



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD TECNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

**Desarrollo de un sistema domótico inteligente para
automatización y supervisión remota de los laboratorios de
las carreras técnicas mediante tecnologías IoT.**

AUTOR:

Rey Duran, Luis Miguel

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

TUTOR:

Ing. Peñafiel Olivo, Kety Jenny, MsC.

Guayaquil, Ecuador

4 de septiembre del 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD TECNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Rey Duran, Luis Miguel**, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero en Telecomunicaciones.

TUTOR (A)

Ing. Peñafole Olivo, Kety Jenny, MsC.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, PhD.

Guayaquil, 4 de septiembre del 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD TECNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE TELECOMUNICACIONES
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Rey Duran, Luis Miguel

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Desarrollo de un sistema domótico inteligente para automatización y supervisión remota de los laboratorios de las carreras técnicas mediante tecnologías IoT**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 4 de septiembre del 2026

EL AUTOR:

f. _____
Rey Duran, Luis Miguel



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD TECNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN

Yo, Rey Duran, Luis Miguel

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, Desarrollo de un sistema domótico inteligente para automatización y supervisión remota de los laboratorios de las carreras técnicas mediante tecnologías IoT, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 4 de septiembre del 2026

EL AUTOR:

f. _____

Rey Duran, Luis Miguel



Certificado de análisis

Compilatio Magister+ | UCSG-EC- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

LUIS MIGUEL REY - TESIS FINALLL

ID : a3d99c6b6e95b7ce719e5b8272318591a3b36acb



6%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : LUIS MIGUEL REY - TESIS FINALLL.txt
Tamaño del archivo original : 3,99 MB
Número de palabras : 33.994

Depositante : Ricardo Xavier Ubilla Gonzalez
Fecha de depósito : 1 de septiembre de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 1 de septiembre de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Similitudes

<1%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA

6%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



INFORME DE COMPILATIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado “**Desarrollo de un sistema domótico inteligente para automatización y supervisión remota de los laboratorios de las carreras técnicas mediante tecnologías IoT,**”, fue enviado al Sistema Anti plagio Compilatio, presentando un porcentaje de similitud correspondiente a menos del 1%.

Ing. Peñafiel Olivo, Kety Jenny, MsC.

TUTOR - DOCENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD TECNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, PhD.

DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Xavier Ubilla González, MSc.

COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

Ing. Héctor Pacheco Bohórquez, MSc.

OPONENTE

ÍNDICE

RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 1	4
EL PROBLEMA.....	4
1.1. Contextualización del problema	4
1.2. Planteamiento del problema	6
1.3. Formulación del problema	9
1.3.1. Preguntas específicas.....	9
1.4. Objetivos	9
1.4.1. Objetivo general.....	9
1.4.2. Objetivos específicos	10
1.5. Justificación	10
1.5.1. Justificación práctica	10
1.5.2. Justificación técnica	11
1.5.3. Justificación teórica.....	12
1.6. Ámbito de aplicación	12
1.6.1. Contexto institucional	12
1.6.2. Delimitación temporal.....	13
1.6.3. Delimitación temática	13
1.6.4. Delimitación poblacional o unidades de análisis	13
1.7. Alcance y limitaciones.....	14
1.7.1. Alcance	14
1.7.2. Limitaciones	15
CAPÍTULO 2	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1. Internet de las Cosas y sistemas inteligentes	17
2.1.1. Conceptualización del Internet de las Cosas	17
2.1.2. Arquitectura general de los sistemas IoT	18
2.1.3. Aplicaciones del IoT en procesos de automatización y supervisión.....	20
2.1.4. Beneficios del IoT en la gestión eficiente de recursos tecnológicos.....	21
2.2. Sistemas domóticos inteligentes.....	23
2.2.1. Definición y evolución de la domótica	23

2.2.2. Componentes de un sistema domótico inteligente	24
2.2.3. Automatización, control y supervisión en entornos inteligentes.....	25
2.2.4. Integración de sistemas domóticos con tecnologías IoT ..	26
2.3. Sensores, actuadores y dispositivos de control	28
2.3.1. Sensores utilizados en sistemas inteligentes	28
2.3.2. Actuadores para automatización de dispositivos eléctricos y electrónicos.....	31
2.3.3. Microcontroladores y módulos de comunicación.....	32
2.3.4. Relación entre captura de datos, procesamiento y ejecución de acciones.....	33
2.4. Conectividad, plataformas e interfaz de monitoreo	35
2.4.1. Tecnologías de conectividad aplicadas a sistemas IoT ...	35
2.4.2. Protocolos de comunicación para supervisión remota	36
2.4.3. Plataformas de gestión, almacenamiento y visualización de datos	38
2.4.4. Interfaz de usuario para monitoreo, control y generación de alertas	40
2.5. Seguridad, control operativo y eficiencia tecnológica	42
2.5.1. Seguridad física y lógica en sistemas domóticos inteligentes	42
2.5.2. Autenticación, control de acceso y protección de datos...	43
2.5.3. Optimización del control operativo mediante automatización	44
2.5.4. Uso eficiente de recursos tecnológicos y reducción de consumos innecesarios	45
CAPÍTULO 3	48
MARCO METODOLÓGICO	48
3.1. Métodos de investigación	48
3.1.1. Método inductivo	48
3.1.2. Método deductivo	48
3.2. Tipo de investigación	49
3.2.1. Investigación aplicada	49
3.2.2. Investigación descriptiva	49
3.2.3. Investigación de campo	50
3.2.4. Investigación documental.....	50
3.3. Diseño y enfoque de la investigación.....	50
3.3.1. Enfoque mixto	50
3.3.2. Diseño no experimental u observacional	51

3.3.3. Corte transversal	52
3.3.4. Diseño mixto convergente	52
3.3.5. Orientación de ciencia del diseño	52
3.4. Categorías de análisis y operacionalización	53
3.5. Técnicas de investigación	54
3.5.1. Observación directa estructurada	54
3.5.2. Entrevista semiestructurada	55
3.5.3. Revisión documental	55
3.6. Instrumentos de investigación	56
3.6.1. Lista de cotejo técnico	56
3.6.2. Guía de entrevista semiestructurada	57
3.6.3. Matriz de revisión documental	57
3.7. Población, unidades de análisis y muestra	58
3.7.1. Población y unidades de análisis	58
3.7.2. Muestra censal de laboratorios	59
3.7.3. Selección intencional de informantes clave	59
3.7.4. Criterios de inclusión y exclusión	60
3.8. Validez y rigor de los instrumentos	60
3.9. Procedimiento de investigación	61
3.10. Procesamiento y análisis de datos	63
3.10.1. Análisis cuantitativo	63
3.10.2. Análisis cualitativo	63
3.10.3. Integración y triangulación	63
3.10.4. Priorización y trazabilidad de requerimientos	64
3.11. Consideraciones éticas	65
3.12. Matriz de coherencia metodológica	66
CAPÍTULO 4	68
RESULTADOS Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	68
4.1. Presentación de los resultados	68
4.2. Diagnóstico técnico consolidado	69
4.2.1. Condiciones de infraestructura y energía	69
4.2.2. Condiciones de control, automatización y supervisión	70
4.2.3. Conectividad, seguridad y sostenibilidad operativa	71
4.3. Requerimientos funcionales y técnicos del sistema	72
4.4. Arquitectura del sistema domótico inteligente	75
4.4.1. Capa de dispositivos de campo	76

4.4.2. Capa de control.....	77
4.4.3. Capa de comunicación.....	77
4.4.4. Capa de acceso e interfaz	78
4.5. Disposición y configuración funcional de los dispositivos ...	80
4.5.1. Disposición y características de las cámaras de supervisión	80
4.5.2. Configuración del concentrador Splenssy y del aire acondicionado.....	84
4.5.3. Flujo de información y de control	85
4.5.4. Registro fotográfico de la implementación física del sistema domótico	87
4.6. Seguridad, control de acceso y mantenimiento	93
4.7. Resultados funcionales de la solución tecnológica	95
4.8. Verificación de correspondencia con los objetivos específicos 98	
4.9. Discusión de los resultados	99
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS.....	105
ANEXOS	112
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Operacionalización de las categorías de análisis</i>	53
Tabla 2	<i>Correspondencia de técnicas de investigación</i>	56
Tabla 3	<i>Especificación de los instrumentos</i>	57
Tabla 4	<i>Población accesible y muestra</i>	59
Tabla 5	<i>Fases del procedimiento metodológico</i>	61
Tabla 6	<i>Coherencia entre objetivos, técnicas e instrumentos</i>	66
Tabla 7	<i>Síntesis del diagnóstico técnico y respuesta de diseño</i>	71
Tabla 8	<i>Catálogo de requerimientos del sistema domótico inteligente</i>	73
Tabla 9	<i>Componentes de la arquitectura tecnológica</i>	79
Tabla 10	<i>Secuencia funcional de supervisión y control remoto</i>	86
Tabla 11	<i>Medidas de seguridad y mantenimiento operativo</i>	94
Tabla 12	<i>Correspondencia entre necesidad, componente y resultado funcional</i>	97
Tabla 13	<i>Trazabilidad entre objetivos específicos y productos obtenidos</i>	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Árbol del problema	8
Figura 2	Condiciones físicas del área interior y del sistema de climatización	70
Figura 4	Cámara Hikvision Turbo HD DS-2CE16C0T-IRPF seleccionada para la supervisión visual	81
Figura 5	Identificación técnica del modelo de cámara utilizado	82
Figura 6	Concentrador Splenssy WiFi-IR para el control remoto de la climatización	84
Figura 7	Grabador digital Hikvision Turbo HD DVR utilizado como unidad de control del sistema	88
Figura 8	Distribución de cámaras dentro del laboratorio técnico	89
Figura 9	Cámara Hikvision instalada en el laboratorio	90
Figura 10	Instalación interna del DVR y conexión del disco duro	91
Figura 11	Proceso de instalación del cableado y conexión de cámaras	92
Figura 12	Vista general del sistema de monitoreo implementado	93

RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad concebir un sistema domótico inteligente fundamentado en las tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) orientado a incrementar la automatización y la supervisión en remoto de los laboratorios de las carreras técnicas. La investigación se ejecutó con un enfoque mixto, mediante la observación directa, entrevistas y revisión documental para diagnosticar las condiciones de infraestructura, conectividad, seguridad y control existentes. A partir de los resultados se determinan los requisitos funcionales y técnicos que guiaron tanto el diseño como la puesta en marcha del prototipo. La solución elaborada integró cámaras Hikvision, un DVR con unidad de almacenamiento y un concentrador Splenssy WiFi-IR para controlar en remoto el aire acondicionado. Las verificaciones funcionales permiten la validación de la visualización y almacenamiento de imágenes o el control y gestión en remoto de la climatización, así como la incorporación a la arquitectura de un sensor de temperatura y un sensor de movimiento, así como de reglas de automatización y de una interfaz centralizada, los cuales no fueron instalados en esta fase, y se puede concluir así que el prototipo que se ha desarrollado constituye una plataforma modular y escalable que permite una integración gradual de nuevas funcionalidades de automatización, de supervisión y de control en los laboratorios técnicos.

Palabras Claves: Internet de las Cosas, domótica, automatización, supervisión remota, sensores.

ABSTRACT

The purpose of this study was to design an intelligent home automation system based on Internet of Things (IoT) technologies, aimed at increasing the automation and remote monitoring of technical program laboratories. The research was conducted using a mixed-methods approach, employing direct observation, interviews, and document review to diagnose existing infrastructure, connectivity, security, and control conditions. Based on the results, the functional and technical requirements that guided both the design and implementation of the prototype were determined. The developed solution integrated Hikvision cameras, a DVR with a storage unit, and a Splenssy WiFi-IR concentrator for remotely controlling the air conditioning. Functional verifications allow for the validation of image visualization and storage, remote climate control and management, and the incorporation of a temperature sensor and a motion sensor into the architecture, along with automation rules and a centralized interface. These components were not installed in this phase. It can thus be concluded that the developed prototype constitutes a modular and scalable platform that allows for the gradual integration of new automation, monitoring, and control functionalities in technical laboratories.

Keywords: Internet of Things, home automation, automation, remote monitoring, sensors.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital ha impulsado el desarrollo de soluciones tecnológicas capaces de integrar dispositivos físicos, redes de comunicación y plataformas digitales para mejorar la supervisión y el control de diferentes espacios. En este contexto, el Internet de las Cosas (IoT) permite conectar dispositivos, intercambiar información y ejecutar acciones de forma remota, constituyéndose en una tecnología aplicable a sistemas de automatización, seguridad y gestión inteligente de infraestructuras.

Los laboratorios de las carreras técnicas constituyen espacios destinados al aprendizaje práctico, donde se utilizan equipos electrónicos, sistemas informáticos, dispositivos de comunicación y otros recursos tecnológicos que requieren condiciones adecuadas de funcionamiento, seguridad y supervisión. Cuando estas actividades dependen principalmente de procedimientos manuales y presenciales, existen limitaciones para conocer oportunamente el estado de determinados dispositivos, supervisar las instalaciones y actuar ante eventos que ocurran fuera del horario habitual.

Frente a esta situación, el presente trabajo de titulación desarrolla un prototipo modular de sistema domótico inteligente basado en tecnologías IoT, orientado a la supervisión y control remoto de un laboratorio de carreras técnicas. La solución implementada integra cámaras Hikvision para videovigilancia, un grabador digital DVR para procesamiento y almacenamiento, infraestructura de conectividad y un concentrador Splenssy WiFi-IR que permite gestionar remotamente el aire acondicionado mediante una aplicación móvil.

El proyecto considera además la capacidad de crecimiento de la arquitectura desarrollada. En este sentido, se incorporan dentro del diseño tecnológico un sensor de temperatura y un sensor de movimiento, los cuales representan nodos IoT previstos para una etapa posterior de ampliación y no dispositivos instalados durante la ejecución del presente trabajo. La integración de su entrada en el diseño permite implementar reglas de automatización, como activar / desactivar la climatización dependiendo de condiciones de temperatura y de presencia, así como también dar las alertas necesarias si se detecta movimiento fuera de los intervalos horarios previamente establecidos.

La metodología que se describe responde a una investigación aplicada con enfoque mixto y diseño no experimental. Para el diagnóstico se aplican técnicas de observación directa, la entrevista semiestructurada y revisión documental que proporcionará resultados para identificar necesidades y formular los requerimientos funcionales y técnicos de la propuesta. Estos requisitos sirvieron de base para el diseño de la arquitectura que está organizada por capas de dispositivos, control, comunicación y acceso, siguiendo criterios de modularidad y escalabilidad.

En la etapa práctica se implementaron y configuraron los componentes disponibles del prototipo, verificando el funcionamiento de las cámaras, el procesamiento y almacenamiento mediante DVR, la visualización del sistema, la conectividad y el control remoto de la climatización. Simultáneamente, se definió la ampliación tecnológica a través de sensores y reglones de automatización, con un consiguiente mapa de crecimiento hacia nuevas capacidades de iluminación automática, control de acceso, monitoreo energético y supervisión ambiental.

La presente investigación es la que se ha distribuido en cuatro capítulos. El primero se vislumbra al problema, los objetivos, la justificación, el contexto de aplicación, el alcance y las limitaciones. La segunda trata en lo relacionado con el fundamento teórico que guarda relación con IoT, domótica, sensores, actuadores, conectividad, plataformas y seguridad. El tercero está en los pormenores del diseño de la metodología que utilizamos. Finalmente, el cuarto presenta el diagnóstico obtenido, los requerimientos, la arquitectura, la implementación del prototipo, las pruebas funcionales y la propuesta de crecimiento tecnológico.

De esta manera, el trabajo no pretende presentar una solución domótica integral completamente terminada, sino una plataforma inicial de automatización y supervisión remota basada en IoT, de carácter modular y escalable, sobre la cual pueden incorporarse progresivamente nuevos sensores, actuadores y servicios de control de acuerdo con las necesidades del laboratorio.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1. Contextualización del problema

El avance de los sistemas domóticos inteligentes está estrechamente relacionado con la expansión de la conectividad digital, ya que funciones como la supervisión remota, el control de dispositivos y el intercambio de información en tiempo real requieren redes de comunicación estables y confiables. De acuerdo con la Unión Internacional de Telecomunicaciones, en 2024 alrededor de 5.500 millones de personas tenían acceso a Internet, cifra que equivale al 68 % de la población mundial. No obstante, el organismo también informó que aproximadamente 2.600 millones de personas aún permanecían sin conexión. Estos datos reflejan que, si bien las tecnologías basadas en Internet de las Cosas (IoT) continúan ampliando su alcance gracias al crecimiento de la infraestructura digital, su implementación todavía se ve afectada por las diferencias existentes en el acceso y la calidad de la conectividad (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2024).

En el ámbito de las edificaciones, la automatización inteligente ha llegado a ser un reto significativo debido al notable consumo energético relacionado con la operación de los edificios. La Agencia Internacional de la Energía establece que las actividades realizadas a cabo en los edificios representan el 30% del consumo de energía final fuera de los medios de transporte e implican el 26 % de las emisiones asociadas a la energía. Esto pone de manifiesto la necesidad de implementar estrategias que favorezcan una gestión más eficiente de los recursos, que se basen en tecnologías que optimicen la gestión y el control de los espacios. Así, los sistemas domóticos no sólo lo mejoran el confort de los usuarios, sino que también ayudan a controlar las condiciones ambientales, permiten el control automatizado de la luz y de la climatización, y reducen el consumo innecesario de energía (Agencia Internacional de Energía [AIE], 2023).

La literatura científica también ha confirmado que los sistemas inteligentes basados en IoT permiten integrar sensores, actuadores, alarmas y funciones de control remoto, por ejemplo, Chen et al. (2024) Crearon un sistema de vivienda inteligente basado en IoT que es capaz de detectar fuego, gases peligrosos y

terremotos, incluyendo control remoto y monitoreo por Video de bajo costo. Si bien este estudio se centra en una vivienda, los principios técnicos son aplicables a laboratorios educativos, porque los laboratorios educativos requieren a su vez vigilancia de los espacios, control de los equipos, seguridad eléctrica, alertas y gestión remota de las condiciones de funcionamiento.

En América Latina y el Caribe, la transformación digital se ha convertido en una necesidad estratégica para avanzar en el ámbito de la productividad, de la innovación, del aprendizaje y de la mejora de la calidad de vida , como lo menciona la CEPAL (2024) porque una visión de la transformación digital ya no debe entenderse como una consideración unilateral, sino como una condición que permite el tratamiento de los rezagos estructurales; Y también señala que esta condición debe ir acompañada del tratamiento sistémico para no cavar las brechas existentes. Esta resulta una visión relevante para los laboratorios de carreras técnicas, ya que los laboratorios requieren tecnologías que favorezcan la práctica formativa, la gestión de recursos y la vinculación con los entornos tecnológicos reales.

No obstante, la región mantiene limitaciones de conectividad que afectan la adopción homogénea de tecnologías IoT. El Observatorio de Desarrollo Digital de la CEPAL (2024) reportó que, en 2022, el 77 % de los hogares urbanos de América Latina y el Caribe estaban conectados, mientras que en las áreas rurales solo el 38 % tenía conexión. Esta diferencia pone de manifiesto que para implementar soluciones de domótica e IoT es necesario tener en cuenta la disponibilidad de Internet, la estabilidad de la red, la localización institucional y la capacidad de mantenimiento tecnológico.

Desde la vertiente tecnológica, el Banco Interamericano de Desarrollo define al Internet de las Cosas como una red de objetos físicos que poseen sensores, software y tecnologías que permiten a los objetos conectarse e intercambiar datos a través de Internet. El informe indica que el IoT permite ecosistemas más integrados e inteligentes, mejora la eficiencia y el control, pero también plantea retos de seguridad, privacidad, ética y gestión responsable. En consecuencia, la aplicación de IoT en laboratorios técnicos debe diseñarse no solo como automatización de dispositivos, sino como una arquitectura segura, medible y administrable (Latorre et al., 2025).

La transformación digital ha sido asumida como política pública para el Estado ecuatoriano por la Agenda de Transformación Digital del Ecuador 2022-2025, la cual plantea la modernización del Ecuador mediante la apropiación de la 4ta revolución industrial; la conectividad; la interoperabilidad; el Big Data; la Inteligencia Artificial o el Internet de las cosas. Además, dentro de su estructura contempla ejes relacionados con infraestructura digital, educación digital, economía digital, tecnologías emergentes, ciudades inteligentes, interoperabilidad y seguridad digital, lo cual ofrece un marco pertinente para proyectos de automatización y supervisión remota en instituciones educativas técnicas (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2022).

Los indicadores nacionales indican un continuo crecimiento en cuanto a acceso y uso de Internet, lo que favorece la viabilidad de los sistemas de supervisión a distancia. Así, el INEC (2025) reportó que los hogares con acceso a Internet en Ecuador pasaron del 60,4% en julio de 2022 al 71,3 % en julio de 2025; Por otra parte, las personas que utilizan Internet pasaron de un 69,7% a un 80,1% en el mismo período, además, el analfabetismo digital pasó del 8,2 % al 2,1%. Estos datos dejan huella de un contexto cada vez más favorable para la adopción de soluciones conectadas, aunque, sin embargo, cabe todavía fortalecer las capacidades técnicas, la seguridad y el uso institucional de las tecnologías.

En el ámbito de la educación superior técnica y tecnológica, la SENESCYT registra oferta académica vigente relacionada con áreas TIC, entre ellas desarrollo de software, ciberseguridad, Big Data e inteligencia de negocio, en instituciones de educación superior del país. Esta información confirma la existencia de carreras técnicas vinculadas a competencias digitales, por lo que los laboratorios de estas áreas requieren ambientes actualizados, conectados y coherentes con la formación práctica que demanda el mercado tecnológico (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación [SENESCYT], 2024).

1.2. Planteamiento del problema

Los laboratorios de las carreras técnicas se entienden como espacios de formación práctica, en los que se realizan actividades con equipamiento eléctrico, con dispositivos tecnológicos, con redes, con estaciones de trabajo, con luminarias, con sistemas de climatización y con recursos que necesitan control constante; pero solo si la administración de estos entornos se realiza manualmente podrían ser consideradas extensiones de los lugares de trabajo

porque se ven limitadas las propias actividades que el mantenimiento de ese laboratorio conlleva en lo que se refiere a la supervisión del estado de los equipos, la comprobación de las condiciones de seguridad, el control de consumos, la verificación de eventos inusuales y el cumplimiento de las actuaciones pertinentes fuera del horario de actividades lectivas. Por tanto, la falta de una herramienta automatizada que implemente la domótica para gestionar los laboratorios aumenta la dificultad que tiene la Institución para funcionar de forma eficiente, fiable y remota.

La infraestructura de conectividad en Ecuador presenta progresos que hacen técnicamente viable la vigilancia a distancia, si bien todavía precisa de una planificación adecuada. ARCOTEL apuntó que, a finales de 2024, el 17,48% de la ciudadanía conservaba un contrato de Internet fijo, el Internet móvil alcanzaba un 65,6% de penetración y las conexiones de fibra óptica representaban el 88,3% de las conexiones de Internet fijo. El propio organismo pone de manifiesto que el acceso al Internet contribuye a la prestación de servicios básicos como la educación, la salud, el gobierno o el comercio. Por tanto, los laboratorios técnicos pueden aprovechar esta infraestructura para implementar monitoreo remoto, siempre que el sistema considere estabilidad de red, control de acceso, respaldo de datos y continuidad operativa (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones [ARCOTEL], 2025).

