



Universidad Santo Tomás Seccional Tunja

Facultad de Ingeniería Electrónica

**Soporte documental del proceso de pasantía y
trazabilidad técnica del levantamiento,
validación y gestión de inventario de
infraestructura de seguridad electrónica**

Autor:

Juan Sebastián Rodríguez Avella

Tutor académico:

Ingeniero Edgar Andrés Gutiérrez Cáceres

Cotutora académica:

Ingeniera Angélica María Salazar

Tutor empresarial:

Nelson Enrique Losada

Empresa:

Enerxia.Nel

Tunja, Boyacá

Índice general

Exoneración de responsabilidad	7
Resumen	8
Abstract	9
Glosario y siglas	10
Anexos	12
1. ALCANCE DEL DOCUMENTO Y METODOLOGÍA DE TRABAJO	1
1.1. Propósito del documento	1
1.2. Alcance	2
1.3. Metodología de registro y validación	2
1.4. Criterios de trazabilidad técnica	3
2. CONTEXTO TÉCNICO DEL ENTORNO	4
2.1. Descripción general del entorno institucional	4
2.2. Componentes de la infraestructura técnica	5
2.3. Distribución funcional de la infraestructura de seguridad electrónica	5
2.4. Condiciones operativas para el levantamiento técnico	6
2.5. Fundamentación técnica del sistema de seguridad electrónica	7
3. LEVANTAMIENTO Y DEPURACIÓN DEL INVENTARIO TÉCNICO	9
3.1. Verificación técnica en campo	10
3.2. Validación y depuración de la información	11
3.3. Resultados del levantamiento técnico	13
3.4. Evidencias y soporte del proceso	13
3.5. Criterios técnicos de identificación y clasificación del inventario	14
4. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA, NORMALIZACIÓN Y EVIDENCIA DE ACTUALIZACIÓN	15

4.1. Normalización de planos	16
4.2. Actualización del inventario en Excel	17
4.3. Trazabilidad entre campo, planos e inventario	19
4.4. Control de versiones	20
4.5. Organización y referencia a anexos	21
5. Desarrollo del proyecto principal	24
5.1. Comprensión de la infraestructura y definición del problema	24
5.2. Levantamiento, validación y consolidación de la información como base del sistema	25
5.3. Diseño de la estructura lógica del sistema	26
5.4. Análisis técnico de la arquitectura de red de seguridad electrónica	29
5.4.1. Criterios de segmentación de red mediante VLAN	30
5.4.2. Cálculo de ancho de banda para cámaras y NVR	31
5.4.3. Estimación de almacenamiento requerido para grabación	32
5.4.4. Análisis de presupuesto de potencia PoE	34
5.4.5. Aporte del análisis técnico al sistema de inventario	35
5.5. Diseño de la base de datos y organización de la información	36
5.6. Diseño de la interfaz web y definición de perfiles de usuario	39
5.6.1. Arquitectura de procesamiento y flujo de información	47
5.7. Implementación en servidor y puesta en funcionamiento	48
5.8. Validación funcional, rendimiento y escalabilidad del sistema	50
5.9. Resultados funcionales, avances del desarrollo y entregables	52
6. Actividades operativas complementarias y módulo de gestión de talento humano	58
6.1. Actividades operativas complementarias	58
6.2. Incidencias y correctivos	66
6.3. Módulo de gestión de talento humano asociado a la operación de infraestructura	69
6.3.1. Funcionamiento del sistema	71
6.3.2. Lógica de cálculo de horas	72
6.3.3. Arquitectura del sistema	73
6.3.4. Módulo administrativo	74

6.3.5. Cálculo de nómina y prestaciones	75
6.4. Validación del sistema y resultados obtenidos	77
7. Conclusiones	80
7.1. Resultados y entregables del proyecto	81
7.2. Dificultades identificadas y estrategias de mitigación	83
7.3. Recomendaciones técnicas y operativas	85
7.4. Trabajo futuro y proyección de mejora	86
Referencias	88

Índice de figuras

3.1. Verificación inicial de la infraestructura de seguridad electrónica durante el levantamiento técnico.	10
3.2. Rack con elementos de cableado y distribución asociados a la infraestructura de seguridad electrónica.	11
3.3. Inspección directa sobre un gabinete o rack técnico durante el levantamiento del inventario.	11
3.4. Punto de infraestructura técnica con conexiones y equipos activos del sistema.	11
3.5. Evidencia del proceso de verificación técnica en campo y validación del inventario.	12
3.6. Evidencia complementaria del levantamiento y depuración del inventario técnico.	12
4.1. Representación del proceso de actualización del inventario técnico en Excel. .	18
5.1. Estructura lógica general del sistema de gestión del inventario.	29
5.2. Modelo relacional de la base de datos del sistema.	39
5.3. Interfaz de autenticación de la plataforma web de inventario.	42
5.4. Interfaz del rol administrador.	42
5.5. Interfaz del rol editor.	42
5.6. Interfaz del rol viewer.	42
5.7. Flujo técnico de desarrollo, carga de datos y validación funcional del sistema.	46
5.8. Entorno de administración del servicio de hosting utilizado para el despliegue de la plataforma.	50
5.9. Herramientas de gestión del servidor y de ejecución de aplicaciones en Python.	50
6.1. Instalación y ajuste de una cámara de videovigilancia en infraestructura interior.	64
6.2. Intervención técnica sobre el sistema de cerca eléctrica en un entorno exterior.	64
6.3. Revisión e intervención sobre un equipo de red tipo switch.	64
6.4. Trabajo realizado sobre la estructura perimetral y los conductores energizados del sistema.	64
6.5. Panel de control del sistema de cerca eléctrica y sus componentes electrónicos.	64
6.6. Cámara sin transmisión de video dentro del sistema de videovigilancia. . . .	68

6.7. Equipo NVR con varios canales sin visualización.	68
6.8. Cámara tipo domo sin su cubierta de protección.	68
6.9. Cámara tipo bala en estado deteriorado.	68
6.10. Dispositivo biométrico tipo huellero utilizado para el registro de asistencia del personal.	72
6.11. Interfaz de autenticación del sistema de control de asistencia.	73
6.12. Módulo de asistencia en tiempo real para supervisión del personal.	74
6.13. Interfaz de configuración de nómina del sistema de control de asistencia. . .	75
6.14. Módulo de cálculo de prestaciones sociales.	76

Índice de cuadros

5.1. Escenarios de estimación de ancho de banda por NVR	32
5.2. Estimación de almacenamiento para un NVR con 16 cámaras y grabación continua	33
5.3. Escenarios de utilización del presupuesto PoE de un switch de 120 W	35
5.4. Perfiles de usuario y alcance funcional del sistema	43
5.5. Arquitectura tecnológica de la interfaz web	44
5.6. Matriz de validación funcional de la plataforma de inventario	51
5.7. Criterios de rendimiento y escalabilidad considerados para la plataforma . .	52
5.8. Entregables principales del proyecto	56
6.1. Actividades operativas complementarias desarrolladas durante la pasantía . .	63
7.1. Indicadores de impacto del proyecto	83

Exoneración de responsabilidad

El presente documento corresponde a la relación de actividades elaborada con fines académicos como parte del proceso de documentación de grado y seguimiento de pasantía.

La información aquí consignada refleja actividades desarrolladas en campo, procesos de validación técnica, registros documentales, evidencias y avances asociados al período de ejecución indicado. Su contenido tiene como propósito evidenciar trazabilidad, metodología de trabajo, control de cambios y resultados obtenidos dentro del alcance definido para la práctica o pasantía.

Este documento no sustituye informes institucionales, diseños definitivos, especificaciones contractuales ni documentación oficial interna de la organización. La información presentada se limita al contexto académico y técnico del trabajo realizado por el autor, bajo acompañamiento de los tutores correspondientes.

En los casos en que se incluyan referencias a infraestructura, activos, sedes, equipos, planos, bases de datos, registros fotográficos, correos o actas, estos se presentan únicamente con fines de soporte técnico y académico. Cualquier información sensible, reservada o de uso interno deberá tratarse conforme a los lineamientos de confidencialidad aplicables y, de ser necesario, mediante anonimización parcial o total.

Las interpretaciones, análisis, organización documental y conclusiones aquí expuestas son responsabilidad del autor en el marco del ejercicio académico, y no comprometen de manera directa la posición oficial de la universidad ni de la entidad donde se desarrollan las actividades.

Firma del autor:

Juan Sebastián Rodríguez Avella

Fecha:

Resumen

El presente documento expone el desarrollo técnico y documental asociado al proceso de pasantía, centrado en el levantamiento, validación, organización y actualización del inventario de infraestructura de seguridad electrónica en diferentes sedes institucionales. En este contexto, se integran actividades de verificación en campo, revisión y depuración de información, actualización de registros técnicos, normalización de planos y consolidación de evidencias, con el propósito de construir una base de información más confiable, organizada y trazable para procesos de consulta, control y análisis.

De forma complementaria, la bitácora reúne otras actividades operativas y de soporte desarrolladas durante el mismo período, entre ellas la atención de incidencias, validaciones técnicas, seguimiento a sistemas relacionados y labores de apoyo sobre infraestructura tecnológica. Asimismo, se incorpora un módulo complementario de gestión de talento humano asociado a la operación y mantenimiento de la infraestructura, basado en control de asistencia biométrico. Este módulo se articula con el proyecto principal al complementar la gestión de activos tecnológicos con el seguimiento del personal relacionado con su supervisión, soporte y administración. En conjunto, el documento presenta una visión estructurada del trabajo realizado, destacando su enfoque metodológico, la trazabilidad técnica aplicada y los resultados obtenidos durante la pasantía.

Abstract

This document presents the technical and documentary development associated with the internship process, focused on the survey, validation, organization, and updating of the inventory of electronic security infrastructure across different institutional sites. In this context, it includes field verification activities, information review and correction, updating of technical records, plan standardization, and evidence consolidation, with the purpose of building a more reliable, organized, and traceable information base for consultation, control, and analysis processes.

Additionally, the logbook includes other operational and support activities carried out during the same period, including incident response, technical validations, follow-up of related systems, and infrastructure support tasks. It also incorporates a complementary human talent management module associated with infrastructure operation and maintenance, based on biometric attendance control. This module complements the main project by linking the management of technological assets with the monitoring of the personnel involved in their supervision, support, and administration. Overall, the document provides a structured view of the work performed, highlighting its methodological approach, the technical traceability applied, and the results obtained during the internship.

Glosario y siglas

CCTV	Circuito cerrado de televisión empleado para labores de vigilancia, supervisión y control mediante cámaras y sistemas de grabación.
NVR	Network Video Recorder. Equipo utilizado para la administración, grabación y consulta de video en sistemas de videovigilancia basados en red.
PoE	Power over Ethernet. Tecnología que permite transmitir energía eléctrica y datos a través de un mismo cable de red.
Rack	Estructura metálica diseñada para alojar, organizar y proteger equipos de telecomunicaciones, red y seguridad electrónica.
Patch Panel	Panel de conexión utilizado para la terminación, organización e interconexión del cableado estructurado dentro de un rack.
Switch	Dispositivo de red encargado de interconectar equipos dentro de una red local y gestionar el tráfico de datos entre ellos.
VLAN	Virtual Local Area Network. Segmentación lógica de una red que permite separar tráfico y administrar recursos de forma independiente dentro de una misma infraestructura física.
Dirección IP	Identificador lógico asignado a un dispositivo dentro de una red para permitir su comunicación.
Puerto de red	Interfaz física o lógica utilizada para la conexión y transmisión de datos entre dispositivos de red.
Cableado estructurado	Sistema organizado de cables, conectores, paneles y dispositivos que soporta la transmisión de voz, datos y otros servicios tecnológicos.
Infraestructura de seguridad electrónica	Conjunto de equipos, medios físicos, redes y componentes tecnológicos destinados a vigilancia, monitoreo, control de acceso y protección institucional.

Hosting	Servicio de alojamiento de aplicaciones, plataformas o recursos digitales en un servidor local o remoto, disponible para acceso a través de red.
Hosting en la nube	Infraestructura de alojamiento soportada en servicios remotos escalables, utilizada para desplegar aplicaciones, bases de datos o servicios web.
Base de datos relacional	Sistema de almacenamiento estructurado que organiza la información en tablas relacionadas entre sí mediante claves y reglas de integridad.
Java	Lenguaje de programación orientado a objetos, utilizado para el desarrollo de aplicaciones empresariales, sistemas web, servicios y componentes multiplataforma.
Python	Lenguaje de programación de alto nivel, empleado en automatización, procesamiento de datos, análisis, integración de sistemas y desarrollo de software.
HTML	HyperText Markup Language. Lenguaje de marcado utilizado para estructurar el contenido de interfaces y páginas web.
CSS	Cascading Style Sheets. Lenguaje de estilos utilizado para definir la presentación visual, diseño y formato de interfaces web.
Backend	Capa lógica y funcional de una aplicación, encargada del procesamiento de datos, reglas de negocio, autenticación, servicios y comunicación con la base de datos.

Anexos

Anexo A. Tabla de trazabilidad de evidencias

Anexo B. Versionado de planos

Anexo C. Versionado de archivos Excel

Capítulo 1

ALCANCE DEL DOCUMENTO Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

En este capítulo se define el alcance de la bitácora, su propósito dentro del proceso de documentación técnica y los criterios metodológicos empleados para el registro, organización, validación y seguimiento de la información. Su función es establecer la base sobre la cual se estructuran las actividades desarrolladas durante la pasantía, permitiendo comprender de qué manera se recopila, verifica y consolida la información técnica presentada en los capítulos posteriores.

Asimismo, se describen los lineamientos utilizados para mantener trazabilidad entre las actividades ejecutadas en campo, la documentación generada, las actualizaciones realizadas sobre planos y registros, y las evidencias asociadas a cada proceso. De esta forma, el capítulo proporciona el marco de referencia necesario para interpretar el contenido del documento desde una perspectiva técnica, organizada y coherente con el enfoque ingenieril del trabajo desarrollado.

1.1. Propósito del documento

El presente documento tiene como propósito consolidar de manera técnica y estructurada la información generada durante el desarrollo de las actividades asociadas al proceso de pasantía, permitiendo registrar, organizar, validar y presentar los avances, resultados y soportes derivados del trabajo ejecutado. Su elaboración responde a la necesidad de disponer de un instrumento documental que integre tanto las actividades desarrolladas en campo como los procesos de actualización, depuración y análisis de la información técnica relacionada con la infraestructura de seguridad electrónica.

Adicionalmente, esta bitácora busca servir como medio de trazabilidad y consulta para evidenciar la relación existente entre las observaciones realizadas en sitio, los registros técnicos elaborados, la documentación actualizada y las decisiones adoptadas durante el proceso de trabajo. En este sentido, cumple una función académica como soporte del proceso de grado y una función técnica al permitir interpretar de manera organizada el estado de la información, los criterios aplicados y la secuencia de actividades desarrolladas a lo largo del

período documentado.

1.2. Alcance

El presente documento comprende la organización y exposición de las actividades técnicas, operativas y documentales desarrolladas durante el período establecido, en relación con la infraestructura de seguridad electrónica de distintas sedes institucionales y con los procesos de soporte asociados a su revisión, actualización y control. Dentro de este alcance se integran actividades de verificación en campo, revisión de equipos e infraestructura, validación y depuración de información, actualización de registros técnicos, normalización de planos, organización de evidencias y seguimiento de situaciones operativas que afectan la continuidad o el estado funcional de los sistemas intervenidos.

Asimismo, el documento incluye el desarrollo del proyecto principal de grado, orientado al diseño de un sistema de gestión de inventario para infraestructura de seguridad electrónica con base de datos relacional y componentes de consulta y analítica, además del registro de actividades complementarias y de un módulo de gestión de talento humano asociado a la operación y mantenimiento de la infraestructura. En consecuencia, el contenido presentado reúne de manera articulada los procesos de levantamiento, validación, documentación, soporte técnico y gestión operativa ejecutados durante el período correspondiente, sin sustituir documentación institucional oficial, diseños definitivos ni informes de carácter contractual o administrativo.

1.3. Metodología de registro y validación

La metodología empleada para la construcción de la presente bitácora se fundamenta en un proceso sistemático de registro, verificación, organización y validación de la información obtenida durante el desarrollo de las actividades. Para ello, se adoptó una lógica de trabajo basada en la identificación de tareas ejecutadas, el reconocimiento de hallazgos técnicos, la consolidación de evidencias y la actualización de registros documentales conforme al avance de las intervenciones realizadas en campo y en oficina.

El registro de la información se desarrolló a partir de una estructura orientada a documentar el objetivo de cada actividad, las acciones ejecutadas, los resultados obtenidos, las evidencias asociadas y los aspectos pendientes o sujetos a seguimiento posterior. Posteriormente, dicha información fue contrastada con los elementos documentales disponibles, tales como planos, tablas de inventario, registros previos, observaciones técnicas y soportes

fotográficos, con el fin de verificar su consistencia y reducir discrepancias entre el estado documentado y las condiciones reales observadas.

1.4. Criterios de trazabilidad técnica

La trazabilidad técnica constituye un principio fundamental dentro del presente documento, en la medida en que permite relacionar cada actividad ejecutada con sus respectivos soportes, registros, hallazgos y resultados. Para ello, se establecieron criterios orientados a conservar correspondencia entre las observaciones realizadas en campo, la información consignada en los formatos de control, los datos organizados en los archivos de inventario y la representación técnica contenida en planos, evidencias y demás documentos de apoyo.

Este enfoque permite que la información no se entienda como un conjunto aislado de registros, sino como una estructura integrada susceptible de verificación y seguimiento. En este sentido, uno de los criterios principales consiste en mantener la relación entre los distintos componentes de la infraestructura y su representación documental, de modo que cada elemento identificado pueda asociarse con su ubicación, punto de conexión, estado, evidencia y registro correspondiente.

De manera complementaria, se aplican criterios de consistencia sobre nomenclatura, identificación, ubicación y relación funcional, con el propósito de asegurar coherencia entre la información levantada en campo, los archivos técnicos actualizados y la documentación consolidada. Así, la trazabilidad se asume como la capacidad de seguir la información desde su origen hasta su validación y registro final, respaldando técnicamente cada corrección, actualización o decisión desarrollada durante el proceso.

El desarrollo de este capítulo permitió establecer una base técnica más confiable del inventario de infraestructura de seguridad electrónica, a partir de la verificación en campo, la validación cruzada de la información y la depuración de inconsistencias documentales. La revisión detallada de equipos, ubicaciones y relaciones funcionales, junto con la recopilación de evidencias y la aplicación de criterios de identificación y clasificación, fortaleció la correspondencia entre la infraestructura observada y los registros técnicos existentes. En este sentido, el levantamiento no se limitó a una actividad de inspección, sino que constituyó una fase de consolidación técnica orientada a mejorar la calidad de la información y a preparar una base documental más consistente para los procesos posteriores de normalización, trazabilidad y desarrollo del sistema de gestión del inventario.

Capítulo 2

CONTEXTO TÉCNICO DEL ENTORNO

En este capítulo se presenta el contexto técnico general dentro del cual se desarrollan las actividades documentadas, con el fin de establecer una comprensión clara del entorno de trabajo, de la infraestructura intervenida y de las condiciones operativas que influyen sobre el desarrollo de las labores técnicas y documentales. Su inclusión permite ubicar el alcance real de las actividades ejecutadas y comprender la interacción existente entre los distintos componentes físicos, tecnológicos y humanos que forman parte del sistema de seguridad electrónica a nivel institucional.

Asimismo, este capítulo permite identificar las características generales de la infraestructura, la distribución de los elementos que la componen y la articulación entre las áreas o actores que intervienen en su operación, mantenimiento, actualización y validación. De esta manera, se establece una base de referencia para interpretar adecuadamente los procesos de levantamiento, revisión, depuración, documentación y soporte técnico desarrollados en los capítulos posteriores.

2.1. Descripción general del entorno institucional

El entorno institucional sobre el cual se desarrollan las actividades descritas en la presente bitácora está conformado por distintas sedes con características operativas, físicas y técnicas particulares, lo que implica condiciones variables en cuanto a distribución de espacios, organización de infraestructura, cobertura de sistemas y requerimientos de soporte. Esta diversidad obliga a que los procesos de revisión, validación y documentación técnica se aborden con criterios de adaptación al contexto específico de cada sede, manteniendo al mismo tiempo lineamientos unificados de organización y trazabilidad de la información.

Desde el punto de vista funcional, las sedes institucionales constituyen espacios en los que convergen necesidades de vigilancia, monitoreo, conectividad, control y continuidad operativa, razón por la cual la infraestructura de seguridad electrónica adquiere un papel relevante dentro de las dinámicas de soporte y gestión técnica. En este sentido, las actividades desarrolladas no se limitan a la observación aislada de equipos o registros, sino que se enmarcan en un sistema distribuido que requiere revisión permanente, articulación documental y validación progresiva de la información disponible.

2.2. Componentes de la infraestructura técnica

La infraestructura técnica considerada dentro del presente documento está compuesta por un conjunto de elementos físicos, electrónicos, de red y de soporte documental que, de manera integrada, permiten el funcionamiento y control de los sistemas de seguridad electrónica. Entre estos componentes se encuentran los sistemas de videovigilancia, los dispositivos asociados al almacenamiento y consulta de video, la red física y lógica de soporte, los puntos de interconexión, la distribución de cableado, los equipos instalados en rack y los registros documentales utilizados para su identificación, control y actualización.

De igual manera, la infraestructura incluye elementos relacionados con control de acceso y otros sistemas complementarios que, aunque no constituyen en todos los casos el foco principal del trabajo desarrollado, sí forman parte del entorno técnico que condiciona las labores de revisión, soporte e intervención. La relación entre estos componentes demanda un tratamiento organizado de la información, dado que cada equipo, conexión, punto o registro debe poder asociarse con una ubicación, una función específica y una representación técnica o documental que permita su consulta, verificación y seguimiento.

2.3. Distribución funcional de la infraestructura de seguridad electrónica

La infraestructura de seguridad electrónica observada durante la pasantía presenta una distribución funcional que responde tanto a las condiciones físicas de cada sede como a las necesidades operativas de vigilancia, monitoreo y soporte institucional. En términos generales, los dispositivos de videovigilancia se encuentran dispuestos en accesos, corredores, zonas comunes, áreas de circulación y puntos estratégicos definidos según criterios de cobertura y supervisión. Esta distribución no obedece únicamente a una lógica de instalación física, sino también a requerimientos de operación, control y consulta que condicionan la organización del sistema dentro de cada sede.

De manera complementaria, los equipos de grabación, conectividad y distribución se ubican en espacios técnicos tales como racks, gabinetes o cuartos de comunicaciones, desde donde se articula la operación del sistema. En estos puntos convergen elementos como NVR, switches, patch panels, fuentes de alimentación y cableado estructurado, cuya relación funcional resulta indispensable para comprender la arquitectura general de la infraestructura. Por esta razón, el análisis del entorno técnico no solo requiere identificar la existencia de equipos finales, sino también reconocer cómo se integran dentro de una estructura distribuida

de red, almacenamiento y soporte físico.

Esta distribución funcional adquiere especial relevancia dentro del proceso de levantamiento, ya que permite establecer relaciones entre ubicación, tipo de equipo, punto de conexión y representación documental. En consecuencia, comprender cómo se organiza la infraestructura dentro de cada sede constituye un elemento previo necesario para la validación del inventario, la actualización de planos y la estructuración del sistema de gestión desarrollado como proyecto principal.

2.4. Condiciones operativas para el levantamiento técnico

El desarrollo del levantamiento técnico estuvo condicionado por diferentes factores operativos propios del entorno institucional y de las características de la infraestructura intervenida. Entre estos factores se encuentran el acceso a áreas restringidas, la disponibilidad de personal de apoyo, la necesidad de ingreso a cuartos técnicos, la coordinación con responsables de sede y las condiciones físicas de los espacios donde se encontraban instalados los equipos. Estas variables influyeron directamente en la forma en que se planificaron y ejecutaron las actividades de verificación en campo.

Adicionalmente, el proceso de revisión no siempre se desarrolló sobre escenarios completamente estandarizados, dado que las sedes presentaban diferencias en distribución, estado de organización de los equipos, disponibilidad de documentación previa y facilidad de acceso a puntos de conexión o elementos instalados. Esta situación hizo necesario adaptar el proceso de levantamiento a las condiciones particulares de cada entorno, manteniendo al mismo tiempo criterios homogéneos de observación, registro y validación técnica.

Desde una perspectiva metodológica, reconocer estas condiciones operativas resulta importante porque permite contextualizar el alcance real de las actividades desarrolladas y entender que la verificación técnica no dependió únicamente del conocimiento de la infraestructura, sino también de las posibilidades efectivas de acceso, observación y contraste documental disponibles en cada sede. En este sentido, el entorno operativo formó parte activa del proceso de levantamiento y condicionó, en cierta medida, la dinámica de validación y actualización del inventario técnico.

2.5. Fundamentación técnica del sistema de seguridad electrónica

Para fortalecer el análisis ingenieril del proyecto, la infraestructura de seguridad electrónica se entiende como un sistema integrado compuesto por tres capas principales: la capa física, la capa lógica de red y la capa de gestión de información. La capa física agrupa cámaras, cableado estructurado, racks, switches, NVR, fuentes de alimentación y elementos de interconexión. La capa lógica comprende direccionamiento IP, segmentación de red, comunicación entre dispositivos y control de tráfico. Finalmente, la capa de gestión de información corresponde a la base de datos, la interfaz web, los perfiles de usuario y los mecanismos de consulta y actualización del inventario.

