del sistema de telefonía, sino que también garantiza la escalabilidad necesaria para integrar nuevos equipos a medida que crecen las necesidades de la institución.

Se recomienda también verificar las características técnicas y físicas de los equipos especializados de gran volumen, con la finalidad de distribuir de manera efectiva los espacios y conexiones necesarias. Asimismo, es necesario evaluar periódicamente la compatibilidad y renovar el licenciamiento de hardware y software, para evitar obsolescencias tecnológicas. Del mismo modo, se recomienda replicar el modelo metodológico de implementación en otras clínicas universitarias, adaptándolo a las necesidades específicas del entorno.

Finalmente, se recomienda establecer un plan de mantenimiento preventivo para asegurar la continuidad operativa de los sistemas instalados.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Laura Susana Acosta Torres, Directora de la ENES León, a la Dra. Ma. Concepción Arenas Arrocena, Secretaria General, al Mtro. Salvador Andrade Ortiz, Secretario Académico y a la Mtra. Ana Laura Martínez, responsable de la licenciatura en Optometría; al Dr. Javier de la Fuente Hernández, primer Director y Fundador de la ENES León y actual titular de la Unidad de Extensión en San Miguel de Allende, por su

impulso para la creación de un espacio educativo innovador para el alumnado y fortalecer la salud visual de la población en la región y en México.

REFERENCIAS

- Bromberg, A. (2009). *Historia de la Optometría en México*. CONACULTA. https://www.cultura.gob.mx/turismocultural/destino_mes/guanajuato/informacion_general.html
- Collins, M. E., Wolf, B., Guo, X., Shakarchi, A. F., Madden, N. A., Repka, M. X., Friedman, D. S., & Neitzel, A. J. (2021). Effect of a randomized interventional school-based vision program on academic performance of students in grades 3 to 7: A cluster randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmology*, 139(10), 1104–1114. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2021.3544>
- Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. (2017). *Disposiciones en materia de instalaciones de telecomunicaciones*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández, M. (2023) Abre nueva clínica de Optometría Salud Visual - Gaceta UNAM. *Gaceta UNAM*. Recuperado de <https://www.gaceta.unam.mx/abre-nueva-clinica-de-optometria-salud-visual/>
- Hirsch, M. J., & Wick, R. E. (1968). *The Optometric Profession*. Chilton Book Company.
- Maples, W. C. (2003). Visual factors that significantly impact academic performance. *OPTOMETRY-ST LOUIS*-, 74(1), 35-49. PMID 12539891.
- Orlando, J. I. (2017). *Aprendizaje automático para asistencia al diagnóstico de enfermedades visuales basado en imágenes de fondo de ojo* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional del Litoral.
- Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide) – Seventh edition*. Project Management Institute.
- Sánchez Ruiz, D., Castilla Céspedes, M.; Ruiz Laza, A. (2020). Utilidad clínica de la tomografía de coherencia óptica (OCT) en el diagnóstico del deterioro cognitivo tipo Alzheimer. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/record/241515>
- Tripolone, M. C., Issolio, L., Silva, B., Filgueira, C. P., Pérez, D., & Barrionuevo, P. (2018). *Sensibilidad al contraste en pacientes con glaucoma temprano: efectos del nivel de iluminación y la excentricidad*. ANALES AFA (pp. 62-66).
- Valle Pérez, D. (2020). *Análisis de estrategias para campimetrías y propuestas alternativas basadas en estadística espacial y redes neuronales*. [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Autónoma de México.

ANEXO A

Certificación del cableado estructurado