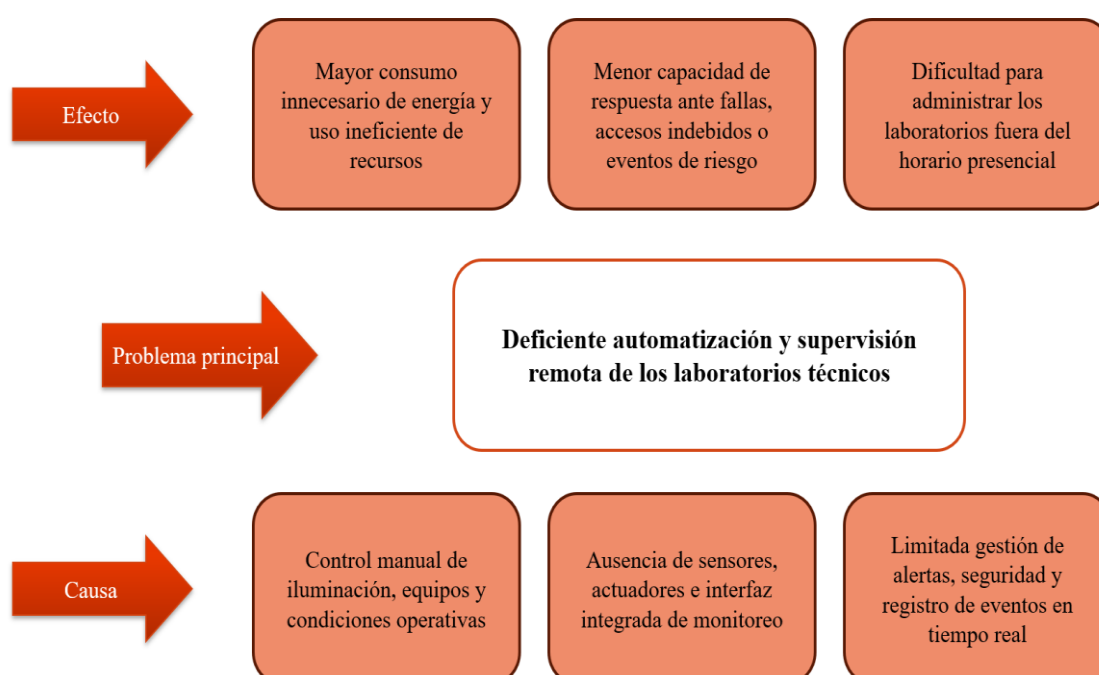
Además de los riesgos intrínsecos a los sistemas de hogar inteligente, que no se limitan a instalar sensores o encender dispositivos desde una aplicación, también los sistemas IoT y los sistemas de domótica incluyen indicadores de riesgo, que se deben tener en cuenta desde el diseño en la medida en la que se gestionan espacios institucionales con “equipos técnicos”, usuarios y datos. Vardakis et al. (2024) identificaron amenazas a la seguridad en los ecosistemas de hogares inteligentes, como los accesos no autorizados y la manipulación de dispositivos. Identificaron además mecanismos de mitigación como la utilización de cifrado, la autenticación y la identificación de intrusiones. Lo dicho indica que el sistema de domótica de laboratorios técnicos también deberá considerar criterios de ciberseguridad, autenticación de usuarios, segmentación de permisos y protección de la información generada por sensores y / o registros de uso.

El árbol del problema pone de manifiesto la relación determinada que hay entre las causas operativas y / o tecnológicas que vienen afectando a la gestión

de los laboratorios. Cuando en lugar de un sistema de monitorización central controlamos las cosas de forma manual, la institución pierde completamente la capacidad de saber el estado en tiempo real de la iluminación, de los equipos, de las condiciones ambientales o de los sucesos de seguridad, aumentando como el riesgo de consumos innecesarios, de no detectar fallas, de uso inadecuado de los espacios, de tardanza en las respuestas que podrían haber evadido haciendo uso de los sensores, actuadores, alertas y monitorización .

Figura 1

Árbol del problema



Por lo tanto, el problema central se manifiesta en la escasa automatización y la débil supervisión remota de los laboratorios de las carreras técnicas, como consecuencia de la ausencia de un sistema domótico inteligente basado en tecnologías IoT que permita controlar equipos, monitorizar las condiciones operativas y emitir alertas de forma integrada.

En consecuencia, la problemática no se limita únicamente a la ausencia de dispositivos de videovigilancia o mecanismos de control remoto, sino también a la falta de una arquitectura tecnológica que permita integrar progresivamente diferentes dispositivos IoT dentro de una misma solución. La falta de sensores de adquisición de variables del entorno, reglas de automatización y los actuales módulos de supervisión centralizada hacen imposible la respuesta automática

frente a situaciones como la variación de la temperatura, la presencia de personas o los eventos ocurridos fuera del horario académico. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de diseñar y desarrollar una primera plataforma, modular y escalable, que integre los dispositivos existentes y establezca una plataforma tecnológica que permita más adelante disponer de nuevas funciones de automatización.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo desarrollar un sistema domótico inteligente basado en tecnologías IoT que permita automatizar y supervisar remotamente los laboratorios de las carreras técnicas, optimizando el control operativo, la seguridad y el uso eficiente de los recursos tecnológicos?

1.3.1. Preguntas específicas

¿Cuáles son los fundamentos teóricos, técnicos y conceptuales relacionados con los sistemas domóticos inteligentes, la automatización, la supervisión remota y las tecnologías IoT aplicadas a laboratorios técnicos?

¿Qué estrategia de investigación es capaz de diagnosticar el estado actual de los laboratorios y orientar el desarrollo del sistema basado en IoT?

¿Qué especificaciones funcionales y técnicas son necesarias para el desarrollo de un sistema domótico inteligente capaz de automatizar y supervisar remotamente los laboratorios de las carreras técnicas?

¿Cómo debe ser diseñado un sistema domótico inteligente basado en tecnologías de IoT para automatizar y supervisar remotamente los laboratorios de las carreras técnicas?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema domótico inteligente basado en tecnologías IoT para la automatización y supervisión remota de los laboratorios de las carreras técnicas, mediante la integración de sensores, actuadores, conectividad e interfaz de monitoreo, con el fin de optimizar el control operativo, la seguridad y el uso eficiente de los recursos tecnológicos.

1.4.2. Objetivos específicos

Fundamentar teóricamente los sistemas domóticos inteligentes, la automatización, la supervisión remota y las tecnologías IoT aplicadas a laboratorios de carreras técnicas, mediante la revisión de fuentes bibliográficas, técnicas y científicas.

Determinar la metodología de investigación adecuada para el diagnóstico de las condiciones actuales de los laboratorios y el desarrollo del sistema domótico inteligente basado en tecnologías IoT.

Establecer los requerimientos funcionales y técnicos del sistema domótico inteligente, considerando sensores, actuadores, conectividad, interfaz de usuario, alertas, seguridad y supervisión remota.

Diseñar un sistema domótico inteligente basado en tecnologías IoT para la automatización y supervisión remota de los laboratorios de las carreras técnicas, integrando arquitectura tecnológica, dispositivos, conectividad e interfaz de monitoreo.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación práctica

La investigación se justifica desde una perspectiva práctica porque busca atender la necesidad de optimizar la gestión, automatización y supervisión remota de los laboratorios de las carreras técnicas. En estos espacios se utilizan de manera permanente equipos eléctricos, sistemas de iluminación, dispositivos de red, estaciones de trabajo, equipos de climatización y otros recursos tecnológicos que requieren un control eficiente para prevenir consumos excesivos de energía, detectar oportunamente posibles fallas, evitar accesos no autorizados y garantizar un uso adecuado de las instalaciones.

Bajo esta misma percepción, se contempla el desarrollo de un sistema domótico inteligente, es decir, un sistema de automatización que se basa en las tecnologías IoT, el cual podría implementar dicha automatización de diversas maneras: encendiendo y apagando equipos, monitoreando variables ambientales, controlando en forma continua el estado de los equipos y generando alertas en tiempo real. Todo ello permitirá tener una solución tecnológica ajustada a las necesidades concretas de la institución; es decir, se busca contar con una

tecnología que mejore la seguridad, optimizar la operación y facilitar la administración de los laboratorios técnicos.

De igual modo, el planteamiento dotará de una herramienta a los docentes, a los alumnos y alumnas y al personal administrativo, que le proporcionen el control y seguimiento de los laboratorios, con la consiguiente disminución de las dependencias de los procedimientos manuales, buscando una mejor gestión de los recursos tecnológicos, los riesgos potenciales y las tecnologías emergentes, más fuertes en procesos de enseñanza y aprendizaje en todos los procedimientos de las carreras técnicas.

1.5.2. Justificación técnica

Desde el punto de vista tecnológico, la investigación se justifica porque plantea el desarrollo de un sistema domótico inteligente basado en tecnologías IoT, orientado a mejorar la automatización y la supervisión remota de los laboratorios de las carreras técnicas. Para ello, será necesario analizar las condiciones actuales de estos espacios, identificar las necesidades tecnológicas existentes y definir los requerimientos funcionales y técnicos que permitan diseñar una solución acorde con el entorno institucional.

La propuesta se orienta hacia la combinación de sensores, actuadores, dispositivos de comunicación, plataformas de control y las interfaces de usuarios que permitan la regulación de los mismos laboratorios, en tiempo real. A partir del diagnóstico realizado se establece cuáles son las variables que se deberán supervisar, los instrumentos susceptibles de ser automatizados, el tipo de conectividad más apropiado, así como las características que deberá ofrecer el sistema para lograr un funcionamiento adecuado, seguro y fiable.

Asimismo, a la par de la propuesta de solución a una necesidad concreta existente dentro de la institución, la investigación podrá ser un referente para el desarrollo de proyectos tecnológicos similares en laboratorios, aulas inteligentes, talleres y otros espacios académicos. Así, no se ofrece solo una propuesta de solución basada en Internet de las Cosas, sino también un modelo de solución y de implementación que puede ser adaptable a otros contextos educativos donde se desea reforzar la automatización y la gestión inteligente de los recursos tecnológicos.

1.5.3. Justificación teórica

La investigación encuentra su sustento teórico en la necesidad de ampliar el conocimiento sobre los sistemas domóticos inteligentes, la automatización, la supervisión remota y las tecnologías basadas en Internet de las Cosas (IoT) aplicadas a entornos educativos de carácter técnico. Estos temas forman parte de las principales tendencias tecnológicas asociadas con la transformación digital, la Industria 4.0, los edificios inteligentes y la gestión eficiente de infraestructuras mediante soluciones automatizadas.

Dentro de la estructura del estudio se contempla realizar una revisión de los principales fundamentos conceptuales de sensores, actuadores, microcontroladores, redes de comunicación inalámbrica, plataformas de monitoreo, protocolos de comunicación, mecanismos de seguridad de la información y herramientas de control remoto. Esta revisión nos dará pie a comprender la forma de interacción entre todos estos elementos que constituyen un sistema domótico inteligente, y a analizar la aplicación de dicho sistema en la administración y el control de los laboratorios en las carreras técnicas.

Además, la misma permitirá relacionar también los conceptos referidos a la automatización inteligente con una necesidad real en el mundo educativo. De esta forma, el aporte teórico no se limita a describir las tecnologías IoT, sino que también pretende explicar su utilidad e importancia en la gestión de los espacios de aprendizaje práctico, en donde cuestiones como la seguridad, el consumo de recursos, la gestión y el control de las operaciones son vitales.

1.6. Ámbito de aplicación

1.6.1. Contexto institucional

La propuesta tecnológica se desarrollará en los laboratorios de las carreras técnicas de una institución de educación superior ubicada en el cantón Guayaquil, provincia del Guayas, Ecuador. Estos espacios fueron seleccionados debido a que cuentan con infraestructura y recursos tecnológicos que requieren un mayor nivel de automatización, supervisión y control para optimizar su funcionamiento. Asimismo, el entorno institucional ofrece las condiciones necesarias para implementar y evaluar un sistema domótico inteligente basado en tecnologías IoT, orientado a mejorar la gestión de los laboratorios, fortalecer la seguridad de las

instalaciones y promover un uso más eficiente de los recursos tecnológicos disponibles.

1.6.2. Delimitación temporal

La realización de la investigación se desarrollará entre 2026, año en que se llevan a cabo las distintas fases del estudio. Las fases de la investigación son: revisión y fundamentación teórica; diagnóstico de las condiciones de trabajo de los laboratorios; definición de la metodología de investigación; definición de los requisitos funcionales y técnicos y sistematización del diseño del sistema domótico inteligente basado en tecnologías IOT.

1.6.3. Delimitación temática

La investigación se centra en el desarrollo de un sistema domótico inteligente orientado a la automatización y supervisión remota de los laboratorios de las carreras técnicas. Con ese propósito se desarrollarán ciertas temáticas en relación con la integración de sensores y actuadores, la conectividad entre dispositivos, el diseño de una interfaz de monitoreo, el diseño de la generación de alertas, el control remoto de los equipos, la optimización de la operación y la incorporación de mecanismos elementales de seguridad.

El alcance del presente estudio no prevé la generación de una plataforma comercial ni la implementación integral de una estructura tipo "edificio inteligente", sino que, por el contrario, se centrará en la propuesta de una solución tecnológica que se adecue a las características técnicas y a las necesidades de los laboratorios técnicos, dados por el contexto y por la infraestructura existente y los recursos de soporte y por las necesidades de automatización y supervisión que se generaron a partir de la investigación previa.

1.6.4. Delimitación poblacional o unidades de análisis

Las unidades de análisis de la investigación estarán constituidas por los laboratorios de las carreras técnicas, los equipos tecnológicos que forman parte de su infraestructura, las condiciones bajo las cuales operan y las personas involucradas en su utilización y administración. Entre los participantes se incluyen docentes, estudiantes, responsables de los laboratorios, personal de soporte tecnológico y personal administrativo que interviene en la gestión, supervisión y control de estos espacios.

1.7. Alcance y limitaciones

1.7.1. Alcance

La investigación tiene un alcance descriptivo y aplicado, debido a que parte del diagnóstico de las condiciones existentes en el laboratorio de las carreras técnicas y se orienta al desarrollo de un prototipo modular de sistema domótico inteligente basado en tecnologías IoT. El estudio comprende la fundamentación teórica, definición metodológica, identificación de requerimientos funcionales y técnicos, diseño de la arquitectura tecnológica y desarrollo de una implementación inicial orientada a la automatización y supervisión remota.

Durante la fase de implantación de este prototipo de sistema, el subsistema de videovigilancia cuenta con un conjunto de elementos: cámaras Hikvision, grabador digital DVR, almacenamiento local y concentrador Splenssy WiFi-IR, que permite la supervisión y el control del equipo de aire acondicionado, y con los cuales se pueden comprobar las funciones de supervisión visual, almacenamiento, conectividad, control de acceso remoto y climatización.

En el marco del diseño escalable de la arquitectura IoT se prevé, también, la inclusión de un sensor de temperatura y de un sensor de movimiento. Estos elementos vienen incluidos en el diseño y en el plano tecnológico original como elementos a incorporar en la siguiente etapa del desarrollo, por lo que no forman parte del montaje físico ni de las pruebas funcionales que se efectúan en el presente trabajo. Su inclusión facilita la definición de reglas de automatización previstas, como la climatización controlada en función de un umbral de temperatura o, la activación de alertas de movimientos detectados fuera del horario académico.

El alcance prevé por extensión el diseño conceptual de una interfaz centralizada o dashboard que concentre la supervisión de cámaras, climatización y los futuros sensores. En este sentido, la solución se plantea como una primera plataforma inicial que es modular y ampliable para incorporar posteriormente a la presente propuesta funcional, el control de la iluminación inteligente, el control de acceso, la monitorización energética y nuevos tipos de variables ambientales como mediciones de ruido ambiental, etc., considerando estas funcionalidades como no implementadas a la hora de validar la actual propuesta de la empresa.

1.7.2. Limitaciones

Una de las principales limitaciones de la investigación corresponde al alcance físico de la implementación. Aunque se desarrolló un prototipo funcional con cámaras de videovigilancia, DVR, almacenamiento, infraestructura de comunicación y control remoto del aire acondicionado mediante el concentrador Splenssy WiFi-IR, no se implementaron físicamente todos los componentes considerados dentro de la arquitectura domótica propuesta. Por esta razón, el sistema debe entenderse como una plataforma inicial y no como una solución domótica integral completamente terminada.

Desde el punto de vista técnico, el sensor de temperatura y el sensor de movimiento se incorporan al diseño tecnológico y al plano actualizado como elementos previstos para una futura ampliación, pero no fueron instalados ni sometidos a pruebas físicas durante el desarrollo del proyecto. En consecuencia, las reglas de automatización asociadas a estos dispositivos se presentan como lógica funcional propuesta y no como resultados experimentales obtenidos. Esta delimitación evita atribuir al prototipo capacidades que todavía no han sido comprobadas mediante implementación real.

En el ámbito de conectividad, las funciones de supervisión y control remoto dependen de la disponibilidad y estabilidad de la red. Interrupciones del servicio de Internet, restricciones de acceso, pérdida de comunicación o variaciones en la calidad de la conexión pueden afectar temporalmente el acceso remoto a los dispositivos, aunque las funciones locales de videovigilancia y almacenamiento puedan mantenerse disponibles según la configuración de los equipos.

Desde el punto de vista financiero, la expansión del modelo está limitada por la disponibilidad económica para la adquisición de sensores, actuadores, módulos de comunicación y otros componentes necesarios. Por ello, funcionalidades como la iluminación inteligente, control de acceso, control y supervisión energética y control y supervisión ambiental global, etc. se presentan en una hoja de ruta de expansión y no como funcionalidades incorporadas en esta etapa.

Finalmente, el prototipo se desarrolla y valida en un entorno delimitado del laboratorio, por lo que sus resultados no representan una implementación integral en todos los laboratorios de la institución. Una ampliación futura requerirá evaluar las características particulares de cada espacio, disponibilidad de infraestructura,

cobertura de red, cantidad de dispositivos, seguridad de acceso y recursos económicos necesarios.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Internet de las Cosas y sistemas inteligentes

2.1.1. Conceptualización del Internet de las Cosas

El Internet de las Cosas se entiende como un modelo tecnológico basado en la interconexión de objetos físicos capaces de captar información del entorno, procesarla y transmitirla mediante redes de comunicación. Su funcionamiento depende de la integración de sensores, dispositivos embebidos, conectividad, plataformas de almacenamiento y aplicaciones que permiten convertir datos dispersos en información útil para la toma de decisiones.

Los sistemas de información tradicionales suelen intercambiar información normalmente entre las personas, mientras que el IoT no intercambia meramente información entre las personas, sino que los dispositivos, máquinas y objetos son capaces de hablar entre ellos, de generar automáticamente los registros y de dar respuesta a los registros que se hayan predefinido, las instrucciones definidas, y convierte al IoT en una tecnología transversal. El IoT tiene aplicación en el uso de la salud; en el uso de la agricultura; en el uso del transporte; en el uso de la energía; en el uso de la vivienda; en el uso de la industria y en la gestión medioambiental, donde será requerible el control, la automatización y la supervisión a distancia (Arango y Garcia, 2022).

La importancia del IoT estriba en que el mismo permite pasar de una gestión reactiva a una gestión preventiva y predictiva. En un sistema tradicional, las acciones generalmente se llevan a cabo una vez que se ha manifestado una falla o cuando una persona ha percibido manualmente que una condición anómala ha tenido lugar. En un sistema IoT, los dispositivos pueden registrar variables en tiempo real, emitir alertas, ejecutar respuestas automáticas o almacenar datos históricos para análisis ulteriores. Esto amplía la capacidad de control sobre procesos físicos y mejora la eficiencia operativa, porque reduce tiempos de respuesta, disminuye la dependencia de inspecciones presenciales y facilita la supervisión de recursos distribuidos en diferentes espacios (Vasquez et al., 2023).

Los sistemas inteligentes vinculados al IoT incorporan mecanismos de análisis, procesamiento y respuesta automatizada que permiten interpretar los datos captados por sensores o dispositivos conectados. La inteligencia del

sistema no depende únicamente de la conexión a Internet, sino de su capacidad para reconocer patrones, comparar valores con umbrales definidos, generar acciones programadas y adaptarse a determinadas condiciones de funcionamiento. En este sentido, un sistema inteligente puede detectar cambios de temperatura, consumo eléctrico, humedad, presencia, movimiento, iluminación, presión, vibración u otras variables, para luego activar actuadores, notificaciones, registros o recomendaciones operativas (Palacios et al., 2026).

Esta perspectiva permite comprender que el IoT no debe ser visto solo como una red de aparatos conectados, sino como una arquitectura de gestión automatizada de información. Su utilidad se evidencia cuando los datos capturados se transforman en decisiones prácticas: encender o apagar dispositivos, optimizar consumos, identificar fallas, prevenir riesgos, mejorar la trazabilidad de actividades o controlar condiciones del entorno. Por ello, el valor del IoT está en la relación entre captura de datos, conectividad, procesamiento e intervención sobre el entorno físico (Arango y Garcia, 2022).

En el desarrollo de un sistema domótico inteligente para laboratorios técnicos, el Internet de las Cosas representa la base que permite conectar equipos, sensores, actuadores y plataformas de monitoreo dentro de una misma red funcional. Su aplicación permite que el laboratorio deje de depender únicamente de verificaciones manuales, ya que los dispositivos pueden generar información sobre iluminación, temperatura, presencia, consumo eléctrico, estado de equipos y condiciones de seguridad. Esto significa que el espacio puede ser observado y controlado de manera remota, con datos actualizados y disponibles para tomar decisiones oportunas.

2.1.2. Arquitectura general de los sistemas IoT

La arquitectura general de un sistema IoT se organiza mediante capas funcionales que permiten captar datos, transmitirlos, procesarlos y presentarlos al usuario final. La primera capa corresponde a la percepción, donde se ubican sensores, actuadores, microcontroladores y dispositivos capaces de interactuar con el entorno físico. La segunda capa hace referencia a la conectividad que ocupa la función de la transferencia bajo redes de conexión bien cableadas, bien inalámbricas. La tercera capa se relaciona con el procesamiento, almacenamiento y análisis de la información, en tanto que la cuarta capa, relativa a las interfaces de supervisión, control y visualización. Gracias a esta estructura, se deposita que

la información recogida en el entorno cano salirse en información operativa disponible para la supervisión remota (Sánchez et al., 2024).

En términos de su funcionalidad, la arquitectura IoT se manifiesta como un ciclo ininterrumpido. En primer lugar, los sensores detectan el valor de una variable; en segundo lugar, el microcontrolador interfiere en el dato o bien embala la información; en tercer lugar, la red transmite el dato a la plataforma, que puede ser local o en la nube; en cuarto lugar, el sistema recoge los registros y, finalmente, se ejecuta una acción o se lanza una alerta en una interfaz. Este ciclo puede ser básico si el único hecho es la visualización de información, o más avanzado cuando, por ejemplo, el sistema interviene automáticamente y activa los actuadores. Por tanto, la arquitectura IoT debe diseñarse considerando estabilidad, escalabilidad, interoperabilidad, consumo energético, seguridad y facilidad de administración (Humar et al., 2024).

Las plataformas de comunicación y gestión energética dentro de sistemas IoT permiten articular los dispositivos físicos con los servicios digitales. Estas plataformas cumplen la función de recibir datos, organizarlos, almacenarlos y permitir que el usuario acceda a ellos mediante paneles, reportes o aplicaciones. Además, pueden incluir funciones de control remoto, generación de alarmas, programación de horarios, análisis de consumo y administración de dispositivos conectados. En sistemas orientados a la eficiencia, la arquitectura no solo debe asegurar conectividad, sino también permitir la lectura clara de los datos y la ejecución oportuna de acciones (Chávez et al., 2025).