Esta separación por capas permite analizar el problema más allá de la existencia de equipos instalados. Desde el punto de vista de ingeniería electrónica, una cámara no representa únicamente un dispositivo físico, sino un punto de consumo eléctrico, generación de tráfico, transmisión de video, dependencia de red, asociación con un grabador y registro documental dentro del inventario. Por esta razón, la gestión técnica del sistema requiere relacionar variables como ubicación, dirección IP, puerto físico, NVR asociado, estado operativo, evidencia y observaciones de campo.

La arquitectura de red resulta determinante en este tipo de sistemas porque las cámaras IP generan tráfico continuo y requieren condiciones estables de conectividad. En consecuencia, la segmentación mediante VLAN, el control del ancho de banda, la disponibilidad de puertos, el presupuesto PoE y la capacidad de almacenamiento de los NVR son criterios que influyen directamente en la continuidad del servicio. Estos elementos fueron considerados dentro del proyecto como variables de análisis para que el inventario no funcionara únicamente como una lista de activos, sino como una base técnica que permitiera interpretar relaciones de operación, capacidad y mantenimiento.

Desde el componente informático, el uso de una base de datos relacional se justifica porque la información del inventario presenta dependencias claras entre sedes, pisos, racks, switches, NVR, cámaras y usuarios. Un modelo relacional permite representar esas dependencias mediante claves primarias y foráneas, evitando duplicidad de información y facilitando consultas estructuradas. De esta manera, la plataforma desarrollada articula el componente físico de la infraestructura con un modelo digital organizado, lo cual fortalece la trazabilidad, la consulta técnica y la toma de decisiones sobre mantenimiento o ampliación del sistema.

En este sentido, el proyecto se fundamenta en una lógica de integración entre infraestructura electrónica, redes de datos y sistemas de información. La solución propuesta no se

limita a documentar lo observado en campo, sino que organiza la información bajo criterios técnicos que permiten evaluar disponibilidad, dependencia entre equipos, capacidad de crecimiento y control de cambios. Esta fundamentación permite dar mayor soporte al alcance ingenieril del trabajo realizado durante la pasantía.

Capítulo 3

LEVANTAMIENTO Y DEPURACIÓN DEL INVENTARIO TÉCNICO

En este capítulo se presenta el proceso de levantamiento y depuración de la información técnica asociada a la infraestructura de seguridad electrónica, desarrollado como parte de las actividades de verificación, validación y actualización del inventario institucional. Su propósito es exponer la forma en que se realizó la revisión de los elementos instalados en campo, la identificación de inconsistencias existentes en los registros disponibles y la consolidación progresiva de información confiable para efectos de control, consulta y trazabilidad.

El desarrollo de este proceso implicó no solo la observación física de equipos, conexiones y ubicaciones, sino también la comparación entre el estado real de la infraestructura y la información contenida en documentos, tablas de inventario, planos y registros previos. En consecuencia, el levantamiento técnico se asumió como una actividad fundamental para reducir diferencias entre la documentación existente y las condiciones efectivamente encontradas en sitio, fortaleciendo así la calidad y consistencia de la información utilizada en los procesos posteriores de organización, normalización y gestión.

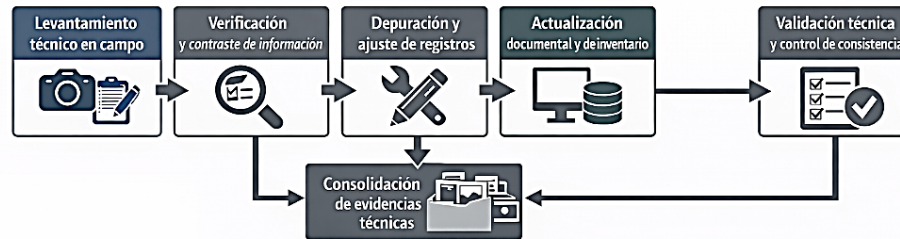


Figura 1. Esquema metodológico general de registro y validación de información técnica.

Figura 3.1: Verificación inicial de la infraestructura de seguridad electrónica durante el levantamiento técnico.

3.1. Verificación técnica en campo

La verificación técnica en campo constituyó una de las actividades centrales dentro del proceso de levantamiento del inventario, debido a que permitió comprobar directamente el estado, ubicación e identificación de los distintos componentes que integran la infraestructura de seguridad electrónica. Esta labor se desarrolló mediante recorridos técnicos en las sedes intervenidas, revisión de puntos instalados, inspección de equipos asociados a videovigilancia y observación detallada de elementos de conectividad y distribución presentes en racks y zonas de operación.

A través de esta verificación fue posible reconocer condiciones reales de instalación, validar relaciones entre equipos y puntos de conexión, e identificar diferencias entre lo observado en sitio y lo registrado en la documentación existente. De esta manera, la revisión en campo no se limitó a una comprobación visual, sino que se convirtió en una actividad de contraste técnico orientada a sustentar la actualización del inventario y a fortalecer la trazabilidad entre infraestructura física, registros documentales y evidencias recopiladas durante el proceso.



Figura 3.2: Rack con elementos de cableado y distribución asociados a la infraestructura de seguridad electrónica.



Figura 3.3: Inspección directa sobre un gabinete o rack técnico durante el levantamiento del inventario.



Figura 3.4: Punto de infraestructura técnica con conexiones y equipos activos del sistema.

3.2. Validación y depuración de la información

Una vez obtenida la información en campo, se procedió a su validación y depuración mediante comparación con los registros técnicos disponibles, con el objetivo de identificar inconsistencias, omisiones, duplicidades o diferencias de nomenclatura que afectaran la confiabilidad del inventario. Este proceso incluyó revisión cruzada entre observaciones directas, tablas de control, archivos de inventario, planos técnicos y evidencias fotográficas, procurando establecer correspondencia entre la información documentada y la realidad operativa de la infraestructura revisada.

La depuración de la información permitió corregir registros desactualizados, completar datos faltantes, ajustar identificaciones y fortalecer la relación entre equipos, ubicaciones y puntos de conexión. En términos técnicos, esta etapa resultó esencial para transformar un conjunto disperso o parcialmente inconsistente de datos en una base de información más organizada, coherente y útil para procesos posteriores de análisis, documentación, control y diseño del sistema de gestión de inventario propuesto como proyecto principal de grado.

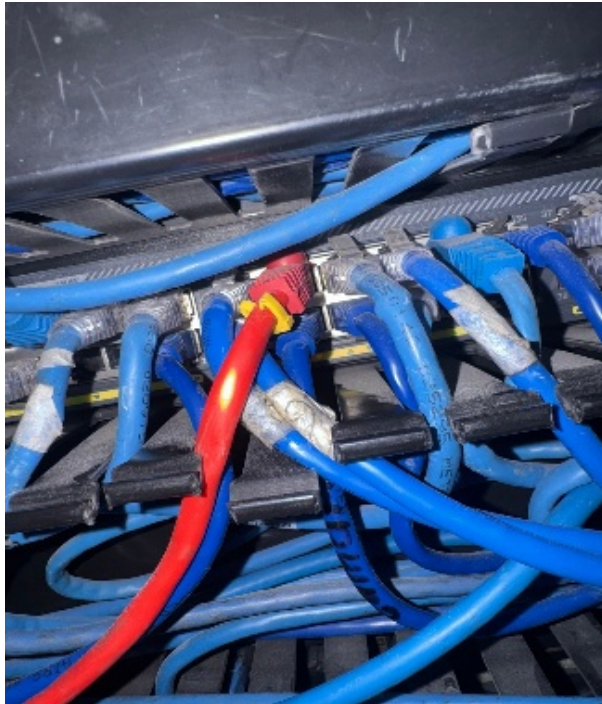


Figura 3.5: Evidencia del proceso de verificación técnica en campo y validación del inventario.

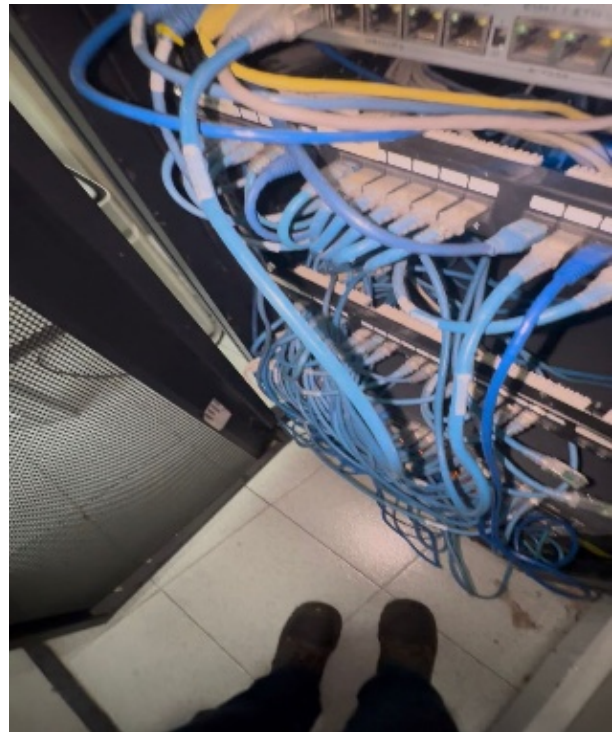


Figura 3.6: Evidencia complementaria del levantamiento y depuración del inventario técnico.

La imagen presentada corresponde a una evidencia del proceso de verificación técnica en campo, en la cual se observa parte de la infraestructura de seguridad electrónica revisada durante el levantamiento. Su propósito dentro de la bitácora es respaldar visualmente la identificación de equipos, puntos de conexión, elementos instalados en rack o dispositivos asociados al sistema, permitiendo demostrar que la información registrada en el inventario fue contrastada con las condiciones reales encontradas en sitio. De esta manera, la imagen funciona como soporte del proceso de validación y como referencia para la trazabilidad entre observación física, registro documental y posterior actualización técnica.

La segunda imagen se incorpora como evidencia complementaria del proceso de levantamiento y depuración del inventario técnico, ya que permite ilustrar hallazgos, condiciones de instalación o relaciones funcionales entre los componentes observados. Su inclusión en el documento aporta sustento visual a las actividades desarrolladas, facilitando la interpretación de las verificaciones realizadas y fortaleciendo la confiabilidad de la información consolidada. En este sentido, la imagen no solo cumple una función ilustrativa, sino que también sirve como medio de respaldo para los ajustes, validaciones y decisiones técnicas efectuadas durante el proceso.

3.3. Resultados del levantamiento técnico

Como resultado del proceso de levantamiento y depuración, se logró consolidar información más precisa sobre el estado y la distribución de los elementos que componen la infraestructura de seguridad electrónica en las sedes revisadas. Entre los principales resultados obtenidos se encuentran la confirmación de puntos y equipos existentes, la identificación de inconsistencias entre campo y registro documental, la corrección de datos técnicos, la actualización de relaciones entre componentes y la definición de criterios más uniformes para la identificación y organización de la información.

Adicionalmente, este proceso permitió reconocer pendientes técnicos, registrar observaciones relevantes para futuras intervenciones y establecer una base de referencia más sólida para la actualización de planos, tablas de inventario y demás documentos asociados. En este sentido, los resultados del levantamiento no se reducen a una simple recopilación de datos, sino que representan un avance en la estructuración y confiabilidad del inventario técnico, facilitando su uso tanto en labores operativas como en procesos de análisis y desarrollo del proyecto principal.

3.4. Evidencias y soporte del proceso

El proceso de levantamiento técnico estuvo acompañado por la recopilación de evidencias y soportes documentales que permiten respaldar las actividades ejecutadas y los hallazgos identificados durante la revisión. Estas evidencias incluyen registros fotográficos, notas técnicas, observaciones de campo, verificaciones sobre equipos y conexiones, así como referencias cruzadas con planos, inventarios y formatos de control. Su función principal es servir como respaldo objetivo de la información consolidada y como medio de consulta frente a correcciones, actualizaciones o validaciones posteriores.

La inclusión de estos soportes fortalece la transparencia del proceso documentado y permite demostrar que la información incorporada en el inventario técnico no proviene únicamente de registros previos, sino también de un ejercicio de verificación y validación realizado directamente sobre la infraestructura intervenida. Por esta razón, las evidencias asociadas al levantamiento constituyen un componente esencial dentro del enfoque metodológico del documento, al aportar sustento técnico a los ajustes, observaciones y decisiones desarrolladas a lo largo del proceso.

3.5. Criterios técnicos de identificación y clasificación del inventario

Con el fin de mantener uniformidad en el proceso de levantamiento y depuración, fue necesario establecer criterios técnicos de identificación y clasificación para los elementos que componen el inventario de infraestructura de seguridad electrónica. Estos criterios permitieron organizar la información obtenida en campo bajo una lógica homogénea, facilitando su comparación con los registros existentes y su posterior incorporación a los archivos de control y documentación técnica.

Entre los criterios considerados se incluyeron la identificación del tipo de equipo, su ubicación física, la relación con puntos de conexión, la correspondencia con elementos instalados en rack, la asociación con registros previos y el estado general de consistencia de la información encontrada. Asimismo, se definieron condiciones para reconocer registros completos, registros con observaciones, elementos pendientes de validación y casos que requerían corrección documental o revisión adicional. Este enfoque permitió que el proceso de depuración no dependiera únicamente de observaciones aisladas, sino de parámetros técnicos aplicados de manera uniforme sobre el conjunto de la infraestructura revisada.

En conclusión, el proceso de levantamiento y depuración del inventario técnico permitió obtener una visión más precisa, organizada y confiable de la infraestructura de seguridad electrónica intervenida, al establecer correspondencia entre las condiciones reales observadas en campo y la información contenida en los registros documentales existentes. La verificación técnica, la validación cruzada de datos, la depuración de inconsistencias y la definición de criterios de identificación y clasificación fortalecieron la calidad del inventario y mejoraron su utilidad para labores de control, consulta y actualización. Asimismo, la recopilación de evidencias y soportes técnicos aportó respaldo metodológico al proceso, permitiendo sustentar los ajustes realizados y consolidar una base de información más coherente para las etapas posteriores de normalización documental y desarrollo del sistema de gestión del inventario.

Capítulo 4

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA, NORMALIZACIÓN Y EVIDENCIA DE ACTUALIZACIÓN

En este capítulo se presenta el proceso de organización documental desarrollado como soporte del levantamiento, validación y actualización del inventario de infraestructura de seguridad electrónica. Su propósito es exponer la manera en que la información recopilada en campo fue transformada en registros técnicos organizados, verificables y articulados con los documentos de control utilizados durante la pasantía. En este sentido, no se aborda únicamente la recolección de datos, sino también la forma en que dicha información fue estructurada, depurada y consolidada dentro de herramientas documentales que permiten su consulta, seguimiento y actualización posterior.

La relevancia de este capítulo radica en que el valor técnico del levantamiento realizado no depende exclusivamente de la observación en sitio, sino de la capacidad de convertir esa observación en documentación útil, coherente y trazable. Por esta razón, la normalización de planos, la actualización del inventario en archivos de control, la relación entre evidencias y registros, el manejo de versiones y la organización de anexos constituyen actividades esenciales dentro del proceso desarrollado. De esta manera, la documentación técnica se entiende no como una tarea secundaria, sino como una fase fundamental para garantizar la confiabilidad, continuidad y aprovechamiento posterior de la información intervenida.

Asimismo, este capítulo permite evidenciar que el trabajo realizado durante la pasantía no se limitó a identificar condiciones existentes en la infraestructura, sino que implicó una intervención documental orientada a mejorar la consistencia de la información disponible. A partir de ello, fue posible consolidar una base de soporte técnico más ordenada, compatible con criterios de trazabilidad y útil para labores futuras de mantenimiento, validación, consulta o ampliación de la infraestructura de seguridad electrónica.

4.1. Normalización de planos

Uno de los componentes más importantes dentro del proceso documental consistió en la revisión y normalización de planos asociados a la infraestructura de seguridad electrónica. Esta actividad se desarrolló con el fin de mejorar la correspondencia entre la representación gráfica de los sistemas y las condiciones reales observadas en campo, dado que en varios casos la documentación disponible presentaba diferencias de identificación, ubicación, distribución o relación funcional entre los elementos representados y la infraestructura efectivamente instalada.

La normalización de planos implicó un ejercicio de revisión técnica orientado a depurar información, unificar criterios de nomenclatura y facilitar la interpretación de los elementos asociados a videovigilancia, conectividad, puntos de red, equipos instalados y trayectorias de infraestructura relacionadas con el sistema de seguridad electrónica. Este proceso no se limitó a realizar correcciones visuales o ajustes de forma, sino que buscó fortalecer el valor técnico del plano como documento de consulta, verificación y trazabilidad.

Dentro de este trabajo fue necesario establecer criterios uniformes para la representación gráfica de equipos, puntos, rutas, identificaciones y observaciones, con el propósito de reducir ambigüedades y evitar interpretaciones diferentes sobre un mismo elemento. La existencia de planos elaborados en momentos distintos, bajo lógicas de trabajo no siempre homogéneas, hacía necesario un proceso de revisión documental que permitiera consolidar una estructura más clara y técnicamente consistente. En consecuencia, la normalización se asumió como una actividad de organización y depuración orientada a fortalecer la utilidad de los archivos técnicos, y no simplemente como una modificación estética del documento.

Adicionalmente, la revisión de planos permitió identificar vacíos documentales, elementos no representados, relaciones incompletas entre equipos y ubicaciones, así como discrepancias entre la información gráfica y la observación directa realizada en las sedes intervenidas. Estas diferencias hicieron evidente la necesidad de incorporar criterios de actualización progresiva, de manera que los planos dejaran de ser documentos estáticos y pasaran a ser soportes vivos de consulta técnica. En este marco, la pasantía aportó no solo observaciones sobre el estado de la infraestructura, sino también un proceso de mejora documental enfocado en la claridad, consistencia y trazabilidad de la información representada.

Desde una perspectiva metodológica, la normalización de planos se apoyó en la comparación entre los archivos existentes, los hallazgos obtenidos en campo y los registros organizados en las tablas de inventario. Esta relación permitió validar si los equipos identificados en una sede tenían correspondencia con su representación gráfica, si las ubicaciones consignadas

eran coherentes con la distribución observada y si la información asociada a nomenclatura, punto de conexión o tipo de elemento requería ajuste. El resultado de este proceso fue una documentación técnica más alineada con las condiciones reales de la infraestructura, facilitando con ello la lectura del sistema y la articulación entre los distintos componentes documentales.

La importancia de esta normalización también se refleja en su utilidad para procesos posteriores. Un plano técnicamente consistente no solo sirve como soporte del inventario, sino también como referencia para futuras intervenciones, verificaciones, ampliaciones o mantenimientos. Por ello, el trabajo desarrollado durante la pasantía sobre este componente documental representa un aporte significativo a la organización de la información institucional, en la medida en que mejora la calidad del soporte técnico existente y aporta criterios para su actualización continua.

4.2. Actualización del inventario en Excel

Paralelamente a la normalización de planos, se desarrolló el proceso de actualización del inventario técnico en archivos Excel, entendido como una de las herramientas principales para organizar, clasificar y consolidar la información obtenida durante el levantamiento. Esta actividad tuvo como finalidad transformar los datos recopilados en campo en registros estructurados y comparables, permitiendo identificar equipos, ubicaciones, estados, observaciones y relaciones funcionales dentro de una base documental susceptible de consulta y seguimiento.

La actualización del inventario no consistió únicamente en agregar nuevos datos a una hoja de cálculo, sino en depurar, corregir y reorganizar información previamente existente. En muchos casos, los registros disponibles presentaban inconsistencias relacionadas con nomenclatura, ausencia de datos, duplicidad de elementos, desactualización de ubicaciones o falta de correspondencia con la infraestructura revisada. Por esta razón, el trabajo sobre el archivo de inventario implicó un proceso de validación continua, en el cual la información levantada en campo fue contrastada con la base documental disponible para determinar qué registros podían mantenerse, cuáles debían corregirse y cuáles requerían observación adicional.

Desde el punto de vista técnico, el uso de Excel como herramienta de control permitió estructurar la información bajo criterios homogéneos, facilitando la clasificación de elementos por sede, tipo de equipo, ubicación, estado, identificación, observaciones y relación con otros componentes del sistema. Esta organización no solo favoreció la lectura del inventario, sino que también permitió reconocer tendencias, inconsistencias recurrentes y necesidades de mejora en la forma en que la infraestructura estaba siendo documentada. En este sentido, el inventario actualizado dejó de ser una simple lista de elementos y se consolidó como una

base de consulta técnica con valor operativo y documental.

Otro aspecto relevante de este proceso fue la necesidad de establecer un lenguaje uniforme dentro del archivo. La actualización del inventario exigió definir criterios de escritura y clasificación para evitar que un mismo equipo apareciera registrado de formas diferentes, lo que afectaría directamente la trazabilidad de la información. Así, se procuró mantener consistencia en la forma de nombrar sedes, equipos, puntos, observaciones y categorías, con el fin de reducir ambigüedades y fortalecer la relación entre inventario, planos y evidencias de campo.

La consolidación del archivo de Excel también contribuyó a mejorar la capacidad de seguimiento sobre la infraestructura. Al contar con registros más completos y depurados, fue posible establecer con mayor claridad qué elementos habían sido verificados, cuáles presentaban pendientes, qué equipos requerían observación adicional y qué datos debían mantenerse bajo revisión. En consecuencia, la actualización documental realizada sobre el inventario representó una mejora significativa en la calidad de la información disponible, aportando una base más confiable para procesos de control, soporte y desarrollo del proyecto principal.

Finalmente, esta actividad permitió comprender que la gestión del inventario no depende exclusivamente de una herramienta tecnológica específica, sino de los criterios técnicos aplicados sobre la información que en ella se consigna. Por ello, el verdadero valor del archivo actualizado no radica únicamente en su formato, sino en la lógica de validación, organización y trazabilidad que sustentó su construcción durante el desarrollo de la pasantía.

Sede Edificio 104											
Dirección: Carrera 109 - 35											
NVR: El NVR se encuentra ubicado en el rack de la centro de cableado del piso 2											
Dirección IP: 10.33.1.4, 254											
PISO	ciudad	UBICACIÓN	PP	DATO	SWITCH	SWITCH H	PP_SWITCH	SEÑAL	MAC	FOTO_LINK	
10.31.1.184	Bogotá	ASCENSOR SEDE 104 Se encuentra ubicado en el bodega de medicamentos en el piso 1	Rack centro de cableado Piso 1	D10	PP3	SWITCH1 HUB	D03	G02043304807	http://10.33.1.6/22/oberto-quiroga-admin-and-jetam-medicinal-dato-1-1003-energetica-9y0uua	HIKVISION admin Technozon03	
10.31.1.184	Bogotá	PI BODEGA DE MEDICAMENTOS Se encuentra ubicado en el bodega de medicamentos en el piso 1	Rack centro de cableado Piso 1	D10	PP1	SWITCH1 HUB	D03	FCW028805567	http://10.33.1.6/cia/oberto-1003-200-batman-1-1003-cv0m1roa-80567	HIKVISION admin Technozon03	
10.31.1.184	Bogotá	PI CUARTO DE RACK CASA VIEJA Se encuentra ubicado en el rack del Cuarto de Rack de lado de la Sede 104	Rack centro de cableado Piso 2	PP1	PP5	SWITCH1 HUB	D13	FCW02885671	http://10.33.1.6/cia/oberto-1003-200-batman-1-1003-cv0m1roa-80567	HIKVISION admin Technozon03	
10.31.1.189	Bogotá	PI ESCALERAS AJUA 209 Se encuentra ubicado en el sitio de Escaleras aula 209	Rack centro de cableado Piso 2	D13	PP1	SWITCH1 HUB	D05	FCW028805567	http://10.33.1.6/cia/oberto-1003-200-batman-1-1003-cv0m1roa-80567	HIKVISION Tech	
10.31.1.190	Bogotá	PI AFUERA CASA VIEJA Exterior del edificio casa vieja a la entrada	Rack centro de cableado Piso	D25	PP2	SWITCH1 HUB	D25	FCW02880657	http://10.33.1.6/cia/oberto-1003-200-batman-1-1003-cv0m1roa-80567	HIKVISION admin Technozon03	
10.31.1.190	CENTRAL	PI AFUERA CASA VIEJA Se encuentra ubicado en el sitio de Escaleras aula 209	Rack centro de cableado Piso 1	D05	PP2	SWITCH1 HUB	D06	FCW02880657	http://10.33.1.6/cia/oberto-1003-200-batman-1-1003-cv0m1roa-80567	CAMARA NUEVA 8 - 2023	
10.31.1.190	CENTRAL	EXTERNA INGRESO Exterior del Edificio casa vieja a la	Rack centro de Piso	D07	PP2	SWITCH1 HUB	D07	FCW02880657	http://10.33.1.6/cia/oberto-1003-200-batman-1-1003-cv0m1roa-80567	CAMARA NUEVA 8 - 2023	

Figura 4.1: Representación del proceso de actualización del inventario técnico en Excel.