La utilidad de una arquitectura IoT bien estructurada se manifiesta en la capacidad de integrar diversos componentes sin que funcionen de manera aislada. Un sensor por sí solo únicamente capta una señal; un actuador por sí solo ejecuta una acción; una plataforma por sí sola necesita datos para operar. La arquitectura integra estos elementos y permite que el sistema funcione como una unidad lógica. Por ello, una arquitectura adecuada facilita mantenimiento, ampliación futura, incorporación de nuevos sensores, ajuste de parámetros y continuidad del monitoreo (Sánchez et al., 2024).

La arquitectura IoT permite estructurar el sistema domótico por niveles jerárquicos: dispositivos de captura, elementos de comunicación, medios de procesamiento de datos e interfaz de usuario. En los laboratorios, este tipo de estructura resulta necesaria puesto que no basta con instalar sensores de forma

aislada, ya que todo tiene que ser ensamblado para que la captación de información pueda ser enviada desde el entorno físico hasta una plataforma de supervisión. De esta manera se puede registrar eventos, enviar alertas, activar actuadores e ilustrar en tiempo real el estado de funcionamiento de un laboratorio, por ejemplo.

2.1.3. Aplicaciones del IoT en procesos de automatización y supervisión

Existen amplias aplicaciones en lo que se refiere a procesos de automatización y cursos de supervisión. Esto se debe a que permite obtener datos de forma corriente, controlando variables, detectando cambios y ejecutando acciones sin la intervención manual constantemente. En sistemas de automatización, los dispositivos conectados permiten regular iluminación, climatización, riego, consumo energético, acceso, seguridad, producción, transporte o condiciones ambientales. En sistemas de supervisión, la tecnología permite observar en tiempo real el comportamiento de los equipos, verificar estados de instalación, recibir alertas y analizar datos históricos. Esta combinación de supervisión y control hace que el IoT pueda servir para procesos que necesitan de exactitud, continuidad y capacidad de respuesta (Perdomo, 2023).

La automatización a partir del IoT opera mediante reglas, límites umbrales o algoritmos a partir de los cuales relacionan una condición detectada con una acción esperada. Por ejemplo, un sensor puede detectar que una variable sobrepasa un límite umbral y a partir de ello el sistema del IoT puede notificar de ello, o accionar un mecanismo de corrección u obtener una traza del evento. Tal lógica permite disminuir los errores humanos, mejorar la oportunidad de respuesta y mantener las operaciones más controladas. La supervisión remota complementa este proceso, porque el usuario puede verificar lo que ocurre sin necesidad de estar físicamente presente en el lugar donde se encuentran los dispositivos (Contreras y España, 2024).

En el ámbito energético, el IoT permite detectar fallas, medir magnitudes, analizar comportamiento de equipos y mejorar la continuidad operativa. La detección inteligente de fallas en paneles solares muestra cómo una plataforma basada en IoT puede recopilar datos, identificar anomalías y apoyar decisiones de mantenimiento. Esta aplicación pone de manifiesto que el IoT no únicamente ofrece la posibilidad de realizar un control básico - encender y apagar - sino que

también puede ofrecer un apoyo diagnóstico de índole técnica, la prevención de los daños, y la mejora del rendimiento de los sistemas que dependen de unas condiciones que son variables (Cundapi et al., 2024).

En sistemas de transporte y movilidad, la unificación de datos masivos y tecnologías inteligentes permite analizar flujos, proyectar necesidades, optimizar rutas y mejorar la gestión de servicios. Esta aplicación demuestra que el IoT también puede vincularse con Big Data, ya que los dispositivos conectados producen grandes volúmenes de información que requieren procesamiento, clasificación e interpretación. De esta manera, la supervisión no solo consiste en observar datos en tiempo real, sino también en generar conocimiento útil para la planificación y mejora de procesos (Ochoa et al., 2023).

La supervisión y automatización a través de las tecnologías IoT permiten operar las condiciones del laboratorio sin tener que contar con personal presente. La aplicación resulta útil para encender o apagar lámparas, para verificar si ciertos dispositivos se dejaron encendidos, para detectar presencia fuera de horarios, para supervisar las condiciones ambientales y para emitir una alerta en caso de eventos inesperados. De esta manera, el sistema no solo facilita el control remoto, sino que también reduce riesgos operativos y mejora la administración cotidiana de los recursos disponibles.

2.1.4. Beneficios del IoT en la gestión eficiente de recursos tecnológicos

Uno de los principales beneficios del IoT es la gestión eficiente de recursos mediante medición, control y automatización. Al conectar dispositivos a una red de monitoreo, es posible conocer su estado, frecuencia de uso, consumo, comportamiento y condiciones de operación. Esta información permite tomar decisiones más precisas sobre mantenimiento, ahorro energético, seguridad, disponibilidad y uso racional de los recursos. En sistemas orientados a eficiencia, el IoT permite reducir consumos innecesarios mediante reglas de operación, sensores de presencia, programación horaria y control remoto de dispositivos (Peña y Ibarra, 2024).

La eficiencia no se logra únicamente por la mera instalación de dispositivos que se encuentran conectados, sino por el diseño de elementos que hacen posible aprovechar la producción de datos generados. Un sistema de gestión que imprime información acerca de consumo eléctrico, temperatura, iluminación o funcionamiento de los equipos permite identificar patrones relacionados con el uso

y detectar desviaciones. Esta capacidad hace permitir corregir los hábitos de operación, ajustar configuraciones, programar acciones automáticas o establecer prioridades en las intervenciones. En consecuencia; el IoT (Internet de las cosas, siglas en inglés) genera valor cuando lo hace, permitiendo convertir la materia de la información técnica en decisiones administrativas y operativas bien concretas (Chiriboga, 2025).

En, el IoT en actividades productivas y del medio ambiente da solución al problema de la gestión del uso de los recursos y de que la toma de decisiones sea consecuencia de datos concretos y no de estimaciones generales. Un ejemplo claro se da en la agricultura, mediante sistemas basados en sensores, que permiten medir las condiciones del suelo de humedad, temperatura y necesidades de riego, y que permiten el uso controlado del agua y de la energía. Esta lógica se puede implementar en cualquier entorno en el que sea necesario gestionar los recursos de una forma más eficiente, porque el principio convencional que se encuentra en la lógica es medir, analizar y actuar de forma ajustada a condiciones constatables (Cepeda et al., 2025).

La implementación del Internet de las Cosas a la gestión eficiente está ligado a las posibilidades que puede ofrecer de conseguir trazabilidad. Cualquier medida, cualquier alerta, cualquier ejecución automática o cualquier intervención queda registrada, de manera tal que se puede retroalimentar cómo se ha comportado el sistema a lo largo del tiempo, en el que tiene en cuenta desde un estado inicial hasta el final. Esta trazabilidad favorece la mejora continua porque permite realizar una comparación de resultados, detectar fallos recurrentes, medir los ahorros, así como justificar los ajustes técnicos. Por ello, el IoT se considera una base tecnológica relevante para optimizar recursos, reducir desperdicios y mejorar la calidad del control operativo (Palacios et al., 2025).

La incorporación de IoT favorece una gestión más eficiente de los recursos tecnológicos porque permite conocer cómo, cuándo y en qué condiciones se utilizan los equipos del laboratorio. A través del monitoreo continuo, se pueden identificar consumos innecesarios, fallas recurrentes, dispositivos encendidos sin uso o condiciones que afecten la conservación de los equipos. Esta información contribuye a una administración más ordenada, con menor desperdicio energético y mayor capacidad para programar acciones preventivas.

2.2. Sistemas domóticos inteligentes

2.2.1. Definición y evolución de la domótica

La domótica se define como el conjunto de tecnologías orientadas a automatizar, controlar y supervisar funciones dentro de espacios construidos mediante la integración de dispositivos electrónicos, sensores, actuadores, redes de comunicación e interfaces de usuario. Al principio, la domótica estaba centrada en servicios rudimentarios, tales como: encendido y apagado de luces, gestión de persianas, alarmas, climatización, y algún otro. Sin embargo, su configuración ha ido dotando de conectividad, de aprendizaje automático, de análisis de datos, de control remoto y de gestión energética, según desarrollos para conformar una tecnología muy amplia y flexible en el marco de los entornos inteligentes (Martín, 2022).

EL desarrollo de la domótica refleja el paso desde sistemas cerrados y cableados hacia soluciones acopladas, modulares e integradas con plataformas digitales. En sus primeras etapas, los sistemas domóticos requerían instalaciones complejas y estaban asociados principalmente al confort. Actualmente, su aplicación se relaciona también con seguridad, eficiencia energética, accesibilidad, sostenibilidad, control operativo y supervisión remota. Esta transformación se debe al desarrollo de microcontroladores, sensores de bajo costo, redes inalámbricas, aplicaciones móviles y servicios en la nube (Rosales, 2026).

La inteligencia artificial ha aumentado las potencialidades en los sistemas domóticos ya que permite que estos ya no ejecuten órdenes únicamente, sino que aprendan patrones de uso, anticipen necesidades o lleguen a optimizar decisiones. Una vez que la domótica se combina con capacidades inteligentes, es capaz de modificar el comportamiento de los dispositivos según horarios, presencia, consumos, condiciones medioambientales, preferencias configuradas, etc. Esta combinación hace que la automatización sea más flexible y menos dependiente de acciones manuales repetitivas (Zambrano y Ordoñez, 2024).

La relevancia de la domótica reside en su capacidad para gestionar los espacios de forma más correcta, más eficiente, más segura y más flexible; no se trata solo de dar confort, sino también de colaborar en organizar los espacios, controlar mejor los recursos para reducir los consumos, evitar riesgos, concentrar información vinculada a la forma en la que funcionan los sistemas, etc. La

domótica inteligente se debe concebir como un sistema integral de gestión en el que la automatización del control y el control desde la distancia se combinan para facilitar la operativa cotidiana de los espacios (Martín, 2022).

El concepto de domótica puesto en práctica en la propuesta, va más allá de una simple transposición del laboratorio como espacio inteligente, entendido como el espacio que puede responder a condiciones del interior a partir de tecnologías de control y supervisión, si bien ha pasado de sistemas de encendido y apagado a sistemas que se interrelacionan mediante sensores, de conectividad, plataformas digitales y control remoto; en este caso la domótica no sólo hace referencia a la comodidad sino también a optimizar el funcionamiento de los equipos, la seguridad, la eficiencia energética y la vigilancia de la operativa.

2.2.2. Componentes de un sistema domótico inteligente

Un sistema domótico inteligente está conformado por varios componentes que cumplen funciones complementarias. Los sensores captan información del entorno; los actuadores ejecutan acciones físicas; los microcontroladores procesan señales; los módulos de comunicación transmiten datos; la plataforma central organiza la información; y la interfaz de usuario permite controlar, supervisar y recibir alertas. La relación entre estos componentes permite que el sistema responda a eventos, ejecute instrucciones programadas y mantenga información disponible para la toma de decisiones (Fenocchio et al., 2023).

La utilidad de estos componentes se aprecia cuando funcionan de forma integrada. Un sensor de movimiento, por ejemplo, puede detectar presencia; el microcontrolador interpreta esa señal; el sistema consulta una regla configurada; y el actuador enciende una luminaria o activa una alerta. De manera similar, un sensor de temperatura puede enviar datos a una plataforma que decide activar ventilación o climatización. Este tipo de funcionamiento demuestra que la domótica inteligente depende de la coordinación entre medición, procesamiento, comunicación y acción (Chico et al., 2024).

Los sistemas domóticos pueden incluir módulos orientados al control de iluminación, climatización, seguridad, acceso, energía, presencia, cámaras, alarmas y dispositivos eléctricos. Cada módulo puede funcionar de manera autónoma, pero alcanza mayor utilidad cuando se integra en una plataforma centralizada. La centralización permite que el usuario no tenga que administrar

cada dispositivo por separado, sino que pueda consultar estados, modificar parámetros y recibir notificaciones desde una misma interfaz (Baque et al., 2025).

La importancia de definir correctamente los componentes radica en que el desempeño del sistema depende de su compatibilidad técnica. La mera selección de los sensores o actuadores no es suficiente; hay que considerar el voltaje, qué protocolo de comunicación se va a implementar, qué rango de medición tiene el sensor, o el tiempo de respuesta, y eso por no hablar del consumo energético, de la facilidad de programar estos dispositivos, de la escalabilidad que ofrecen o de la seguridad que éstas puedan proporcionar. De ahí que el diseño de un sistema de domótica inteligente deba partir siempre de una clara arquitectura y de una clara selección de dispositivos (Fenocchio et al., 2023).

Un sistema domótico, entendido este como un sistema orientado a laboratorios inteligentes, debe contar con todos aquellos elementos cuya función debe de trabajar de manera coordinada mediante: elementos sensores, que sirven para obtener datos; elementos actuadores, que brindan las acciones; elementos microcontroladores, que procesan las señales; elementos módulos de comunicación, que transportan información; elementos interfaces, que sirven para el monitoreado. Cada elemento cumple una función específica dentro del sistema, por lo que su selección debe responder a las necesidades reales del espacio. Esta integración permite controlar iluminación, accesos, climatización, equipos eléctricos y eventos de seguridad desde una plataforma centralizada.

2.2.3. Automatización, control y supervisión en entornos inteligentes

La automatización en entornos inteligentes consiste en programar acciones para que determinados dispositivos funcionen de acuerdo con condiciones, horarios, eventos o decisiones tomadas por el sistema. El control se refiere a la capacidad de activar, desactivar, regular o modificar el comportamiento de esos dispositivos, mientras que la supervisión permite observar su estado y verificar si operan correctamente. Estos tres elementos forman una unidad funcional: la automatización ejecuta, el control administra y la supervisión verifica (Solano et al., 2022).

La utilidad de esta integración se evidencia en la posibilidad de reducir la intervención manual y mejorar la respuesta frente a eventos cotidianos o anómalos. Un entorno inteligente puede apagar equipos cuando no se detecta uso, activar iluminación ante presencia, bloquear accesos no autorizados,

registrar eventos de seguridad o emitir alertas cuando una variable sale de rango. Esto permite que el espacio funcione de manera más ordenada, eficiente y segura, con menor dependencia de revisiones presenciales constantes (Freire et al., 2024).

Los sistemas domóticos también se han utilizado como escenarios de aprendizaje y experimentación porque permiten comprender de forma práctica la relación entre sensores, actuadores, programación, conectividad y control. Esta característica demuestra que la domótica no solo tiene valor operativo, sino también formativo y demostrativo, ya que permite visualizar cómo los sistemas inteligentes interactúan con variables del entorno y producen respuestas automatizadas. Además, facilita la construcción de prototipos escalables y adaptables a diferentes necesidades (Palacios et al., 2026).

La importancia de automatizar, controlar y supervisar radica en que estas funciones permiten transformar un espacio común en un entorno gestionado por datos. En lugar de depender exclusivamente de rutinas manuales, el sistema puede operar con reglas predefinidas y alertas. Esto mejora la eficiencia, reduce omisiones, fortalece la seguridad y permite generar registros útiles para análisis posteriores. Así, la automatización no sustituye la gestión humana, sino que la complementa con información y acciones oportunas (Solano et al., 2022).

La automatización permite que ciertas acciones se ejecuten de forma programada o en respuesta a condiciones detectadas dentro del laboratorio. El control permite administrar dispositivos y recursos, mientras que la supervisión facilita verificar el estado de funcionamiento del espacio. En conjunto, estas tres funciones permiten que el laboratorio opere con mayor orden, ya que el sistema puede detectar situaciones como equipos encendidos fuera de horario, condiciones ambientales inadecuadas, presencia no autorizada o fallas que requieran atención inmediata.

2.2.4. Integración de sistemas domóticos con tecnologías IoT

La integración entre domótica e IoT permite que los sistemas de automatización de espacios puedan ser controlados y supervisados de forma remota mediante redes de comunicación. Mientras la domótica se ocupa de automatizar funciones del entorno, el IoT amplía esa capacidad al conectar los dispositivos con plataformas digitales, aplicaciones móviles o servicios en la nube. Esta integración facilita el monitoreo en tiempo real, el control desde distintos

lugares, la generación de reportes y la administración centralizada de dispositivos (Angulo y Rivera, 2023).

La integración domótica-IoT funciona mediante dispositivos embebidos capaces de captar señales, procesarlas y enviarlas a una red. Los sensores y actuadores se conectan a microcontroladores o módulos de comunicación, que transmiten datos hacia una plataforma donde se visualizan estados, se configuran reglas y se envían comandos. De esta manera, la automatización deja de ser únicamente local y pasa a formar parte de un sistema conectado, con capacidad de supervisión remota y respuesta coordinada (Chiang et al., 2024).

La combinación de IoT e inteligencia artificial amplía aún más las posibilidades de los sistemas autónomos. Al incorporar análisis inteligente, el sistema puede aprender patrones, detectar anomalías, anticipar fallas o ajustar comportamientos de acuerdo con datos históricos. Esta fusión tecnológica permite que los sistemas domóticos no solo ejecuten instrucciones, sino que también mejoren su desempeño a partir de la información acumulada. Por ello, la integración entre IoT, domótica e inteligencia artificial representa una etapa avanzada de los entornos inteligentes (Huilocapi et al., 2025).

El primer requisito es que posibilita agrupar control físico y gestión informativa. Los dispositivos actúan sobre el contexto, mientras que las plataformas permiten controlar, analizar y decidir. Eso confiere ventajas operativas como el control configurable, los desplazamientos medios, las alertas anticipadas, la trazabilidad de eventos o el mejor uso de los recursos. De este modo, daría la sensación de que un sistema domótico conectado mediante IoT podría ser considerado un sistema de control integral que tiene la capacidad de automatizar espacios, gestionar consumos y mejorar la seguridad (Angulo y Rivera, 2023).

La unión entre la domótica y el IoT es la que propicia dicha extensión del control local al control a distancia. Y, concretamente, para los laboratorios, la unión entre la domótica y el IoT posibilita a los responsables del laboratorio el poder revisar el estado de los distintos equipos, consultar las alertas, activar o desactivar dispositivos e ir a consultar los registros a partir de una interfaz digital, posibilitando así una mayor capacidad de respuesta de la institución para realizar verificaciones de condiciones fuera del horario presencial.

2.3. Sensores, actuadores y dispositivos de control

2.3.1. Sensores utilizados en sistemas inteligentes

Los sensores son dispositivos encargados de captar variables físicas, químicas, eléctricas o ambientales y convertirlas en señales que pueden ser interpretadas por un sistema electrónico. En sistemas inteligentes, los sensores permiten medir temperatura, humedad, iluminación, movimiento, presencia, presión, vibración, corriente eléctrica, voltaje, humo, gas, apertura de puertas, calidad del aire y otras condiciones del entorno. Su función es esencial porque proporcionan los datos iniciales que permiten al sistema conocer lo que ocurre y tomar decisiones automáticas o asistidas (Estrada et al., 2024).

La utilidad de los sensores depende de su precisión, rango de medición, sensibilidad, tiempo de respuesta y compatibilidad con el sistema de control. Un sensor mal seleccionado puede generar lecturas inexactas, falsas alarmas o respuestas incorrectas. Por ello, en un sistema inteligente se debe definir qué variable se necesita medir, con qué frecuencia, bajo qué condiciones y con qué nivel de exactitud. Esta selección permite que los datos captados sean confiables y útiles para la supervisión, la automatización y la toma de decisiones (Estrada et al., 2024).

Los sistemas basados en sensores IoT permiten optimizar procesos porque capturan información en tiempo real y la envían a plataformas de análisis. En aplicaciones de riego, por ejemplo, los sensores pueden medir humedad del suelo, temperatura ambiental y condiciones del cultivo para determinar cuándo activar o detener el suministro de agua. Esta lógica demuestra que los sensores permiten adaptar las acciones del sistema a condiciones reales, evitando decisiones generales o basadas únicamente en horarios fijos (Cepeda et al., 2025).

La necesidad y la importancia de los sensores en sistemas inteligentes se deben a que estos son la fuente primaria de datos; el sistema no puede conocer el estado del entorno sin sensores, y sin datos confiables no puede llevar a cabo decisiones adecuadas; por tanto, los sensores son la base de la automatización, de la supervisión remota y de la gestión eficiente de los recursos. Su uso se extiende a la vivienda, a la salud, a la agricultura, a la industria, al transporte, a la

energía, a la seguridad y al monitoreo del medio ambiente (Contreras y España, 2024).

Los sensores son fundamentales porque permiten conocer lo que ocurre dentro del laboratorio sin depender únicamente de la observación humana. En este tipo de sistema conviene vigilar variables como temperatura, humedad, iluminación, movimiento, presencia, apertura de puertas, consumo eléctrico y posibles condiciones de riesgo. Al captar estos datos, el sistema puede generar alertas, activar respuestas automáticas o almacenar información para analizar el comportamiento del espacio y mejorar su gestión.

2.3.1.1. Sensor de temperatura

Los sensores de temperatura cumplen una función importante dentro de los sistemas IoT, ya que permiten obtener información del ambiente y convertirla en datos que pueden ser procesados por un sistema de control. Esta información puede utilizarse únicamente para monitoreo o también como condición de entrada para ejecutar determinadas acciones. En aplicaciones relacionadas con edificios y espacios inteligentes, la medición de variables ambientales permite conocer las condiciones del lugar y facilita la toma de decisiones sobre otros dispositivos conectados al sistema (Syaputra, 2023).

Dentro de este tipo de aplicaciones se encuentra el sensor DHT22, dispositivo digital utilizado para medir temperatura y humedad relativa. Su uso resulta apropiado en prototipos IoT por la facilidad con la que puede integrarse con microcontroladores y sistemas de comunicación. Méndez et al. (2022) explican que el DHT22 emplea un elemento capacitivo para medir humedad y un termistor para determinar la temperatura, proporcionando sus mediciones mediante una señal digital. Esta característica facilita su incorporación a sistemas encargados de recopilar y transmitir información ambiental.

En relación con el presente proyecto, un sensor de estas características puede incorporarse como parte de la ampliación del sistema domótico para obtener información de la temperatura existente en el laboratorio. El valor registrado podría ser enviado al sistema de control y comparado con un umbral previamente definido. A partir de esta información sería posible establecer posteriormente una regla de automatización vinculada con el funcionamiento del aire acondicionado. De esta manera, el sensor no solamente cumpliría una función

de monitoreo, sino que proporcionaría una variable real del entorno para aumentar el nivel de automatización de la plataforma IoT.

Es importante considerar que el DHT22 se plantea en este trabajo como un componente de la ampliación tecnológica del prototipo. Por esta razón, su incorporación dentro de la arquitectura propuesta permite mostrar cómo el sistema puede evolucionar desde el control remoto actualmente disponible hacia funciones que respondan automáticamente a las condiciones ambientales del laboratorio.

2.3.1.2. Sensor de movimiento

Los sensores de movimiento permiten identificar cambios relacionados con la presencia o desplazamiento de personas dentro de un espacio determinado. Una de las tecnologías más utilizadas para esta finalidad corresponde a los sensores infrarrojos pasivos o PIR (Passive Infrared). Estos dispositivos detectan variaciones de radiación infrarroja relacionadas con el movimiento de personas y pueden proporcionar una señal al sistema para que posteriormente sea procesada de acuerdo con la función programada.

Shokrollahi et al. (2024) señalan que los sensores PIR son ampliamente utilizados para obtener información de ocupación en edificios inteligentes debido, entre otros aspectos, a su bajo costo, menor complejidad de procesamiento y ventajas relacionadas con la privacidad frente a otros mecanismos de detección. Su integración con tecnologías IoT permite utilizar la información de presencia para apoyar funciones relacionadas con seguridad, gestión de espacios y eficiencia operativa.

Para la ampliación del sistema propuesto, el sensor de movimiento puede utilizarse como un elemento complementario del subsistema de supervisión. Su función sería detectar movimiento dentro del laboratorio y transmitir el evento al sistema de control. Una posible regla consistiría en relacionar la detección con los horarios académicos establecidos; de esta manera, cuando exista movimiento fuera del horario autorizado, el sistema podría generar una alerta para informar al responsable del laboratorio.

Al igual que el sensor de temperatura, el sensor de movimiento está incluido en el diseño del crecimiento del prototipo y no como un elemento que será instalado en esta etapa. La razón por la que el sensor se incluye en esta etapa es permitir la posibilidad de establecer una aplicación concreta de la tecnología IoT

dentro del proyecto ya que incorpora la adquisición de información del entorno y proporciona la posibilidad de plantear una respuesta del sistema a partir de la información adquirida. Con ello se mantiene la modularidad de la arquitectura y la posibilidad de ir introduciendo nuevas funciones e ir incorporando más componentes realizando las funciones ya implementadas.

2.3.2. Actuadores para automatización de dispositivos eléctricos y electrónicos

Los actuadores son aquellos elementos que ejecutan acciones físicas o eléctricas a partir de una señal de control. En los sistemas inteligentes e interactivos, los actuadores permiten encender, apagar, abrir, cerrar, regular, bloquear, activar mecanismos o moverlos de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por el sistema. Entre los actuadores más utilizados se encuentran relés, contactores, motores, servomotores, electroválvulas, cerraduras eléctricas, reguladores de luz, ventiladores, alarmas sonoras y dispositivos eléctricos de corte o conmutación. Su misión esencial es transformar una decisión computacional en una acción concreta sobre el entorno (Mateo, 2023).

Los actuadores son útiles cuando el sistema no solo indica una condición numérica, sino que la produce o, si se quiere, que responde ante ella a través de actuadores. Así, si un sensor indica la presencia, el actuador puede activar una iluminación; si detecta temperaturas elevadas, puede activar la ventilación; o, bien, si detecta un acceso no autorizado, puede activar una alarma o bien actuar para bloquear una puerta. Por tanto, se llega a la conclusión de que los actuadores son la parte operativa de la automatización, ya que convierten las decisiones de la automatización en acciones, acciones que son visibles y medibles (Baque et al., 2025).

En sistemas orientados al ahorro energético, los actuadores permiten regular consumos mediante control automático de iluminación, climatización o dispositivos eléctricos. La implementación de tecnologías IoT para controlar la iluminación evidencia cómo la actuación automática puede reducir consumos innecesarios al responder a presencia, horarios o niveles de luminosidad. Esta aplicación muestra que los actuadores no deben entenderse solo como

interruptores remotos, sino como mecanismos de eficiencia operativa cuando trabajan articulados con sensores y reglas de control (Peña y Ibarra, 2024).

El interés de los actuadores viene dado por la posibilidad del sistema de actuar, de influir sobre el entorno. Un sistema sólo de monitorización puede informar, pero no puede corregir, por lo contrario, un sistema con actuadores puede reaccionar en tiempo real y realizar acciones preventivas o correctivas; por este motivo, la relación entre los sensores y los actuadores es importante para que la automatización tenga sentido práctico debido a que cierra el ciclo entre la detección, el tratamiento y la respuesta (Mateo, 2023).

Los actuadores posibilitan la realización de determinadas acciones a partir de los dispositivos del laboratorio, función que puede ser encender, apagar luces, hacer sonar alarmas, controlar ventilación, cortar energía a determinados equipos, accionar mecanismos de seguridad. En este proyecto, los actuadores son necesarios porque además de responder a la información de los sensores, hacen posible que el sistema no sólo observe el entorno que tiene cerca, sino que también pueda provocar una serie de actuaciones en el caso de que sea necesario.

2.3.3. Microcontroladores y módulos de comunicación

Los microcontroladores son unidades electrónicas programables que reciben señales de sensores, procesan instrucciones y controlan actuadores. Funcionan como el núcleo operativo de muchos sistemas IoT y domóticos, porque permiten ejecutar reglas, leer entradas, activar salidas, administrar tiempos, comunicarse con otros dispositivos y enviar datos hacia plataformas digitales. Entre sus ventajas se encuentran el bajo costo, el tamaño reducido, el consumo moderado de energía y la posibilidad de programar funciones específicas según las necesidades del sistema (Ríos et al., 2023).

La importancia de los microcontroladores radica en que permiten llevar la lógica del sistema al nivel físico del dispositivo. Una plataforma en la nube puede almacenar datos y una interfaz puede mostrar información, pero el microcontrolador es el componente que interactúa directamente con sensores y actuadores. Por ello, la programación de su programación debe tener en cuenta la estabilidad, los tiempos para realizar la lectura, la gestión de posibles fallos, la comunicación, la seguridad básica y la respuesta ante la desconexión de

comunicación. Un sistema inteligente confiable depende en gran medida de la correcta realización de la programación de estos dispositivos; si no se realiza correctamente la programación de dichos dispositivos, los sistemas inteligentes confiables no pueden existir (Perdomo, 2023).

Los módulos de comunicación permiten a los microcontroladores transmitir y recibir información a través de tecnologías inalámbricas o cableadas. Dependiendo del diseño del sistema, pueden utilizarse Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, Ethernet, redes celulares o incluso otros tipos de protocolos. La selección de la tecnología de comunicación depende del alcance requerido, cantidad de datos transmitidos, consumo energético, interferencias, costo, seguridad y disponibilidad de infraestructura. Estos módulos hacen posible que los dispositivos no funcionen de manera aislada, sino integrados a una red de supervisión y control (Sánchez et al., 2024).

La utilidad de los microcontroladores y módulos de comunicación está en su capacidad para convertir objetos comunes en dispositivos inteligentes. Al conectar un sensor, programar reglas y añadir conectividad, un equipo puede enviar información, recibir órdenes y participar en procesos automatizados. Esta característica permite diseñar sistemas escalables, donde se pueden agregar nuevos nodos, ampliar funciones y adaptar el sistema a diferentes aplicaciones sin reconstruir toda la arquitectura (Ríos et al., 2023).

Los microcontroladores funcionan como el punto de enlace entre los sensores, los actuadores y la plataforma de monitoreo. En un sistema domótico para laboratorios, estos dispositivos reciben señales del entorno, procesan instrucciones y envían datos mediante módulos de comunicación. Su correcta configuración es decisiva, ya que de ellos depende que las lecturas sean estables, que las órdenes se ejecuten correctamente y que la información llegue a la interfaz remota sin interrupciones innecesarias.

2.3.4. Relación entre captura de datos, procesamiento y ejecución de acciones

La relación entre captura de datos, procesamiento y ejecución de acciones constituye el ciclo básico de funcionamiento de un sistema inteligente. Primero, los sensores captan información del entorno; después, el microcontrolador o plataforma procesa esos datos; luego, el sistema compara la información con

reglas, umbrales o modelos; finalmente, se ejecuta una acción mediante actuadores o se emite una alerta al usuario. Este ciclo permite que el sistema funcione de manera autónoma o semiautónoma, dependiendo del grado de automatización establecido (Cundapi et al., 2024).

La utilidad de este ciclo está en que permite convertir datos simples en respuestas operativas. Una lectura de temperatura, por sí sola, solo representa un valor; pero si el sistema la compara con un límite y decide activar ventilación, entonces el dato se convierte en una acción. De igual manera, una lectura de consumo eléctrico puede derivar en una alerta, un corte automático o un registro para análisis posterior. Por ello, el valor de un sistema inteligente no está solo en medir, sino en procesar y actuar correctamente (Humar et al., 2024).

En sistemas de monitoreo remoto de magnitudes eléctricas, la captura de datos permite conocer valores como voltaje, corriente, potencia o consumo, mientras que los protocolos de comunicación facilitan la transmisión de esa información hacia plataformas de supervisión. Esta relación permite que el usuario visualice el estado del sistema, identifique comportamientos anómalos y tome decisiones oportunas. Además, cuando se integran actuadores, el sistema puede ejecutar respuestas automáticas frente a condiciones de riesgo o ineficiencia (Quijije et al., 2026).

La relevancia de establecer la relación entre captura, procesamiento y acción se puede resumir en que resulta necesario que el sistema no sea solamente informativo. Este enfoque permite que el sistema inteligente sea capaz de detectar, escuchar o interpretar y responder. Si bien cualquiera de estas fases no se cumple el sistema es poco confiable: datos incorrectos darán pie a decisiones incorrectas; procesamiento incorrecto dará pie a respuestas inadecuadas y actuadores incorrectos ejecutarán acciones no deseadas. Para que todo ello sea posible, el diseño debe garantizar que exista coherencia entre las variables medidas, la lógica de control y las acciones esperadas (Cundapi et al., 2024).

El funcionamiento del sistema depende de una secuencia ordenada: primero se captan datos del laboratorio, luego se procesan según reglas definidas y finalmente se ejecuta una acción o se genera una alerta. Esta relación permite que el sistema responda ante eventos concretos, como una temperatura elevada, presencia fuera de horario, equipos encendidos sin autorización o consumo

eléctrico irregular. De esta forma, el sistema convierte datos técnicos en decisiones operativas útiles para la supervisión y el control.

En una aplicación domótica para laboratorios, este proceso puede relacionarse directamente con las condiciones que se desean supervisar. Por ejemplo, una lectura de temperatura puede compararse con un valor establecido para determinar si es necesario actuar sobre el sistema de climatización. De forma similar, la detección de movimiento puede utilizarse como señal de entrada para identificar presencia dentro del espacio y, al relacionarla con el horario de funcionamiento, determinar si corresponde generar una alerta. En ambos casos, el sensor aporta el dato inicial, mientras que la lógica programada establece la respuesta que debe producir el sistema.

Esta forma de trabajo permite que una plataforma IoT evolucione de funciones básicas de supervisión y control remoto hacia procesos con mayor nivel de automatización. En el caso de la arquitectura planteada para este proyecto, los sensores de temperatura y movimiento permiten definir esta posibilidad de crecimiento. Las reglas asociadas a estos dispositivos se establecen como parte del diseño funcional del prototipo y su aplicación práctica dependerá de una etapa posterior en la que sean instalados, configurados y sometidos a las pruebas correspondientes.

2.4. Conectividad, plataformas e interfaz de monitoreo

2.4.1. Tecnologías de conectividad aplicadas a sistemas IoT

La conectividad es uno de los elementos centrales de los sistemas IoT, porque permite que los dispositivos intercambien información con plataformas, usuarios y otros equipos. Las tecnologías de conectividad pueden ser cableadas o inalámbricas, y su selección depende del alcance, estabilidad, velocidad, consumo energético, costo, interferencia y nivel de seguridad requerido. En sistemas IoT se utilizan tecnologías como Wi-Fi, Ethernet, Bluetooth, Zigbee, LoRa, redes celulares y otros esquemas de comunicación adaptados a diferentes escenarios de aplicación (Chávez et al., 2025).

La utilidad de la conectividad consiste en permitir que los datos captados por sensores no permanezcan aislados en el dispositivo, sino que puedan ser consultados, procesados y almacenados. Un sistema puede ejecutar ciertas

acciones, automatizándolas en una forma local, pero sin un vínculo de conectividad el mismo pierde notablemente la capacidad de supervisar de manera remota, bien de analizar históricamente y/o bien de ejercer una administración centralizada. Es por ello que la conectividad hace de los elementos dispositivos nodos de una cierta red inteligente, esto es, elementos dispositivos que son capaces de hablar entre sí, de enviar, de recibir información y de actuar de forma coordinada (Quijije et al., 2026).

En prototipos electrónicos para el IoT, la conectividad permite vincular hogares, lugares, dispositivos o sistemas y plataformas de control para monitorizar y/o automatizar en gran medida esas funciones. Con tal conexión, se pueden emplear redes de área local o servicios basados en la nube, dependiendo del grado de acceso remoto que se necesite. La conectividad, por tanto, no es solo un canal técnico, sino la condición para que el sistema funcione integrado y de tal forma que pueda ser accesible desde diferentes puntos de control (Chico et al., 2024).

La relevancia de escoger adecuadamente la conectividad reside en que una mala elección puede afectar la continuidad del sistema. Una red inestable puede interrumpir el monitoreo; una comunicación insegura puede exponer datos; una tecnología de corto alcance puede limitar la cobertura; y una conexión de alto consumo puede afectar dispositivos alimentados por batería. Por tanto, el diseño de conectividad debe considerar tanto el funcionamiento actual como la posibilidad de crecimiento del sistema (Chávez et al., 2025).

La parte de conectividad posibilita que los dispositivos presentes en el laboratorio consigan comunicar entre sí y con la plataforma de supervisión. Su elección ha de tener presente criterios como la estabilidad, el alcance, la seguridad, la velocidad y la disponibilidad, puesto que cualquier interrupción en el dispositivo supondría un obstáculo a la supervisión remota. En cuanto al sistema domótico, la conectividad se erige como un elemento crítico, puesto que mantiene el envío de datos, la recepción de órdenes y la consulta del estado de los dispositivos sirviéndose de una interfaz externa.

2.4.2. Protocolos de comunicación para supervisión remota

Los protocolos de comunicación son reglas que permiten el intercambio ordenado de información entre dispositivos, plataformas y aplicaciones. En

sistemas IoT, los protocolos definen cómo se estructuran los datos, cómo se transmiten, cómo se confirma su recepción y cómo se mantienen las conexiones. Entre los protocolos utilizados se encuentran MQTT, HTTP, CoAP, TCP/IP, Modbus, WebSocket y otros esquemas según el tipo de sistema, el volumen de datos, la velocidad requerida y la capacidad de los dispositivos. Su función es asegurar que la información llegue de forma comprensible y oportuna (Sánchez et al., 2024).

La utilidad de los protocolos en la supervisión remota está en que permiten que distintos componentes del sistema se comuniquen aunque pertenezcan a capas diferentes. Un sensor puede enviar datos a un microcontrolador; este puede transmitirlos a una plataforma; y la plataforma puede mostrarlos en una aplicación. Para que esa cadena funcione, se requiere un lenguaje común y reglas de transmisión estables. Por ello, los protocolos no son un detalle secundario, sino una parte esencial de la interoperabilidad del sistema (Quijije et al., 2026).

En aplicaciones vinculadas a cadenas de suministro, el IoT requiere protocolos capaces de transmitir datos sobre ubicación, temperatura, estado de productos, trazabilidad y condiciones operativas. Esta aplicación demuestra que los protocolos permiten sostener flujos de información entre múltiples puntos y actores. En situaciones en las cuales se ha de hacer uso de la supervisión en remoto, debe existir un flujo constante, seguro y capaz de soportar ciclos breves de actividad, en especial en el caso de procesos distribuidos o recursos en movimiento (Vásquez et al., 2023).

La importancia de los protocolos se ve relacionada con la fiabilidad de la supervisión en remoto, puesto que, si los datos son recibidos con retraso, incompletos o en un formato incompatible, la plataforma puede mostrar información incorrecta o perder eventos importantes. Por ello, un sistema IoT debe seleccionar protocolos de acuerdo con sus necesidades de velocidad, seguridad, consumo energético y escalabilidad. Esta decisión influye directamente en la estabilidad del monitoreo, la generación de alertas y la capacidad de control remoto (Sánchez et al., 2024).

Los protocolos de comunicación permiten que los datos generados por sensores y dispositivos sean transmitidos de forma ordenada hacia la plataforma de supervisión. En el sistema propuesto, estos protocolos deben garantizar que la información sobre equipos, condiciones ambientales, alertas y eventos llegue de

manera clara y oportuna. Una comunicación deficiente podría provocar retrasos, pérdida de datos o fallos en el control remoto, por lo que esta parte debe ser definida con criterios de confiabilidad y seguridad.

2.4.3. Plataformas de gestión, almacenamiento y visualización de datos

Las plataformas de gestión en sistemas IoT son entornos digitales que reciben, organizan, almacenan, procesan y visualizan los datos generados por los dispositivos conectados. Estas plataformas pueden operar en servidores locales, servicios en la nube o esquemas híbridos. Sus funciones incluyen registrar mediciones, administrar usuarios, configurar dispositivos, generar paneles de control, emitir alertas, almacenar históricos y permitir análisis posteriores. La plataforma representa el punto donde los datos técnicos se convierten en información comprensible para el usuario (Ochoa et al., 2023).

El rendimiento de una infraestructura IoT está fuertemente ligado en su capacidad de organizar cantidades ingentes de información y presentarla de una forma comprensible. Cuando distintos sensores envían información de forma continua, el sistema necesita disponer de mecanismos de filtrado, almacenamiento, ordenación o visualización correspondientes. En otra parte, si la plataforma no responde al propósito para el que fue diseñada, es muy probable que los datos se acumulen sin adquirir en ningún momento conocimientos. En cambio, en el momento en que es la plataforma la que acerca la información estructurada a los gráficos, formas de indicadores, reportes o avisos, estamos contribuyendo a la falsificación del trabajo con las decisiones y de la gestión del propio sistema (Chávez et al., 2025).

Las plataformas presentan la posibilidad de la automatización de respuestas con base en reglas de respuesta personalizables, por ejemplo, si las variables alcanzan cifras umbrales, si se cumplen condiciones o si se registran eventos críticos para realizar posteriormente revisiones acerca de cuáles son estos eventos, o en qué condiciones se dan las respuestas. En sistemas que incorporan el aprendizaje automático, la plataforma podría estudiar patrones y detectar anomalías, de tal forma que se produzcan respuestas más certeras. Esto indica que la plataforma no solamente es un vehículo de datos sino que puede llegar a formar parte del proceso de supervisión y control actuando de forma activa en él (Perdomo, 2023).

La trascendencia del almacenamiento y la visualización reside fundamentalmente en que permiten una correcta evaluación del comportamiento del sistema y su evolución a lo largo del tiempo. Los datos históricos contribuyen a detectar tendencias, consumos, fallas que se repiten, horarios de una mayor actividad y áreas en las que se pueden hacer mejoras a partir de las evidencias recogidas. Además, una interfaz visual clara reduce la complejidad técnica para el usuario, porque transforma señales y registros en información comprensible. Por ello, una plataforma IoT debe diseñarse con criterios de usabilidad, seguridad, escalabilidad y trazabilidad (Ochoa et al., 2023).

La plataforma de gestión es el espacio donde se concentran los datos generados por el sistema domótico. En ella se pueden visualizar estados, revisar históricos, configurar alertas y consultar información sobre el comportamiento del laboratorio. La utilidad en cuestión radica para traducir los datos técnicos en información comprensible para quienes gestionan el espacio, de forma que permite reconocer patrones en los usos, detectar fallos, verificar los consumos, y tomar decisiones con mayor soporte.

En aquellos sistemas en los que entran en juego varios dispositivos, la plataforma de gestión igualmente asume el relevante cometido de organizar la información para el usuario, de manera que no necesite tener presente la revisión de cada uno de los dispositivos por separado, lo que es muy importante especialmente cuando la solución incluye cámaras, climatizadores y sensores que generan información de distintos niveles. Una plataforma centralizada puede reunir estos elementos y presentar su estado dentro de un mismo entorno de consulta, facilitando la supervisión y reduciendo la dispersión de la información.

Para una arquitectura IoT modular, esta característica resulta útil porque permite incorporar nuevos dispositivos sin cambiar por completo la forma en que el usuario supervisa el sistema. Los datos de temperatura, los eventos generados por sensores de movimiento, el estado de los dispositivos y los accesos a los sistemas de videovigilancia pueden organizarse mediante una plataforma que sirva como punto central de gestión. De esta manera, el crecimiento del sistema no depende solamente de agregar nuevos equipos, sino también de disponer de un medio que permita administrarlos de forma ordenada.

En este sentido, el uso de un dashboard constituye una alternativa para concentrar la información más importante del sistema. Su finalidad es presentar

de manera sencilla los datos y estados que necesita conocer el usuario, evitando interfaces innecesariamente complejas. En una aplicación para laboratorios, este tipo de panel puede mostrar el acceso a las cámaras, el estado de la climatización, valores ambientales y alertas generadas por los sensores, dependiendo de los dispositivos que se encuentren integrados en cada etapa de desarrollo.

2.4.4. Interfaz de usuario para monitoreo, control y generación de alertas

La interfaz de usuario es el medio mediante el cual una persona interactúa con el sistema inteligente. Puede presentarse como aplicación móvil, panel web, pantalla local, tablero de control o plataforma de monitoreo. Su función es mostrar el estado de los dispositivos, permitir el control remoto, configurar parámetros, visualizar datos históricos y recibir alertas. Una interfaz adecuada debe ser clara, intuitiva, segura y coherente con las funciones del sistema, porque de ella depende que el usuario pueda interpretar y operar correctamente la solución tecnológica (Fenocchio et al., 2023).

La utilidad de una interfaz de monitoreo está en que concentra la información relevante en un entorno accesible. En lugar de revisar cada dispositivo de forma individual, el usuario puede observar estados generales, detectar alarmas, modificar configuraciones y ejecutar acciones desde un mismo punto. Esto mejora la eficiencia operativa, porque reduce tiempos de revisión y facilita la administración de múltiples dispositivos. Además, cuando la interfaz incluye indicadores visuales, gráficos o estados por color, la interpretación de la información se vuelve más rápida (Baque et al., 2025).

La generación de alertas es una de las funciones más importantes de la interfaz. Las alertas pueden notificar fallas, consumos elevados, accesos no autorizados, cambios ambientales, desconexiones, activaciones o comportamientos fuera de rango. Estas notificaciones permiten que el sistema no dependa únicamente de la observación constante del usuario, sino que pueda advertir eventos relevantes de manera automática. En sistemas orientados a seguridad, las alertas fortalecen la prevención y reducen el tiempo de respuesta ante situaciones anómalas (Freire et al., 2024).

La importancia de la interfaz radica en que constituye el puente entre la complejidad técnica del sistema y la toma de decisiones humana. Un sistema puede tener sensores precisos y buena conectividad, pero si la interfaz es confusa

o incompleta, el usuario no podrá aprovecharlo adecuadamente. Por ello, el diseño de la interfaz debe considerar facilidad de uso, jerarquía de información, acceso por roles, visualización de eventos, confirmación de acciones y disponibilidad desde diferentes dispositivos (Fenocchio et al., 2023).

La interfaz de usuario debe permitir que el sistema sea fácil de operar y comprender. En los laboratorios, esta interfaz puede mostrar el estado de luces, equipos, sensores, accesos, temperatura, alertas y registros de uso. Su diseño debe ser claro, porque una interfaz confusa puede limitar la utilidad del sistema, aunque la parte técnica funcione correctamente. Además, debe facilitar el control remoto y la recepción de notificaciones para que los responsables puedan actuar de forma rápida ante cualquier novedad.

La interfaz de usuario debe guardar relación con las funciones reales disponibles en el sistema. Cuando se trabaja con una solución modular, resulta conveniente que pueda adaptarse a medida que se incorporan nuevos dispositivos. Por ejemplo, una primera etapa puede ofrecer acceso a las cámaras y al control de climatización, mientras que una ampliación posterior puede añadir la visualización de temperatura, el estado de sensores de movimiento y las alertas generadas a partir de estos datos.

Una interfaz centralizada puede simplificar el control del laboratorio al reunir las principales funciones de forma conjunta. No sólo quiere mostrar información, sino también conseguir identificar el estado de las unidades y ayudar a la reacción rápida ante una condición que necesite una respuesta. Por lo tanto, la interfaz debe incluir información, controles y alertas que permitan conocer qué ha pasado, el dispositivo que ha generado el evento.

En el caso de una alerta por movimiento fuera del horario académico, por ejemplo, la interfaz podría mostrar el evento detectado y facilitar el acceso al sistema de videovigilancia para comprobar lo que ocurre en el laboratorio. De igual manera, una lectura de temperatura que supere el valor establecido podría mostrarse como una condición que requiere la activación de la climatización. Esta relación entre información, control y respuesta permite que la interfaz forme parte activa del funcionamiento del sistema y no sea únicamente un medio de visualización.