4.3. Trazabilidad entre campo, planos e inventario

Uno de los principios más importantes dentro del proceso documental desarrollado fue la construcción de trazabilidad entre la información observada en campo, la representación contenida en los planos y los registros consolidados en el inventario. Esta relación constituye un eje central del trabajo realizado, dado que la confiabilidad de la documentación técnica depende, en buena medida, de la capacidad de mantener correspondencia entre la infraestructura real y los distintos soportes documentales que la describen.

La trazabilidad entre estos tres componentes permitió verificar que la información no permaneciera fragmentada o aislada en diferentes formatos sin articulación entre sí. En la práctica, esto significó que cada observación relevante obtenida durante las visitas técnicas debía poder asociarse con un registro dentro del inventario y, en los casos aplicables, con una representación gráfica dentro del plano correspondiente. De esta manera, se buscó construir una relación lógica en la que cada componente documental funcionara como respaldo y complemento del otro.

Este enfoque resultó particularmente importante en contextos donde existían diferencias entre la documentación previa y las condiciones reales encontradas. En varias ocasiones, la información de campo permitió detectar elementos cuya ubicación no coincidía con la representación gráfica disponible, registros en inventario que carecían de soporte suficiente o nomenclaturas que generaban confusión al momento de relacionar equipos con planos o puntos específicos. Ante esta situación, la trazabilidad se convirtió en un criterio metodológico para corregir y reorganizar la documentación, estableciendo vínculos más claros entre los distintos soportes técnicos.

La construcción de esta relación también facilitó la validación de la información. Cuando un equipo podía identificarse en campo, asociarse a una ubicación específica, relacionarse con un punto dentro del plano y reflejarse de manera consistente en el inventario, se fortalecía significativamente la confiabilidad del registro. Por el contrario, cuando existían vacíos en alguna de estas etapas, el elemento quedaba marcado como pendiente de revisión, observación o ajuste documental. Este método permitió introducir una lógica de control sobre la información, evitando asumir como definitivo un dato que no contara con respaldo suficiente desde diferentes fuentes.

Desde la perspectiva del proyecto principal de grado, esta trazabilidad adquiere aún mayor relevancia, puesto que uno de los objetivos del sistema de gestión propuesto consiste precisamente en integrar información dispersa y convertirla en una base organizada y analizable. En este sentido, el trabajo documental realizado durante la pasantía puede entenderse

como una fase preliminar y necesaria para la estructuración de un sistema de información más robusto, ya que permitió depurar y relacionar datos que inicialmente se encontraban distribuidos en diferentes soportes sin un nivel adecuado de articulación.

Por otra parte, la trazabilidad entre campo, planos e inventario aporta valor no solo al documento académico, sino también a la continuidad operativa del entorno técnico intervenido. Contar con información relacionada de manera consistente facilita procesos de consulta, revisión, mantenimiento, ampliación de infraestructura y verificación posterior. Por ello, este componente del trabajo desarrollado representa una contribución importante a la organización documental de la infraestructura de seguridad electrónica, al establecer criterios que favorecen la coherencia y la verificabilidad de la información.

4.4. Control de versiones

El control de versiones constituyó una necesidad documental dentro del proceso de actualización técnica, debido a que los archivos intervenidos durante la pasantía estuvieron sujetos a cambios progresivos derivados de nuevas verificaciones, ajustes de información, depuración de registros y normalización documental. En consecuencia, no resultaba suficiente conservar un único archivo modificado, sino que se hizo necesario establecer una lógica de control que permitiera identificar la evolución de los documentos y diferenciar entre estados preliminares, versiones en revisión y versiones actualizadas.

La aplicación de este criterio resultó especialmente importante en el caso de los planos y de los archivos de inventario en Excel, dado que ambos soportes eran susceptibles de recibir múltiples modificaciones a medida que avanzaba la verificación de la infraestructura. El control de versiones permitió evitar pérdida de información, sobreescritura no controlada y confusión sobre cuál era el archivo más reciente o técnicamente validado. De este modo, se fortaleció la organización del trabajo documental y se redujo el riesgo de utilizar información desactualizada durante el desarrollo de nuevas actividades.

Desde una perspectiva técnica, el control de versiones no se limitó a cambiar el nombre de un archivo, sino a reconocer que cada ajuste realizado sobre la documentación debía estar asociado a una etapa de revisión o validación. Esto implica entender el documento como un elemento dinámico, susceptible de mejora y corrección conforme se consolidan hallazgos nuevos o se resuelven inconsistencias previas. Bajo esta lógica, la documentación deja de concebirse como un producto cerrado desde el inicio y pasa a entenderse como una construcción progresiva sustentada en evidencia y contraste técnico.

Asimismo, el manejo de versiones permitió conservar trazabilidad histórica sobre el

proceso documental. La posibilidad de identificar qué cambios se realizaron, en qué momento y con qué propósito aporta transparencia al desarrollo de la pasantía y facilita la interpretación del trabajo ejecutado. Esta práctica adquiere valor no solo como mecanismo de orden interno, sino también como respaldo metodológico frente a la evolución del inventario, los planos y las decisiones de depuración realizadas durante el período intervenido.

Otro aspecto relevante del control de versiones es su relación con la calidad del documento final. Un archivo cuya evolución ha sido gestionada adecuadamente ofrece mayores garantías de consistencia, porque permite contrastar cambios, revisar criterios aplicados y verificar que las modificaciones introducidas respondan a hallazgos reales y no a alteraciones arbitrarias. En este sentido, el control de versiones se convierte en una práctica de aseguramiento documental, orientada a fortalecer la confiabilidad de la información consolidada.

En el marco de la presente bitácora, este componente también permite evidenciar que el trabajo desarrollado tuvo un enfoque organizado y metodológicamente estructurado. La existencia de versiones diferenciadas, respaldos documentales y criterios de actualización progresiva demuestra que la intervención sobre los archivos técnicos respondió a una lógica de ingeniería documental, en la que cada corrección o ajuste debía poder justificarse a partir de observaciones, validaciones y necesidades concretas del proceso.

4.5. Organización y referencia a anexos

La organización de anexos constituyó la fase final del proceso documental desarrollado en este capítulo, debido a que permitió integrar de manera estructurada los soportes técnicos generados durante la pasantía y establecer un sistema de consulta complementario al cuerpo principal del documento. Dado que gran parte del trabajo ejecutado produjo evidencia adicional en forma de registros, tablas, capturas, fotografías, listados, formatos y archivos de control, fue necesario definir una forma ordenada de incorporarlos al documento sin afectar la legibilidad del texto principal.

En términos metodológicos, los anexos cumplen una doble función. Por una parte, sirven como respaldo del contenido desarrollado en la bitácora, en la medida en que permiten ampliar, demostrar o ejemplificar afirmaciones realizadas en los capítulos centrales. Por otra, constituyen un espacio de conservación documental para información que, aunque relevante desde el punto de vista técnico, no necesariamente debe ubicarse dentro del flujo narrativo principal del texto. De esta manera, los anexos permiten mantener equilibrio entre profundidad técnica y claridad expositiva.

La organización adecuada de estos soportes exigió criterios de clasificación que fa-

cilitaran su consulta posterior. No bastaba con adjuntar archivos o imágenes al final del documento; era necesario estructurarlos de forma que cada anexo respondiera a un propósito concreto y pudiera relacionarse con capítulos, actividades, hallazgos o componentes documentales específicos. Esta lógica resulta especialmente importante en una bitácora técnica, donde la abundancia de información de soporte puede convertirse en desorden documental si no se establecen referencias claras y criterios consistentes de agrupación.

En este contexto, la referencia a anexos dentro del texto principal cumple un papel esencial. Cuando un capítulo remite a un anexo específico, no solo amplía el nivel de detalle disponible para el lector, sino que también refuerza la trazabilidad del documento al mostrar que la información presentada cuenta con soporte verificable. Así, los anexos dejan de ser un agregado marginal y se convierten en una extensión organizada del contenido técnico expuesto en la bitácora.

Desde la perspectiva de la pasantía, este componente adquiere especial relevancia porque gran parte del valor del trabajo desarrollado puede demostrarse precisamente a través de los soportes generados. Fotografías de campo, fragmentos de inventario, controles de versión, capturas de planos actualizados, tablas comparativas y matrices de seguimiento permiten evidenciar con mayor claridad el alcance real de las actividades ejecutadas. Por ello, una adecuada organización de anexos no solo mejora la presentación del documento, sino que fortalece la percepción de rigor técnico y de consistencia metodológica.

En síntesis, la organización y referencia a anexos representa un elemento clave dentro del enfoque documental aplicado durante la pasantía. Gracias a este componente, el documento principal puede mantenerse estructurado y legible, mientras que el detalle técnico y los soportes específicos se conservan de manera accesible y articulada con el resto del trabajo. Esta práctica favorece la consulta, la validación y la continuidad del proceso documental, al tiempo que aporta mayor solidez a la bitácora como producto académico y técnico.

En conclusión, el proceso de documentación técnica desarrollado durante la pasantía permitió transformar la información obtenida en campo en un soporte documental más organizado, consistente y verificable, fortaleciendo la relación entre planos, inventarios, evidencias y registros de control. La normalización de planos, la actualización del inventario en Excel, la construcción de trazabilidad entre campo y documentación, el manejo de versiones y la organización de anexos no solo mejoraron la calidad de la información disponible, sino que también consolidaron una base técnica con mayor confiabilidad para actividades de consulta, seguimiento, validación y futura intervención sobre la infraestructura de seguridad electrónica. En este sentido, el capítulo evidencia que la documentación no fue una actividad complementaria, sino un componente fundamental del proceso, al permitir estructurar de manera coherente la información y sentar las bases para el desarrollo posterior del proyecto

principal.

Capítulo 5

Desarrollo del proyecto principal

5.1. Comprensión de la infraestructura y definición del problema

Una vez adelantadas las actividades iniciales de reconocimiento técnico del entorno, fue necesario desarrollar una comprensión más precisa de la infraestructura de seguridad electrónica sobre la cual se proyectaría la solución principal. Esta etapa no se limitó a la identificación superficial de equipos o componentes aislados, sino que implicó entender la forma en que la infraestructura estaba organizada, la función que cumplía cada elemento dentro del sistema y la relación existente entre dispositivos de videovigilancia, red, almacenamiento, distribución física y documentación técnica asociada.

Dentro de este proceso, uno de los primeros aspectos consistió en familiarizarse con los componentes fundamentales que estructuraban la infraestructura institucional. Esto incluyó la identificación funcional de racks de comunicaciones, NVR, switches, puntos de red, cámaras y demás elementos relacionados con la conectividad y operación del sistema. Más allá de conocer su denominación, resultaba necesario comprender su papel dentro de la arquitectura general de la infraestructura, así como la forma en que se vinculaban entre sí para permitir la transmisión, almacenamiento, consulta y administración de la información asociada a videovigilancia.

Esta comprensión técnica fue especialmente importante porque el proyecto principal no podía formularse de manera adecuada sin conocer primero la lógica real de funcionamiento del entorno intervenido. Para diseñar una herramienta orientada a la gestión del inventario era indispensable entender cómo se distribuían los equipos dentro de las sedes, de qué manera se asociaban las cámaras a determinados NVR, cómo se organizaban los puntos dentro de los racks, qué relaciones existían entre ubicación física y registro documental, y de qué forma la red soportaba la operación del sistema en cada sede.

A medida que avanzó este proceso, se hizo evidente que la infraestructura no solo debía interpretarse desde una perspectiva física, sino también desde una lógica documental. Es decir, no bastaba con reconocer equipos instalados en campo; también era necesario comprender cómo estos elementos estaban siendo representados en planos, tablas de inventario, registros técnicos y otros soportes documentales. Esta doble lectura permitió identificar que una parte

importante de la dificultad no residía únicamente en la complejidad del sistema instalado, sino en la manera fragmentada en que su información estaba distribuida, actualizada y consultada.

5.2. Levantamiento, validación y consolidación de la información como base del sistema

Una vez comprendida la lógica general de la infraestructura y definida la necesidad de estructurar una solución de gestión, el siguiente paso consistió en asumir el levantamiento, validación y consolidación de la información como base técnica del sistema a desarrollar. Esta etapa fue determinante, dado que el proyecto no podía construirse sobre registros incompletos, inconsistentes o desvinculados de la realidad observada en campo. Por ello, antes de avanzar hacia el diseño de la base de datos y de la interfaz web, fue necesario desarrollar un proceso riguroso de revisión y organización de la información disponible.

El levantamiento de información se abordó mediante una lógica de verificación detallada sobre los elementos que componían la infraestructura de seguridad electrónica en las sedes intervenidas. Este trabajo implicó revisar cámara por cámara y punto por punto, contrastando la existencia, ubicación, identificación y relación funcional de cada elemento con los registros disponibles. La actividad no se limitó a registrar equipos presentes, sino que buscó establecer correspondencia entre lo observado en sitio y la documentación técnica asociada, de forma que cada componente pudiera ser posteriormente incorporado a una estructura de datos más confiable y relacional.

Este proceso se desarrolló sobre las sedes ubicadas en Pereira, Valledupar y Bogotá, lo que implicó trabajar sobre contextos físicos y operativos distintos, pero manteniendo criterios homogéneos de validación. La intervención en diferentes sedes permitió reconocer variaciones en distribución, organización de equipos, estado de la documentación y forma de asociación entre los componentes del sistema. Sin embargo, también permitió identificar patrones comunes que facilitaron la posterior estructuración lógica de la información. De esta manera, el levantamiento no solo aportó datos puntuales sobre cada sede, sino que contribuyó a definir una visión más integral del inventario de infraestructura de seguridad electrónica.

La validación de la información constituyó una fase complementaria e igualmente importante. Una vez revisados los elementos en campo, fue necesario contrastar los hallazgos con los planos existentes, los archivos de inventario y los demás registros técnicos disponibles. Este ejercicio permitió detectar inconsistencias relacionadas con nomenclatura, ubicación, relaciones entre equipos, registros faltantes o diferencias entre documentación e infraestructura real. Tal como ya quedó desarrollado en el capítulo anterior, la actualización del inventario

en Excel y la trazabilidad entre campo, planos e inventario fueron claves para depurar la información y fortalecer su confiabilidad.

La consolidación de la información fue el resultado de este proceso de contraste, depuración y organización. A medida que se verificaban los equipos y se corregían los registros, comenzó a construirse una base documental más uniforme, útil no solo para fines de control técnico, sino también para alimentar la estructura del proyecto principal. En este punto, la información dejó de entenderse como un conjunto disperso de registros aislados y pasó a convertirse en un insumo organizado para modelar entidades, relaciones, dependencias y criterios de consulta dentro del sistema propuesto.

Desde una perspectiva metodológica, esta consolidación tuvo un impacto directo sobre el desarrollo posterior del proyecto. La definición de tablas, relaciones lógicas y módulos funcionales dependía de la calidad de la información previamente organizada. Si la información de origen no hubiese sido revisada y validada, cualquier intento de estructurar una base de datos habría reproducido inconsistencias ya existentes. Por ello, esta etapa no puede verse como una actividad previa separada del proyecto, sino como su fundamento técnico. En otras palabras, el sistema comenzó a construirse desde el momento en que la información empezó a depurarse con criterios de correspondencia, trazabilidad y consistencia documental.

Adicionalmente, este proceso permitió identificar qué atributos eran realmente relevantes para la futura gestión del inventario. Durante la revisión se hizo evidente la importancia de campos como ciudad, sede, ubicación, NVR asociado, identificación de cámara, dirección IP, relación con switch, puertos, rack, seriales, evidencia fotográfica y observaciones. La recurrencia de estos datos dentro del trabajo de validación mostró cuáles debían convertirse en elementos estructurales del sistema y cuáles debían mantenerse como información complementaria o de soporte. Así, la propia experiencia de levantamiento aportó criterios para el diseño lógico posterior.

5.3. Diseño de la estructura lógica del sistema

Una vez consolidada la información técnica derivada del levantamiento y validadas las relaciones existentes entre los componentes de la infraestructura, se procedió al diseño de la estructura lógica del sistema. Esta etapa tuvo como finalidad definir la forma en que la información debía organizarse, relacionarse y gestionarse dentro de la solución propuesta, de manera que el sistema no se limitara a almacenar registros, sino que representara de forma coherente la arquitectura operativa del inventario de infraestructura de seguridad electrónica.

El diseño lógico partió del principio de que la información recopilada no podía tratarse

como un conjunto de datos independientes, ya que cada elemento del inventario mantenía una relación funcional con otros componentes del sistema. En consecuencia, fue necesario establecer una estructura jerárquica y relacional que permitiera conservar la dependencia entre ciudad, sede, rack, NVR, switch y cámara, así como los atributos técnicos asociados a cada uno de estos elementos. Bajo este criterio, la solución comenzó a concebirse como un sistema de gestión compuesto por módulos interrelacionados, en el cual cada entidad representara un componente específico de la infraestructura y a la vez mantuviera correspondencia con el entorno real observado en campo.

Desde el punto de vista funcional, la estructura lógica se definió para responder a tres necesidades principales: centralizar la información del inventario, facilitar su consulta técnica y permitir su actualización controlada dentro de un entorno web. Esto implicó organizar el sistema bajo una lógica de administración de entidades, donde cada módulo estuviera orientado a gestionar un conjunto determinado de datos, pero sin perder la integración general de la plataforma. De esta manera, la estructura diseñada no solo debía soportar el almacenamiento de información, sino también permitir navegación entre registros, visualización por niveles jerárquicos y control sobre las operaciones de edición y consulta.

A partir de ello, se establecieron como componentes principales del sistema las entidades correspondientes a ciudad, sede, rack, NVR, cámara y usuario. La inclusión de estas entidades respondió a la necesidad de modelar tanto la ubicación geográfica y física de la infraestructura como los elementos técnicos que la componen y los actores que interactúan con la plataforma. Cada una de estas entidades fue considerada dentro del diseño lógico como una unidad con atributos propios, pero articulada con las demás mediante relaciones funcionales que permiten reconstruir la trazabilidad del inventario dentro del sistema.

La entidad ciudad se definió como nivel superior de organización territorial, permitiendo agrupar las diferentes sedes de acuerdo con su localización geográfica. A su vez, la entidad sede se estableció como unidad de referencia física principal dentro de la infraestructura, ya que sobre ella se asocian directamente los componentes de red, videovigilancia y distribución técnica. La entidad rack fue incorporada como contenedor funcional de equipos y conexiones, mientras que la entidad NVR se estructuró como el componente responsable de la administración y almacenamiento de video dentro del sistema. Finalmente, la entidad cámara se definió como el elemento base del inventario operativo, dado que concentra la mayor parte de los atributos técnicos validados durante el levantamiento, tales como identificación, ubicación, dirección IP, asociación a red, evidencia y observaciones.

De manera complementaria, se integró la entidad usuario como componente lógico de control de acceso y administración del sistema. Esta inclusión resultó necesaria debido a que la solución no fue concebida únicamente como una base de consulta, sino como una plataforma

con distintos niveles de intervención sobre la información. En consecuencia, la estructura lógica debía contemplar desde esta fase la existencia de perfiles diferenciados, de modo que la gestión del inventario pudiera realizarse bajo criterios de autenticación, autorización y segmentación de permisos.

El diseño de la estructura lógica también consideró la necesidad de mantener consistencia entre la organización documental previa y la arquitectura funcional de la aplicación. En este sentido, la información consolidada en inventarios, planos y registros de verificación fue traducida a una lógica de sistema capaz de representar relaciones técnicas sin depender exclusivamente del formato original en que los datos fueron obtenidos. Esto permitió abstraer la información de su soporte documental inicial y convertirla en una estructura susceptible de consulta dinámica, edición controlada y crecimiento progresivo dentro de la plataforma.

Adicionalmente, la definición de esta estructura permitió anticipar la organización de las vistas y operaciones que posteriormente formarían parte de la interfaz web. Al establecer qué entidades existían, cómo se vinculaban entre sí y qué atributos eran relevantes para cada una, fue posible definir de manera preliminar la lógica de navegación del sistema, los formularios requeridos para registro y edición, las consultas jerarquizadas por ciudad o sede y los mecanismos de acceso a la información por parte de los diferentes perfiles de usuario. De esta forma, el diseño lógico actuó como puente entre la consolidación técnica de la información y la materialización funcional de la solución informática.

En términos de ingeniería, esta etapa representó la transición entre el análisis del problema y la formalización de una arquitectura de información apta para ser implementada en base de datos y entorno web. Su importancia radica en que permitió definir la lógica interna del sistema antes de abordar aspectos específicos de programación o despliegue, asegurando que la solución propuesta respondiera de manera estructurada a las condiciones reales de la infraestructura intervenida. Por ello, el diseño de la estructura lógica constituyó un componente central del desarrollo del proyecto, al establecer el marco organizacional sobre el cual se soportaron las fases posteriores de modelado de datos, desarrollo de interfaz y carga operativa de la información.

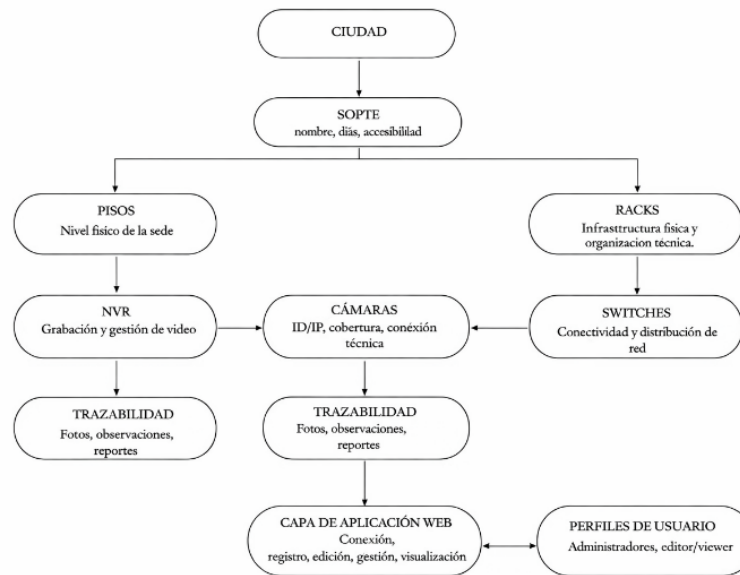


Figura 5.1: Estructura lógica general del sistema de gestión del inventario.

La figura corresponde a la estructura lógica general del sistema de gestión de inventario de infraestructura de seguridad electrónica desarrollado durante la pasantía. En ella se representa la organización jerárquica de la información, partiendo desde ciudades y sedes, pasando por pisos, racks, NVR, switches y cámaras, hasta llegar a la capa de trazabilidad y a la aplicación web. Su inclusión en la bitácora permite evidenciar que el proyecto fue estructurado bajo una lógica técnica y funcional, en la que cada componente del inventario se relaciona de manera organizada dentro de una plataforma orientada a la consulta, gestión y actualización de la información.

5.4. Análisis técnico de la arquitectura de red de seguridad electrónica

Como complemento al diseño lógico del sistema de inventario, fue necesario profundizar en la arquitectura técnica de la infraestructura de seguridad electrónica inventariada, especialmente en los aspectos relacionados con red, almacenamiento y alimentación eléctrica de los dispositivos. Esta revisión permite comprender que el sistema no se limita a una agrupación de cámaras, NVR, switches y racks, sino que responde a una arquitectura tecnológica que debe garantizar conectividad, disponibilidad, capacidad de grabación, estabilidad operativa y seguridad en el acceso a los equipos.

Desde esta perspectiva, la gestión del inventario adquiere un alcance más amplio, ya que cada registro técnico no solo representa la existencia de un equipo, sino también su relación con la red, su ubicación física, su dependencia frente a otros dispositivos y su impacto sobre la capacidad general del sistema. Por ello, elementos como la dirección IP, el NVR asociado, el switch de conexión, el puerto utilizado, el rack donde se encuentra el equipo y la sede a la que pertenece se convierten en datos fundamentales para el análisis de la infraestructura.

5.4.1. Criterios de segmentación de red mediante VLAN

Uno de los aspectos técnicos más relevantes dentro de una infraestructura de videovigilancia IP corresponde a la segmentación lógica de la red mediante VLAN, debido a que los estándares de redes puentes contemplados el uso de VLAN para la separación lógica del tráfico dentro de infraestructuras LAN [1, 3]. En este tipo de sistemas, las cámaras generan tráfico constante hacia los NVR o hacia los centros de monitoreo, por lo que no resulta recomendable que compartan el mismo segmento de red con equipos administrativos, usuarios finales u otros servicios institucionales. La separación lógica permite mejorar el rendimiento, facilitar la administración y reducir riesgos de acceso no autorizado a dispositivos sensibles.

La segmentación por VLAN permite agrupar los dispositivos de seguridad electrónica de acuerdo con criterios como tipo de equipo, ubicación física, criticidad del servicio o función dentro de la infraestructura. Bajo esta lógica, las cámaras IP pueden ubicarse en una VLAN específica de videovigilancia, mientras que los equipos administrativos, servidores, controles de acceso u otros sistemas pueden operar en segmentos independientes. Esta separación contribuye a limitar los dominios de broadcast, mejorar el control del tráfico y establecer políticas de acceso más precisas entre redes.

En el contexto del proyecto, la identificación de cámaras, NVR, switches, racks, puertos y direcciones IP no solo tuvo valor para la construcción del inventario, sino también para comprender la lógica de segmentación existente o requerida en la infraestructura. Al asociar cada cámara con su sede, ubicación, rack, switch, puerto, NVR y dirección IP, el sistema permite visualizar de manera más clara qué dispositivos pertenecen a la red de seguridad electrónica y cómo se relacionan con los demás componentes de conectividad.

Desde el punto de vista de ingeniería, la segmentación mediante VLAN permite que el tráfico de videovigilancia se mantenga separado del tráfico administrativo, reduciendo interferencias y mejorando la estabilidad del sistema. Además, facilita la aplicación de reglas de seguridad, ya que el acceso a las cámaras y NVR puede limitarse únicamente a usuarios, estaciones de monitoreo o servidores autorizados. Esto es especialmente importante en

infraestructuras donde las cámaras hacen parte de un sistema crítico de seguridad y deben mantenerse protegidas frente a accesos no controlados.

De esta manera, el inventario desarrollado aporta una base técnica para futuras decisiones relacionadas con organización de red, redistribución de dispositivos, ampliación de cobertura y diagnóstico de fallas. Al conocer la relación entre cada cámara y su punto de conexión, se facilita la identificación de equipos por segmento de red y se mejora la trazabilidad entre la infraestructura física y la arquitectura lógica del sistema.

5.4.2. Cálculo de ancho de banda para cámaras y NVR

Otro criterio técnico fundamental dentro de la arquitectura de seguridad electrónica corresponde al cálculo del ancho de banda requerido para la transmisión de video desde las cámaras IP hacia los NVR o hacia estaciones de monitoreo. Este cálculo es importante porque el número de canales disponibles en un grabador no garantiza por sí mismo la estabilidad del sistema. También deben verificarse la tasa de bits de cada cámara, la capacidad de recepción del NVR, el rendimiento del switch, la velocidad de los enlaces y el margen disponible para tráfico de administración o visualización remota.

De manera general, el ancho de banda total asociado a un NVR puede estimarse mediante la suma del consumo individual de las cámaras conectadas:

$$BW_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n BW_{\text{cámara}_i}$$

Donde BW_{total} corresponde al ancho de banda total requerido por el NVR, $BW_{\text{cámara}_i}$ representa el ancho de banda individual de cada cámara y n corresponde al número total de cámaras asociadas al equipo de grabación. Para efectos de planeación técnica, el resultado debe compararse con la capacidad real del NVR y de los enlaces de red involucrados.

Como criterio de diseño, también se recomienda incorporar un margen de seguridad entre el 20 % y el 30 %, debido a variaciones de bitrate producidas por cambios de escena, activación de infrarrojos, aumento de movimiento, visualización remota o ajustes de calidad. Así, el ancho de banda de diseño puede expresarse como:

$$BW_{\text{diseño}} = BW_{\text{total}} \times (1 + M)$$

Donde M representa el margen de seguridad. Por ejemplo, para un NVR con 16 cámaras configuradas a 4 Mbps cada una, el tráfico base sería de 64 Mbps. Si se aplica un margen del 25 %, el ancho de banda de diseño sería de 80 Mbps. Este valor permite verificar

si el enlace hacia el NVR, el switch y la red de distribución cuentan con capacidad suficiente para operar sin saturación.

Cuadro 5.1: Escenarios de estimación de ancho de banda por NVR

Escenario	Cámaras	Bitrate por cámara	Tráfico base	Tráfico con margen del 25 %
Bajo	16	2 Mbps	32 Mbps	40 Mbps
Medio	16	4 Mbps	64 Mbps	80 Mbps
Alto	16	8 Mbps	128 Mbps	160 Mbps

Los valores del Cuadro 5.1 no sustituyen la medición real de tráfico, pero permiten establecer un criterio de dimensionamiento inicial. Su utilidad dentro del proyecto consiste en mostrar que el inventario puede servir como base para identificar cuántas cámaras dependen de cada NVR y, a partir de esa relación, estimar cargas de red por sede, rack o equipo de grabación. Este análisis permite tomar decisiones más sustentadas frente a ampliaciones, redistribución de cámaras, actualización de enlaces o sustitución de equipos.

Considerando el alcance general del inventario consolidado, compuesto por 761 cámaras y 15 NVR, se obtiene un promedio aproximado de 50,7 cámaras por NVR. Este valor no implica que todos los grabadores tengan la misma carga, pero permite advertir la importancia de revisar la distribución real de cámaras por equipo. Un NVR con una carga superior al promedio puede convertirse en un punto crítico de disponibilidad, almacenamiento y tráfico, por lo que debe ser priorizado en procesos de validación técnica.

5.4.3. Estimación de almacenamiento requerido para grabación

El cálculo de ancho de banda se relaciona directamente con la capacidad de almacenamiento requerida en los NVR. El volumen de video generado por una cámara durante un período determinado depende principalmente de la tasa de bits, el número de horas de grabación diaria, la cantidad de cámaras y los días de retención requeridos por la operación. Por tanto, el inventario debe permitir identificar no solo cuántas cámaras existen, sino también a qué NVR están asociadas y qué impacto generan sobre la capacidad de disco.

La estimación básica de almacenamiento puede expresarse así:

$$A = \frac{B \times T \times N}{8}$$

Donde A representa el almacenamiento requerido, B corresponde al bitrate o tasa de transmisión de cada cámara, T representa el tiempo total de grabación y N corresponde al

número de cámaras asociadas al NVR. La división entre 8 permite convertir bits a bytes, debido a que las tasas de transmisión suelen expresarse en bits por segundo. Para efectos prácticos, cuando B se expresa en Mbps y se desea obtener almacenamiento diario aproximado en GB, puede utilizarse la siguiente equivalencia:

$$A_{\text{día}}(\text{GB}) = B(\text{Mbps}) \times 10,8 \times N$$

Esta equivalencia se obtiene al considerar 24 horas de grabación continua. Por ejemplo, una cámara configurada a 4 Mbps genera aproximadamente 43,2 GB por día. Si un NVR recibe 16 cámaras con ese mismo bitrate, el almacenamiento diario aproximado sería de 691,2 GB, y para 30 días de retención se requerirían cerca de 20,7 TB, sin incluir margen por sistema de archivos, variación de bitrate o redundancia.

Cuadro 5.2: Estimación de almacenamiento para un NVR con 16 cámaras y grabación continua

Escenario	Bitrate por cámara	Almacenamiento diario	15 días	30 días
Bajo	2 Mbps	345,6 GB	5,18 TB	10,37 TB
Medio	4 Mbps	691,2 GB	10,37 TB	20,74 TB
Alto	8 Mbps	1,38 TB	20,74 TB	41,47 TB

El Cuadro 5.2 evidencia que el almacenamiento requerido aumenta de manera proporcional al bitrate y al número de días de retención. Esto permite justificar técnicamente la necesidad de registrar la relación cámara–NVR dentro del sistema de inventario, ya que esta asociación es la base para estimar capacidad de grabación, identificar grabadores con mayor carga y planificar ampliaciones de discos duros.

Aplicado al alcance general del proyecto, si las 761 cámaras trabajaran en un escenario de referencia de 4 Mbps y grabación continua, el volumen diario estimado sería cercano a 32,9 TB para todo el sistema. Este valor debe entenderse como una estimación de dimensionamiento y no como una medición definitiva, ya que la capacidad real depende de la configuración particular de cada cámara, el tipo de compresión, la grabación por movimiento, la resolución y la política de retención definida por la operación. Sin embargo, el ejercicio permite evidenciar la magnitud técnica del sistema inventariado y la importancia de contar con datos organizados para evaluar suficiencia de almacenamiento.

Desde esta perspectiva, el inventario desarrollado se convierte en una herramienta de apoyo para la planeación de capacidad. Al asociar cada cámara con su NVR, sede, ubicación y datos técnicos, la plataforma puede utilizarse como base para análisis posteriores sobre

días de grabación disponibles, saturación de discos, redistribución de cámaras o necesidad de ampliación de almacenamiento.

5.4.4. Análisis de presupuesto de potencia PoE

Un tercer criterio técnico considerado dentro de la arquitectura de seguridad electrónica corresponde al análisis de potencia en equipos con alimentación PoE, tecnología normalizada en IEEE 802.3bt para la entrega de potencia eléctrica sobre cableado Ethernet de cuatro pares [2]. En muchos sistemas de videovigilancia IP, las cámaras reciben alimentación eléctrica y datos a través del mismo cable UTP, utilizando switches PoE. Aunque esta tecnología simplifica la instalación y reduce fuentes independientes, exige verificar que el presupuesto total de potencia del switch sea suficiente para alimentar los dispositivos conectados.

El presupuesto PoE se entiende como la potencia máxima que un switch puede entregar a través de sus puertos. Cada cámara tiene un consumo determinado, expresado en vatios, el cual puede variar según modelo, resolución, presencia de infrarrojos, micrófono, calefactor, carcasa especial o movimiento PTZ. Por esta razón, la validación técnica no debe limitarse a comprobar disponibilidad de puertos físicos; también debe verificar la suma de consumos frente a la capacidad eléctrica del switch.

La estimación de potencia total requerida por un switch PoE puede expresarse de la siguiente manera:

$$P_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{cámara}_i}$$

Donde P_{total} corresponde a la potencia total requerida por las cámaras conectadas a un switch PoE, $P_{\text{cámara}_i}$ representa el consumo individual de cada cámara y n corresponde al número total de cámaras alimentadas desde el equipo. Para evitar operación al límite, se recomienda calcular el porcentaje de utilización del presupuesto PoE:

$$U_{\text{PoE}} = \frac{P_{\text{total}}}{P_{\text{switch}}} \times 100$$

Donde P_{switch} representa el presupuesto máximo de potencia del switch. Como criterio operativo, una utilización menor al 80 % ofrece mayor margen para variaciones de consumo y futuras ampliaciones. Cuando el valor supera este nivel, el switch debe considerarse como un punto que requiere revisión, redistribución de carga o sustitución por un equipo con mayor capacidad.

Cuadro 5.3: Escenarios de utilización del presupuesto PoE de un switch de 120 W

Escenario	Cámaras	Consumo	Utilización	Estado
Operación segura	8	80 W	66,7 %	Margen disponible
Cercano al límite	10	100 W	83,3 %	Requiere monitoreo
Riesgo de sobrecarga	12	120 W	100 %	No recomendado

El Cuadro 5.3 evidencia la importancia de realizar un análisis del presupuesto de potencia PoE antes de incorporar nuevos dispositivos al sistema de videovigilancia. Esta evaluación resulta especialmente relevante cuando las cámaras cuentan con iluminación infrarroja, funciones PTZ o características avanzadas que incrementan su demanda energética. Operar un switch cerca del 100,

En este contexto, el sistema desarrollado adquiere un valor adicional al registrar de manera estructurada la relación entre cámaras, switches, racks y puertos de red. Esta trazabilidad no solo facilita la gestión y el mantenimiento de la infraestructura, sino que también constituye una base sólida para futuros análisis de capacidad eléctrica y de red. Gracias a ello, es posible identificar equipos próximos a alcanzar sus límites operativos, proyectar ampliaciones de forma planificada y tomar decisiones fundamentadas para garantizar la disponibilidad, estabilidad y escalabilidad de la infraestructura tecnológica.

5.4.5. Aporte del análisis técnico al sistema de inventario

La incorporación de criterios de segmentación VLAN, cálculo de ancho de banda, estimación de almacenamiento y análisis de presupuesto PoE permite que el sistema de inventario adquiera un enfoque más cercano a la ingeniería de sistemas de seguridad electrónica. En lugar de limitarse a registrar cámaras, NVR, switches o racks, la plataforma se convierte en una base estructurada para comprender la relación entre los componentes, evaluar capacidades técnicas y apoyar procesos de mantenimiento, ampliación y toma de decisiones.

Este enfoque permite que cada dato registrado tenga un propósito técnico dentro de la arquitectura general. La sede permite contextualizar la ubicación física; el rack permite identificar la concentración de equipos; el switch y el puerto permiten reconocer la conectividad; el NVR permite determinar la dependencia de grabación; la dirección IP permite ubicar el dispositivo dentro de la red; y la relación entre estos elementos permite analizar el comportamiento general de la infraestructura.

En consecuencia, el inventario desarrollado no solo responde a una necesidad de organización documental, sino que también aporta una herramienta técnica para la gestión

integral de la infraestructura de seguridad electrónica. La plataforma permite establecer trazabilidad entre equipos, soportar análisis de red, apoyar revisiones de capacidad y facilitar la planeación de futuras intervenciones. Esto eleva el alcance del proyecto desde una solución de inventario hacia una propuesta de ingeniería aplicada a la administración de sistemas de videovigilancia y seguridad electrónica.

5.5. Diseño de la base de datos y organización de la información

Con base en la estructura lógica definida para el sistema, se procedió al diseño de la base de datos relacional encargada de soportar el almacenamiento, organización y consulta de la información técnica del inventario de infraestructura de seguridad electrónica, siguiendo principios de organización estructurada, integridad y consulta propios de los sistemas gestores de bases de datos relacionales como MySQL [5]. Esta etapa tuvo como propósito transformar la información consolidada durante el levantamiento en una estructura de datos formal, consistente y escalable, capaz de representar tanto la ubicación física de los elementos como sus relaciones técnicas y operativas dentro del sistema.

El diseño se planteó bajo un enfoque relacional, debido a que la información trabajada no correspondía a registros independientes, sino a elementos vinculados entre sí mediante relaciones jerárquicas y funcionales. En este contexto, una cámara no podía entenderse como un dato aislado, ya que debía asociarse con un piso, una sede, un NVR, un switch, un rack y, en determinados casos, con puertos y elementos de interconexión específicos. Por esta razón, la base de datos fue estructurada mediante tablas relacionadas entre sí a través de claves primarias y claves foráneas, garantizando integridad referencial, reducción de redundancia y trazabilidad entre los distintos componentes del inventario.

El modelo de datos fue organizado a partir de entidades principales que representan la estructura física y técnica de la infraestructura. Entre estas se encuentran las tablas correspondientes a sede, piso, rack, NVR, cámaras, switches, patch panel, patch port y switch port, así como tablas intermedias de asociación orientadas a modelar las relaciones entre dispositivos y puertos. Esta organización permitió representar de forma más precisa la distribución real de la infraestructura intervenida y facilitar consultas técnicas sobre ubicación, conectividad, grabación, relación de red y soporte documental de cada elemento inventariado.

La entidad SEDE fue definida como nodo principal de agrupación física, permitiendo identificar cada instalación dentro del conjunto de ciudades y ubicaciones intervenidas. A partir de esta entidad se articuló la tabla PISO, necesaria para desagregar la información

según el nivel físico de cada sede y proporcionar una ubicación más precisa a los equipos registrados. Sobre esta base se relacionaron las tablas RACKS, NVR y CAMARAS, las cuales constituyen el núcleo operativo del sistema. Los racks fueron modelados como contenedores físicos de equipos de red y videovigilancia; los NVR como unidades de administración y almacenamiento de video; y las cámaras como el elemento principal del inventario, al concentrar atributos como identificación, dirección IP, ubicación, asociación de grabación y observaciones técnicas.

De forma complementaria, el diseño incorporó entidades orientadas a representar la capa de conectividad física y lógica del sistema. En este nivel se incluyeron las tablas SWITCHES, PATCH_PANEL, PATCH_PORT y SWITCH_PORT, las cuales permiten modelar la relación entre equipos de red, puntos de interconexión y puertos específicos. Asimismo, las tablas de asociación CAMARA_PATCH y PATCH_SWITCH fueron definidas para conservar trazabilidad sobre la conexión entre cámaras, patch paneles y puertos de switch, aportando un nivel superior de detalle técnico dentro del modelo de datos. Esta decisión resulta especialmente relevante en entornos donde la gestión del inventario no solo requiere identificar qué equipo existe, sino también comprender cómo se encuentra conectado dentro de la infraestructura.

Desde el punto de vista de normalización, el diseño de la base de datos buscó evitar duplicidad de información y mantener separación entre entidades según su función. Esto permitió que atributos como nombre de sede, nombre de piso, identificación de NVR o características de switches no se repitieran innecesariamente en múltiples registros, sino que fueran gestionados desde sus respectivas tablas y relacionados mediante identificadores únicos. Bajo este criterio, el modelo relacional mejora la consistencia de la información, facilita su mantenimiento y permite incorporar nuevas sedes, equipos o relaciones sin comprometer la estructura general del sistema.

Una vez definida la arquitectura relacional, se procedió al proceso de migración e importación de la información previamente consolidada en archivos Excel hacia la base de datos. Esta fase constituyó un paso crítico dentro del desarrollo del proyecto, dado que los archivos de origen contenían la información levantada y validada en campo, organizada inicialmente en hojas de cálculo estructuradas por sede, NVR y cámaras. Sin embargo, para ser integrada al sistema, dicha información debía adaptarse al modelo relacional definido, lo que implicó un proceso de revisión, transformación y carga controlada de datos.

La importación desde Excel no se limitó a una transferencia directa de registros. En primer lugar, fue necesario revisar la consistencia de los datos de origen, verificando nomenclaturas, campos obligatorios, relaciones entre equipos y correspondencia entre identificadores. Posteriormente, la información fue reorganizada de acuerdo con las entidades definidas en

la base de datos, separando los datos correspondientes a sedes, pisos, racks, NVR, cámaras y elementos de conectividad. Este procedimiento permitió transformar una estructura tabular de trabajo en una estructura relacional apta para ser consultada y gestionada desde la aplicación web.

Durante esta etapa también se realizaron validaciones sobre atributos técnicos críticos, tales como direcciones IP, nombres de dispositivos, puertos asociados, relaciones entre cámara y NVR, ubicación física, seriales y registros complementarios. Estas verificaciones fueron necesarias para evitar inconsistencias durante la carga, asegurar correspondencia entre tablas y mantener integridad en las relaciones definidas. En consecuencia, la importación de datos se asumió como un proceso de integración técnica y no únicamente como una acción operativa de carga masiva.

La organización de la información dentro de la base de datos permitió, además, establecer una transición efectiva entre el trabajo documental desarrollado en etapas previas y la consolidación de una plataforma funcional de inventario. Gracias a esta migración, los datos inicialmente contenidos en los Excel dejaron de depender exclusivamente de archivos de consulta estáticos y pasaron a formar parte de un sistema estructurado, centralizado y con capacidad de actualización controlada. Esto constituyó un avance significativo dentro del proyecto, ya que permitió convertir el inventario técnico en una base de información operativa, accesible y relacional.

En términos de desarrollo, el diseño de la base de datos y la organización de la información representaron el núcleo técnico del proyecto principal, al definir el soporte sobre el cual se construyeron las operaciones de consulta, edición, administración y trazabilidad implementadas posteriormente en la interfaz web. Por ello, esta etapa no solo resolvió la necesidad de almacenar información, sino que estableció la estructura formal necesaria para garantizar coherencia, integridad y continuidad en la gestión del inventario de infraestructura de seguridad electrónica.

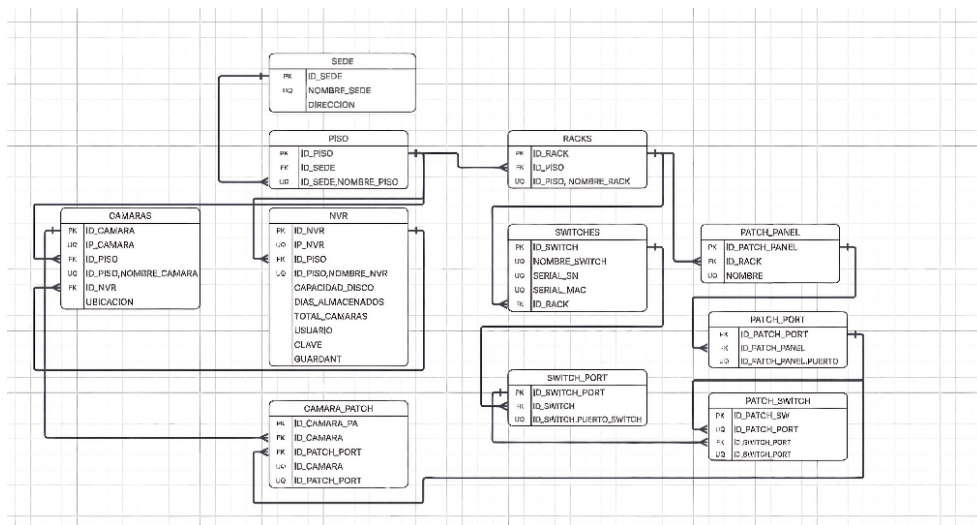


Figura 5.2: Modelo relacional de la base de datos del sistema.

Como se observa en la Figura 5.2, el modelo relacional fue diseñado para representar de manera estructurada la relación entre ubicación física, equipos de videovigilancia, dispositivos de red y elementos de interconexión. Esta organización permite no solo almacenar información técnica de forma centralizada, sino también mantener trazabilidad entre cámaras, NVR, racks, switches y puertos, facilitando la consulta y gestión del inventario dentro de la plataforma desarrollada.

5.6. Diseño de la interfaz web y definición de perfiles de usuario

Una vez definida la estructura lógica del sistema y consolidado el modelo de datos, se procedió al diseño e implementación de la interfaz web encargada de servir como medio de interacción entre los usuarios y la base de datos del inventario de infraestructura de seguridad electrónica. Esta etapa tuvo como objetivo materializar una capa de presentación funcional, organizada y escalable, capaz de permitir la consulta, registro, edición y administración de la información técnica previamente estructurada.

El desarrollo de la interfaz se realizó bajo una arquitectura web basada en tecnologías de desarrollo frontend y backend orientadas a la gestión de contenido dinámico. Para la construcción de la capa visual se utilizaron HTML, CSS y JavaScript, permitiendo estructurar las vistas, definir la presentación de los componentes y gestionar interacciones del usuario dentro del navegador, de acuerdo con tecnologías web ampliamente documentadas para estructura, presentación e interactividad en aplicaciones web [8,9]. A nivel funcional, la aplicación fue or-

ganizada mediante páginas y módulos diferenciados, de manera que cada vista respondiera a una operación específica del sistema, tales como consulta de sedes, visualización de cámaras, administración de NVR, gestión de racks, edición de registros o autenticación de usuarios.

Desde el punto de vista de organización del código, se adoptó una estructura modular y ordenada, con separación entre componentes de interfaz, lógica de negocio y acceso a datos. Para ello, se desarrolló un archivo o núcleo principal encargado de centralizar la ejecución de la aplicación, mientras que las demás vistas y funcionalidades fueron distribuidas en archivos HTML independientes asociados a páginas o acciones particulares dentro del sistema. Esta organización permitió mantener claridad en el desarrollo, facilitar el mantenimiento del código y reducir acoplamientos innecesarios entre las distintas funcionalidades implementadas.

Desde el punto de vista de implementación, esta organización modular permitió diferenciar con mayor claridad las responsabilidades del sistema. Las vistas se orientaron a la interacción del usuario, la lógica del servidor al procesamiento de solicitudes y la base de datos a la persistencia de la información. Esta separación reduce el acoplamiento entre componentes y facilita que futuras modificaciones de interfaz, reglas de negocio o estructura de datos puedan realizarse con menor riesgo de afectar todo el sistema.

La interacción entre la interfaz web y la base de datos se realizó mediante el envío y recepción de solicitudes bajo métodos GET y POST, según la naturaleza de la operación requerida. Las solicitudes GET fueron utilizadas principalmente para la consulta, recuperación y visualización de información dentro de las distintas vistas del sistema, mientras que las solicitudes POST fueron empleadas para operaciones de inserción, actualización o procesamiento de formularios relacionados con la gestión de registros. Esta lógica permitió establecer un flujo estructurado entre el cliente, la lógica del servidor y la base de datos, garantizando una administración más controlada de las operaciones ejecutadas por los usuarios.

El diseño de la interfaz no se limitó a criterios visuales, sino que fue planteado desde una perspectiva funcional y operativa, de modo que la navegación reflejara la estructura real del inventario técnico. En consecuencia, las vistas fueron organizadas para permitir recorrido jerárquico y acceso a información por ciudad, sede, rack, NVR y cámara, facilitando que el usuario pudiera interpretar el inventario dentro de su contexto técnico y no como una colección de registros aislados. Esta aproximación permitió que la plataforma mantuviera coherencia con la lógica de la infraestructura observada en campo y con el modelo relacional previamente definido.

Adicionalmente, la interfaz fue diseñada para permitir operaciones diferenciadas según el nivel de acceso de cada usuario, siguiendo buenas prácticas de control de autenticación, autorización y pruebas de seguridad en aplicaciones web [10]. Para ello, se implementó un

esquema de control basado en perfiles, de modo que la plataforma no expusiera las mismas capacidades a todos los usuarios autenticados. Esta segmentación respondió a criterios de seguridad, integridad de la información y administración controlada del sistema, evitando modificaciones no autorizadas y delimitando con precisión el alcance funcional de cada perfil.

Bajo esta lógica, se definieron tres roles principales de usuario: administrador, editor y viewer. El perfil de administrador fue configurado con privilegios completos sobre el sistema, incluyendo la gestión de usuarios, administración de sedes, ciudades, racks, NVR, cámaras y demás módulos disponibles dentro de la plataforma. Este perfil posee control integral sobre la aplicación, tanto a nivel de estructura como de contenido, permitiendo ejecutar operaciones de creación, edición, actualización y administración general del inventario.