2.5. Seguridad, control operativo y eficiencia tecnológica

2.5.1. Seguridad física y lógica en sistemas domóticos inteligentes

La seguridad en sistemas domóticos inteligentes comprende tanto la protección física como la protección lógica. La seguridad física se relaciona con el control de accesos, detección de presencia, alarmas, cámaras, sensores de apertura, monitoreo de condiciones de riesgo y actuación ante eventos anómalos. La seguridad lógica se refiere a la protección de los datos, usuarios, credenciales, redes, dispositivos y plataformas. En sistemas conectados, ambas dimensiones son necesarias, porque una vulnerabilidad digital puede afectar un dispositivo físico y una falla física puede comprometer la operación del sistema (Vargas et al., 2024).

La utilidad de integrar seguridad física y lógica está en que los sistemas inteligentes operan sobre espacios reales mediante redes digitales. Si un atacante accede a la plataforma, podría manipular actuadores, desactivar alarmas o consultar datos privados. Si el acceso físico a los dispositivos no está protegido, cualquier persona podría no sólo alterar los sensores, sino también desconectar los dispositivos, manipular los cables que hay entre los dispositivos, etc. Es por ello que, en esta forma de seguridad, se deben incluir al menos autenticación, permisos, cifrado, guías de eventos, segmentación de red, aplicación de actualizaciones "zero-click" y evitar que los usuarios accedan físicamente a los dispositivos (Guijo y Villanueva, 2023).

Los sistemas de control de acceso en entornos inteligentes evidencian de qué forma la domótica permite conseguir seguridad basada en identificación, autorización, control de accesos y registro de entradas; este tipo de sistemas restringen el uso de zonas, controlan horarios, comprueban usuarios y generan pruebas y registros de todos los eventos. Sin embargo, su eficacia depende de la medida en que los datos y mecanismos para un acceso controlado estén protegidos o no, pues, de lo contrario, puede ser objeto de suplantación, modificación o acceso no autorizado (Solano et al., 2022).

La relevancia de la seguridad dentro de los sistemas domóticos inteligentes radica en que esos sistemas no se limitan a almacenar información, sino que además realizan acciones. Un fallo de la seguridad puede provocar pérdida de datos, interrupciones del funcionamiento, la ejecución no deseada de dispositivos o la exposición de perfiles de uso. Por ello, la seguridad debe incorporarse desde

el diseño y no añadirse al final como una función secundaria. Un sistema confiable debe ser un sistema funcional, sí, pero también seguro y capaz de dar garantías, pero también resistente a fallos o accesos no autorizados (Vargas, y otros, 2024).

La seguridad del sistema ha de tratar de la protección del espacio físico y digital de la información y de los dispositivos que estén conectados. En los laboratorios, esto implica vigilar los accesos, la presencia no autorizada, la manipulación de los equipos, los cortes de red y eventos no autorizados; pero también la protección de credenciales, de la red, de los datos y de la configuración del sistema. La combinación de seguridad física y lógica es necesaria porque un sistema conectado puede ser vulnerable tanto por intervención directa como por accesos digitales indebidos.

2.5.2. Autenticación, control de acceso y protección de datos

La autenticación es el proceso mediante el cual un sistema verifica la identidad de un usuario, dispositivo o servicio antes de permitir el acceso. La autenticación en sistemas domóticos e IoT es consistente en métodos de autenticación mediante contraseñas, tokens, claves cifradas, credenciales digitales, biometría o autenticación multifactorial. En cuanto al control de acceso, este último determina que puede llevar a cabo cada usuario dado que ha realizado procesos de autenticación. Ambas funciones restringen operaciones sensibles y protegen datos, al tiempo que evitan que individuos no autorizados accedan a dispositivos y configuraciones (Guijo y Villanueva, 2023).

La utilidad de la autenticación y del control de acceso está en que no todos los usuarios deben tener los mismos permisos. Algunas personas pueden consultar información, otras pueden modificar parámetros y otras pueden administrar todo el sistema. Esta segmentación reduce riesgos, porque limita el impacto de errores humanos o accesos indebidos. Además, los registros de actividad permiten conocer quién accedió, qué acción realizó y en qué momento, lo que fortalece la trazabilidad y la auditoría del sistema (Vargas et al., 2024).

La salvaguarda de la información resulta de una importancia crucial al encontrarse los sistemas del internet de las cosas produciendo información continua, o bien este formato de los estados, horarios, condiciones del entorno, consumos y eventos, que pueden, en buena medida, poner de manifiesto patrones de comportamiento u estados de operación de una cierta sensibilidad; por esto,

se deberían aplicar en su contexto medidas como comunicación cifrada, almacenamiento seguro, contraseñas fuertes, actualización de "firmware", segmentación de la red y políticas de hacer respaldos. La protección de datos no solo evita filtraciones, sino que también preserva la integridad de la información utilizada para tomar decisiones (Vargas et al., 2024).

La importancia de estas medidas radica en que la conectividad amplía las posibilidades de supervisión, pero también aumenta la superficie de ataque. Cada sensor, actuador, módulo de comunicación o plataforma puede convertirse en un punto vulnerable si no se administra correctamente. Por lo tanto, un sistema inteligente tiene que equilibrar accesibilidad y protección: deberá permitir el control remoto a costa de la seguridad; habrá de facilitar el uso a costa de la información; y habrá de automatizar a costa del control de quien podrá modificarlo (Guijo y Villanueva, 2023).

La autenticación y el control de acceso permiten definir quién puede ingresar al sistema, qué información puede consultar y qué acciones puede ejecutar. En un laboratorio automatizado, no todos los usuarios deben tener los mismos permisos, ya que algunas funciones pueden estar reservadas para responsables técnicos o administrativos. Esta organización evita manipulaciones indebidas, protege los registros generados por el sistema y permite mantener trazabilidad sobre las acciones realizadas dentro de la plataforma.

2.5.3. Optimización del control operativo mediante automatización

La optimización del control operativo mediante automatización consiste en mejorar la administración de dispositivos, recursos y procesos mediante reglas programadas, monitoreo constante y respuestas automáticas. En lugar de depender exclusivamente de acciones manuales, el sistema puede ejecutar funciones de acuerdo con horarios, niveles de consumo, presencia, condiciones ambientales o eventos específicos. Esta capacidad permite reducir omisiones, mejorar la continuidad de operación y aumentar la precisión en la gestión de recursos (Chiriboga, 2025).

La utilidad de la automatización se observa en la posibilidad de regular el funcionamiento de equipos de acuerdo con necesidades reales. Por ejemplo, el control automático de iluminación puede reducir consumos innecesarios si se vincula con sensores de presencia o luminosidad. De igual manera, la climatización puede ajustarse según temperatura, ocupación o franjas horarias.

Estas acciones permiten que los recursos no permanezcan activos sin necesidad y que el sistema responda de manera más eficiente que una operación completamente manual (Peña y Ibarra, 2024).

Los sistemas domóticos asistidos por inteligencia artificial contribuyen a la optimización porque pueden analizar patrones de uso y ajustar acciones con mayor precisión. Esto permite pasar de reglas fijas a decisiones más adaptativas, donde el sistema reconoce comportamientos recurrentes y propone mejoras. Aunque la automatización básica ya aporta beneficios, la incorporación de análisis inteligente permite mejorar la eficiencia, anticipar necesidades y reducir desperdicios operativos (Rosales, 2026).

La importancia del control operativo automatizado radica en que permite administrar espacios y recursos con mayor oportunidad. Cuando los datos son capturados en tiempo real y las acciones se ejecutan automáticamente, se acorta la fase transcurrida entre la detección de una determinada condición y la respuesta que la misma recibe. Esto contribuye al ahorro, a la seguridad y a la continuidad del servicio. Adicionalmente, los registros generados facilitan la evaluación del rendimiento del sistema y la ejecución de los ajustes técnicos con base en una evidencia objetiva (Chiriboga, 2025).

A través de la sistematización, el control operativo logra mejorar el control operativo al conseguir que se efectúen en la práctica las actividades críticas (que son objeto de sistematización) o bien las que se repiten. En el caso de los laboratorios podemos considerar de esta manera el control de la luz, de la climatización, de la energía, de la seguridad, de los procesos que terminan por ocurrir en el laboratorio, del control del estado de los equipos. Con la programación de las reglas de funcionamiento del laboratorio, el propio sistema está en condiciones de reducir los descuidos, evitar consumos innecesarios o dar respuesta a situaciones anómalas en su funcionamiento; conseguir una óptima administración del laboratorio y una menor dependencia de revisiones manuales.

2.5.4. Uso eficiente de recursos tecnológicos y reducción de consumos innecesarios

El uso eficiente de recursos tecnológicos implica administrar dispositivos, energía, conectividad y sistemas de control de manera que funcionen solo cuando sean necesarios y bajo condiciones adecuadas. En sistemas inteligentes, esta

eficiencia se logra mediante sensores, automatización, monitoreo remoto, análisis de consumo y configuración de reglas operativas. La restricción del consumo innecesario no se basa solo en el hecho de apagar los dispositivos, sino en comprender cuándo, cómo y para qué se utilizan los recursos (Palacios, Rodríguez, Molina, & Franco, 2025).

La importancia de esta habilidad está en que permite la identificación de los patrones y la corrección de las ineficiencias. Por ejemplo, si un sistema percibe que determinados equipos están siempre funcionando, entonces se pueden poner en marcha acciones automáticas para apagarlos o bien regularlos o alertar de un uso que no es correcto. Si se detectan consumos fuera de rango, el sistema puede advertir posibles fallas, malas configuraciones o uso inadecuado. De esta forma, la eficiencia se convierte en un proceso continuo de medición, análisis y ajuste (Chávez et al., 2025).

Los sistemas inteligentes basados en sensores permiten optimizar recursos en diferentes contextos porque trabajan con datos reales del entorno. En el caso del riego, la medición de humedad permite evitar uso excesivo de agua; en el caso de energía, la medición de consumo permite detectar desperdicios; en el caso de iluminación, la detección de presencia permite reducir activaciones innecesarias. Estas aplicaciones muestran que el principio de eficiencia es transferible a cualquier sistema donde los recursos puedan ser medidos y controlados (Cepeda et al., 2025).

La reducción de consumos superfluos, como la que se produce en la relación de la gestión del mantenimiento preventivo. Un sistema de supervisión puede detectar fallas, las variaciones anómalas de una magnitud ingenio o baja capacidad en el servido a algún usuario o grupo de usuarios para alertar antes de que se produzcan averías de mayor entidad, prolongando la operativa y evitando gastos en averías no resueltas. Además, la integración de IoT e inteligencia artificial puede mejorar la capacidad de anticipar comportamientos irregulares y ajustar el sistema de manera más autónoma (Huilocapi et al., 2025).

El uso eficiente de recursos tecnológicos requiere integrar medición, conectividad, automatización, supervisión y seguridad. Los sensores permiten conocer el estado del entorno; los actuadores ejecutan acciones; las plataformas almacenan y muestran datos; las interfaces permiten el control; y las medidas de seguridad protegen la operación del sistema. Cuando estos elementos trabajan

de manera coordinada, se obtiene una solución capaz de mejorar el control operativo, reducir consumos innecesarios, fortalecer la seguridad y generar información útil para la mejora continua (Cundapi et al., 2024).

El uso eficiente de recursos tecnológicos se relaciona con la capacidad de controlar los equipos y servicios del laboratorio según necesidades reales. Un sistema domótico inteligente puede ayudar a evitar que luces, dispositivos eléctricos o sistemas de climatización permanezcan activos sin uso. Además, permite revisar registros de consumo y detectar comportamientos inadecuados que afecten la eficiencia. De esta manera, el proyecto contribuye a una administración más racional de los recursos, con beneficios en seguridad, ahorro energético y conservación de equipos.

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo establece la ruta metodológica para diagnosticar las condiciones operativas y tecnológicas de los laboratorios de las carreras técnicas, identificar requerimientos y orientar el diseño de un sistema domótico inteligente basado en Internet de las Cosas. La estructura integra métodos de razonamiento, tipo y diseño de investigación, técnicas, instrumentos, población, muestra, validación, procedimiento, análisis de datos y consideraciones éticas.

3.1. Métodos de investigación

Los métodos de investigación organizan el razonamiento mediante el cual se relacionan los antecedentes teóricos, la evidencia empírica y las decisiones técnicas. Su selección responde a la necesidad de contrastar criterios previamente establecidos y, simultáneamente, reconocer condiciones emergentes durante el diagnóstico institucional.

3.1.1. Método inductivo

El método inductivo construye explicaciones generales a partir de observaciones particulares, patrones recurrentes y categorías emergentes. Su recorrido parte de los datos obtenidos y avanza hacia interpretaciones capaces de ampliar o ajustar la comprensión inicial del fenómeno (Barroga et al., 2023).

En el estudio, este método permite examinar hallazgos de la observación y de las entrevistas para reconocer necesidades no previstas, prácticas operativas recurrentes, riesgos y expectativas de los usuarios. Tales regularidades se convierten en insumos para definir funciones, alertas, permisos y condiciones de monitoreo del sistema propuesto.

3.1.2. Método deductivo

El método deductivo inicia con conceptos, modelos o criterios previamente formulados y los contrasta con evidencia concreta. Este razonamiento permite organizar la indagación mediante categorías anticipadas y valorar si las observaciones se corresponden con el marco conceptual establecido (Proudfoot, 2023).

Su aplicación parte de los fundamentos sobre IoT, automatización, sensores, actuadores, conectividad, seguridad y supervisión remota. A partir de esos componentes se elaboran dimensiones e indicadores que guían la lista de

cotejo, la entrevista, el análisis de requerimientos y la arquitectura lógica del sistema domótico.

Los métodos utilizados permitieron pasar de la identificación del problema a la definición de una solución técnica acorde con las condiciones encontradas. Primero se analizaron las necesidades del laboratorio y posteriormente se organizaron los requerimientos del sistema, los dispositivos necesarios y la forma en que estos debían relacionarse. Este proceso también permitió diferenciar los componentes que podían ser implementados durante el desarrollo del proyecto de aquellos que quedarían contemplados para una ampliación posterior.

3.2. Tipo de investigación

3.2.1. Investigación aplicada

La investigación aplicada emplea conocimiento científico y técnico para reconocer a una necesidad concreta mediante una solución verificable. En el diseño tecnológico, su efecto podría cristalizar en artefacto, modelo, procedimiento u obra arquitectónica sujeta a evaluación (Antony, y otros, 2024).

El carácter aplicado se concreta en la construcción de una solución domótica para mejorar los controles operativos, la seguridad y el uso eficiente de los recursos en los laboratorios. El producto metodológico a obtener es un diseño técnico sustentado en necesidades reales, requisitos trazables y criterios de factibilidad institucional.

El carácter aplicado de la investigación se refleja en la instalación y puesta en marcha de los elementos empleados en la primera fase del prototipo; al respecto, en ese periodo se estudia el sistema de videovigilancia, el DVR, el almacenamiento, conexión de los equipos y el control remoto del aire acondicionado. De igual forma, a partir de las condiciones de implementación encontradas, se concreta la ampliación del diseño mediante sensores de temperatura y movimiento para la posterior automatización del prototipo.

3.2.2. Investigación descriptiva

La investigación descriptiva caracteriza un fenómeno mediante preguntas definidas, mediciones organizadas y representación sistemática de sus atributos, sin proponerse demostrar causalidad. Permite establecer estados, frecuencias, condiciones o patrones que sirven como línea de base para decisiones posteriores (Ordoñez-Pacheco, 2025).

Este alcance permite describir infraestructura, equipos, conectividad, procedimientos de control, variables ambientales, condiciones de seguridad y necesidades de monitoreo. Los resultados se presentan mediante frecuencias, porcentajes, índices de cumplimiento y categorías temáticas, sin atribuir relaciones causales entre las condiciones identificadas.

3.2.3. Investigación de campo

La investigación de campo obtiene información directamente en el entorno donde ocurre el fenómeno, mediante contacto con las unidades de análisis y sus participantes. Esta proximidad favorece datos contextualizados sobre condiciones, prácticas y características observables del escenario estudiado (Ziafati Bafarasat et al., 2023).

La fase de campo comprende recorridos técnicos por los laboratorios, registro estructurado de condiciones físicas y tecnológicas, levantamiento de evidencias y entrevistas con informantes que participan en su operación. De este modo, los requerimientos no dependen exclusivamente de supuestos teóricos o especificaciones genéricas.

3.2.4. Investigación documental

La lectura y la reexaminación de la información contenida en fuentes escritas o digitales pertinentes; su selección, búsqueda, extracción y análisis de la información, de forma sistemática y aplicando un criterio de búsqueda de manera explícita; la producción de información para recuperar evidencia verificable para fundamentar las categorías, las opciones metodológicas y las especificaciones técnicas (Ziafati Bafarasat et al., 2023).

Se recurre a esta técnica para revisar los planos disponibles, inventarios disponibles, manuales, fichas técnicas, protocolos institucionales, normas de seguridad como también incurrir a la literatura científica de sistemas IoT. La información extraída se utiliza para construir indicadores, reconocer límites y justificar los componentes de la solución tecnológica propuesta.

3.3. Diseño y enfoque de la investigación

3.3.1. Enfoque mixto

El enfoque mixto integra de manera planificada datos cuantitativos y cualitativos dentro de un mismo estudio. La combinación químico-científico-procedimental permite medir condiciones, interpretar experiencias y vincular

ambos resultados para crear una comprensión más cabal que la proporcionada únicamente con una de ambas aproximaciones (Taherdoost, 2022).

El componente cuantitativo proviene del cuestionario de verificación, cuyo factor numérico o 'escala' sirve para sintetizar el nivel de cumplimiento técnico de cada laboratorio. El componente cualitativo proviene de las entrevistas y las memorias documentales, las cuales explicitan prácticas, dificultades, prioridades y limitaciones que resultan determinantes para el diseño del sistema.

La metodología utilizada además proporcionó la oportunidad de vincular la información obtenida durante la fase inicial de diagnóstico con las condiciones de las características técnicas observadas en el propio laboratorio. Esto era requerido para determinar cuáles de los dispositivos podían ser incorporados en la primera fase del prototipo y cuáles debían quedar considerados dentro del desarrollo de una fase posterior. De este modo, la información que se había posteriormente recogido no fue exclusivamente utilizada para describir la situación problemática, sino que también se utilizó para tomar decisiones relacionadas con la ubicación de los dispositivos, la posibilidad de conectividad, la posibilidad de supervisión de forma remota y las derivadas del crecimiento del sistema.

El diseño no experimental corresponde principalmente a la etapa de diagnóstico, debido a que las condiciones del laboratorio fueron observadas tal como se encontraban, sin manipular variables con fines experimentales. Posteriormente, el trabajo incluyó una etapa técnica orientada al diseño, instalación, configuración y comprobación funcional del prototipo. Estas actividades permitieron verificar el funcionamiento de los componentes implementados, pero no corresponden a un experimento destinado a establecer relaciones de causa y efecto entre variables.

3.3.2. Diseño no experimental u observacional

Un diseño observacional estudia exposiciones, condiciones o resultados tal como se presentan, sin que el investigador asigne intervenciones ni manipule deliberadamente variables. Esta característica exige describir con precisión el contexto y controlar interpretaciones causales que los datos no permiten sostener (Hess, 2023).

La investigación señala el estado de situación de los laboratorios en toda su extensión, no se interviene en las instalaciones, en los equipos, en las rutinas,

en la conectividad o en los mecanismos de seguridad. La observación constituye una forma de buscar una línea de base para subsumirla en una propuesta, mas no se utiliza para afirmar que una determinada condición sea la única responsable de los problemas de funcionamiento que se encuentran.

3.3.3. Corte transversal

El corte transversal recoge información de las unidades de análisis durante un período delimitado y representa su estado en ese momento. Resulta apropiado para describir condiciones prevalentes, aunque no permite establecer cambios temporales ni secuencias causales por sí mismo (Hess, 2023).

Los datos se levantan durante el período académico de 2026 definido para la investigación. Cada laboratorio se examina con los mismos criterios y los participantes responden los instrumentos dentro de esa ventana temporal, por lo que los resultados expresan el diagnóstico correspondiente al momento del levantamiento.

3.3.4. Diseño mixto convergente

El diseño mixto convergente recopila información cuantitativa y cualitativa en una etapa comparable, analiza cada conjunto con procedimientos propios y los integra durante la interpretación. La convergencia permite detectar coincidencias, complementares y divergencias existentes entre los diferentes flujos de evidencia disponibles (Wasti, Simkhada, van Teijlingen, Sathian, & Banerjee, 2022).

La lista de cotejo y las entrevistas se aplican en la fase diagnóstica, mientras que los resultados cuantitativos se contrastan posteriormente con testimonios, documentos y las observaciones abiertas. La integración genera una lista de necesidades en función de las que tienen un respaldo concurrente y las que se deben revisar antes de convertirse en requerimientos técnicos.

3.3.5. Orientación de ciencia del diseño

La ciencia del diseño constituye una ruta sistemática para comprender problemas complejos, formular objetivos de solución, construir un artefacto y evaluarlo. Su valor radica en vincular evidencia contextual, conocimiento técnico y validación dentro de un proceso trazable de desarrollo (Antony et al., 2024).

Esta clase de orientación articula cinco momentos: diagnóstico del problema, definición de requerimientos, diseño de la arquitectura, especificación de componentes e interfaz, y validación ex ante por especialistas. El alcance concluye con un diseño técnicamente argumentado; no se incluye la

implementación exhaustiva de todos los laboratorios ni la evaluación longitudinal de desempeño.

3.4. Categorías de análisis y operacionalización

Debido al alcance descriptivo y tecnológico, no se plantea una comprobación causal entre variables independientes y dependientes. Se emplean categorías operativas que organizan el diagnóstico y aseguran que cada requerimiento del sistema se vincule con evidencia observable, documental o testimonial.

La siguiente tabla presenta la operacionalización de las categorías centrales, sus dimensiones, indicadores y mecanismos de obtención de información.

Tabla 1

Operacionalización de las categorías de análisis

N.º	Categoría	Definición operacional	Dimensión	Indicadores principales	Técnica	Instrumento
1	Condiciones actuales de los laboratorios	Estado físico, tecnológico y operativo previo al diseño de la solución.	Infraestructura y energía	Disponibilidad eléctrica; circuitos; iluminación; climatización; ubicación de equipos; protecciones.	Observación y revisión documental	Lista de cotejo y matriz documental
2	Necesidades de automatización	Procesos o dispositivos susceptibles de control programado o remoto.	Control y automatización	Encendido y apagado; horarios; presencia; cargas; reglas; actuación manual y automática.	Observación e entrevista	Lista de cotejo y guía de entrevista
3	Necesidades de supervisión	Variables y eventos que requieren lectura, registro, visualización o alerta.	Monitoreo y alertas	Temperatura; humedad; humo o gas; movimiento; apertura; consumo; desconexiones; notificaciones.	Observación e entrevista	Lista de cotejo y guía de entrevista
4	Requerimientos de comunicación	Condiciones necesarias para transportar datos y órdenes entre dispositivos.	Conectividad e interoperabilidad	Cobertura; estabilidad; protocolos; direccionamiento; pasarela; latencia; escalabilidad.	Observación, entrevista y revisión documental	Tres instrumentos

5	Requerimientos de protección	Controles físicos y lógicos destinados a reducir accesos y operaciones no autorizadas.	Seguridad y trazabilidad	Autenticación; roles; cifrado; segmentación; bitácoras; respaldo; acceso físico.	Entrevista y revisión documental	Guía de entrevista y matriz documental
6	Requerimientos de interacción y sostenibilidad	Características que facilitan el uso, mantenimiento y continuidad de la solución.	Interfaz, eficiencia y mantenimiento	Panel; visualización; facilidad de uso; consumo; costo; mantenibilidad; disponibilidad de repuestos.	Entrevista y observación	Guía de entrevista y lista de cotejo

Nota. La interrelación entre la operación y el diagnóstico también se establece con los requerimientos de un sistema domótico inteligente. Elaboración propia.