El perfil de editor fue concebido como un usuario con permisos operativos sobre la información técnica, pero sin acceso a funciones críticas de administración de usuarios. Su alcance funcional permite agregar, modificar y actualizar registros asociados al inventario, tales como ciudades, sedes, racks, NVR y cámaras, dependiendo de la configuración definida en la aplicación. No obstante, este perfil no cuenta con autorización para intervenir sobre la gestión de cuentas o configuraciones globales del sistema, conservando así una separación entre administración del inventario y administración de acceso.

Por su parte, el perfil viewer fue diseñado como un usuario de consulta, orientado exclusivamente a la visualización de la información contenida en la plataforma. Este rol permite navegar por las distintas vistas, revisar la información registrada y consultar la composición del inventario por sedes, ciudades o equipos, pero no habilita operaciones de creación, edición o eliminación de datos. Su inclusión resulta importante para escenarios en los que se requiere acceso al inventario con fines de revisión, supervisión o consulta técnica, sin comprometer la integridad de los registros almacenados.

Desde el punto de vista de ingeniería de software, la implementación de estos perfiles representó una capa de control de acceso fundamental dentro de la aplicación, ya que permitió articular la gestión del inventario con mecanismos de autorización basados en roles. Esto no solo mejoró la seguridad operativa del sistema, sino que también aportó orden a la interacción entre usuarios y plataforma, alineando las funcionalidades disponibles con las responsabilidades reales de cada tipo de actor dentro del entorno de trabajo.

Finalmente, el diseño de la interfaz web constituyó una fase clave dentro del proyecto principal, al convertir la estructura de base de datos en una herramienta de acceso operativo, visual y funcional. Gracias a esta capa de interacción, la información técnica previamente consolidada dejó de estar restringida a archivos estáticos o consultas directas sobre la base de datos, y pasó a integrarse en una plataforma web organizada, con navegación estructurada,

segmentación por perfiles y capacidad de consulta y actualización controlada.

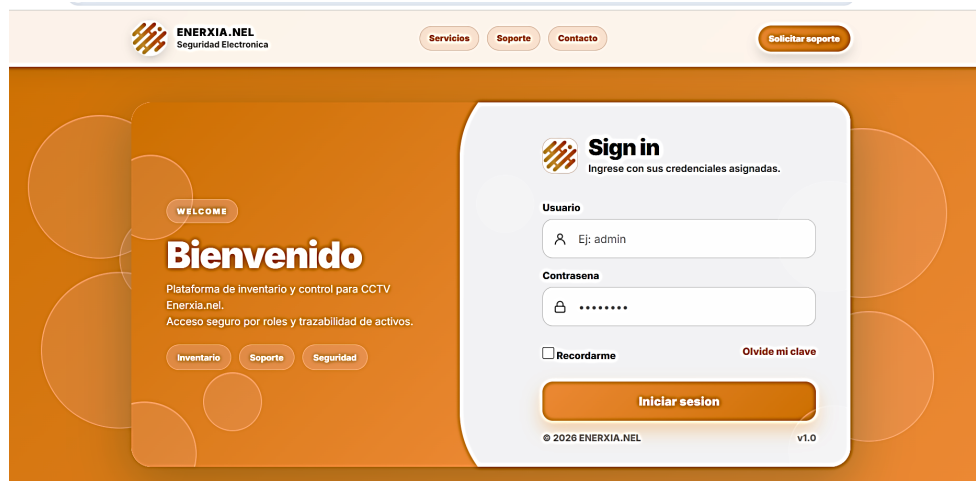


Figura 5.3: Interfaz de autenticación de la plataforma web de inventario.

La imagen presentada corresponde a la interfaz de autenticación de la plataforma web de inventario, desarrollada como punto de acceso principal al sistema. En esta vista se implementa el ingreso controlado mediante credenciales de usuario y contraseña, permitiendo validar el perfil autenticado y habilitar el acceso según el rol asignado, ya sea administrador, editor o viewer. Desde el punto de vista funcional, esta interfaz constituye el mecanismo inicial de control de acceso de la aplicación, garantizando segmentación por permisos y asegurando que cada usuario interactúe únicamente con las funcionalidades autorizadas dentro del sistema.

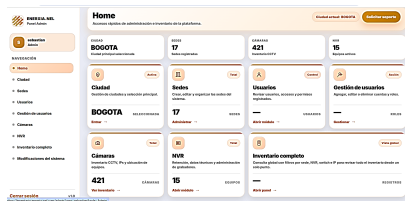


Figura 5.4: Interfaz del rol administrador.

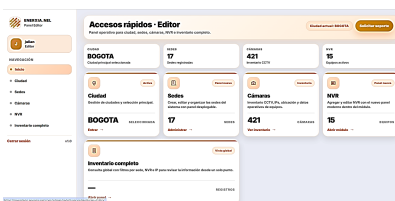


Figura 5.5: Interfaz del rol editor.



Figura 5.6: Interfaz del rol viewer.

Con el fin de definir el comportamiento operativo de la plataforma, se establecieron perfiles de usuario con diferentes niveles de acceso, permitiendo segmentar las funciones de consulta, edición y administración del sistema. Esta organización por roles asegura un control más adecuado sobre la información almacenada y limita las operaciones disponibles según el nivel de responsabilidad asignado a cada usuario.

Cuadro 5.4: Perfiles de usuario y alcance funcional del sistema

Perfil	Alcance funcional
Administrador	Gestión total del sistema, usuarios, sedes, racks, NVR, cámaras y configuración general.
Editor	Registro, edición y actualización de la información técnica del inventario.
Viewer	Consulta y visualización de la información sin capacidad de modificación.

Como se observa en el Cuadro 5.4, la plataforma fue estructurada bajo un esquema de acceso por roles, en el que cada perfil dispone de un alcance funcional específico. Esta segmentación permite proteger la integridad de la información, mantener control sobre las operaciones críticas del sistema y garantizar que la interacción con la base de datos se realice de manera organizada y conforme a los permisos establecidos.

Para estructurar técnicamente el desarrollo de la interfaz web, se definieron los componentes principales de la solución y las tecnologías utilizadas en cada capa funcional del sistema. Esta distribución permite identificar la relación entre la construcción de vistas, la presentación visual, la interacción del usuario, la comunicación con la lógica del sistema, la persistencia de los datos y el control de acceso implementado dentro de la plataforma.

Cuadro 5.5: Arquitectura tecnológica de la interfaz web

Componente	Tecnología / enfoque	Función dentro del sistema
Estructura de vistas	HTML	Construcción de páginas, formularios y secciones de navegación.
Presentación visual	CSS	Diseño visual, distribución de componentes y adaptación estética.
Interactividad en cliente	JavaScript	Validación de eventos, comportamiento dinámico y apoyo a navegación.
Comunicación cliente-servidor	Métodos GET y POST	Consulta, envío y actualización de información.
Persistencia de datos	MySQL / phpMyAdmin	Administración de la base de datos relacional SQL y almacenamiento estructurado del inventario.
Control de acceso	Roles de usuario	Restricción de funcionalidades según permisos.

La tabla presentada resume la arquitectura tecnológica implementada para el desarrollo de la interfaz web del sistema, mostrando la correspondencia entre cada componente funcional y la tecnología o enfoque utilizado en su construcción. Desde el punto de vista de ingeniería, esta distribución evidencia una separación de responsabilidades entre la capa de presentación, la capa de interacción, los mecanismos de comunicación cliente-servidor, la persistencia de datos y el control de acceso. Esta organización permite mantener una estructura modular del sistema, facilitar su mantenimiento y asegurar que cada tecnología cumpla una función específica dentro del flujo general de operación de la plataforma.

La selección de una arquitectura basada en una base de datos relacional SQL respondió a la naturaleza estructurada de la información manejada en el proyecto. El inventario de infraestructura de seguridad electrónica no se compone de documentos aislados o datos sin relación definida, sino de entidades claramente identificables, tales como sedes, pisos, racks, switches, NVR, cámaras, puertos y usuarios. Cada una de estas entidades mantiene relaciones jerárquicas y funcionales con las demás, por lo cual un modelo relacional implementado

mediante SQL permite representar con mayor precisión la trazabilidad entre ubicación física, conectividad, grabación y administración del sistema.

Para la gestión de la base de datos se utilizó phpMyAdmin, herramienta que permitió administrar el entorno relacional, crear y verificar tablas, revisar registros, ejecutar consultas SQL e importar la información proveniente de los archivos de inventario. De manera complementaria, MySQL Workbench 8.0 fue utilizado como entorno de prueba y validación previa, permitiendo revisar la estructura del modelo, comprobar relaciones entre entidades y reducir posibles errores antes de la carga definitiva de datos en el sistema.

Frente a alternativas como bases de datos NoSQL, se consideró que estas resultan útiles en escenarios donde la información es altamente variable, no estructurada o requiere almacenamiento flexible de documentos. Sin embargo, para este proyecto la prioridad era garantizar integridad referencial, consistencia en las relaciones y control sobre los datos técnicos del inventario. Por esta razón, una base de datos relacional SQL ofrecía ventajas importantes, ya que permite utilizar claves primarias y foráneas, normalizar información, evitar duplicidad de registros y asegurar que una cámara, un NVR, un rack o una sede permanezcan correctamente asociados dentro del sistema.

También se evaluó conceptualmente la posibilidad de utilizar plataformas comerciales de gestión de activos o soluciones existentes de inventario. No obstante, estas alternativas podían representar mayores costos de licenciamiento, dependencia de proveedores, menor adaptación a la lógica específica de la infraestructura institucional y restricciones para personalizar campos, relaciones o módulos según las necesidades reales del proyecto. En contraste, el desarrollo de una plataforma propia, apoyada en una base de datos SQL administrada mediante phpMyAdmin, permitió ajustar la solución a los requerimientos identificados durante el levantamiento, conservar control sobre la estructura de datos y construir una herramienta alineada con los procesos técnicos de la organización.

Desde el punto de vista de costos y alcance, el uso de tecnologías web como HTML, CSS, JavaScript, métodos GET y POST, junto con una base de datos relacional SQL, permitió construir una solución funcional sin depender de herramientas propietarias de alto costo. Esta decisión favoreció la sostenibilidad del proyecto, facilitó el despliegue en servidor y permitió que la plataforma pudiera ser mantenida o ampliada posteriormente con conocimientos técnicos comunes dentro del área de desarrollo web y administración de bases de datos. Por tanto, la arquitectura seleccionada no solo respondió a criterios técnicos, sino también a criterios de viabilidad económica, escalabilidad y facilidad de mantenimiento.

En términos funcionales, la tabla muestra que la construcción de las vistas se soportó en HTML, la presentación visual en CSS y la interactividad del cliente en JavaScript,

mientras que la comunicación con la lógica del sistema y la base de datos se realizó mediante solicitudes GET y POST. De forma complementaria, la persistencia de la información fue gestionada mediante una base de datos relacional SQL administrada con phpMyAdmin, garantizando almacenamiento estructurado del inventario, y el control de acceso fue implementado mediante roles de usuario, permitiendo restringir funcionalidades según privilegios asignados.

En consecuencia, la arquitectura tecnológica adoptada fue considerada adecuada porque equilibra estructura, control, bajo costo y capacidad de adaptación. Mientras que una solución NoSQL habría ofrecido flexibilidad innecesaria para este tipo de información altamente relacionada, y una plataforma comercial podría limitar la personalización o incrementar los costos, el modelo implementado con SQL permitió representar de manera ordenada la infraestructura real de seguridad electrónica y convertir el inventario en una herramienta operativa de consulta, actualización y trazabilidad.

En conjunto, esta integración tecnológica permitió desarrollar una plataforma web organizada, dinámica y coherente con los requerimientos funcionales del proyecto. Además, la decisión de implementar una solución propia permitió mantener control sobre el modelo de datos, adaptar los módulos a la realidad de la infraestructura inventariada y proyectar futuras mejoras sin depender completamente de restricciones comerciales o de licenciamiento externo.

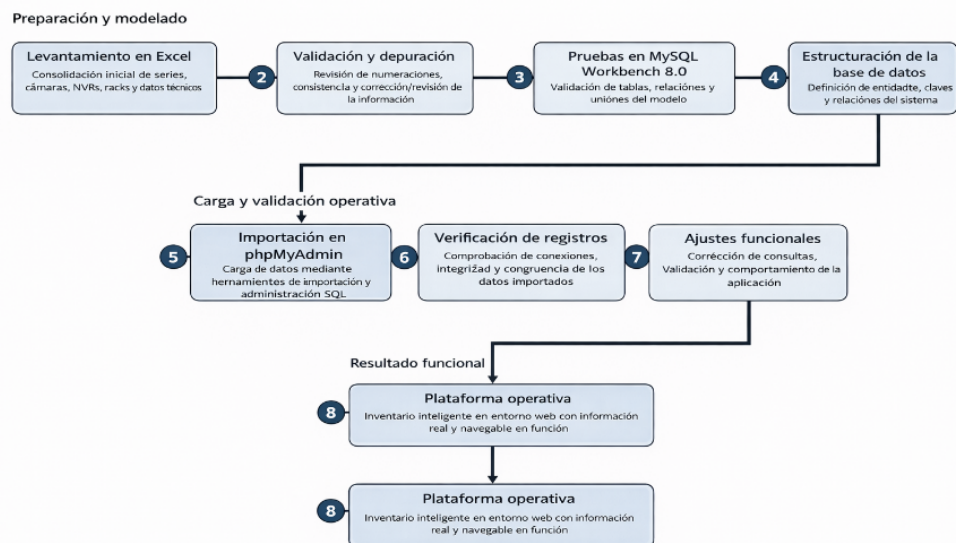


Figura 5.7: Flujo técnico de desarrollo, carga de datos y validación funcional del sistema.

La figura presentada sintetiza el flujo técnico seguido durante la etapa de desarrollo,

carga de datos y validación funcional del sistema. En ella se representa la secuencia mediante la cual la información inicialmente levantada y organizada en archivos Excel fue sometida a procesos de validación y depuración, posteriormente probada en MySQL Workbench 8.0 para verificar relaciones y estructura del modelo, y finalmente importada a la base de datos mediante phpMyAdmin. Asimismo, el diagrama evidencia que la carga de datos no constituyó una acción aislada, sino una fase articulada con la verificación de registros y la realización de ajustes funcionales sobre la plataforma, permitiendo consolidar una versión operativa del sistema con información real y con comportamiento coherente entre base de datos e interfaz web.

5.6.1. Arquitectura de procesamiento y flujo de información

Además de la capa visual utilizada para la interacción con el usuario, la plataforma fue desarrollada bajo una arquitectura que integra componentes frontend, backend y base de datos relacional. Esta organización permitió separar las funciones de presentación, procesamiento y almacenamiento de información, facilitando la administración del sistema y el mantenimiento futuro de la aplicación.

El frontend, desarrollado mediante HTML, CSS y JavaScript, es el encargado de presentar la información al usuario y gestionar la interacción con formularios, tablas, menús y elementos de navegación. A través de esta capa se realizan las consultas y operaciones que posteriormente son enviadas al servidor para su procesamiento.

Por su parte, el backend, implementado en Python, actúa como núcleo funcional de la plataforma. En esta capa se ejecutan las validaciones de información, el control de acceso basado en roles, la gestión de solicitudes de los usuarios y las operaciones necesarias para consultar, registrar, actualizar o eliminar información dentro del sistema.

La persistencia de la información se encuentra soportada por una base de datos relacional MySQL, donde se almacenan las entidades asociadas al inventario, incluyendo ciudades, sedes, racks, switches, NVR, cámaras y usuarios. Las relaciones establecidas entre estas entidades permiten mantener la trazabilidad de los activos y garantizar la consistencia de la información registrada.

El flujo de operación implementado inicia cuando el usuario realiza una solicitud desde la interfaz web. Posteriormente, el backend procesa dicha solicitud, ejecuta las validaciones correspondientes y realiza las consultas requeridas sobre la base de datos. Finalmente, la información obtenida es enviada nuevamente al frontend para ser presentada de forma organizada mediante tablas, formularios e indicadores visuales.

Esta integración entre frontend, backend y base de datos permitió construir una pla-

taforma centralizada capaz de combinar la gestión operativa del inventario con funciones de consulta, trazabilidad y análisis técnico de la infraestructura de seguridad electrónica.

5.7. Implementación en servidor y puesta en funcionamiento

Una vez completadas las etapas de desarrollo, carga de datos y validación funcional de la plataforma, se procedió a su implementación en un entorno de servidor, con el fin de garantizar disponibilidad, acceso remoto y operación estable del sistema de gestión del inventario de infraestructura de seguridad electrónica. Esta fase permitió trasladar la solución desde un entorno local de pruebas hacia una infraestructura de hosting capaz de soportar la ejecución de la aplicación y el acceso de los usuarios autorizados mediante conexión web.

Para esta etapa se utilizó un servicio de hosting provisto por Latinoamérica Hosting, seleccionado por ofrecer compatibilidad con aplicaciones desarrolladas en Python, lenguaje ampliamente utilizado para lógica de servidor, automatización, procesamiento de datos e integración de sistemas [7]. Adicionalmente, el servicio disponía de condiciones favorables para el despliegue de la plataforma, entre ellas soporte técnico, administración del entorno de alojamiento y capacidad para integrar la aplicación con los recursos necesarios para su funcionamiento, incluyendo la base de datos, la ejecución del código y la disponibilidad por medio de conexión segura.

Desde el punto de vista de implementación, el despliegue en servidor implicó la configuración del entorno de ejecución, la incorporación de la aplicación desarrollada y la integración de sus componentes funcionales dentro de un dominio accesible mediante URL bajo protocolo HTTPS. Esto permitió que la plataforma dejara de operar exclusivamente en escenarios locales o de prueba y pasara a estar disponible en un entorno de acceso controlado, con posibilidad de consulta y uso por parte del personal autorizado. En términos prácticos, esta fase representó la transición del sistema desde una solución desarrollada y validada técnicamente hacia una herramienta efectivamente puesta en funcionamiento.

La implementación en servidor también implicó verificar la correcta interacción entre la aplicación web, la base de datos y los módulos funcionales previamente desarrollados, garantizando que las operaciones de autenticación, consulta, edición y navegación respondieran de forma adecuada dentro del entorno desplegado. Esta validación fue necesaria para comprobar que la lógica del sistema mantenía su comportamiento esperado una vez publicada en servidor, conservando coherencia entre interfaz, roles de usuario, registros almacenados y operaciones ejecutadas por la plataforma.

A nivel funcional, el hecho de contar con una URL de acceso permitió centralizar el uso de la aplicación y facilitar su disponibilidad para los distintos perfiles definidos dentro del sistema. Esto mejoró la posibilidad de consulta y gestión remota del inventario técnico, permitiendo que la herramienta no dependiera de un único equipo o entorno local, sino de una infraestructura de acceso web controlada y operativa. En este sentido, la implementación en servidor no solo resolvió un aspecto técnico de despliegue, sino que constituyó una condición necesaria para la utilización real de la plataforma dentro del contexto institucional.

De manera complementaria, la puesta en funcionamiento de la aplicación estuvo acompañada por un proceso de socialización y explicación operativa dirigido a los usuarios que harían uso del sistema. Esta actividad incluyó la orientación al personal de central de monitoreo, a los responsables de actualización de la base de datos y a otros usuarios involucrados en la consulta o gestión del inventario. Durante este proceso se explicó la lógica general de la plataforma, la forma de acceso, la navegación por módulos, el alcance de los perfiles de usuario y las operaciones básicas necesarias para su utilización dentro del entorno de trabajo.

Esta fase de puesta en funcionamiento resultó importante no solo desde la perspectiva técnica, sino también desde la perspectiva operativa, ya que permitió acompañar el paso de una herramienta desarrollada a una herramienta efectivamente adoptada por sus usuarios. La explicación funcional del sistema contribuyó a reducir barreras de uso, facilitar la apropiación de la plataforma y asegurar que la consulta o actualización de la información pudiera realizarse de manera más organizada, coherente con los roles definidos y ajustada al flujo de trabajo del personal encargado.

En síntesis, la implementación en servidor y la puesta en funcionamiento consolidaron la etapa final de despliegue del proyecto, permitiendo que la aplicación desarrollada estuviera disponible en un entorno web estable, accesible mediante URL y respaldado por una infraestructura de hosting compatible con los requerimientos técnicos del sistema. A su vez, la socialización con los usuarios finales permitió articular la solución tecnológica con su uso práctico, completando así la transición entre el desarrollo técnico de la plataforma y su operación real dentro del contexto institucional.

Cuadro 5.6: Matriz de validación funcional de la plataforma de inventario

Prueba	Criterio evaluado	Resultado esperado	Interpretación técnica
Autenticación	Ingreso con credenciales válidas e inválidas	Permitir acceso solo a usuarios registrados	Verifica control básico de acceso y protección de la información.
Roles de usuario	Diferenciación entre administrador, editor y viewer	Restringir operaciones según permisos	Reduce riesgo de modificación no autorizada del inventario.
Consulta de sedes	Visualización jerárquica por ciudad y sede	Mostrar registros asociados correctamente	Comprueba relación entre ubicación física y modelo de datos.
Consulta de cámaras	Búsqueda por sede, NVR o ubicación	Recuperar cámaras relacionadas con el filtro aplicado	Valida la utilidad operativa del sistema para soporte técnico.
Edición de registros	Actualización de datos técnicos	Guardar cambios sin romper relaciones existentes	Evalúa integridad de datos y trazabilidad documental.
Carga de información	Importación desde Excel hacia SQL	Mantener consistencia entre archivo origen y base de datos	Verifica la transición del inventario documental al sistema relacional.

Como se observa en el Cuadro 5.6, la validación se enfocó en comprobar el comportamiento de los flujos críticos de uso. Estas pruebas permiten demostrar que la plataforma cumple una función operativa concreta: consultar, organizar y actualizar información técnica del inventario con control de acceso y relación entre entidades.

Desde el punto de vista de rendimiento, el criterio principal consistió en revisar que las consultas básicas del sistema pudieran ejecutarse sin depender de búsqueda manual en múltiples archivos. Aunque no se desarrolló una prueba de carga especializada con herramientas externas, sí se establecieron variables que deben ser consideradas para evaluar el desempeño futuro: cantidad de registros, número de usuarios simultáneos, tiempo de respuesta de consultas, peso de imágenes asociadas y crecimiento del inventario por nuevas sedes o equipos.

Cuadro 5.7: Criterios de rendimiento y escalabilidad considerados para la plataforma

Criterio	Variable evaluada	Decisión técnica asociada
Volumen de datos	3 sedes, 761 cámaras y 15 NVR registrados	Uso de base relacional para evitar duplicidad y facilitar consultas.
Escalabilidad funcional	Posibilidad de agregar nuevas sedes, cámaras y usuarios	Modelo por entidades relacionadas y módulos independientes.
Control de acceso	Usuarios con permisos diferenciados	Implementación de roles para proteger integridad de datos.
Mantenimiento del código	Separación entre vistas, lógica y datos	Organización modular para facilitar ajustes posteriores.
Disponibilidad	Acceso mediante servidor y URL	Despliegue en hosting para evitar dependencia de un equipo local.
Calidad documental	Evidencias, planos y registros asociados	Trazabilidad entre información física, documental y digital.

El Cuadro 5.7 muestra que la escalabilidad del sistema no se entiende únicamente como capacidad de soportar más usuarios, sino como posibilidad de crecer en número de sedes, cámaras, NVR, switches y registros sin modificar completamente la estructura del modelo. Esto constituye una decisión relevante de ingeniería, porque permite que la plataforma continúe evolucionando a partir de una base organizada y no como una solución rígida limitada al estado inicial del inventario.

Finalmente, se identificó que una validación futura más robusta debería incluir mediciones controladas de tiempo de respuesta, pruebas con usuarios concurrentes, verificación de respaldo de base de datos, revisión de seguridad de sesiones y optimización de imágenes. Estas actividades se plantean como línea de mejora, pero el trabajo realizado deja establecida la estructura necesaria para ejecutarlas sin reconstruir el sistema desde cero.

5.9. Resultados funcionales, avances del desarrollo y entregables

Como resultado del proceso de análisis, levantamiento, modelado, desarrollo e implementación descrito en los apartados anteriores, fue posible consolidar una plataforma web orientada a la gestión del inventario de infraestructura de seguridad electrónica, estructurada

sobre una base de datos relacional y habilitada para consulta, administración y actualización de la información técnica asociada a sedes, racks, NVR, cámaras y demás componentes integrados al sistema. Este resultado no debe entenderse únicamente como la construcción de una aplicación informática, sino como la materialización de una herramienta funcional derivada de un proceso previo de validación de información, organización documental y estructuración lógica del inventario.

Uno de los principales avances del proyecto consistió en transformar una base de información inicialmente contenida en archivos Excel y soportes documentales dispersos en un sistema centralizado de gestión, accesible a través de entorno web y soportado por control de acceso mediante perfiles de usuario. Esta transición representó un cambio significativo en la forma de administrar la información técnica, dado que permitió pasar de un esquema de consulta estático y dependiente de archivos aislados a una estructura dinámica con capacidad de crecimiento, actualización controlada y navegación jerárquica entre los diferentes elementos de la infraestructura.

Desde el punto de vista funcional, la plataforma logró integrar información correspondiente a ciudades, sedes, pisos, racks, NVR y cámaras, manteniendo relaciones lógicas coherentes con la estructura de la infraestructura revisada durante la pasantía. La posibilidad de consultar dicha información dentro de un mismo entorno permitió mejorar la trazabilidad del inventario, facilitar el acceso a registros previamente validados y fortalecer la organización técnica de los datos. En este sentido, el sistema desarrollado no solo resolvió una necesidad de almacenamiento, sino también una necesidad de articulación entre información física, documental y operativa.