La matriz respeta las dimensiones y los tipos de los instrumentos y está en el análisis. La existencia de esta correspondencia permite que las decisiones de diseño puedan volver a recuperarse hasta el hallazgo que las origina, permite disminuir las omisiones y preparar la triangulación entre las evidencias físicas, los documentos y los informantes.

3.5. Técnicas de investigación

3.5.1. Observación directa estructurada

La observación estructurada registra hechos o condiciones mediante criterios previamente definidos, categorías homogéneas y reglas de puntuación. Su estandarización facilita comparar unidades, reducir variaciones del registro y transformar características visibles en datos organizados para el análisis (Ziafati Bafarasat et al., 2023).

Se utiliza para verificar infraestructura eléctrica, dispositivos, conectividad, variables ambientales, seguridad, mecanismos de control y posibilidades de automatización. Cada condición se contrasta con un indicador explícito; además, se incorporan notas de campo y evidencias fotográficas cuando exista autorización institucional.

La observación directa también se utilizó durante la etapa técnica para reconocer las características físicas del lugar donde se desarrolló la

implementación. Se revisaron aspectos como la distribución del espacio, ubicación de los puntos eléctricos, infraestructura de red disponible, posición del rack de comunicaciones y posibles lugares para instalar los dispositivos de videovigilancia. Esta revisión permitió tomar decisiones prácticas antes de realizar el montaje y reducir modificaciones posteriores en la instalación.

Durante este proceso se realizó además un registro fotográfico de las actividades desarrolladas. Las evidencias obtenidas muestran el tendido del cableado, montaje de las cámaras, conexión del DVR, configuración del sistema y comprobación de las imágenes obtenidas. Estas fotografías se utilizan posteriormente en el Capítulo IV para respaldar el proceso de implementación del prototipo.

3.5.2. Entrevista semiestructurada

La entrevista semiestructurada emplea una guía temática común, pero permite modificar el orden, solicitar aclaraciones y profundizar respuestas relevantes. Esta combinación de consistencia y flexibilidad favorece la comparación entre participantes sin limitar la aparición de información imprevista (Dahal et al., 2024).

La técnica se dirige a responsables de laboratorio y otros informantes con experiencia directa en operación, docencia, soporte o administración. Sus respuestas permiten comprender incidencias, prioridades, restricciones de acceso, prácticas de mantenimiento, expectativas de interfaz y criterios de seguridad que no siempre resultan visibles durante el recorrido técnico.

3.5.3. Revisión documental

La revisión documental consiste en localizar, seleccionar, extraer y contrastar información contenida en documentos pertinentes mediante criterios previamente establecidos. El procedimiento debe registrar procedencia, vigencia, utilidad y limitaciones de cada fuente para sostener decisiones metodológicas verificables (Ziafati Bafarasat et al., 2023).

Se examinan inventarios, esquemas de red y energía, manuales, fichas técnicas, registros de mantenimiento, políticas de acceso y normas aplicables disponibles. La revisión identifica compatibilidades, restricciones y

especificaciones que complementan lo observado y lo expresado por los participantes.

La siguiente tabla resume la correspondencia entre técnicas, fuentes, propósito y evidencia esperada.

Tabla 2

Correspondencia de técnicas de investigación

Técnica	Fuente	Propósito	Evidencia esperada
Observación directa estructurada	Laboratorios de control, electricidad, electrónica y telecomunicaciones	Determinar condiciones físicas, operativas y tecnológicas.	Puntajes por indicador, notas de campo y evidencias autorizadas.
Entrevista semiestructurada	Informantes claves seleccionados por experiencia y relación funcional	Profundizar necesidades, problemas, restricciones y prioridades.	Transcripciones o matrices de respuestas y categorías temáticas.
Revisión documental	Documentos institucionales y técnicos disponibles	Verificar especificaciones, antecedentes, restricciones y compatibilidades.	Matriz de extracción con datos de procedencia, hallazgo e implicación.

Nota. Las tres técnicas se aplican de manera complementaria durante las fases documental y diagnóstica. Elaboración propia.

De combinarse el uso de este documento, se logra que la propuesta no dependa de una única fuente. Las condiciones expresadas aportan pruebas evidentes y directas; los documentos son herramientas que permiten comprobar antecedentes y especificaciones; los informantes describen necesidades de operatividad, decisiones institucionales y situaciones que no puede ser reproducidas en un momento puntual de la visita.

3.6. Instrumentos de investigación

Un instrumento de investigación es el recurso estructurado mediante el cual se registran datos de forma consistente, conforme a las categorías, indicadores y reglas definidas. Su calidad depende de la pertinencia de los ítems, claridad, aplicación uniforme y evidencia de validez (Ziafati Bafarasat et al., 2023).

3.6.1. Lista de cotejo técnico

La lista de cotejo contiene 30 indicadores distribuidos en seis dimensiones: infraestructura y energía; control y automatización; monitoreo y alertas; conectividad e interoperabilidad; seguridad y trazabilidad; e interfaz, eficiencia y

mantenimiento. Cada indicador incluye criterio verificable, escala, observación y evidencia asociada.

La escala ordinal se codifica como 0 = ausente o crítico, 1 = cumplimiento parcial y 2 = cumplimiento adecuado. La opción “no aplica” se registra separadamente y se excluye del denominador. Esta codificación permite elaborar índices por dimensión sin convertir apreciaciones abiertas en puntajes arbitrarios.

3.6.2. Guía de entrevista semiestructurada

La guía comprende 6 preguntas abiertas. Dos preguntas abordan operación y problemas recurrentes; dos, automatización; dos, monitoreo y alertas; dos, conectividad; dos, seguridad y permisos; y dos, interfaz, mantenimiento y viabilidad. Se emplean preguntas de seguimiento cuando una respuesta requiere precisión técnica.

3.6.3. Matriz de revisión documental

La matriz documental contiene campos para código, título, emisor, fecha, vigencia, tipo de documento, unidad relacionada, dato extraído, dimensión metodológica, restricción identificada, implicación para el sistema, nivel de utilidad, ubicación de la evidencia y observaciones. Esta estructura conserva trazabilidad entre fuente y decisión.

La siguiente tabla detalla la composición operativa de los instrumentos y los productos que genera cada uno.

Tabla 3

Especificación de los instrumentos

Instrumento	Dimensiones	Estructura	Escala registro	o	Producto analítico
Lista de cotejo técnico	6	30 indicadores cerrados y campos de observación	0 ausente/crítico; 1 = parcial; 2 = adecuado; NA = no aplica	=	Índice de cumplimiento global y por dimensión
Guía de entrevista semiestructurada	6	6 preguntas abiertas más preguntas de profundización	Registro textual; no utiliza puntuación		Categorías, temas, necesidades y prioridades
Matriz de revisión documental	6	14 campos de identificación, extracción y trazabilidad	Registro nominal, textual y de utilidad		Evidencias, restricciones y especificaciones verificadas

Nota. Los instrumentos tienen dimensiones comunes que facilitan triangulación y trazabilidad de requisitos. Elaboración propia.

La estructura paralela permite comparar resultados sin forzar equivalencias entre datos distintos; a saber, los scores expresan el estado observado; las entrevistas aportan valor y priorización; y la documentación confirma o limita las alternativas consideradas en la fase de diseño.

Como complemento de los instrumentos utilizados durante el diagnóstico, se mantuvo un registro de las condiciones observadas durante la instalación y se recopilaron evidencias fotográficas del proceso. Este material permitió documentar la ubicación de los dispositivos, las conexiones realizadas y las pruebas de funcionamiento. Las fotografías no fueron utilizadas como instrumento para medir variables, sino como evidencia técnica del proceso desarrollado.

3.7. Población, unidades de análisis y muestra

3.7.1. Población y unidades de análisis

La unidad de la población adquiere sentido con la suma de las unidades que presentan las características que dan contenido a la población definida en el problema y sobre la cual se quiere obtener información. La delimitación de la población debe abarcar el ámbito, el periodo, los criterios de inclusión y la disponibilidad real, de forma que queden acotadas las inferencias fuera del aquí instalado (Ahmed, 2024).

La población física es la manera en que se forma, se organiza, está estructurada y tiene contenido. La población física consta de cuatro unidades funcionales: laboratorio de control, laboratorio de electricidad, laboratorio de electrónica y laboratorio de telecomunicaciones. Los núcleos de unidades están formados por equipamientos, redes, cargas, pero también por prácticas relacionadas con la búsqueda y con la que se desea automatizar y el control a distancia.

Las fuentes humanas son informaciones procedentes de informantes clave con las que se vinculan actividad de la gestión, de la operación, de la docencia, de las prácticas de soporte o de las prácticas de uso habitual de dichos espacios. No se consideran una muestra estadística de toda la comunidad universitaria pero si son participantes capaces de aportar información especializada a efectos del diagnóstico y de la especificación de requerimientos.

3.7.2. Muestra censal de laboratorios

El censo examina la totalidad de las unidades que integran una población accesible y delimitada, en lugar de seleccionar solo una fracción. Resulta pertinente cuando el número de unidades es reducido y su inclusión completa es factible (Ziafati Bafarasat et al., 2023).

Se adopta una muestra censal para las cuatro unidades funcionales; por tanto, el tamaño de la muestra física coincide con la población accesible: $n = 4$. Esta decisión evita excluir áreas técnicas relevantes y permite comparar las mismas dimensiones en control, electricidad, electrónica y telecomunicaciones.

3.7.3. Selección intencional de informantes clave

El muestreo dirigido elige participantes que cumplen criterios que tienen que ver con el propósito, con la pregunta y con el fenómeno investigado. La suficiente cualitativa depende de la pertinencia de sus experiencias y la riqueza de la información, no de representatividad aleatoria (Dahal et al., 2024).

Se calculará una muestra de 6 informantes operativos: 2 coordinadores o responsables en relación a las unidades funcionales, 2 docentes usuarios y 2 estudiantes de niveles avanzados con práctica. En caso de que una misma persona pueda resultar informante de más de una categoría se mantendrá un solo registro y se incorporará el informante necesaria, que se ajuste al criterio.

La siguiente tabla presenta la composición de la población accesible y el procedimiento de selección previsto.

Tabla 4

Población accesible y muestra

Tipo de fuente	Población accesible	N	Selección	n	Criterio principal
Unidades físicas	Laboratorios de control, electricidad, electrónica y telecomunicaciones	4	Censo	4	Unidad activa dentro del ámbito técnico delimitado.
Responsables o coordinadores	Personal con responsabilidad operativa o administrativa directa	2	Intencional por criterio	2	Experiencia directa y conocimiento de incidencias, controles y restricciones.
Docentes usuarios	Docentes que desarrollan actividades prácticas en las unidades	Población accesible	Intencional por criterio	2	Uso frecuente y conocimiento de requerimientos académicos y operativos.
Estudiantes usuarios	Estudiantes de niveles avanzados con práctica reciente	Población accesible	Intencional por criterio	2	Experiencia reciente de uso y aceptación voluntaria.

Nota. La muestra física es censal; la muestra humana es intencional y se emplea para obtener información especializada, sin pretensión de generalización estadística. Elaboración propia.

La distinción entre unidades físicas e informantes evita considerar objetos y personas como si se tratara de una misma cosa, cuya suma no resultara particularmente prolija o agradable. Así, los cuatro laboratorios son objeto de análisis a partir de la lista de cotejo, mientras que los 6 participantes son fuente de información cualitativa. En caso de que un informante decida no continuar participando, se registrará en los documentos que no ha participado y se continuarán las búsquedas de personas que cumplan el perfil del informante que ha dejado de participar.

3.7.4. Criterios de inclusión y exclusión

Para las unidades físicas se incluyen los laboratorios activos que pertenecen a las áreas delimitadas y cuentan con autorización de acceso. Se excluyen aulas generales, oficinas, espacios sin actividad práctica y ambientes temporalmente cerrados que impidan verificar condiciones mediante el instrumento.

Para los participantes se incluyen personas mayores de edad, con relación funcional o experiencia reciente en los laboratorios, disponibilidad y consentimiento informado. Se excluyen quienes no hayan utilizado ni administrado los espacios durante el período académico, o presenten respuestas basadas exclusivamente en referencias de terceros.

3.8. Validez y rigor de los instrumentos

La validez de contenido determina en qué medida los ítems representan de forma pertinente, clara y suficiente el dominio que pretende medirse. El juicio especializado puede cuantificarse mediante el coeficiente V de Aiken para documentar el acuerdo entre evaluadores (Kania et al., 2024).

La lista de verificación, la guía de la entrevista y la matriz documental serán sometidas a la evaluación de tres expertos: un especialista en metodología de la investigación, un especialista en telecomunicaciones o un especialista en IoT, y un especialista en automatización o seguridad tecnológica, debiendo ser cada uno de estos ítems calificado en claridad, pertinencia y coherencia mediante una escala de 1 a 4.

Se procederá a la obtención de V de Aiken para cada uno de los criterios, aceptándose los ítems que presenten la puntuación $V \geq 0,80$, de forma que aquellos ítems correspondientes a valores inferiores serán reformulados y se completará con una segunda revisión. Las observaciones cualitativas de los especialistas se trasladarán a una matriz de decisiones para mantener la trazabilidad de las modificaciones y de la aceptación final.

El nivel de homogeneidad en la observación se verá ampliamente potenciado gracias a la formalización de definiciones operativas y a la formalización de reglas de puntuación. La credibilidad cualitativa se sustentará en un registro del mismo modo más fiel, en la revisión de las síntesis fruto de las entrevistas por los mismos participantes cuando sea posible, en la conservación de la evidencia formal y en la triangulación entre diferentes instrumentos de recogida. La fiabilidad no se calculará mediante el alfa de Cronbach debido a que la lista de cotejo presenta condiciones técnicas heterogéneas y no una escala reflectiva unidimensional.

3.9. Procedimiento de investigación

El procedimiento se organiza en cinco fases secuenciales con retroalimentación. Cada fase produce un resultado verificable que sirve como entrada para la siguiente, lo que permite rastrear la relación entre problema, evidencia, requerimientos y decisiones de diseño.

Tabla 5

Fases del procedimiento metodológico

Fase	Actividades principales	Medios de control	Producto
1. Fundamentación	Revisión de artículos, normas, manuales y antecedentes sobre IoT, domótica, automatización, conectividad y seguridad.	Matriz documental y categorías preliminares.	Base teórica e indicadores iniciales.
2. Preparación	Diseño de instrumentos, juicio de expertos, ajustes, permisos y planificación del trabajo de campo.	Versiones validadas y protocolo de aplicación.	Instrumentos listos y ruta de levantamiento.
3. Diagnóstico	Aplicación de lista de cotejo, entrevistas y revisión de documentos institucionales disponibles.	Registros cuantitativos, cualitativos y documentales.	Diagnóstico por dimensión y por laboratorio.
4. Especificación	Integración de resultados, priorización y transformación de necesidades en requerimientos funcionales y no funcionales.	Matriz de triangulación y trazabilidad.	Catálogo priorizado de requerimientos.

5.Diseño, implementación y comprobación funcional	Definición de la arquitectura y distribución de los componentes; instalación y configuración de cámaras, DVR, almacenamiento y dispositivo de control remoto del aire acondicionado; actualización del plano; comprobación de las funciones implementadas y definición de la ampliación mediante sensores de temperatura y movimiento.	Plano actualizado, registro fotográfico, configuración de los dispositivos y matriz de pruebas funcionales.	Prototipo inicial implementado y comprobado, con arquitectura modular definida para futuras ampliaciones.
---	--	---	---

Nota. Las fases se articulan con los objetivos específicos y permiten mantener la relación entre el diagnóstico, los requerimientos, el diseño y la implementación del prototipo. Los sensores de temperatura y movimiento forman parte de la ampliación propuesta y no de los dispositivos instalados y comprobados durante esta etapa. Elaboración propia.

El avance entre las fases depende de productos concretos, entre ellos los instrumentos utilizados, el diagnóstico consolidado, los requerimientos identificados, el diseño de la arquitectura y las evidencias obtenidas durante la implementación. Esta secuencia permitió mantener relación entre las necesidades encontradas en los laboratorios y las decisiones tomadas durante el desarrollo del prototipo. Cuando la información obtenida presentaba alguna diferencia con las condiciones observadas directamente en el espacio de trabajo, se revisaba nuevamente antes de establecerla como requerimiento o decisión técnica.

En el último tramo de la evolución del proyecto se llegó del diseño a realizar una prueba de la puesta en marcha de la instalación en el espacio elegido, habiendo tanto instalado como configurado los elementos que compone el sistema de videovigilancia y el control remoto del aire acondicionado haciendo comprobaciones posteriores para verificar su funcionamiento. A partir de esto, se actualizó tanto el plano como la arquitectura del sistema en medio de una futura ampliación incorporando un sensor de temperatura y un sensor de movimiento. Estos sensores no fueron instalados durante el desarrollo del proyecto, por lo que las funciones asociadas a ellos se presentan como reglas de automatización propuestas y no como resultados de las pruebas realizadas.

3.10. Procesamiento y análisis de datos

3.10.1. Análisis cuantitativo

Los datos de la lista de cotejo se depuraron para detectar omisiones, duplicados y valores no aplicables. Posteriormente se calculan frecuencias absolutas, porcentajes y el índice de cumplimiento técnico por dimensión y por laboratorio. No se realizan pruebas inferenciales debido al carácter censal de las cuatro unidades físicas y al propósito descriptivo.

El índice de cumplimiento técnico se calcula mediante la expresión $ICT = [\sum \text{puntuaciones observadas} / (2 \times \text{número de indicadores aplicables})] \times 100$. Los resultados se interpretan en tres niveles: crítico, de 0 a 33,33 %; parcial, de 33,34 a 66,66 %; y adecuado, de 66,67 a 100 %.

3.10.2. Análisis cualitativo

El análisis temático híbrido combinó categorías deductivas provenientes del marco conceptual con temas inductivos surgidos de los datos. La integración permitió conservar una estructura teórica inicial y, al mismo tiempo, permite reconocer significados, necesidades o relaciones que no habían sido anticipados (Proudfoot, 2023).

Las entrevistas se transcribieron fielmente a una matriz. Después se realiza lectura completa, codificación inicial, agrupación por dimensiones, identificación de temas emergentes y comparación entre roles. Cada tema se respaldó con segmentos de evidencia y se revisa para evitar duplicidad, generalizaciones excesivas o interpretaciones ajenas al contenido registrado.

Este análisis permitió reconocer aspectos relacionados con las necesidades de supervisión, seguridad, control de equipos y posibilidades de automatización de los laboratorios. Los resultados obtenidos sirvieron posteriormente como apoyo para definir las características y funciones que debía considerar la propuesta tecnológica.

3.10.3. Integración y triangulación

La triangulación metodológica permitió contrastar la información obtenida mediante diferentes técnicas y fuentes, con el propósito de ampliar la comprensión del problema y revisar la consistencia de los hallazgos. Se dio estricta atención a la naturaleza de cada tipo de información y la forma en que era posible procesar y comparar los resultados (Arias Valencia, 2022), todo con tal de reducir el margen

de error de lo conocido como el procedimiento de integración de la información. La integración se realizó a partir de una matriz de intercambio donde se interrelacionan la dimensión de la información debatida, el resultado cuantitativo, la evidencia cualitativa, el respaldo documental, el grado de convergencia y su implicación en el proceso técnico. Un requerimiento es considerado prioritario cuando existe una condición crítica o cumplida y además se tiene el soporte testimonial o documental correspondiente.

Las coincidencias encontradas entre las fuentes fortalecieron las decisiones tomadas, mientras que la información complementaria permitió comprender mejor algunas necesidades identificadas. Cuando existieron diferencias entre los resultados, estas se mantuvieron visibles y se revisó su origen antes de utilizarlas como base para una decisión técnica. De esta manera, fue posible diferenciar las necesidades comprobadas, las opiniones de los usuarios, las restricciones existentes y las decisiones tomadas durante el diseño del prototipo.

3.10.4. Priorización y trazabilidad de requerimientos

Cada requerimiento recibió un código y se documentó considerando su fuente, dimensión, justificación, tipo, prioridad, criterio de aceptación y componente relacionado. Para establecer su prioridad se utilizaron cuatro criterios: riesgo para la seguridad, impacto operativo, frecuencia del problema y factibilidad técnica. Cada criterio fue valorado en una escala de 1 a 3.

La suma obtenida permitió clasificar los requerimientos en tres niveles: prioridad alta, de 10 a 12 puntos; prioridad media, de 7 a 9 puntos; y prioridad baja, de 4 a 6 puntos. Esta valoración orientó el orden de atención durante el diseño, sin sustituir el criterio técnico. En particular, los requerimientos relacionados directamente con seguridad mantuvieron una prioridad alta aun cuando la frecuencia observada del problema fuera reducida.

La trazabilidad permitió conservar la relación entre las necesidades identificadas durante el diagnóstico y los componentes considerados posteriormente en la propuesta. De esta manera, las funciones incorporadas al prototipo y aquellas planteadas para su ampliación pueden relacionarse con requerimientos previamente establecidos, evitando incorporar dispositivos o funciones sin una justificación derivada del estudio.

3.11. Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló considerando principios de participación voluntaria, confidencialidad, manejo responsable de la información y comunicación transparente de los procedimientos y resultados. Estas condiciones permiten proteger a los participantes y reducir posibles riesgos relacionados con la recolección, almacenamiento o divulgación de información institucional (Barroga, y otros, 2023).

Antes del levantamiento de información se contó con la autorización correspondiente para acceder a los espacios considerados en el estudio. Los participantes fueron advertidos sobre la finalidad de la investigación; la que hace uso de los datos con fines académicos; así como el hecho de que la participación en la misma era voluntaria. En el tratamiento de la información se usaron códigos y no nombres, sin que aparecieran datos que pudieran llevar directamente a identificar a los participantes.

Dado que el proyecto contempla a la vez dispositivos de videovigilancia y funcionalidades para acceso a distancia, se tuvo el correspondiente cuidado respecto a la información que atañe a la configuración de los sistemas, la cual no se encuentra expuesta en el documento. Los datos necesarios para acceder al sistema; contraseñas, direcciones de red, otras credenciales de seguridad, etc. no figuran de una forma abierta, en la cita correspondiente. En los casos en que las evidencias de configuración contienen códigos QR, usuarios u otros datos que puedan permitir el acceso a los dispositivos, estos deben ocultarse o mostrarse únicamente cuando no representen un riesgo para la seguridad del sistema.

Las fotografías utilizadas como evidencia de la implementación fueron seleccionadas procurando evitar la exposición innecesaria de rostros, datos personales, credenciales, direcciones internas o información que pudiera comprometer la seguridad de la infraestructura tecnológica. Su utilización se limita a demostrar el proceso de instalación, configuración y funcionamiento de los componentes considerados en el proyecto.

Los registros obtenidos se conservaron únicamente para fines relacionados con el desarrollo, revisión y sustentación académica del trabajo. Asimismo, la presentación de los resultados mantiene una diferencia clara entre las funciones que fueron implementadas y comprobadas y aquellas que se plantean como

ampliaciones futuras del prototipo, evitando atribuir al sistema capacidades que no fueron verificadas durante esta etapa.

3.12. Matriz de coherencia metodológica

La matriz de coherencia relaciona cada objetivo específico con la información necesaria para su cumplimiento, las técnicas e instrumentos utilizados, la forma de análisis y el producto obtenido. Su finalidad es mantener una relación clara entre el problema de investigación, las actividades desarrolladas y los resultados que sirven de base para la propuesta tecnológica.