Dentro de los resultados obtenidos, uno de los más relevantes fue la implementación de una arquitectura funcional basada en roles, a través de la definición de perfiles de administrador, editor y viewer. Esta segmentación permitió establecer diferentes niveles de acceso y responsabilidad dentro de la plataforma, garantizando que la interacción con la información se realizara bajo criterios de autorización acordes con el tipo de usuario. Gracias a esta estructura, fue posible delimitar de manera precisa qué usuarios podían consultar, registrar, modificar o administrar datos, reduciendo riesgos sobre la integridad del inventario y aportando mayor orden a la operación del sistema.

Otro avance importante estuvo relacionado con la puesta en funcionamiento de la interfaz web como capa de interacción entre la base de datos y el usuario final. La implementación de vistas específicas para autenticación, consulta y administración permitió que la información técnica pudiera visualizarse de manera estructurada, con organización por módulos y con acceso diferenciado según el perfil autenticado. Esta capa de presentación permitió traducir la complejidad del modelo relacional en un entorno de uso más accesible,

sin perder consistencia en la forma de consultar o gestionar los registros del inventario.

De manera complementaria, la importación de la información consolidada desde los archivos Excel hacia la base de datos relacional constituyó un resultado técnico fundamental, debido a que permitió poblar el sistema con información real proveniente del levantamiento efectuado en campo. Este proceso no solo hizo posible validar la operatividad de la plataforma con datos efectivos, sino que también permitió comprobar el comportamiento de las relaciones entre entidades, la respuesta de los formularios y consultas, y la capacidad del sistema para administrar información estructurada sin depender exclusivamente de documentos externos. En consecuencia, el sistema dejó de ser una solución de prueba o prototipo conceptual y pasó a convertirse en una plataforma con contenido funcional y utilidad operativa.

En términos de avances del desarrollo, el proyecto también permitió consolidar una metodología de trabajo progresiva, en la cual cada etapa alimentó técnicamente a la siguiente. El análisis de la infraestructura sirvió como base para la formulación del problema; el levantamiento y la validación de la información sirvieron como insumo para el diseño lógico y relacional; la base de datos sustentó el desarrollo de la interfaz; y la implementación en servidor permitió habilitar la operación real de la plataforma. Esta secuencia demuestra que el resultado final no fue producto de una única fase de programación, sino de una articulación continua entre observación técnica, organización documental, modelado de datos y desarrollo de software.

Asimismo, debe resaltarse como resultado la implementación del sistema en un entorno de hosting compatible con aplicaciones en Python, lo cual permitió disponer de la plataforma mediante acceso web seguro y con posibilidad de uso por parte de los actores involucrados en la gestión del inventario. La disponibilidad de la aplicación a través de una URL, junto con la integración de la base de datos y de la lógica funcional del sistema dentro del servidor, permitió completar la transición entre el entorno de desarrollo y un entorno operativo. Esto aportó valor práctico al proyecto, en la medida en que la solución desarrollada pudo ser utilizada en condiciones reales y no solamente demostrada en ambiente local.

En relación con la adopción del sistema, otro resultado importante fue la socialización realizada con el personal encargado de su utilización. La explicación funcional dirigida a usuarios de central de monitoreo, responsables de actualización del inventario y demás personas involucradas permitió introducir la lógica de uso de la plataforma, los criterios de acceso por roles y las funciones principales disponibles en la interfaz. Este componente resulta relevante porque evidencia que el proyecto no se limitó a la entrega de un desarrollo técnico, sino que contempló también su apropiación operativa dentro del entorno institucional.

Desde la perspectiva de entregables, el proyecto produjo varios resultados concretos

que pueden considerarse productos del proceso de pasantía. En primer lugar, se consolidó una base de datos relacional estructurada a partir del inventario técnico levantado en campo, con entidades, atributos y relaciones diseñadas para soportar la gestión de la infraestructura de seguridad electrónica. En segundo lugar, se desarrolló una interfaz web funcional, organizada por módulos y con acceso segmentado por perfiles de usuario. En tercer lugar, se realizó la migración e importación de información real desde archivos Excel hacia la base de datos, permitiendo operar la plataforma con registros efectivos. En cuarto lugar, se implementó la publicación del sistema en servidor, habilitando su disponibilidad mediante acceso web seguro. Finalmente, se generó un conjunto de soportes documentales y gráficos, incluyendo diagramas, estructuras lógicas, capturas de interfaz, tablas de roles y demás elementos que respaldan técnica y metodológicamente el desarrollo realizado.

Adicionalmente, puede considerarse como entregable el conocimiento aplicado sobre la infraestructura y su representación digital, dado que el proyecto no solo produjo una herramienta, sino también una estructura formal para administrar información que previamente se encontraba dispersa o parcialmente desarticulada. Esta reorganización del conocimiento técnico de la infraestructura constituye un aporte importante, ya que facilita posteriores procesos de consulta, validación, mantenimiento y actualización del inventario, permitiendo que la información adquiera valor no solo académico, sino también operativo.

No obstante, aunque los resultados obtenidos fueron significativos, también es importante entender que el sistema desarrollado representa una base funcional susceptible de ampliación y mejora futura. Como ocurre en soluciones de este tipo, la existencia de una estructura operativa inicial permite proyectar nuevas funcionalidades, ajustes de interfaz, integración de módulos complementarios o ampliaciones sobre analítica, reportes y trazabilidad avanzada. En este sentido, uno de los avances más importantes del proyecto fue precisamente dejar consolidada una plataforma sobre la cual pueden realizarse desarrollos posteriores sin necesidad de reiniciar el proceso desde cero.

En términos generales, el numeral permite evidenciar que el proyecto principal logró pasar por todas sus etapas esenciales: identificación del problema, estructuración de información, diseño lógico, modelado de base de datos, desarrollo de interfaz, carga de datos, implementación en servidor y puesta en funcionamiento. Como resultado de esta secuencia, se obtuvo una solución coherente con el contexto técnico de la pasantía y alineada con las necesidades reales de organización y consulta del inventario de infraestructura de seguridad electrónica. Por ello, los avances y entregables alcanzados no deben interpretarse únicamente como productos aislados, sino como la consolidación de un proceso de ingeniería aplicado a una necesidad institucional concreta.

Finalmente, los resultados funcionales y entregables obtenidos demuestran que el pro-

yecto cumplió una doble finalidad. Por una parte, permitió desarrollar una solución tecnológica con capacidad real de uso, basada en criterios de organización, control y acceso estructurado a la información. Por otra, constituyó un ejercicio de integración entre conocimiento técnico de infraestructura, metodologías de levantamiento y herramientas de desarrollo de software, evidenciando la aplicación práctica de competencias propias del campo de la ingeniería electrónica y de sistemas orientadas a la gestión tecnológica y a la estructuración de soluciones funcionales para entornos reales.

Para sintetizar los productos obtenidos durante el desarrollo del proyecto, en el Cuadro 5.8 se presentan los principales entregables generados, entendidos como resultados técnicos y funcionales derivados del proceso de análisis, modelado, desarrollo, implementación y puesta en operación de la plataforma.

Cuadro 5.8: Entregables principales del proyecto

Entregable	Descripción
Base de datos relacional	Estructura formal de almacenamiento de sedes, racks, NVR, cámaras y relaciones técnicas.
Plataforma web funcional	Sistema de consulta y administración del inventario mediante interfaz web.
Sistema de roles	Implementación de perfiles administrador, editor y viewer.
Migración de datos	Importación de información desde archivos Excel hacia la base de datos.
Implementación en servidor	Despliegue del sistema en entorno de hosting con acceso por URL.
Soporte documental	Diagramas, capturas, tablas y registros técnicos asociados al desarrollo.

Como se observa en el Cuadro 5.8, los entregables del proyecto no se limitaron a la construcción de una aplicación web, sino que incluyeron también la estructuración de la base de datos, la migración de información, la segmentación por roles, la implementación en servidor y la generación de soportes técnicos que respaldan integralmente el desarrollo realizado.

El desarrollo del proyecto principal permitió consolidar una solución tecnológica orientada a la gestión estructurada del inventario de infraestructura de seguridad electrónica, integrando en un mismo sistema la información obtenida durante el levantamiento técnico, la

validación documental y la organización relacional de los datos. A lo largo del capítulo se evidenció una secuencia metodológica coherente, en la que el análisis de la infraestructura, la formulación del problema, el diseño lógico del sistema, la estructuración de la base de datos, el desarrollo de la interfaz web, la carga de información y la implementación en servidor se articularon como fases complementarias de un mismo proceso de ingeniería.

Como resultado, fue posible pasar de un conjunto de registros dispersos en archivos de trabajo a una plataforma web funcional, con base de datos relacional, acceso por roles y disponibilidad en entorno de servidor. Este avance no solo representó la materialización técnica del proyecto, sino también la generación de una herramienta con aplicabilidad real para consulta, administración y actualización del inventario. En este sentido, el capítulo demuestra que el proyecto trascendió la etapa de diseño conceptual y logró consolidarse como una solución operativa, técnicamente estructurada y alineada con las necesidades de organización, trazabilidad y gestión de la infraestructura intervenida.

Capítulo 6

Actividades operativas complementarias y módulo de gestión de talento humano

Además del desarrollo del proyecto principal orientado a la gestión del inventario de infraestructura de seguridad electrónica, durante el período de pasantía se llevaron a cabo diversas actividades operativas complementarias que hicieron parte del entorno real de trabajo y del acompañamiento técnico desarrollado en campo y en oficina. Estas actividades incluyeron labores de mantenimiento preventivo y correctivo sobre sistemas de videovigilancia, cercas eléctricas, detección de incendio, monitoreo, soporte a instalaciones y acompañamiento técnico a procesos de revisión e intervención sobre infraestructura de seguridad electrónica. Su inclusión en la bitácora permite evidenciar que la pasantía no se limitó al desarrollo de un único producto tecnológico, sino que involucró una participación en diferentes frentes operativos que aportaron experiencia práctica, criterio técnico y comprensión integral del entorno de trabajo.

De manera complementaria, se desarrolló un módulo enfocado en la automatización del control de asistencia del personal y su relación con procesos de liquidación de nómina. Este proyecto incluyó pruebas iniciales con dispositivos embebidos, validaciones de integración con servidor y posteriores ensayos con equipos biométricos de la marca Hikvision para el registro de eventos asociados a huella y asistencia. A partir de estas pruebas, se buscó estructurar una solución capaz de registrar jornadas laborales, contabilizar días trabajados por período, identificar horas extras, observaciones y demás variables necesarias para apoyar procesos administrativos relacionados con pago de nómina y control del personal. En este contexto, el presente capítulo reúne tanto las actividades operativas desarrolladas de forma complementaria como los avances técnicos del módulo complementario, mostrando su aporte dentro de la formación práctica alcanzada durante la pasantía.

6.1. Actividades operativas complementarias

Además del desarrollo del proyecto principal de pasantía, durante el período de ejecución se desarrollaron múltiples actividades operativas complementarias asociadas al soporte, mantenimiento, revisión, validación y acompañamiento técnico de diferentes sistemas de se-

guridad electrónica. Estas actividades hicieron parte del contexto real de trabajo en el que se desenvolvió la práctica, y permitieron complementar el componente documental y de desarrollo del sistema de inventario con experiencia aplicada en campo sobre infraestructura instalada, condiciones de operación y necesidades técnicas de intervención.

La participación en este tipo de actividades resultó relevante porque permitió comprender la infraestructura no solo desde la perspectiva de su representación en planos, inventarios o bases de datos, sino también desde su comportamiento funcional, sus requerimientos de mantenimiento, las fallas que pueden presentarse en operación y las acciones correctivas o preventivas necesarias para mantener la continuidad del servicio. En este sentido, las labores complementarias desarrolladas durante la pasantía aportaron una visión integral del entorno técnico, al vincular los procesos de análisis y documentación con escenarios reales de soporte e intervención.

Dentro de estas actividades se incluyeron labores relacionadas con sistemas de videovigilancia, cercas eléctricas, sistemas de detección y alarma de incendio, monitoreo, acompañamiento a instalaciones, revisiones de infraestructura y apoyo técnico general sobre sistemas asociados a seguridad electrónica. Aunque estas tareas no siempre hacían parte directa del alcance del proyecto principal, sí se encontraban estrechamente relacionadas con el entorno institucional sobre el cual se desarrolló la pasantía, razón por la cual su ejecución contribuyó a fortalecer la comprensión práctica de los sistemas intervenidos y de la dinámica operativa del trabajo técnico diario.

En el caso de los sistemas de videovigilancia, las actividades operativas complementarias comprendieron revisiones técnicas sobre cámaras, grabadores, conectividad, racks, cableado y condiciones generales de funcionamiento del sistema. Estas labores incluyeron procesos de mantenimiento preventivo y correctivo orientados a verificar la disponibilidad de video, el estado de los dispositivos instalados, la continuidad de la comunicación de red, la organización física de los equipos y la respuesta general de la infraestructura frente a condiciones normales de operación. La revisión de estos sistemas permitió identificar que la funcionalidad de una cámara no depende exclusivamente de su instalación física, sino también de la correcta interacción entre múltiples componentes, tales como NVR, switches, puertos, enlaces de red, alimentación eléctrica y estructura de rack.

Desde una perspectiva técnica, este tipo de actividades permitió aplicar criterios de diagnóstico sobre fallas de visualización, problemas de comunicación, inconsistencias en grabación, pérdidas de conectividad y condiciones físicas que afectan el desempeño de los dispositivos. Asimismo, facilitó la observación directa de la relación entre el estado operativo del sistema y la calidad de la documentación técnica disponible, lo cual reforzó la importancia de contar con inventarios actualizados, trazabilidad entre componentes y soporte adecuado para

procesos de consulta y mantenimiento. En consecuencia, la participación en estas labores aportó experiencia relevante para comprender la infraestructura de videovigilancia como un sistema integrado y no como un conjunto aislado de equipos.

De manera complementaria, se desarrollaron actividades sobre sistemas de cerca eléctrica, orientadas a inspección, mantenimiento y acompañamiento técnico. Estas labores permitieron revisar condiciones generales de operación, estado de energizadores, continuidad del sistema, integridad física de los conductores, señalización y aspectos relacionados con la seguridad de la instalación. En este tipo de sistemas, pequeñas alteraciones en algún componente pueden afectar significativamente la funcionalidad general, razón por la cual las actividades de verificación y mantenimiento adquieren especial relevancia dentro del soporte técnico. La participación en estas revisiones permitió ampliar el campo de intervención de la pasantía hacia sistemas de seguridad perimetral que también forman parte del entorno institucional.

Asimismo, se realizaron actividades de apoyo sobre sistemas de detección y alarma de incendio, tanto en procesos de mantenimiento como en acompañamiento a instalaciones nuevas y revisiones de operación. Estas intervenciones incluyeron observación técnica sobre dispositivos instalados, soporte en actividades de inspección, seguimiento a componentes de detección, notificación y control, así como participación en procesos relacionados con la implementación y validación de sistemas contra incendio. A través de estas experiencias fue posible comprender mejor la lógica funcional de estos sistemas, la importancia de su distribución dentro del espacio intervenido y la necesidad de mantener criterios técnicos claros para su revisión, instalación y seguimiento.

En varios momentos del período de pasantía también se realizó acompañamiento a actividades asociadas a monitoreo y supervisión técnica. Estas labores no siempre implicaron una intervención física directa sobre equipos, pero sí permitieron fortalecer la capacidad de observación y análisis frente al comportamiento operativo de los sistemas. La participación en estos procesos permitió reconocer alertas, identificar situaciones anómalas, comprender necesidades de seguimiento y apoyar técnicamente la interpretación de eventos o requerimientos asociados a la operación cotidiana de la infraestructura de seguridad electrónica. Este tipo de actividad resulta importante porque muestra que el trabajo técnico en seguridad no se limita a instalar o reparar equipos, sino que también requiere capacidad de análisis continuo sobre el comportamiento del sistema en uso.

Otro aspecto significativo dentro de las actividades complementarias fue la participación en tareas de mantenimiento electrónico y soporte sobre diferentes componentes del entorno intervenido. Este tipo de trabajo permitió entrar en contacto con procesos de revisión más detallada sobre dispositivos y elementos de infraestructura, fortaleciendo habilidades de inspección, identificación de condiciones anormales, comprensión de circuitos o componentes

asociados y verificación del estado general de funcionamiento. Aunque en algunos casos estas actividades fueron puntuales, su valor dentro de la formación práctica fue importante porque permitieron articular conocimientos de electrónica aplicada con sistemas reales de seguridad e instalaciones técnicas en operación.

De igual manera, el acompañamiento a procesos de instalación y ajuste sobre sistemas nuevos permitió observar criterios de implementación técnica utilizados en campo. Estas experiencias hicieron posible reconocer aspectos como distribución de dispositivos, organización de cableado, relación entre diseño e instalación, necesidades de soporte físico y coordinación entre distintos actores involucrados en la ejecución de una intervención. Esta dimensión resulta relevante dentro de la pasantía porque aporta una visión complementaria al mantenimiento y al soporte: no solo se revisa lo que ya existe, sino también cómo deben ejecutarse nuevas soluciones para mantener coherencia técnica con la infraestructura general.

Desde el punto de vista metodológico, estas actividades operativas complementarias también contribuyeron a fortalecer criterios de registro, seguimiento y documentación técnica. Cada intervención, revisión o acompañamiento generaba observaciones que, de una u otra forma, se relacionaban con la necesidad de interpretar adecuadamente el estado de la infraestructura, reconocer hallazgos y, cuando era necesario, respaldar las actividades realizadas con evidencia o soporte documental. Esto permitió mantener una articulación entre el componente práctico de la pasantía y el enfoque de trazabilidad técnica desarrollado a lo largo del documento.

La importancia de estas actividades también radica en que aportaron experiencia sobre la diversidad de situaciones técnicas que pueden presentarse en un entorno institucional real. A diferencia de un escenario académico controlado, el trabajo en campo exige adaptarse a condiciones variables, responder a necesidades inmediatas, comprender el funcionamiento de sistemas de distinta naturaleza y coordinar acciones con diferentes personas o áreas. En este contexto, la pasantía permitió desarrollar no solo conocimientos técnicos específicos, sino también criterios de observación, capacidad de respuesta y comprensión operativa sobre la dinámica de los sistemas de seguridad electrónica en servicio.

Adicionalmente, la participación en actividades complementarias permitió ampliar el alcance formativo de la pasantía más allá del proyecto principal. Aunque el sistema de inventario y su desarrollo representaron el eje central del trabajo realizado, el contacto permanente con mantenimientos, revisiones, monitoreo, instalaciones y correctivos hizo posible consolidar una visión más completa del entorno profesional. Esto resulta especialmente relevante en formación de ingeniería, ya que fortalece la capacidad de relacionar herramientas de análisis, gestión de información y desarrollo tecnológico con necesidades concretas de operación, mantenimiento y soporte de infraestructura real.

En términos de aprendizaje aplicado, estas actividades permitieron reconocer que la seguridad electrónica debe abordarse como un ecosistema técnico compuesto por subsistemas que interactúan entre sí y que requieren criterios de revisión diferenciados. La videovigilancia, la detección de incendio, el control perimetral, la conectividad y el monitoreo no pueden analizarse de manera totalmente aislada, dado que comparten infraestructura, recursos físicos, soporte técnico y necesidades de continuidad operativa. Por esta razón, el acompañamiento a distintos frentes de trabajo durante la pasantía aportó una comprensión más integral del sector y de las exigencias técnicas propias de este tipo de entornos.

Finalmente, puede afirmarse que las actividades operativas complementarias desarrolladas durante el período de práctica constituyeron un componente importante dentro del proceso formativo general. Su ejecución permitió fortalecer habilidades de inspección, mantenimiento, diagnóstico, observación técnica y soporte en campo, al tiempo que enriqueció la comprensión de la infraestructura de seguridad electrónica desde una perspectiva práctica y funcional. En consecuencia, su inclusión dentro de la bitácora resulta pertinente, ya que evidencia que la pasantía no se limitó a un trabajo de análisis documental o desarrollo de software, sino que integró también experiencias reales de operación técnica y acompañamiento sobre distintos sistemas de seguridad electrónica.

Con el propósito de sintetizar las principales actividades operativas complementarias desarrolladas durante la pasantía, en el Cuadro 6.1 se presenta una relación general de los sistemas intervenidos, el tipo de actividad ejecutada y su alcance técnico. Esta organización permite visualizar de manera más estructurada la diversidad de labores realizadas y su aporte dentro del proceso formativo y operativo asociado al entorno de seguridad electrónica.

Cuadro 6.1: Actividades operativas complementarias desarrolladas durante la pasantía

Actividad	Sistema asociado	Tipo de intervención	Alcance técnico
Revisión y mantenimiento de cámaras	CCTV	Preventivo / correctivo	Verificación de operación, conectividad y continuidad de video.
Inspección de cercas eléctricas	Seguridad perimetral	Revisión / mantenimiento	Validación de energización, continuidad y estado físico del sistema.
Apoyo a sistemas de incendio	Detección y alarma	Inspección / acompañamiento	Verificación de dispositivos, operación y soporte técnico.
Monitoreo y soporte técnico	Seguridad electrónica	Seguimiento / atención	Identificación de anomalías y apoyo a operación.
Acompañamiento a instalaciones	Infraestructura técnica	Apoyo técnico	Comprensión de criterios de implementación y ajuste.

Como se observa en el Cuadro 6.1, las actividades operativas complementarias no se limitaron a un único tipo de sistema o intervención, sino que abarcaron diferentes componentes de la infraestructura de seguridad electrónica, incluyendo videovigilancia, control perimetral, detección de incendio y monitoreo. Esta variedad de actividades permitió fortalecer la comprensión práctica del entorno técnico y aportó experiencia aplicada en procesos de revisión, mantenimiento y soporte sobre sistemas reales en operación.



Figura 6.1: Instalación y ajuste de una cámara de videovigilancia en infraestructura interior.

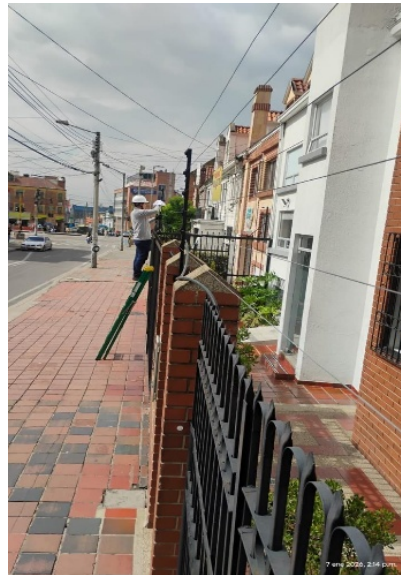


Figura 6.2: Intervención técnica sobre el sistema de cerca eléctrica en un entorno exterior.

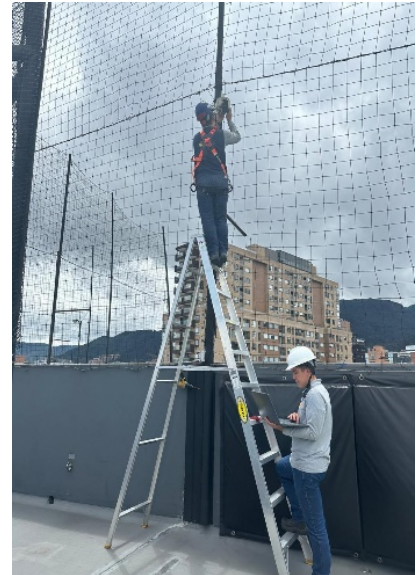


Figura 6.3: Revisión e intervención sobre un equipo de red tipo switch.



Figura 6.4: Trabajo realizado sobre la estructura perimetral y los conductores energizados del sistema.



Figura 6.5: Panel de control del sistema de cerca eléctrica y sus componentes electrónicos.

La Figura 6.1 evidencia una actividad de instalación y ajuste de una cámara de videovigilancia en infraestructura interior, en la cual se observa la manipulación directa del dispositivo y su fijación en un punto estratégico de monitoreo. Esta labor implica verificar la ubicación, la orientación y el ángulo de cobertura del equipo, con el fin de garantizar una visualización adecuada del área supervisada. Desde el punto de vista técnico, la correcta instalación de la cámara resulta fundamental para asegurar la calidad del monitoreo, la co-

bertura de zonas críticas y la integración del dispositivo con la red de datos y el sistema de grabación.

La Figura 6.2 presenta una intervención técnica sobre el sistema de cerca eléctrica en un entorno exterior, donde se observa la manipulación de los conductores y la estructura perimetral. Esta actividad se orienta a la verificación de continuidad, tensión y estado físico del sistema, elementos clave para garantizar su funcionamiento como mecanismo de seguridad. Desde una perspectiva técnica, estas revisiones permiten identificar posibles fallas, pérdidas de energía o deterioro de componentes, contribuyendo al mantenimiento preventivo y a la confiabilidad del sistema perimetral.