Tabla 6

Coherencia entre objetivos, técnicas e instrumentos

Objetivo específico	Información requerida	Técnica	Instrumento	Análisis	Producto
Fundamentar teóricamente los sistemas domóticos inteligentes, la automatización, la supervisión remota y las tecnologías IoT.	Conceptos, arquitecturas, componentes, protocolos, seguridad y aplicaciones.	Revisión documental	Matriz de revisión documental	Síntesis temática y comparación técnica	Marco teórico y categorías preliminares
Determinar la metodología adecuada para diagnosticar las condiciones actuales y orientar el desarrollo.	Condiciones de infraestructura, operación, conectividad, seguridad y usuarios.	Observación, entrevista y revisión documental	Lista de cotejo, guía de entrevista y matriz documental	Estadística descriptiva, análisis temático y triangulación	Diagnóstico sustentado
Establecer los requerimientos funcionales y técnicos del sistema domótico inteligente.	Necesidades, restricciones, prioridades, criterios de aceptación y factibilidad.	Integración de evidencia y consulta a informantes	Matriz de triangulación y matriz de requerimientos	Priorización y trazabilidad	Catálogo de requerimientos funcionales y técnicos

Diseñar un sistema domótico inteligente basado en tecnologías IoT.	Arquitectura, dispositivos, conectividad, lógica de control, interfaz, seguridad y capacidad de ampliación.	Diseño tecnológico, implementación y comprobación funcional	Matriz de diseño, plano actualizado, registro de implementación y matriz de pruebas funcionales	Correspondencia entre requerimientos y componentes, revisión del funcionamiento y análisis de escalabilidad	Prototipo inicial implementado y documentado, con propuesta de ampliación IoT
--	---	---	---	---	---

Nota. La matriz mantiene correspondencia entre los objetivos específicos, las fases del procedimiento y los productos obtenidos durante la investigación. En el último objetivo se diferencia la implementación realizada de los componentes incorporados únicamente como parte de la ampliación propuesta. Elaboración propia.

La coherencia metodológica permite observar que las diferentes etapas del estudio mantienen relación entre sí. Los resultados del diagnóstico sirvieron para establecer los requerimientos y, a partir de estos, se definieron la arquitectura, los dispositivos, la conectividad y las funciones consideradas para el prototipo. La implementación permitió comprobar las funciones disponibles en los equipos instalados, mientras que la actualización del diseño incorporó nuevas posibilidades de crecimiento mediante sensores de temperatura y movimiento, reglas de automatización y una interfaz centralizada. De esta manera, se diferencia lo que fue implementado y comprobado de aquello que queda planteado para una etapa posterior.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

4.1. Presentación de los resultados

Los resultados obtenidos permitieron pasar del diagnóstico de los laboratorios a la definición y desarrollo de una solución tecnológica de alcance inicial. A partir de las necesidades relacionadas con supervisión, seguridad, control operativo y acceso remoto, se estructuró un prototipo modular basado en tecnologías IoT, procurando aprovechar parte de la infraestructura disponible y evitar modificaciones innecesarias en los equipos existentes.

La etapa implementada está conformada por dos cámaras de videovigilancia Hikvision Turbo HD modelo DS-2CE16C0T-IRPF, un sistema DVR para la gestión y almacenamiento de las imágenes y un concentrador Splenssy WiFi-IR asociado al aire acondicionado. Mediante estos componentes se dispone de supervisión visual y control remoto de funciones específicas del sistema de climatización. Cada subsistema mantiene su forma particular de comunicación y acceso, pero ambos se consideran dentro de una misma propuesta orientada a mejorar la gestión del laboratorio.

Con la finalidad de implementar el sistema de videovigilancia se realizaron actividades de montaje, conexión, configuración y comprobación de los equipos, que sirvieron para comprobar el funcionamiento del sistema de videovigilancia, la visualización de las cámaras, el almacenamiento de las imágenes y el control remoto del aire acondicionado mediante el dispositivo universal y su aplicación. Esta implementación fue registrada mediante fotografías que se muestran a continuación como prueba del trabajo ejecutado.

A partir de las observaciones realizadas durante el desarrollo del prototipo también se identificó la necesidad de fortalecer el componente IoT mediante la adquisición directa de información del entorno. Por esta razón, la arquitectura actualizada incorpora un sensor de temperatura y un sensor de movimiento como elementos previstos para una siguiente etapa. Estos dispositivos se encuentran representados en el nuevo plano del sistema y permiten definir reglas de automatización relacionadas con climatización y generación de alertas.

Los sensores que se encuentran integrados en el diseño no fueron la causa instalada, ni tampoco son sometidos a pruebas físicas no efectuadas durante esta fase. Por ello, en este capítulo se realiza la diferenciación de las funciones comprobadas respecto a las que forman parte de la ampliación de clases que proponemos. Al llevar a cabo dicha diferenciación es posible presentar el trabajo como sistema de partida de supervisión y control remoto, con capacidades de sistematización hacia una implementación de domótica más automatizada.

El capítulo presenta el diagnóstico técnico, los requerimientos actualizados, la arquitectura del sistema, la disposición de los dispositivos, el funcionamiento de los equipos instalados, las reglas de automatización propuestas, el prototipo de interfaz centralizada, las pruebas funcionales y una hoja de ruta para el crecimiento progresivo de la solución.

4.2. Diagnóstico técnico consolidado

El diagnóstico técnico se organizó mediante las dimensiones establecidas en la metodología: infraestructura y energía; control y automatización; monitoreo y alertas; conectividad e interoperabilidad; seguridad y trazabilidad; e interfaz, eficiencia y mantenimiento. La condición transversal identificada corresponde a la dependencia de acciones presenciales para verificar el estado del entorno y modificar el funcionamiento de determinados equipos. La solución se concentró en funciones susceptibles de supervisión o control remoto sin intervenir de forma invasiva sobre la infraestructura eléctrica y de climatización existente.

Además de las necesidades relacionadas con supervisión y control remoto, el diagnóstico permitió reconocer que una arquitectura IoT con mayor capacidad de automatización requiere disponer de información obtenida directamente del entorno. La ausencia de sensores ambientales y de presencia limita la ejecución de acciones basadas en condiciones reales del laboratorio. Esta situación se consideró posteriormente para actualizar el diseño e incorporar puntos de censado que permitan ampliar las funciones del prototipo.

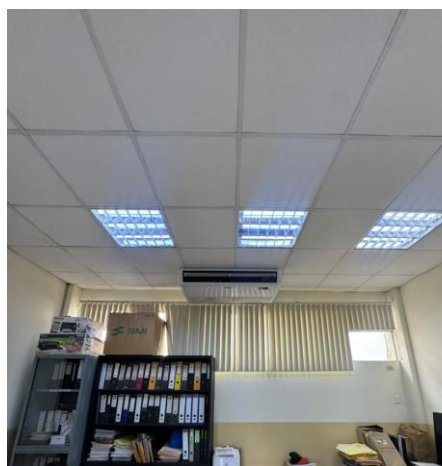
4.2.1. Condiciones de infraestructura y energía

El espacio seleccionado dispone de iluminación artificial mediante luminarias de techo, estaciones de trabajo, equipos informáticos, mobiliario de almacenamiento y un equipo de aire acondicionado tipo split instalado en una

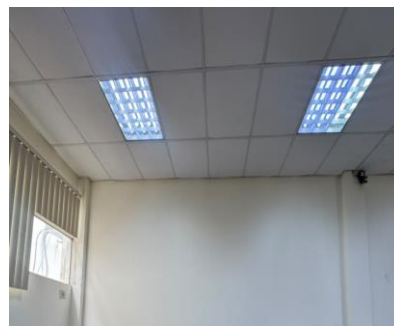
posición elevada. Estas condiciones evidencian la coexistencia de cargas eléctricas y recursos tecnológicos cuya operación requiere supervisión, especialmente en períodos en los que el área permanece sin presencia permanente del personal responsable.

Figura 2

Condiciones físicas del área interior y del sistema de climatización



(a) Vista del área interior con equipo de aire acondicionado.



(b) Vista complementaria del espacio y puntos altos de instalación.

Nota. Las vistas visualizan la unidad de climatización, las luminarias, el mobiliario y los equipos del área considerada. El diseño físico permite colocar los elementos de control y supervisión en posiciones de altura alta con cobertura sobre las zonas de trabajo y sin interrumpir la circulación normal.

Por lo tanto, la climatización será una función prioritaria por lo que significa en cuanto a su influencia directa sobre las condiciones de confort y de funcionamiento del espacio. El concentrador Splenssy permite incorporar una capa de control remoto sobre el aire acondicionado a través de órdenes infrarrojas, mientras se mantiene el mando local del equipo. Esta particular forma de operar el equipo impide tocar la electrónica interna del sistema de climatización y permite realizar operaciones de encendido, apagado y ajuste de temperatura desde una interfaz autorizada.

4.2.2. Condiciones de control, automatización y supervisión

La supervisión visual se definió a partir de una zona complementaria. Esta zona correspondería a la zona interior, en la que se encuentran los recursos

tecnológicos, el sistema de climatización y las estaciones de trabajo. El uso de dos puntos de observación mitiga la dependencia en un único ángulo y permite distinguir entre la supervisión del ambiente interno de la supervisión del acceso.

Las cámaras de la zona interior darán vista general de la situación ambiental y de la de los espacios de condiciones generales de los equipos visibles, la segunda cámara va destinada al frente de acceso. La supervisión visual es un mecanismo de acogida del soporte de presencia de las condiciones generales de los espacios y de cualquier situación exigente a la revisión de forma presencial. Su función no sustituye los procedimientos institucionales de seguridad, sino que añade una fuente de información remota para la toma de decisiones.

4.2.3. Conectividad, seguridad y sostenibilidad operativa

La solución utiliza tecnologías de comunicación diferentes según la función del dispositivo. Las cámaras seleccionadas corresponden al modelo Hikvision DS-2CE16C0T-IRPF con tecnología Turbo HD/HDTVI, de donde se relaciona la infraestructura de videovigilancia compatible para el transporte local de video y que el acceso remoto se utiliza desde la capa de gestión al estar conectada a la red. El concentrador Splenssy aprovecha en este caso la conectividad Wi-Fi de 2,4 GHz para poder recibir las órdenes remotas y retransmitirlas por infrarrojo al aire acondicionado.

La seguridad se desarrolla desde el identificar de dispositivos, el establecer credenciales de usuarios, el restringir usuarios y el controlar interfaces de gestión. La sostenibilidad operativa se desarrolla de una arquitectura pequeña, modular, dos cámaras para la supervisión visual y personalizado para el control de climatización, usando el aire acondicionado e infraestructura de comunicación. Esta arquitectura permite su mantenimiento, la localización de fallos y su ampliación mediante nuevos puntos de supervisión o de control.

La siguiente tabla sintetiza las condiciones consolidadas del diagnóstico y la respuesta tecnológica definida para cada dimensión de análisis.

Tabla 7

Síntesis del diagnóstico técnico y respuesta de diseño

Dimensión	Condición consolidada	Respuesta tecnológica	Prioridad
-----------	-----------------------	-----------------------	-----------

Infraestructura y energía	Existencia de cargas eléctricas, estaciones de trabajo y climatización que requieren control operativo.	Control remoto del aire acondicionado mediante concentrador Splenssy.	Alta
Control y automatización	Dependencia de acciones presenciales para modificar el estado de la climatización.	Mando remoto de encendido, apagado y ajuste de temperatura.	Alta
Monitoreo y alertas	Necesidad de verificar visualmente el área interior y el acceso sin depender únicamente de la presencia física.	Dos cámaras Hikvision Turbo HD en puntos de observación complementarios.	Alta
Conectividad e interoperabilidad	El video y las órdenes de control requieren medios de comunicación compatibles con cada dispositivo.	Infraestructura de video compatible con HDTVI y conectividad Wi-Fi 2,4 GHz para el concentrador.	Alta
Seguridad y trazabilidad	El acceso remoto debe restringirse a usuarios responsables.	Credenciales diferenciadas, control de usuarios e identificación de dispositivos.	Alta
Interfaz, eficiencia y mantenimiento	La solución debe ser operable con baja complejidad y permitir crecimiento posterior.	Acceso remoto desde terminal autorizada y arquitectura modular.	Media-Alta

La tabla anterior evidencia que las funciones seleccionadas responden directamente a las dimensiones centrales del estudio. La supervisión visual y el control de climatización se consideran funciones de prioridad alta, mientras que la seguridad, la trazabilidad y la mantenibilidad sostienen su uso controlado y la posibilidad de crecimiento progresivo.

4.3. Requerimientos funcionales y técnicos del sistema

A partir de los resultados del diagnóstico se establecieron los requerimientos que orientan el funcionamiento y crecimiento del sistema. Los

requerimientos funcionales indican las acciones que debe realizar la solución, mientras que los requerimientos técnicos establecen las condiciones necesarias para integrar los dispositivos, mantener la conectividad, proteger el acceso y permitir futuras ampliaciones.

Para evitar confundir el alcance alcanzado con las funciones previstas, los requerimientos se organizaron considerando dos estados. El primero corresponde a las funciones implementadas y comprobadas mediante los equipos instalados; el segundo reúne las funciones propuestas para ampliar posteriormente el prototipo mediante sensores y nuevas reglas de automatización.

La etapa que se ha puesto en práctica abarca la disponibilidad para la supervisión por medio de dos puntos de video y el control mediante el concentrador Splenssy WiFi-IR del aire acondicionado. La ampliación propuesta incluye la medición de la temperatura, la detección de movimiento, la generación de alertas mediante el uso de un buzzer y la implementación en un sistema de monitorización centralizado que anime a ir reuniendo poco a poco la información de los subsistemas que se vayan preparando.

Tabla 8

Catálogo de requerimientos del sistema domótico inteligente

Código	Requerimiento	Tipo	Prioridad	Estado
RF-01	Visualizar el punto de supervisión CAM-01 correspondiente al área interior.	Funcional	Alta	Implementado
RF-02	Visualizar el punto de supervisión CAM-02 correspondiente al acceso y pasillo.	Funcional	Alta	Implementado
RF-03	Identificar de manera diferenciada cada canal de video y su área de cobertura.	Funcional	Alta	Implementado
RF-04	Ejecutar el encendido y apagado remoto del aire acondicionado mediante el concentrador Splenssy WiFi-IR.	Funcional	Alta	Implementado
RF-05	Modificar remotamente los parámetros disponibles del aire acondicionado mediante la aplicación de control.	Funcional	Alta	Implementado
RF-06	Restringir el acceso a las funciones de supervisión y control a usuarios autorizados.	Funcional	Alta	Implementado

RF-07	Obtener la temperatura del laboratorio mediante un sensor conectado a la arquitectura IoT.	Funcional	Alta	Propuesto
RF-08	Detectar movimiento o presencia en el área definida mediante un sensor PIR.	Funcional	Alta	Propuesto
RF-09	Ejecutar una regla de control de climatización a partir de un umbral de temperatura previamente definido.	Funcional	Alta	Propuesto
RF-10	Generar una alerta cuando se detecte movimiento fuera del horario académico establecido.	Funcional	Alta	Propuesto
RF-11	Centralizar en una interfaz de monitoreo el acceso a cámaras, climatización y estados de los sensores incorporados progresivamente.	Funcional	Media-Alta	Propuesto
RT-01	Integrar las cámaras a una infraestructura de video compatible con HDTVI y permitir su consulta desde la capa de gestión.	Técnico	Alta	Implementado
RT-02	Integrar el concentrador Splenssy a una red Wi-Fi de 2,4 GHz con parámetros de acceso controlados.	Técnico	Alta	Implementado
RT-03	Mantener una nomenclatura que permita identificar cámaras, concentrador, climatización y futuros sensores.	Técnico	Media	Parcial/Ampliable
RT-04	Conservar el control local del aire acondicionado como alternativa al control remoto.	Técnico	Alta	Implementado
RT-05	Permitir la incorporación de sensores de temperatura y movimiento sin modificar completamente la arquitectura existente.	Técnico	Alta	Propuesto
RT-06	Mantener una estructura modular que permita incorporar nuevos dispositivos y funciones de automatización.	Técnico	Media-Alta	Propuesto
RT-07	Mantener mecanismos de autenticación y protección de credenciales para los dispositivos y aplicaciones utilizadas.	Técnico	Alta	Implementado/Continuo
RT-08	Realizar mantenimiento periódico de conectividad, alimentación, almacenamiento y	Técnico	Media-Alta	Continuo

disponibilidad de los dispositivos.

Nota. Los estados representan la situación en la que se halla el desarrollo del mismo proyecto. Así se entiende que "Implementado" corresponde a las funciones que están disponibles y que fueron comprobadas en los equipos instalados en el proyecto de referencia y que "Propuesto" se refiere a las funciones incorporadas al diseño de una etapa posterior que no fueron implementadas en dicha etapa. Elaboración propia.

El catálogo detalla de manera más clara cuál es el alcance que tiene en la actualidad el prototipo correspondiente exhibido. Los requerimientos que van desde el RF-01 al RF-06 son aquellos relativos a funciones existentes mediante los componentes instalados, mientras que aquellos que van desde el RF-07 al RF-11 son requerimientos para una ampliación planteada de forma tal que se incremente el nivel de automatización del sistema. Lo anterior permite no considerar como resultados aquellos que aún no han podido ser comprobados, y, al mismo tiempo, da a conocer una hoja de ruta concreta de cómo continuar desarrollando la plataforma.

4.4. Arquitectura del sistema domótico inteligente

La arquitectura del sistema se organizó en módulos que contienen los elementos empleados en la actualidad, y también están preparados para adicionar nuevos dispositivos IoT más adelante. Esta organización responde a las necesidades detectadas en el diagnóstico y promueve la expansión sin que se tenga que sustituir la infraestructura que ya está puesta en marcha.

En la primera fase, es decir, el primer prototipo, se incorpora el sistema de videovigilancia, que consiste en las cámaras Hikvision, en el DVR y en el almacenamiento y en el concentrador como Splenssy WiFi-IR que se aplica en el control remoto del aire acondicionado, que hace posible realizar las funciones de supervisión de imágenes visuales, de consulta de éstas, de almacenamiento de las imágenes y del control remoto de la climatización a partir de las aplicaciones.

La propuesta arquitectónica actualizada incluye, en el apartado de diseño, un sensor de temperatura y un sensor de movimiento. Estos sensores hacen que

el componente IoT de la propuesta aumente, dado que permiten que el sistema pueda recibir información del entorno y utilizarla posteriormente como entrada para establecer reglas de automatización. Hay que tener en cuenta que dado que el sensor de temperatura y el sensor de movimiento corresponden a una etapa siguiente, en la arquitectura actualizada se contempla su inclusión sin que esto implique que en el desarrollo actual se hayan instalado ni probado tales sensores.

Para facilitar la comprensión del funcionamiento del sistema, la arquitectura se organiza en cuatro niveles: dispositivos, comunicación, gestión y usuario. Esta separación permite identificar el recorrido de la información desde los equipos ubicados en el laboratorio hasta las herramientas utilizadas para supervisar o controlar el sistema.

4.4.1. Capa de dispositivos de campo

Las cámaras Hikvision Turbo HD constituyen los dispositivos de captura visual. Cada una se asocia con un punto específico de supervisión: CAM-01 corresponde al área interior y CAM-02 corresponde al pasillo de acceso. La diferenciación por nombre facilita la administración de los canales y evita confundir el origen de la imagen durante la supervisión remota.

El aire acondicionado, identificado como HVAC-01, constituye el dispositivo final sobre el cual se ejecutan las órdenes de climatización. Su función física continúa siendo el acondicionamiento del ambiente, mientras que el sistema domótico agrega una vía de mando remoto mediante el concentrador Splenssy. De esta manera, el equipo existente se integra al esquema de automatización sin requerir su sustitución por una unidad de climatización nativamente inteligente.

La ampliación de la arquitectura hace incluir nada menos que dos dispositivos adicionales de campo: un sensor de temperatura, que se denomina TEMP-01, y un sensor de movimiento PIR, que se denomina PIR-01. El primero de estos dispositivos está pensado para obtener información de la temperatura del laboratorio, mientras que el segundo servirá para detectar movimiento en la zona delimitada. Ambos dispositivos se consideran en el diseño y en la planta actual del sistema, si bien no forman parte de la instalación final en esta fase.

La efectividad de la sonorización hecha en las instalaciones tecnológicas, permite establecer un enfoque que distingue entre poder hacer una supervisión de un equipo informático a distancia y utilizar información del entorno para hacer

una decisión. En nuestro caso, la lectora de TEMP-01, se podría tomar como lectura realizada, por tanto, como condición en una regla de climatización, mientras que, por el otro lado, el sensor PIR-01 puede ser utilizada para una entrada que haga saltar una alerta cuando el sensor asocie un movimiento, en condiciones preestablecidas, por ejemplo, un horario fuera de clases. Dichas funciones quedan planteadas para una fase posterior de implementación.

4.4.2. Capa de control

El concentrador Splenssy, identificado como HUB-AC-01, actúa como puente de control entre la interfaz remota y el aire acondicionado. Su función consiste en recibir la orden emitida por el usuario autorizado mediante la conexión Wi-Fi y reproducir el comando infrarrojo correspondiente sobre el equipo de climatización. Esta disposición concentra el control térmico en un componente dedicado y mantiene separada la función de videovigilancia.

La independencia funcional de los subsistemas mejora la mantenibilidad. Una indisponibilidad del concentrador no impide la operación local del aire acondicionado y una falla en uno de los puntos de video no interrumpe el funcionamiento del otro subsistema. La estructura modular facilita localizar fallas y realizar mantenimiento por componente.

Como se puede comprobar, esta capa también debe recibir y procesar la información que proviene de TEMP-01 y PIR-01. En este sentido, se diferencia del control remoto existente, pues aquí, la acción dependía de una orden producida por el operador. En cambio, al computar la señal de los sensores, sería posible definir ciertas condiciones para que ciertas respuestas se activaran como consecuencia de la información obtenida de los datos del entorno.

Esta ampliación no altera la operación vigente tanto del concentrador como del sistema de videovigilancia. Al contrario, su objetivo es introducir nuevas posibilidades de automatización sobre la estructura existente, y preservando la separación entre los diversos componentes para permitir la inserción de los mismos de una manera paulatina.

4.4.3. Capa de comunicación

La capa de comunicación transporta dos flujos diferentes. El primero corresponde al video generado por las cámaras Hikvision, cuyo modelo utiliza

tecnología HDTVl; por ello, la señal local se incorpora a una infraestructura de videovigilancia compatible antes de habilitar su consulta a través de la red. El segundo corresponde a las órdenes del concentrador Splenssy, que se conecta mediante Wi-Fi de 2,4 GHz y utiliza comunicación infrarroja hacia el aire acondicionado.

La estabilidad de la comunicación constituye un requisito operativo porque la supervisión y el control remoto dependen de la disponibilidad de los enlaces. La administración incluye identificación de los puntos de video, verificación de alimentación, revisión de cobertura Wi-Fi, control de credenciales y sincronización temporal de los elementos de gestión que generen registros.

Para la futura incorporación de los sensores se deberá disponer de un medio de comunicación compatible con el sistema de procesamiento seleccionado. La información de temperatura y los eventos de movimiento deberán transmitirse desde los dispositivos de campo hacia la capa de control para ser evaluados de acuerdo con las reglas configuradas. La selección definitiva del medio de comunicación dependerá de los sensores y módulos que se utilicen durante la implementación de esta ampliación.

Por esta razón, en la etapa actual no se atribuye a TEMP-01 ni PIR-01 un enlace de comunicación físicamente comprobado. El diseño deja prevista su integración, manteniendo como criterio principal que puedan incorporarse sin afectar la operación de los componentes que ya se encuentran funcionando.