La Figura 6.3 corresponde a una actividad de revisión e intervención sobre un equipo de red tipo switch, elemento fundamental dentro de la infraestructura de seguridad electrónica por su función en la interconexión de dispositivos y la transmisión de datos. Este tipo de intervención permite verificar el estado de los puertos, la correcta conexión del cableado estructurado y la disponibilidad de enlaces necesarios para la comunicación entre cámaras, grabadores y demás componentes del sistema. Técnicamente, la revisión del switch es clave para garantizar estabilidad en la red, continuidad del servicio y funcionamiento adecuado de la plataforma de videovigilancia.

La Figura 6.4 muestra una actividad de intervención técnica sobre el sistema de cerca eléctrica, en la que se observa el trabajo realizado sobre la estructura perimetral y los conductores energizados del sistema. Esta labor se orienta a la verificación de continuidad, tensión y estado físico de los componentes, aspectos esenciales para mantener la funcionalidad del sistema como mecanismo de disuasión y protección perimetral. Desde una perspectiva técnica, estas revisiones permiten identificar fallas, puntos de deterioro o pérdidas de eficiencia, contribuyendo al mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura.

La Figura 6.5 corresponde al panel de control del sistema de cerca eléctrica, en cuyo interior se encuentran los componentes electrónicos encargados de la energización, regulación y supervisión del sistema. Este elemento constituye el núcleo de operación de la cerca, ya que desde allí se controlan los pulsos eléctricos y se monitorea el comportamiento general de la instalación. La inspección técnica de este panel permite verificar conexiones, alimentación, estado de circuitos y condiciones de funcionamiento, asegurando que el sistema opere de forma estable y dentro de los parámetros requeridos de seguridad.

La imagen evidencia una actividad de socialización y acompañamiento técnico dirigida al personal involucrado en la operación o supervisión de la infraestructura, en la cual se explican aspectos relacionados con el funcionamiento de los sistemas, criterios de uso y procedimientos básicos de operación. Esta actividad resulta relevante porque complementa

el componente técnico de la pasantía mediante la transferencia de conocimiento, permitiendo fortalecer la apropiación de la infraestructura por parte de los usuarios. Desde una perspectiva metodológica, este tipo de espacios contribuye a mejorar la comprensión funcional de los sistemas y favorece una operación más segura, organizada y eficiente.

6.2. Incidencias y correctivos

Durante el desarrollo de la pasantía, se presentaron diversas incidencias técnicas asociadas a la operación, mantenimiento y estado general de la infraestructura de seguridad electrónica. Estas situaciones estuvieron relacionadas principalmente con fallas en sistemas de videovigilancia, problemas de conectividad en red, inconsistencias en registros documentales y condiciones físicas inadecuadas en algunos componentes de la infraestructura. Su identificación y atención formaron parte fundamental del proceso de soporte técnico, permitiendo no solo restablecer la operatividad de los sistemas, sino también fortalecer criterios de diagnóstico, análisis y solución de fallas en entornos reales.

Desde el punto de vista técnico, muchas de las incidencias detectadas evidenciaron la relación directa entre el estado físico de la infraestructura y su comportamiento funcional. En varios casos se identificaron problemas de conectividad asociados a cableado estructurado en mal estado, puertos defectuosos en switches, configuraciones inadecuadas o interrupciones en la alimentación eléctrica de los dispositivos. Estas situaciones afectaban directamente la disponibilidad de cámaras, la continuidad de grabación en los sistemas de videovigilancia y la capacidad de monitoreo en tiempo real, lo cual representa un riesgo operativo dentro de los entornos intervenidos.

Adicionalmente, se identificaron inconsistencias entre la información registrada en inventarios y la infraestructura real instalada en campo, tales como cámaras no documentadas, equipos con nomenclaturas incorrectas o ubicaciones desactualizadas. Este tipo de incidencias no afecta directamente la operación inmediata del sistema, pero sí impacta la trazabilidad, la gestión técnica y la capacidad de respuesta frente a fallas o requerimientos de mantenimiento. En este sentido, la depuración de la información y la actualización documental se convirtieron en acciones correctivas necesarias para mejorar la confiabilidad del inventario.

En respuesta a estas incidencias, se implementaron diferentes acciones correctivas orientadas a restablecer el funcionamiento de los sistemas y mejorar las condiciones generales de la infraestructura. Estas acciones incluyeron ajustes en conexiones de red, reorganización de cableado, reemplazo o reconexión de equipos, validación de configuraciones en dispositivos de red y verificación del estado operativo de cámaras y sistemas asociados. De igual manera,

se realizaron procesos de actualización de inventario y documentación técnica, con el fin de corregir inconsistencias y fortalecer la trazabilidad de la información.

Desde una perspectiva metodológica, la atención de incidencias permitió aplicar un enfoque de diagnóstico basado en la observación directa, la verificación técnica y el análisis de causas, en lugar de limitarse a intervenciones correctivas superficiales. Este enfoque contribuyó a identificar no solo el síntoma de la falla, sino también su origen, permitiendo implementar soluciones más efectivas y reducir la probabilidad de recurrencia. Asimismo, estas actividades reforzaron la importancia de mantener una relación coherente entre infraestructura física, configuración técnica y documentación asociada.

En conjunto, la gestión de incidencias y la implementación de correctivos durante la pasantía constituyeron un componente esencial dentro del proceso de soporte técnico, ya que permitieron mejorar la estabilidad operativa de los sistemas, fortalecer la confiabilidad de la información y consolidar criterios de intervención técnica aplicables a entornos reales de seguridad electrónica. Estas experiencias aportaron al desarrollo de habilidades de diagnóstico, análisis y resolución de problemas, fundamentales dentro del ejercicio profesional en el área de ingeniería.

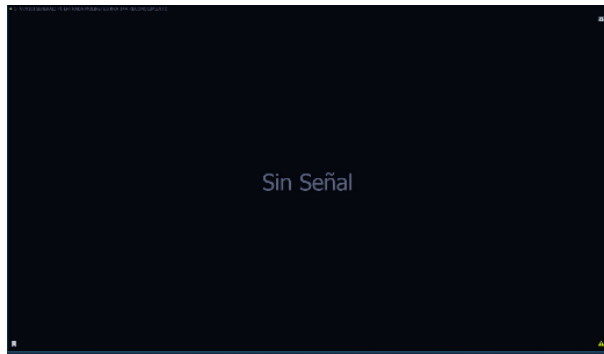


Figura 6.6: Cámara sin transmisión de video dentro del sistema de videovigilancia.

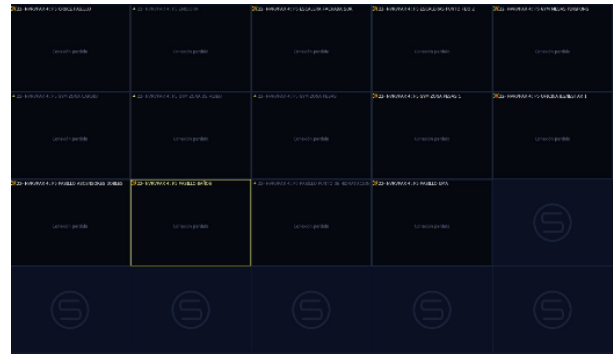


Figura 6.7: Equipo NVR con varios canales sin visualización.



Figura 6.8: Cámara tipo domo sin su cubierta de protección.



Figura 6.9: Cámara tipo bala en estado deteriorado.

La Figura 6.6 evidencia una cámara que no presenta transmisión de video, indicando una incidencia asociada a pérdida de señal dentro del sistema de videovigilancia. Este tipo de falla puede estar relacionada con problemas de alimentación, conectividad o comunicación con el equipo de grabación, afectando la continuidad del monitoreo y la disponibilidad de evidencia visual.

La Figura 6.7 muestra un equipo NVR en el que se identifican varios canales sin visualización, lo que evidencia fallas de comunicación entre el grabador y las cámaras asociadas. Desde el punto de vista técnico, esta condición afecta la capacidad de supervisión y grabación del sistema, por lo que requiere revisión de red, energía, configuración y estado de los dispositivos conectados.

La Figura 6.8 corresponde a una cámara tipo domo que se encuentra sin su cubierta

de protección, condición que puede afectar la calidad de imagen y la estabilidad del dispositivo frente a polvo, manipulación o exposición del lente. La corrección de esta incidencia resulta importante para mejorar la visualización y conservar adecuadas condiciones de funcionamiento del equipo.

La Figura 6.9 presenta una cámara tipo bala en estado deteriorado, evidenciando una afectación física del dispositivo que compromete su operación normal dentro del sistema. Este tipo de incidencia requiere evaluación técnica para determinar si procede reparación, reposición o cambio del equipo, con el fin de restablecer la cobertura y funcionalidad del punto de monitoreo.

En conjunto, las incidencias presentadas evidencian que la operación de los sistemas de seguridad electrónica depende no solo de la instalación inicial, sino de un seguimiento técnico constante sobre condiciones de conectividad, estado físico de los dispositivos y configuración de los equipos. Las fallas identificadas, tales como pérdida de señal en cámaras, canales inactivos en NVR, deterioro físico de dispositivos y condiciones inadecuadas de instalación, permitieron aplicar criterios de diagnóstico y correctivo orientados a restablecer la funcionalidad del sistema. De esta manera, la atención de incidencias no solo contribuyó a la recuperación operativa de los equipos, sino que también fortaleció la trazabilidad, la confiabilidad del inventario y la capacidad de respuesta técnica frente a fallas en entornos reales de seguridad electrónica.

6.3. Módulo de gestión de talento humano asociado a la operación de infraestructura

Durante el desarrollo de la pasantía, además de la plataforma principal orientada a la gestión del inventario de infraestructura de seguridad electrónica, se desarrolló un módulo complementario enfocado en la gestión de talento humano asociado a la operación, supervisión y mantenimiento de dicha infraestructura. Este módulo corresponde a un sistema de control de asistencia basado en biometría, implementado mediante un dispositivo tipo huellero de la marca Hikvision, el cual permite registrar eventos de entrada y salida del personal de manera automatizada.

La incorporación de este módulo no se plantea como un proyecto independiente, sino como una extensión funcional del enfoque principal de gestión tecnológica. Mientras el sistema de inventario permite administrar los activos físicos de seguridad electrónica, tales como cámaras, NVR, switches, racks y puntos de red, el sistema biométrico permite controlar la disponibilidad del personal encargado de ejecutar actividades de soporte, monitoreo, man-

tenimiento o administración sobre dicha infraestructura. De esta manera, ambos desarrollos se articulan bajo una misma lógica de gestión: controlar los recursos técnicos y humanos necesarios para garantizar la continuidad operativa del sistema de seguridad electrónica.

Desde esta perspectiva, el módulo de control de asistencia aporta una capa adicional de trazabilidad, ya que permite relacionar la operación tecnológica con la presencia y disponibilidad del personal responsable. Esto resulta relevante en procesos de mantenimiento, seguimiento de actividades, control de jornadas laborales y organización administrativa, debido a que la infraestructura no solo requiere equipos correctamente inventariados, sino también personal disponible para su supervisión, intervención y soporte.

Desde el punto de vista funcional, el sistema se basa en la captura de eventos generados por el dispositivo biométrico, en el cual cada registro de huella corresponde a una marcación de entrada o salida. Para ello, se estableció una lógica de programación que permite interpretar el primer evento del día como ingreso laboral y el segundo como salida, permitiendo calcular automáticamente el tiempo efectivo trabajado por cada empleado. Bajo este criterio, el sistema fue configurado para considerar una jornada laboral estándar de 8.5 horas, identificando además casos de incumplimiento, como llegadas tardías o salidas anticipadas.

El desarrollo del sistema se realizó mediante tecnologías web y de programación, incluyendo Python como lenguaje principal para la lógica del sistema, junto con HTML, CSS y JavaScript para la construcción de la interfaz de usuario. Esta arquitectura permitió diseñar una plataforma capaz de registrar usuarios, visualizar estados laborales en tiempo real y gestionar la información de asistencia de manera estructurada. A través de la interfaz, es posible identificar si un empleado se encuentra laborando, si ha finalizado su jornada o si presenta inconsistencias en su registro de ingreso o salida.

Adicionalmente, el sistema incorpora funcionalidades orientadas a la gestión administrativa, tales como el registro y eliminación de usuarios, control de permisos, y generación de información necesaria para el cálculo de nómina. En este contexto, se implementaron módulos para el cálculo de prestaciones sociales conforme a la normativa colombiana vigente, incluyendo cesantías, primas y liquidaciones, tomando como referencia los parámetros establecidos para el año 2026. Esta integración permite que la información de asistencia no solo cumpla una función de control, sino que se convierta en un insumo directo para procesos contables y administrativos dentro de la organización.

Desde una perspectiva técnica, el proyecto permitió integrar dispositivos físicos con una plataforma digital, estableciendo comunicación entre el sistema biométrico y la base de datos del aplicativo. Esta interacción facilita la automatización del registro de eventos y su posterior procesamiento, eliminando la necesidad de consolidaciones manuales y mejorando

la trazabilidad de la información. Asimismo, el sistema fue diseñado bajo una lógica modular que permite su escalabilidad, adaptación a nuevas condiciones y posible integración con otros sistemas empresariales.

En conjunto, el desarrollo de este módulo complementario representó un aporte significativo dentro del proceso de pasantía, al ampliar el alcance de la solución desde la gestión de activos tecnológicos hacia la gestión del personal relacionado con la operación y mantenimiento de la infraestructura. Su implementación permitió mejorar el control del tiempo laboral, optimizar procesos administrativos y aplicar conocimientos de programación, integración de hardware biométrico, bases de datos y análisis de información en un contexto real.

6.3.1. Funcionamiento del sistema

El sistema de control de asistencia desarrollado se fundamenta en la utilización de un dispositivo biométrico tipo huellero de la marca Hikvision, el cual permite la identificación única de los usuarios mediante el reconocimiento de huella dactilar y el registro de eventos de asistencia, conforme a las capacidades descritas por el fabricante para terminales biométricos de control de tiempo y asistencia [11, 12]. Este tipo de tecnología se basa en la captura y comparación de patrones biométricos, garantizando un alto nivel de confiabilidad en la autenticación de los empleados y evitando suplantaciones o registros incorrectos.

Desde el punto de vista operativo, el dispositivo genera eventos cada vez que un usuario realiza una marcación. Estos eventos son registrados en el sistema con información asociada, como fecha, hora y usuario, constituyendo la base de datos de asistencia. Para el desarrollo del proyecto, se definió una lógica de interpretación de estos eventos, en la cual la primera marcación del día corresponde al ingreso laboral y la segunda a la salida, permitiendo establecer de manera automática la jornada de trabajo del empleado.

Esta estructura de funcionamiento simplifica el proceso de control de asistencia, eliminando la necesidad de registros manuales y permitiendo una captura directa de la información desde el dispositivo físico hacia el sistema digital. Asimismo, facilita la trazabilidad de cada evento, permitiendo consultar históricos, verificar inconsistencias y realizar auditorías sobre la información registrada.

Desde una perspectiva de ingeniería, la integración entre el dispositivo biométrico y el sistema de información representa una solución eficiente para la gestión de eventos en tiempo real, permitiendo que la información fluya de manera estructurada desde el punto de captura hasta su procesamiento en la plataforma desarrollada.



Figura 6.10: Dispositivo biométrico tipo huellero utilizado para el registro de asistencia del personal.

La Figura 6.10 muestra el dispositivo biométrico tipo huellero utilizado para el registro de asistencia del personal. Este equipo permite capturar las marcaciones de entrada y salida mediante huella dactilar, generando eventos que son procesados por el sistema para el control de horarios y cálculo de jornadas laborales de manera automatizada.

6.3.2. Lógica de cálculo de horas

Uno de los componentes más relevantes del sistema corresponde a la lógica implementada para el cálculo automático de las horas trabajadas, considerando que la jornada laboral en Colombia ha sido modificada progresivamente por la Ley 2101 de 2021 [13]. Para ello, se estableció una jornada laboral estándar de 8.5 horas diarias, tomando como referencia las condiciones operativas de la empresa. A partir de esta base, el sistema procesa los eventos de entrada y salida registrados por el huellero, calculando el tiempo efectivo laborado por cada usuario.

El algoritmo desarrollado permite determinar diferencias entre la hora de ingreso y salida, identificando automáticamente si el empleado cumple con la jornada establecida, si presenta retrasos o si registra salidas anticipadas. En casos de llegadas tardías, el sistema genera alertas que pueden ser gestionadas mediante permisos o justificaciones, integrando así un componente de control administrativo dentro del modelo.

Adicionalmente, el sistema permite clasificar los estados de los usuarios, indicando si se encuentran laborando, si han finalizado su jornada o si presentan inconsistencias en sus registros. Este tipo de categorización facilita la supervisión en tiempo real y permite una gestión más eficiente del recurso humano.

Desde el punto de vista técnico, la implementación de esta lógica implica el uso de

estructuras de programación que permiten procesar datos temporales, realizar comparaciones de tiempo y generar resultados consistentes. Esto convierte al sistema en una herramienta no solo de registro, sino también de análisis de comportamiento laboral.

6.3.3. Arquitectura del sistema

El sistema fue desarrollado bajo una arquitectura web que integra diferentes tecnologías para garantizar su funcionalidad, escalabilidad y facilidad de uso. En este contexto, se utilizó Python como lenguaje principal para la lógica del sistema, encargado de procesar los eventos, realizar cálculos y gestionar la interacción con la base de datos.

La interfaz de usuario fue desarrollada utilizando HTML y CSS para la estructura y presentación visual, mientras que JavaScript se empleó para la interacción dinámica en el cliente, permitiendo mejorar la experiencia de usuario y la validación de datos en tiempo real. Esta combinación tecnológica permite construir una plataforma accesible desde navegador web, facilitando su implementación y uso dentro del entorno organizacional.

En cuanto a la persistencia de la información, el sistema se apoya en una base de datos relacional, donde se almacenan los registros de usuarios, eventos de asistencia y resultados de cálculos. Esta estructura permite mantener integridad de los datos, facilitar consultas y asegurar la trazabilidad de la información.

Desde una perspectiva de ingeniería, esta arquitectura responde a un modelo cliente-servidor, donde el frontend interactúa con el backend mediante solicitudes estructuradas, permitiendo separar la lógica de negocio de la presentación visual. Esto facilita el mantenimiento del sistema, su escalabilidad y la posibilidad de integrar nuevas funcionalidades en el futuro.



Figura 6.11: Interfaz de autenticación del sistema de control de asistencia.

La Figura 6.11 corresponde a la interfaz de autenticación del sistema de control de asistencia, en la cual se realiza el ingreso mediante credenciales de usuario y contraseña. Este módulo permite restringir el acceso a personal autorizado, garantizando seguridad en la gestión de la información y control sobre las funcionalidades disponibles dentro de la plataforma.

Asistencia (HOY)
Aquí aparecen los que están LABORANDO (última marcación IN).

ID	Nombre	Apellido	CC	Fecha	Hora ingreso	Tarde	Hora salida	Salida	Grupo	Estado	Alerta
5	Ivan	Coorpes	80177208	2026-04-15	6:48:47	A TIEMPO		—	G1	LABORANDO	OK
10	David	Galindo	1020704200	2026-04-15	11:38:11	TARDE (JUSTIFICAR)		—	—	LABORANDO	ALERTA
2	Edwin	Cornez	79006154	2026-04-15	11:42:38	TARDE (JUSTIFICAR)		—	—	LABORANDO	ALERTA
12	Luis Alejandro	Lara	1071160363	2026-04-15	6:52:25	A TIEMPO		—	G1	LABORANDO	OK
13	Freddy	Losada	80064203	2026-04-15	6:52:30	A TIEMPO		—	G1	LABORANDO	OK
4	Gerson	Losada	1014274986	2026-04-15	7:04:00	A TIEMPO		—	G1	LABORANDO	OK
11	Juan Carlos	Moreno Moreno	1019022409	2026-04-15	16:02:03	TARDE (JUSTIFICAR)		NO	—	LABORANDO	ALERTA
7	Juan Sebastian	Rodriguez	1054282487	2026-04-15	8:13:04	TARDE (JUSTIFICAR)		—	—	LABORANDO	ALERTA
3	Rober	Saucido	1232591201	2026-04-15	6:56:12	A TIEMPO		—	G1	LABORANDO	OK

Figura 6.12: Módulo de asistencia en tiempo real para supervisión del personal.

La Figura 6.12 evidencia el módulo de asistencia en tiempo real, donde se visualizan los registros de entrada, estado laboral y posibles alertas de los usuarios. Este componente permite identificar si un empleado se encuentra laborando, si llegó tarde o si presenta inconsistencias, facilitando el control y supervisión del personal.

6.3.4. Módulo administrativo

El sistema incorpora un módulo administrativo orientado a la gestión de usuarios y control de acceso, el cual permite registrar, modificar y eliminar empleados dentro de la plataforma. Este componente resulta fundamental para garantizar que la información de asistencia esté correctamente asociada a cada individuo y que el sistema pueda adaptarse a cambios organizacionales, como ingreso o retiro de personal.

Adicionalmente, se implementaron controles de acceso que permiten restringir funcionalidades según el tipo de usuario, garantizando que solo personal autorizado pueda realizar modificaciones sobre la información. Este enfoque mejora la seguridad del sistema y evita alteraciones indebidas en los registros de asistencia.

Desde el punto de vista funcional, el módulo permite visualizar listados de usuarios, consultar históricos de marcaciones y gestionar permisos asociados a incidencias como lle-

gadas tardías o ausencias. Esto convierte al sistema en una herramienta integral para la administración del recurso humano, más allá de su función inicial de registro.

En términos de ingeniería, la implementación de este módulo implica el uso de estructuras de control, validación de datos y manejo de sesiones, asegurando que la interacción con el sistema se realice de manera organizada y segura.

Figura 6.13: Interfaz de configuración de nómina del sistema de control de asistencia.

La Figura 6.13 presenta la interfaz de configuración de nómina, en la cual se definen variables como salario base, auxilio de transporte, horas laborales y porcentajes asociados a recargos. Este módulo permite adaptar el sistema a condiciones legales y operativas específicas, garantizando flexibilidad y precisión en los cálculos realizados.

6.3.5. Cálculo de nómina y prestaciones

Uno de los aportes más significativos del sistema corresponde a la integración de la información de asistencia con procesos de cálculo de nómina, permitiendo automatizar la generación de valores asociados a prestaciones sociales conforme a la normativa colombiana vigente para el año 2026.

Dentro de estos cálculos se incluyen conceptos como cesantías, primas y liquidaciones, los cuales se derivan directamente del tiempo trabajado y del salario asociado a cada empleado. El sistema permite utilizar los registros de asistencia como base para determinar estos valores, reduciendo la necesidad de procesos manuales y mejorando la precisión de los resultados.

Desde el punto de vista técnico, esta funcionalidad implica la implementación de fórmulas y reglas de negocio que permiten transformar datos de asistencia en información

contable, integrando así dos áreas tradicionalmente separadas: control operativo y gestión financiera. Este enfoque no solo optimiza procesos, sino que también mejora la trazabilidad de la información, permitiendo justificar cada cálculo a partir de datos reales registrados en el sistema.

En términos de ingeniería aplicada, este módulo evidencia la capacidad de desarrollar soluciones que integran hardware, software y procesos administrativos, generando herramientas que aportan valor real dentro del entorno empresarial.

Prestaciones sociales
 Seleccione el trabajador y calcula cesantías, intereses, prima y vacaciones.

Trabajador: [dropdown] Fecha inicio: 01/01/2026 Fecha corte: 15/04/2026

Calcular

Días liquidados: 105 Salario base: \$ 1.750.905 Auxilio transporte: \$ 249.095

Concepto	Valor
Cesantías	\$ 583.333
Intereses sobre cesantías	\$ 20.417
Prima de servicios	\$ 583.333
Vacaciones	\$ 255.340

Observación
 Opcional: [text area]

Guardar prestaciones

Figura 6.14: Módulo de cálculo de prestaciones sociales.

La Figura 6.14 muestra el módulo encargado del cálculo de prestaciones sociales, donde se integran datos del trabajador, período de liquidación y salario base. A partir de esta información, el sistema genera automáticamente valores como cesantías, intereses, prima y vacaciones, conforme a la normativa vigente, facilitando los procesos contables de la organización.

En conjunto, el sistema de control de asistencia desarrollado permitió integrar de manera eficiente la captura de datos biométricos con el procesamiento digital de la información, logrando automatizar procesos que tradicionalmente se realizaban de forma manual. La implementación de módulos para registro de eventos, gestión de usuarios, cálculo de horas trabajadas y liquidación de prestaciones sociales evidencia una solución integral que articula hardware y software bajo criterios de funcionalidad, trazabilidad y confiabilidad. Esta integración no solo optimiza tiempos de operación, sino que también reduce errores y mejora la calidad de la información generada.

Desde una perspectiva de ingeniería, este módulo complementario demuestra la capacidad de diseñar e implementar soluciones tecnológicas aplicadas a necesidades reales del entorno organizacional, combinando conocimientos de programación, sistemas de información

y dispositivos electrónicos. Asimismo, se consolida como una herramienta escalable y adaptable, con potencial de ampliación hacia nuevos módulos o integraciones, aportando valor tanto en el ámbito operativo como administrativo. De esta manera, el sistema no solo cumple una función de control, sino que se proyecta como un apoyo estratégico para la gestión eficiente del recurso humano.

6.4. Validación del sistema y resultados obtenidos

Con el fin de garantizar el correcto funcionamiento del sistema de control de asistencia desarrollado, se realizaron pruebas orientadas a validar tanto la captura de eventos desde el dispositivo biométrico como el procesamiento de la información dentro de la plataforma. Estas pruebas incluyeron la verificación del registro de entradas y salidas, la correcta identificación de usuarios, la actualización en tiempo real del estado laboral y la consistencia de los datos almacenados en la base de datos. De esta manera, fue posible comprobar que la información generada por el huellero era interpretada adecuadamente por el sistema y transformada en registros útiles para el control de asistencia.

Durante este proceso, se evaluó la respuesta del sistema frente a diferentes escenarios operativos, tales como múltiples marcaciones, registros incompletos, llegadas tardías y variaciones en los horarios laborales. Estas condiciones permitieron comprobar la robustez de la lógica implementada, evidenciando que el sistema es capaz de interpretar adecuadamente los eventos generados por el dispositivo biométrico y convertirlos en información estructurada para la gestión administrativa. Asimismo, esta validación permitió identificar ajustes necesarios para mejorar la precisión en el tratamiento de eventos y fortalecer la confiabilidad del sistema en condiciones reales de operación.

Desde el punto de vista técnico, fue necesario tomar decisiones relacionadas con la interpretación de eventos, la definición de jornadas laborales y el manejo de inconsistencias en los registros. Entre estas decisiones se destaca la implementación de una lógica basada en eventos de entrada y salida, así como la parametrización de variables como horas laborales, tolerancias y condiciones de alerta, lo cual permitió adaptar el sistema a las necesidades específicas del entorno organizacional. Estas decisiones no solo mejoraron el desempeño funcional de la plataforma, sino que también permitieron establecer una estructura más clara para el análisis de los datos y su posterior utilización en procesos de control y liquidación.

De manera complementaria, se realizó una capacitación dirigida a compañeros de trabajo y a responsables de la empresa, con el propósito de socializar el funcionamiento de la plataforma, explicar su lógica de operación y orientar su correcta manipulación dentro del

entorno de trabajo. Durante esta actividad se presentaron los módulos principales del sistema, incluyendo el registro de asistencia, la visualización del estado de los usuarios, la gestión administrativa y el cálculo de nómina. Esta socialización permitió validar la herramienta desde la perspectiva de los usuarios finales, resolver inquietudes operativas y verificar que la plataforma desarrollada resultaba comprensible, funcional y aplicable a las necesidades reales de la organización.

En cuanto a los resultados obtenidos, se logró validar que el sistema permite automatizar de manera efectiva el registro de asistencia, reducir errores en el control de horarios y facilitar la gestión de información para procesos administrativos. Asimismo, la integración con módulos de cálculo de nómina demostró que la plataforma no solo cumple una función operativa, sino que también aporta valor en la gestión contable de la empresa. La validación técnica y la retroalimentación obtenida durante la capacitación evidenciaron que el sistema posee potencial de aplicación práctica y capacidad de adaptación a escenarios reales de uso.

En conjunto, las pruebas realizadas, las decisiones técnicas adoptadas y la capacitación efectuada permitieron consolidar una solución funcional, confiable y adaptable, evidenciando la viabilidad del sistema en condiciones reales de operación y su potencial como herramienta de apoyo para la gestión del recurso humano. De esta manera, el módulo complementario no solo se constituyó en un ejercicio de desarrollo tecnológico, sino también en una propuesta con aplicabilidad práctica, validada operativamente y orientada a mejorar procesos administrativos dentro de la empresa.

En conjunto, las actividades operativas complementarias desarrolladas durante la pasantía permitieron fortalecer una visión integral de la infraestructura de seguridad electrónica, al combinar procesos de mantenimiento, diagnóstico, soporte técnico y acompañamiento en campo con el análisis estructurado de la información. Estas experiencias evidenciaron la importancia de comprender los sistemas no solo desde su representación documental, sino también desde su comportamiento real en operación, permitiendo aplicar criterios técnicos para la identificación de fallas, la implementación de correctivos y la mejora continua de las condiciones de funcionamiento de la infraestructura.

De manera complementaria, el desarrollo del módulo complementario y su validación en un entorno real consolidaron la aplicación de conocimientos de ingeniería en la integración de hardware y software, orientados a la solución de necesidades específicas dentro de la organización. La implementación del sistema de control de asistencia, junto con las pruebas realizadas y la socialización con usuarios finales, permitió demostrar la viabilidad de soluciones tecnológicas aplicadas a procesos administrativos. En este sentido, el capítulo evidencia no solo el cumplimiento de actividades técnicas, sino también la capacidad de diseñar, implementar y validar herramientas funcionales con impacto real, fortaleciendo así la formación

profesional en el campo de la ingeniería electrónica.

Capítulo 7

Conclusiones

El desarrollo de la pasantía permitió consolidar un proceso integral que articuló el levantamiento técnico en campo, la validación documental, la estructuración de información y el desarrollo de soluciones tecnológicas orientadas a la gestión de infraestructura de seguridad electrónica. A lo largo del documento se evidenció que la problemática abordada no se limitaba únicamente a la ausencia de herramientas tecnológicas, sino también a la existencia de información dispersa, inconsistencias documentales y falta de trazabilidad entre la infraestructura real y sus registros asociados.

En este contexto, el trabajo desarrollado permitió transformar información previamente distribuida en archivos Excel, planos y registros técnicos independientes en una base de información más organizada, confiable y estructurada. Este proceso tuvo un impacto directo en la gestión del inventario, ya que permitió centralizar la información de 3 sedes, 761 cámaras y 15 NVR dentro de una plataforma web funcional. Como resultado, la consulta de información técnica dejó de depender exclusivamente de la revisión manual de archivos y planos, pasando a realizarse desde una herramienta centralizada que reduce los tiempos de búsqueda y mejora la disponibilidad de la información para actividades de soporte, mantenimiento y validación documental.

Asimismo, durante el proceso de levantamiento y validación se identificaron múltiples inconsistencias en los registros originales, relacionadas principalmente con diferencias entre planos, inventarios en Excel, ubicaciones físicas, nomenclaturas, asociaciones entre cámaras y NVR, direcciones IP o puntos de conexión. La corrección y documentación de estas inconsistencias permitió mejorar la confiabilidad de la información técnica y fortalecer la trazabilidad entre la infraestructura instalada y su representación documental. Este resultado evidencia que el proyecto no solo permitió construir una herramienta informática, sino también depurar y mejorar la calidad de los datos técnicos disponibles.

La experiencia adquirida durante la pasantía permitió comprender que la gestión de infraestructura de seguridad electrónica requiere un enfoque multidisciplinario, en el que convergen conocimientos de electrónica, redes, documentación técnica, bases de datos y desarrollo de sistemas de información. Esta integración fue clave para lograr resultados consistentes, tanto en el proyecto principal como en el módulo complementario de gestión de talento humano, evidenciando la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos durante la formación académica en escenarios reales de trabajo.

Como resultado del desarrollo de la pasantía, se logró la construcción de un sistema de gestión de inventario orientado a la organización, trazabilidad y control de la infraestructura de seguridad electrónica. Este sistema permitió estructurar información técnica correspondiente a 3 sedes, 761 cámaras y 15 NVR, facilitando su consulta, actualización y uso en procesos de mantenimiento, soporte y validación documental. La implementación de la plataforma en servidor permitió, además, que el sistema dejara de funcionar únicamente como prototipo local y pasara a estar disponible en un entorno web accesible mediante URL, lo cual fortaleció su aplicabilidad en condiciones reales de operación.

De manera complementaria, se desarrolló un módulo de control de asistencia basado en tecnología biométrica, el cual permitió registrar eventos de entrada y salida, calcular horas trabajadas y generar información útil para procesos administrativos y contables. Este módulo integró hardware biométrico con una plataforma digital, permitiendo automatizar procesos que anteriormente requerían mayor intervención manual. Su incorporación permitió ampliar el alcance del proyecto desde la gestión de activos tecnológicos hacia la gestión del personal vinculado con la operación, administración y mantenimiento de la infraestructura.

Adicionalmente, se realizaron actividades operativas en campo relacionadas con mantenimiento, soporte técnico, revisión de sistemas y atención de incidencias, las cuales aportaron experiencia práctica y permitieron validar los conocimientos aplicados. En conjunto, estos entregables evidencian una integración entre desarrollo tecnológico, intervención técnica y solución de necesidades reales dentro de la organización.

7.1. Resultados y entregables del proyecto

Como resultado del proceso desarrollado, se logró consolidar una solución integral orientada a la gestión del inventario de infraestructura de seguridad electrónica, la cual partió de un levantamiento técnico detallado y culminó en la implementación de una plataforma web funcional. Este proceso permitió transformar información previamente dispersa en una estructura organizada, relacional y accesible, facilitando su consulta, actualización y análisis dentro del entorno institucional.

Entre los principales entregables se encuentra la construcción de una base de datos relacional SQL que permite representar de manera estructurada la relación entre sedes, racks, NVR, cámaras, switches, puertos y elementos de red, garantizando integridad de la información y trazabilidad entre componentes. Esta base constituye el núcleo del sistema, ya que permitió centralizar la información y reducir la dependencia de archivos aislados como hojas de cálculo, planos no actualizados o documentos técnicos dispersos.

De igual manera, se desarrolló una plataforma web que actúa como interfaz de interacción con la base de datos, permitiendo realizar consultas, registros y actualizaciones de información bajo un esquema organizado por módulos y niveles jerárquicos. La implementación de roles de usuario, como administrador, editor y viewer, permitió segmentar el acceso a la información y garantizar control sobre las operaciones realizadas dentro del sistema. Esta segmentación contribuyó a proteger la integridad de los datos y a reducir el riesgo de modificaciones no autorizadas.

Adicionalmente, se logró la migración de información desde archivos Excel hacia la base de datos, permitiendo operar la plataforma con datos reales obtenidos durante el levantamiento técnico. Este proceso consolidó la transición de un modelo documental a un sistema de información estructurado, mejorando significativamente la gestión del inventario. A partir de esta migración, se logró registrar y organizar información correspondiente a 3 sedes, 761 cámaras y 15 NVR, lo que evidencia el alcance práctico del sistema desarrollado y la magnitud de la información técnica consolidada dentro de la plataforma.

Como complemento, el proyecto incluyó la implementación en servidor mediante un servicio de hosting, lo que permitió disponer de la plataforma en un entorno web accesible mediante URL. Esta implementación permitió validar el funcionamiento del sistema fuera del entorno local de desarrollo, facilitando su consulta por parte de usuarios autorizados y demostrando su capacidad de operación en un escenario real. La socialización realizada con el personal involucrado permitió validar la comprensión de la herramienta, recibir retroalimentación y confirmar su utilidad para procesos de consulta, actualización y mantenimiento de información técnica.

Desde el punto de vista del impacto, la plataforma permitió reducir el tiempo de búsqueda de información técnica de un dispositivo, mejorar la trazabilidad entre los equipos físicos y sus registros digitales, y facilitar la identificación de inconsistencias documentales. La consulta de información que antes podía requerir revisión manual en diferentes archivos, planos o registros se concentró en una única herramienta web, lo que representa un aporte importante para la eficiencia operativa, especialmente en actividades de soporte técnico, mantenimiento y diagnóstico de fallas.

Finalmente, el desarrollo del módulo de control de asistencia como componente complementario constituye otro entregable relevante, ya que permitió integrar hardware biométrico con software de gestión, automatizando procesos administrativos y aportando valor adicional al entorno organizacional. Este módulo permitió registrar eventos de asistencia, calcular horas trabajadas, visualizar estados laborales y apoyar procesos relacionados con nómina y prestaciones sociales, fortaleciendo así la gestión del recurso humano asociado a la operación de la infraestructura.

Cuadro 7.1: Indicadores de impacto del proyecto

Indicador	Resultado obtenido	Aporte técnico
Cobertura del inventario	3 sedes, 761 cámaras y 15 NVR	Permite dimensionar el alcance real de la información organizada dentro de la plataforma.
Carga promedio por NVR	50,7 cámaras por NVR	Sirve como referencia inicial para revisar distribución de carga, almacenamiento y criticidad de grabadores.
Centralización de información	Registros migrados desde Excel a base de datos SQL	Reduce dependencia de archivos dispersos y mejora la consulta técnica.
Trazabilidad técnica	Relación entre sede, equipo, ubicación, NVR, cámara y red	Permite asociar cada activo con su contexto físico y funcional.
Control de acceso	Roles administrador, editor y viewer	Protege la integridad del inventario mediante permisos diferenciados.
Disponibilidad del sistema	Implementación en servidor con acceso mediante URL	Habilita consulta remota y reduce dependencia de un entorno local.
Escalabilidad	Modelo relacional por entidades	Permite incorporar nuevas sedes, cámaras o equipos sin rediseñar completamente la plataforma.

7.2. Dificultades identificadas y estrategias de mitigación

Durante el desarrollo de la pasantía se presentaron diversas dificultades que evidencian la complejidad de trabajar sobre infraestructura real y documentación no siempre actualizada. Una de las principales dificultades estuvo relacionada con la inconsistencia entre la información documental existente y las condiciones reales observadas en campo. Esta situa-

ción obligó a realizar procesos de verificación detallada, comparación y depuración de datos, con el fin de garantizar que la información cargada en el sistema correspondiera de manera confiable con la infraestructura instalada.

Entre las inconsistencias identificadas se encontraron diferencias en nombres de cámaras, ubicaciones no actualizadas, asociaciones incompletas entre cámaras y NVR, registros faltantes, cambios físicos no reflejados en planos y variaciones en la documentación de puntos de red. Estas inconsistencias fueron corregidas o documentadas durante el proceso de revisión, con el fin de mejorar la calidad del inventario y fortalecer la correspondencia entre la infraestructura instalada y los registros técnicos. Esta actividad permitió evidenciar la importancia de mantener procesos periódicos de actualización documental y validación en campo.

Otra dificultad importante estuvo asociada a las condiciones operativas del entorno, tales como limitaciones de acceso a ciertas áreas, variabilidad en la organización de las sedes y diferencias en la forma en que la infraestructura había sido instalada o documentada previamente. Estas condiciones hicieron necesario adaptar la metodología de trabajo, manteniendo criterios técnicos homogéneos pero flexibles frente a cada contexto. De esta manera, fue posible avanzar en el levantamiento de información sin perder consistencia en los datos recolectados.

En el desarrollo del sistema también se presentaron retos relacionados con la estructuración de la base de datos y la integración de información proveniente de diferentes fuentes. La necesidad de transformar datos de Excel en un modelo relacional SQL implicó procesos adicionales de validación, normalización y reorganización de la información. Esta dificultad fue mitigada mediante pruebas previas en MySQL Workbench 8.0 y la posterior administración de la base de datos mediante phpMyAdmin, lo que permitió revisar relaciones, corregir errores y controlar la carga de información.

En el caso del módulo de control de asistencia, las dificultades se centraron en la interpretación de eventos biométricos y la adaptación de la lógica de cálculo a escenarios reales. Fue necesario definir reglas para interpretar marcaciones de entrada y salida, gestionar registros incompletos, identificar llegadas tardías y calcular horas trabajadas. Estas condiciones requirieron pruebas iterativas y ajustes en la programación para garantizar resultados coherentes y útiles para los procesos administrativos.

Para mitigar estas dificultades, se implementaron estrategias basadas en la verificación directa en campo, la validación cruzada de información, el uso de criterios técnicos para la depuración de datos y la aplicación de pruebas progresivas sobre los sistemas desarrollados. Asimismo, la comunicación con personal técnico y la socialización de avances permitió obtener

retroalimentación y ajustar las soluciones de manera más efectiva. Estas acciones permitieron reducir errores, mejorar la confiabilidad de la información y consolidar una herramienta funcional con mayor correspondencia frente a las necesidades reales de la organización.

7.3. Recomendaciones técnicas y operativas

A partir de la experiencia adquirida, se recomienda fortalecer los procesos de actualización y control del inventario técnico, asegurando que la información registrada mantenga correspondencia con la infraestructura real. Esto implica establecer rutinas periódicas de verificación en campo, actualizar la información después de cada mantenimiento o modificación y mantener criterios unificados de documentación para cámaras, NVR, racks, switches, puertos y direcciones IP.

Asimismo, se recomienda utilizar la plataforma desarrollada como fuente principal de consulta técnica, evitando que la información vuelva a dispersarse en archivos independientes o versiones no controladas de Excel. Para ello, es importante definir responsables de actualización, establecer permisos adecuados según el perfil de usuario y mantener un procedimiento claro para registrar nuevas cámaras, cambios de ubicación, reemplazos de equipos o modificaciones en la red.

Desde el punto de vista operativo, se sugiere implementar indicadores de seguimiento que permitan medir el impacto del sistema a lo largo del tiempo. Entre estos indicadores pueden incluirse el tiempo promedio de búsqueda de información técnica, la cantidad de inconsistencias corregidas, el número de equipos registrados, el porcentaje de actualización del inventario y la cantidad de consultas realizadas por los usuarios. Estos datos permitirán evaluar de forma cuantitativa la utilidad de la plataforma y justificar futuras mejoras.

También se recomienda implementar planes de mantenimiento preventivo sobre los sistemas de seguridad electrónica, especialmente en componentes críticos como cámaras, NVR, switches, fuentes de alimentación, cableado estructurado y puntos de red. La información contenida en la plataforma puede servir como base para planificar estas actividades, priorizar equipos críticos y mantener trazabilidad sobre intervenciones realizadas.

En los aspectos formales del documento, se recomienda reemplazar las figuras que presenten baja resolución por capturas o fotografías obtenidas directamente desde la fuente original, evitando recortes excesivos, compresión por aplicaciones de mensajería o ampliaciones que generen pixelación. Para las capturas de interfaz, se sugiere exportar imágenes en formato PNG y mantener un ancho mínimo suficiente para impresión; para fotografías de campo, se recomienda conservar el archivo original y ajustar únicamente encuadre, brillo o

nitidez cuando sea necesario. Esta acción mejora la legibilidad del documento y fortalece el soporte visual de las evidencias técnicas.

En relación con la plataforma desarrollada, se recomienda continuar su implementación y evolución, integrando funcionalidades adicionales como generación automática de reportes, exportación de información, georreferenciación de dispositivos, historial de cambios, registro de mantenimientos y alertas sobre equipos críticos. Estas mejoras permitirían ampliar el alcance del sistema y convertirlo en una herramienta más robusta para la administración integral de la infraestructura.

Para el módulo de control de asistencia, se recomienda ampliar su alcance mediante integración con sistemas contables o ERP, así como fortalecer la capacitación a usuarios finales, garantizando su correcta utilización y aprovechamiento dentro de la organización. También se recomienda establecer mecanismos de respaldo de la información biométrica y de asistencia, con el fin de proteger la continuidad del servicio y la trazabilidad de los registros laborales.

Finalmente, se recomienda mantener procesos de capacitación continua para el personal técnico y administrativo, con el fin de fortalecer habilidades en gestión de infraestructura, documentación técnica, uso de herramientas tecnológicas y análisis de información. La sostenibilidad del sistema no depende únicamente de su desarrollo inicial, sino también de su uso adecuado, actualización permanente y apropiación por parte de los usuarios responsables.

7.4. Trabajo futuro y proyección de mejora

El trabajo desarrollado sienta las bases para futuras mejoras tanto en el sistema de inventario como en el módulo de control de asistencia. En el caso del inventario, se plantea la posibilidad de incorporar módulos avanzados que permitan análisis de datos, generación automática de reportes y visualización gráfica de la infraestructura, facilitando la interpretación de la información técnica por parte de usuarios administrativos y técnicos.

Asimismo, se proyecta la integración del sistema con herramientas de monitoreo, permitiendo no solo registrar información estática, sino también gestionar el estado en tiempo real de los dispositivos. Esta ampliación permitiría generar alertas sobre cámaras desconectadas, fallas en NVR, pérdida de comunicación, saturación de almacenamiento o eventos relacionados con disponibilidad de red, fortaleciendo la capacidad de respuesta ante incidencias.

Otra línea de mejora corresponde a la incorporación de indicadores técnicos dentro de la plataforma, tales como porcentaje de cámaras operativas, cantidad de equipos por sede,

consumo estimado de ancho de banda, capacidad de almacenamiento por NVR, presupuesto PoE por switch y número de mantenimientos realizados. Estos indicadores permitirían pasar de una gestión de inventario descriptiva hacia una gestión basada en datos, aportando mayor valor para la toma de decisiones.

En el módulo de control de asistencia, se plantea la implementación de funcionalidades adicionales como gestión de turnos, integración con múltiples dispositivos biométricos, generación de reportes analíticos sobre comportamiento laboral y conexión con sistemas administrativos existentes. Estas mejoras permitirían ampliar el alcance del módulo y fortalecer su utilidad como herramienta de apoyo para la gestión del talento humano asociado a la operación de la infraestructura.

De manera general, ambos sistemas pueden ser escalados y adaptados a otras sedes o contextos institucionales, lo que representa una oportunidad para su implementación a mayor escala. Esto permitiría consolidar soluciones tecnológicas propias orientadas a la optimización de procesos, fortaleciendo la gestión de infraestructura y recursos humanos. En este sentido, el proyecto desarrollado constituye una base funcional sobre la cual pueden construirse nuevas capacidades, sin necesidad de iniciar nuevamente el proceso de estructuración desde cero.

En conclusión, el trabajo desarrollado no solo cumple con los objetivos planteados durante la pasantía, sino que también demuestra la aplicación práctica de la ingeniería en la solución de problemas reales. La implementación de una plataforma web para la gestión del inventario, su publicación en servidor, la socialización con usuarios y la integración de un módulo biométrico complementario evidencian un resultado funcional, medible y con potencial de mejora continua. La consolidación de información correspondiente a 3 sedes, 761 cámaras y 15 NVR, junto con la mejora en la trazabilidad técnica y la centralización de la información, permite validar el impacto del proyecto desde una perspectiva técnica y cuantitativa, fortaleciendo su valor como solución de ingeniería aplicada.

Bibliografía

- [1] IEEE Standards Association, “IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks—Bridges and Bridged Networks,” IEEE Std 802.1Q-2022, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://standards.ieee.org/ieee/802.1Q/10323/>. [Accedido: 11-may-2026].
- [2] IEEE Standards Association, “IEEE Standard for Ethernet Amendment 2: Physical Layer and Management Parameters for Power over Ethernet over 4 pairs,” IEEE Std 802.3bt-2018, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://standards.ieee.org/ieee/802.3bt/6749/>. [Accedido: 11-may-2026].
- [3] Cisco Systems, “Campus LAN and Wireless LAN Solution Design Guide,” Cisco Validated Design, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/CVD/Campus/cisco-campus-lan-wlan-design-guide.html>. [Accedido: 11-may-2026].
- [4] ONVIF, “ONVIF Profile T Specification,” Version 1.0, 2018. [En línea]. Disponible en: https://www.onvif.org/wp-content/uploads/2018/09/ONVIF_Profile_T_Specification_v1-0.pdf. [Accedido: 11-may-2026].
- [5] Oracle Corporation, “MySQL 8.0 Reference Manual,” 2026. [En línea]. Disponible en: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/>. [Accedido: 11-may-2026].
- [6] phpMyAdmin Contributors, “phpMyAdmin Documentation,” 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.phpmyadmin.net/docs/>. [Accedido: 11-may-2026].
- [7] Python Software Foundation, “Python 3 Documentation,” 2026. [En línea]. Disponible en: <https://docs.python.org/3/>. [Accedido: 11-may-2026].
- [8] Mozilla Developer Network, “HTML Reference,” MDN Web Docs, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML/Reference>. [Accedido: 11-may-2026].
- [9] Mozilla Developer Network, “JavaScript Guide,” MDN Web Docs, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Guide>. [Accedido: 11-may-2026].

-
- [10] OWASP Foundation, “Web Security Testing Guide,” OWASP Project Documentation, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://owasp.org/www-project-web-security-testing-guide/>. [Accedido: 11-may-2026].
- [11] Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd., “DS-K1A8503 Series Fingerprint Time Attendance Terminal User Manual,” Version 1.3, 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.hikvision.com/content/dam/hikvision/products/S000000001/S000000080/S000000098/S000000099/OFR000128/M000039772/User_Manual/UD12589B-E_Baseline_DS-K1A8503-Series-Fingerprint-Time-Attendance-Terminal_User-Manual_V1.3_20201207.pdf. [Accedido: 11-may-2026].
- [12] Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd., “DS-K1A802F-B/EF-B/MF-B Fingerprint Time Attendance Terminal Datasheet,” Version 1.2, 2019. [En línea]. Disponible en: https://www.hikvision.com/content/dam/hikvision/products/S000000001/S000000080/S000000098/S000000102/OFR000127/M000039742/Data_Sheet/DS-K1A802F-B_EF-B_MF-B-Fingerprint-Time-Attendance-Terminal_Datasheet_V1.2_20190528.PDF. [Accedido: 11-may-2026].
- [13] Congreso de Colombia, “Ley 2101 de 2021, por medio de la cual se reduce la jornada laboral semanal de manera gradual,” Diario Oficial, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=166506>. [Accedido: 11-may-2026].
- [14] Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, “Resolución 000238 de 2025, por la cual se fija el valor de la Unidad de Valor Tributario para el año gravable 2026,” DIAN, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.dian.gov.co/normatividad/Normatividad/Resoluci%C3%B3n%2000238%20de%2015-12-2025.Pdf>. [Accedido: 11-may-2026].