4.4.4. Capa de acceso e interfaz

La capa de acceso reúne las funciones necesarias para que el usuario autorizado consulte los dos puntos de supervisión y ejecute el control de climatización. La organización de la interfaz mantiene una nomenclatura clara de los dispositivos y separa las funciones de observación de las funciones de mando, reduciendo la posibilidad de actuar sobre el componente equivocado. El acceso puede realizarse desde una terminal autorizada, como un teléfono inteligente, tableta o computador, según la interfaz de gestión utilizada por cada subsistema.

Como parte del crecimiento del sistema se plantea una interfaz centralizada que permita reunir progresivamente las funciones principales de supervisión y control. En una primera organización, esta interfaz puede incluir el acceso al

sistema de videovigilancia y al control de climatización. Posteriormente, con la incorporación de los sensores, podrá mostrar la temperatura registrada, el estado de detección de movimiento y las alertas generadas por las reglas configuradas.

Esta interfaz se plantea como un prototipo de integración y no como reemplazo inmediato de las aplicaciones utilizadas actualmente por cada dispositivo. Su finalidad es establecer una forma más ordenada de presentar la información y dejar preparada la propuesta para incorporar nuevas funciones a medida que el sistema continúe creciendo.

La siguiente tabla resume los componentes de la arquitectura y la función que cumplen dentro del prototipo.

Tabla 9

Componentes de la arquitectura tecnológica

Identificación	Componente	Función principal	Relación de comunicación	Estado
CAM-01	Cámara Hikvision DS-2CE16C0T-IRPF	Supervisión visual del área interior.	HDTVI hacia infraestructura de gestión de video.	Implementado
CAM-02	Cámara Hikvision DS-2CE16C0T-IRPF	Supervisión visual del acceso y pasillo. Recepción de órdenes remotas y emisión de comandos infrarrojos hacia el aire acondicionado.	HDTVI hacia infraestructura de gestión de video.	Implementado
HUB-AC-01	Concentrador Splenssy WiFi-IR	Ejecución física de encendido, apagado y ajuste de temperatura. Obtener la temperatura del ambiente como dato de entrada para futuras reglas de automatización.	Wi-Fi 2,4 GHz / infrarrojo.	Implementado
HVAC-01	Aire acondicionado		Control local e infrarrojo mediante HUB-AC-01.	Implementado
TEMP-01	Sensor de temperatura	Obtener la temperatura del ambiente como dato de entrada para futuras reglas de automatización.	Por definir según el módulo utilizado en la ampliación.	Propuesto
PIR-01	Sensor de movimiento PIR	Detectar movimiento en el área establecida para futuras funciones de alerta.	Por definir según el módulo utilizado en la ampliación.	Propuesto

NET-LAB	Infraestructura de comunicación	Transporte del acceso remoto a video y de las órdenes de control.	Red de datos institucional/local.	Implementado
USR-01	Terminal de usuario autorizado	Visualización de los puntos de supervisión y emisión de órdenes de climatización.	Acceso remoto autenticado.	Implementado

La Tabla 9 permite distinguir los componentes que forman parte de la implementación actual de aquellos considerados para ampliar el prototipo. Las cámaras generan la información visual, el DVR y la infraestructura asociada permiten su gestión, mientras que el concentrador Splenssy establece la vía de control remoto hacia el aire acondicionado. Por su parte, TEMP-01 y PIR-01 se incorporan al diseño como futuras fuentes de información del entorno. La identificación asignada a cada elemento facilita reconocer su función dentro de la arquitectura y permite mantener un orden durante la configuración, operación, mantenimiento y crecimiento posterior del sistema.

4.5. Disposición y configuración funcional de los dispositivos

4.5.1. Disposición y características de las cámaras de supervisión

Las dos cámaras seleccionadas corresponden al modelo Hikvision DS-2CE16C0T-IRPF, perteneciente a la línea Turbo HD. El registro técnico visible en la caja muestra que tiene una resolución de 720p, la lente es de 2,8 mm, la protección es IP66, tiene iluminación IR con un alcance dado de 20 m, tiene una sensibilidad de 0,01 Lux y alimentación de 12 V CC con un consumo máximo dado de 4 W; el empaque también señala la tecnología HDTVI y el ajuste mecánico en tres ejes, características que van en la línea de las herramientas que permiten orientar cada uno de los puntos hacia un sector dado.

Figura 3

Cámara Hikvision Turbo HD DS-2CE16C0T-IRPF seleccionada para la supervisión visual



- (a) Vista física de la cámara y su soporte ajustable. (b) Presentación del equipo Hikvision Turbo HD. (c) Cámara, accesorios de montaje y guía de instalación.

Nota. El conjunto evidencia el formato tipo bullet, el soporte orientable y los accesorios de instalación. La selección de dos unidades del mismo modelo simplifica la configuración, el mantenimiento y la reposición de componentes.

Figura 4

Identificación técnica del modelo de cámara utilizado

Hikvision DS-2CE16C0T-IRPF



Nota. La identificación visible confirma el modelo DS-2CE16C0T-IRPF y las especificaciones principales del equipo: 720p, lente de 2,8 mm, protección IP66, alcance infrarrojo indicado de 20 m y alimentación a 12 V DC. Estas características sustentan la selección del dispositivo para los dos puntos de observación definidos.

CAM-01 se orienta hacia el área interior con el propósito de observar el estado general del ambiente y los recursos visibles. CAM-02 se posiciona dirigiéndose hacia el pasillo de acceso y paso, que perseguía una imagen totalmente longitudinal que permitía comprobar el paso y la situación del ingreso; el hecho de situarse justo de esta forma evita que las dos cámaras pudieran reproducir la misma escena, y se beneficiaba del bajísimo número de aparatos definido para el alcance de piloto.

La configuración funcional incluye la identificación de cada uno de los canales, la confirmación de la alimentación, el ángulo de observación, la revisión

de la señal de video, y la activación de la consulta remota a través de la infraestructura de gestión. El campo de visión se limita a las áreas necesarias para la operación y supervisión, manteniendo criterios de proporcionalidad y control de acceso sobre las imágenes.

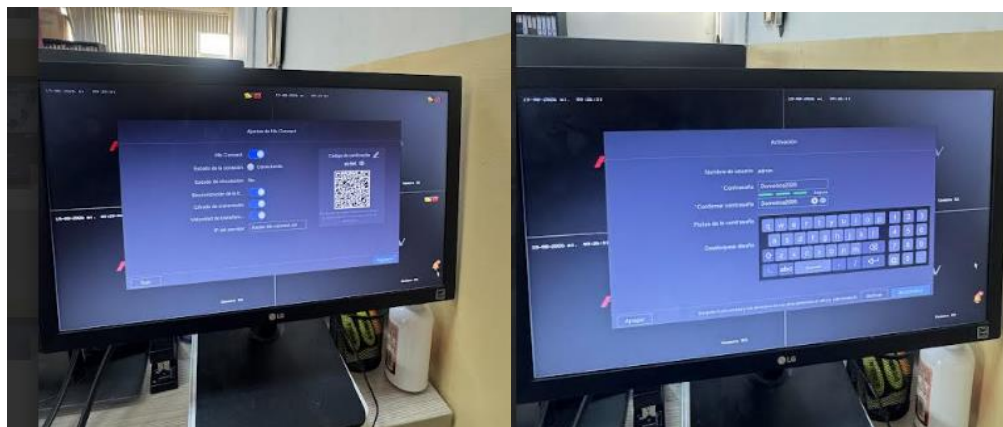
Una vez realizada la conexión física de las cámaras, se configuró el DVR como equipo encargado de recibir, organizar y almacenar las señales de video. Cada cámara fue asignada a un canal específico, lo que permitió identificar por separado el área interior y el pasillo de acceso. Durante la configuración se verificó que ambas señales fueran recibidas correctamente y que la imagen presentada correspondiera con la ubicación asignada a cada cámara.

Para disponer de acceso remoto se utilizó la plataforma compatible con el equipo Hikvision. El proceso requirió habilitar previamente la función de acceso desde el DVR y vincular el dispositivo con la aplicación mediante el mecanismo de registro disponible. El código QR generado por el equipo facilita esta vinculación desde un teléfono autorizado, evitando tener que ingresar manualmente determinados parámetros de identificación.

Una vez vinculado el dispositivo, el usuario autorizado puede ingresar a la aplicación y seleccionar el DVR registrado para consultar las cámaras disponibles. Desde esta interfaz es posible escoger el canal que se desea observar, ampliar la imagen y revisar las funciones habilitadas según la configuración del grabador. Esto permite que la supervisión no dependa únicamente del monitor conectado físicamente al DVR.

Figura 5

Configuración y vinculación del sistema de videovigilancia para acceso remoto



Nota. La figura muestra parte del procedimiento utilizado para configurar y vincular el sistema de videovigilancia con el dispositivo autorizado. Por seguridad,

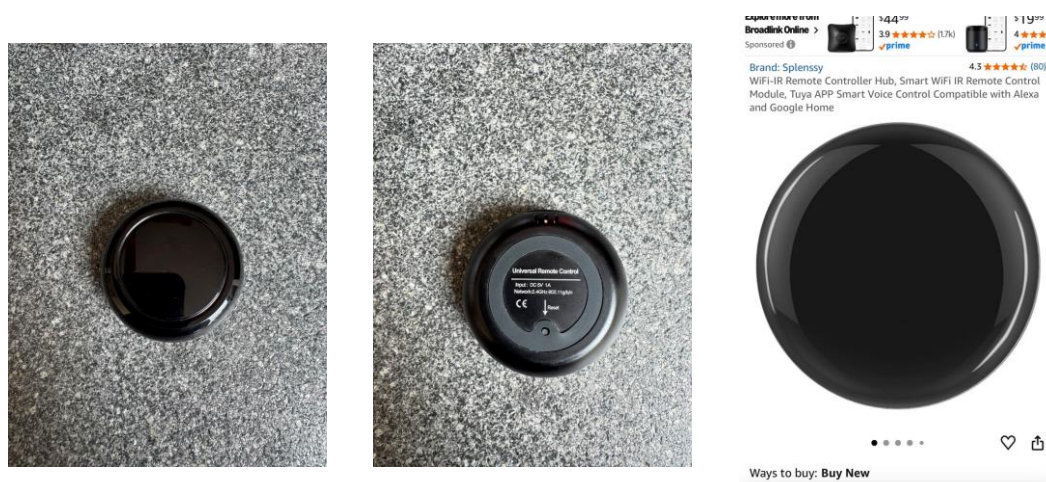
las credenciales, códigos de acceso y cualquier código QR que permita ingresar al sistema deben ocultarse en la versión pública del documento. Elaboración propia.

4.5.2. Configuración del concentrador Splenssy y del aire acondicionado

El concentrador Splenssy seleccionado corresponde a un dispositivo de control remoto universal WiFi-IR. La información visible en el cuerpo del equipo identifica una alimentación de 5 V DC y 1 A, así como conectividad de red de 2,4 GHz bajo los estándares 802.11 g/b/n. Su función consiste en recibir órdenes desde la interfaz de control y reproducirlas por infrarrojo hacia el aire acondicionado, de forma equivalente a las instrucciones emitidas por un control remoto convencional.

Figura 6

Concentrador Splenssy WiFi-IR para el control remoto de la climatización



(a) Vista frontal del concentrador. (b) Etiqueta posterior del dispositivo. (c) Referencia funcional del módulo WiFi-IR.

Nota, se describe que el aparato tiene unas dimensiones muy reducidas y tiene una alimentación de 5 V de corriente continua. En la parte posterior, la etiqueta indica que opera en red de 2,4 GHz, y la referencia funcional lo describe como un módulo de control remoto WiFi-IR. Respecto a estas características, sitúa el dispositivo en el área en la que existe línea de emisión infrarroja en dirección al aire acondicionado y cobertura inalámbrica estable.

La estructura HUB-AC-01, será posicionada de forma tal que permita mantener la comunicación efectuada mediante infrarrojos de modo efectivo con el ambiente HVAC-01, así como también adoptar la cobertura Wi-Fi. En términos de las acciones lógicas de operación consideramos tres como las esenciales:

encender, apagar y ajustar la temperatura previamente configurada. Se confiere al control local del aire acondicionado la función de mecanismo complementario como una opción de asegurar la continuidad de la operación cuando existe personal o debido a una indisponibilidad temporal del enlace remoto.

El ajuste de temperatura equivale a modificar el valor de consigna mediante el comando infrarrojo asociado a la solución. La solución no altera el circuito de refrigeración ni modifica la electrónica interna del aire acondicionado, lo que simplifica la solución técnica y conserva el equipo del aire acondicionado.

El control a distancia del aire acondicionado se lleva a cabo mediante el concentrador Splenssy WiFi-IR y la aplicación móvil que es compatible con dicho dispositivo. Para poder empezar a configurar tenemos que tener el concentrador conectado y situado dentro del área de cobertura de una red Wi-Fi de 2,4 GHz. Desde la aplicación se realiza el proceso de vinculación del dispositivo y posteriormente se selecciona el tipo de equipo que será controlado.

Una vez reconocido el aire acondicionado, se comprueba la respuesta a las órdenes básicas antes de completar la configuración. Esta verificación permite revisar que comandos como encendido, apagado y modificación de la temperatura sean recibidos correctamente por el equipo. Después de esta comprobación, el dispositivo queda disponible dentro de la aplicación para su utilización por el usuario autorizado.

Durante el uso cotidiano, el usuario ingresa a la aplicación, selecciona el dispositivo asociado al aire acondicionado y ejecuta la función requerida. La orden se transmite mediante la red Wi-Fi hacia el concentrador y este reproduce la señal infrarroja correspondiente. Por esta razón, el Splenssy debe permanecer ubicado en un punto desde el cual pueda comunicarse correctamente con el aire acondicionado.

4.5.3. Flujo de información y de control

El sistema utiliza dos flujos independientes que convergen en el usuario autorizado. En el flujo de supervisión, cada cámara captura la escena y entrega la señal de video a la infraestructura compatible; desde la capa de gestión se habilita la consulta remota del canal correspondiente. En el flujo de control, el usuario selecciona la función de climatización, emite una orden mediante la interfaz asociada al concentrador Splenssy y el dispositivo reproduce el comando

infrarrojo sobre el aire acondicionado. La separación entre ambos flujos facilita la administración y permite revisar cada subsistema sin afectar necesariamente al otro.

La siguiente tabla presenta la secuencia de operación asociada con las principales acciones del sistema.

Tabla 10

Secuencia funcional de supervisión y control remoto

Función	Acción del usuario	Respuesta del sistema	Resultado operativo
Supervisión del área interior	El usuario selecciona CAM-01.	La infraestructura de video presenta el canal asociado a la cámara del área interior.	Se obtiene evidencia visual del estado general del espacio.
Supervisión del acceso	El usuario selecciona CAM-02.	La infraestructura de video presenta el canal correspondiente al pasillo.	Se verifica visualmente el acceso y la circulación.
Encendido de climatización	El usuario ordena encender HVAC-01.	HUB-AC-01 recibe la orden por Wi-Fi y reproduce el comando infrarrojo.	El aire acondicionado inicia su operación conforme a la configuración recibida.
Apagado de climatización	El usuario ordena apagar HVAC-01.	HUB-AC-01 transmite el comando infrarrojo de apagado.	El equipo detiene su operación.
Ajuste de temperatura	El usuario selecciona el valor de temperatura requerido.	HUB-AC-01 reproduce el comando correspondiente a la nueva consigna.	HVAC-01 adopta el ajuste solicitado según su lógica interna.
Revisión de disponibilidad	El usuario consulta los canales y el estado de acceso al control.	Las interfaces intentan establecer comunicación con los componentes correspondientes.	Se identifica el subsistema disponible o el punto que requiere revisión.

La secuencia presentada en la Tabla 10 corresponde a las funciones disponibles mediante los componentes instalados. En esta etapa, las acciones relacionadas con climatización parten de una decisión del usuario y no de una lectura automática del ambiente. Esta diferencia resulta importante para delimitar el funcionamiento actual del prototipo.

Con la ampliación propuesta, el flujo podrá incorporar información generada directamente por los sensores. En ese caso, el sensor de temperatura proporcionará una variable que podrá compararse con una condición programada, mientras que el sensor de movimiento generará un evento cuando detecte presencia en su zona de cobertura. Estas funciones se desarrollan posteriormente como reglas propuestas y no forman parte de los resultados funcionales presentados en la Tabla 10.

4.5.4. Registro fotográfico de la implementación física del sistema domótico

La implementación física permitió llevar a la práctica una parte de la arquitectura definida para el prototipo. El trabajo comprendió la instalación de las cámaras, preparación de los puntos de montaje, tendido del cableado, conexión del DVR, instalación del disco duro, configuración de los equipos y comprobación de la visualización de las imágenes.

Durante estas actividades se realizó un registro fotográfico con la finalidad de documentar las principales etapas del proceso. Las evidencias permiten observar los equipos utilizados, las conexiones realizadas, la ubicación de las cámaras y la configuración final del sistema de videovigilancia.

Para presentar el proceso de manera ordenada, las evidencias se agrupan según los principales componentes y actividades desarrolladas durante la instalación.

4.5.4.1. Unidad de gestión y grabación del sistema

El DVR Hikvision Turbo HD constituye la unidad principal de gestión del sistema de videovigilancia. Su función es recibir las señales procedentes de las cámaras, organizar los canales de video, permitir su visualización y almacenar las grabaciones en el disco duro instalado en su interior.

Durante la instalación se verificaron las conexiones de video y alimentación, el reconocimiento del medio de almacenamiento y la visualización

de los canales disponibles. Posteriormente se realizaron los ajustes necesarios para disponer de acceso al sistema desde los medios autorizados.

Figura 7

DVR Hikvision Turbo HD utilizado para la gestión y almacenamiento del sistema de videovigilancia



Equipo principal encargado de administrar las señales de video, almacenar registros y permitir la supervisión remota del laboratorio.

4.5.4.2. Base de montaje y soporte físico

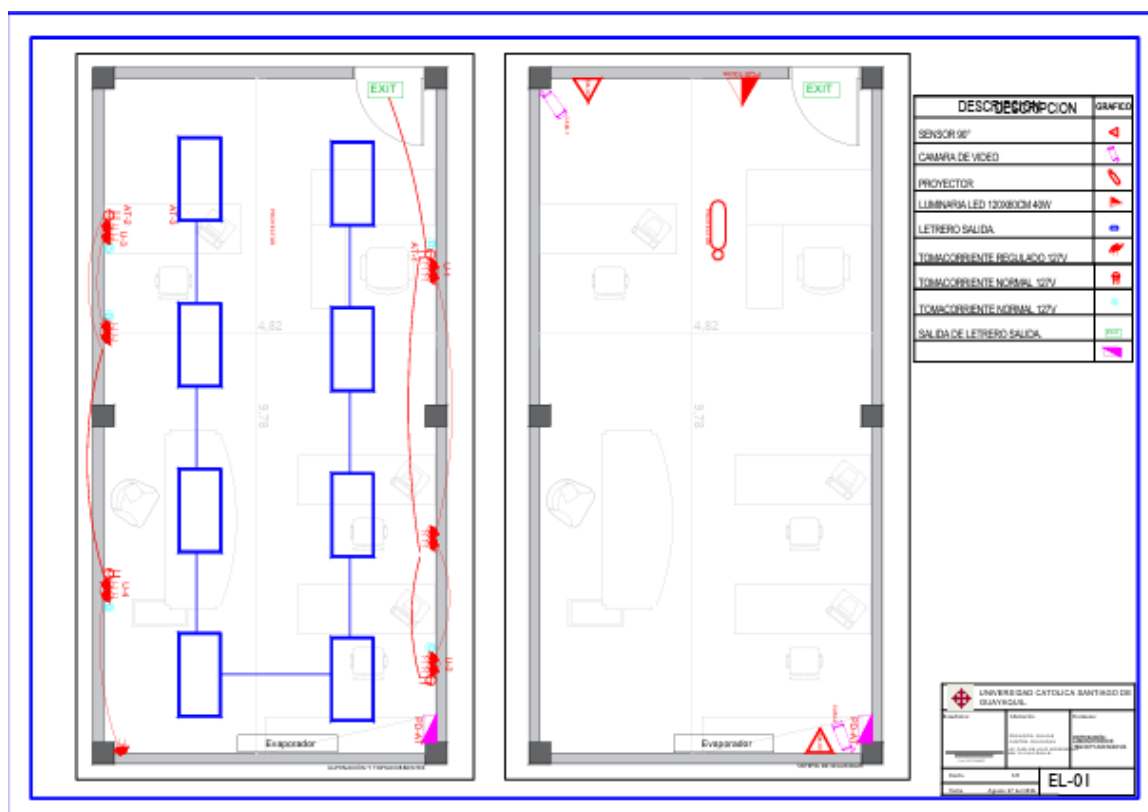
La distribución física del sistema implicó la adecuación de los puntos de fijación para que se cumpla la cobertura del área supervisada. Las cámaras fueron colocadas en los puntos estratégicos del laboratorio conforme a la distribución del espacio, los puntos de acceso, las zonas de circulación y las zonas donde se encuentran los equipos tecnológicos.

La colocación de la infraestructura se realizó usando la infraestructura existente en el laboratorio adaptando canalizaciones y espacios técnicos existentes, con la finalidad de conservar una instalación ordenada y reducir los riesgos asociados al uso de cableados expuestos.

El plano de ubicación permitió situar la distribución de los dispositivos dentro del área de trabajo. La propuesta contempla puntos estratégicos de vigilancia situados en diferentes zonas del laboratorio para mejorar la cobertura visual.

Figura 8

Plano de distribución de dispositivos del sistema



El plano muestra los puntos correspondientes a los dispositivos implementados y la ubicación prevista para los sensores considerados en la ampliación. Los sensores de temperatura y movimiento representados en la figura no fueron instalados durante esta etapa. Elaboración propia.

4.5.4.3. Equipos y módulos complementarios

Como parte de la implementación se incorporaron diferentes componentes complementarios necesarios para garantizar el funcionamiento del sistema domótico.

Los principales elementos instalados fueron:

- Cámaras Hikvision Turbo HD para captura de imágenes.
- Grabador digital DVR Hikvision serie 7100.
- Disco duro Seagate SkyHawk de 1 TB para almacenamiento de video.
- Monitor de visualización local.
- Infraestructura de red Ethernet.

- Cableado estructurado para transmisión de datos.
- Fuente de alimentación eléctrica para los dispositivos.

Además de las cámaras y del DVR, durante la implementación se utilizaron componentes necesarios para completar las funciones de almacenamiento, visualización, alimentación y comunicación del sistema. Entre los principales elementos se encuentran las cámaras Hikvision Turbo HD, el DVR Hikvision, el disco duro Seagate SkyHawk de 1 TB, el monitor de visualización, la infraestructura de red, el cableado y las fuentes de alimentación correspondientes.

Figura 9

Cámara Hikvision instalada en el laboratorio



Instalación Cámara #1



Instalación Cámara #2

Las cámaras fueron instaladas en los puntos definidos previamente y orientadas de acuerdo con las áreas seleccionadas para supervisión. Su ubicación elevada permite mantener un campo de observación adecuado y disminuye la posibilidad de interferencias durante las actividades normales desarrolladas dentro del laboratorio.

4.5.4.4. Conexionado, alimentación y ensamblaje

La instalación de montaje incluyó el vínculo entre las cámaras, el grabador digital, el almacenamiento interno, y los dispositivos de visualización.

La comunicación del sistema se realizó con cableado estructurado permitiendo que las señales de video sean transportadas desde las ubicaciones de captura hasta el equipo de procesamiento central.

- Durante la instalación se revisó:
- Alimentación eléctrica estable de los equipos.
- Conexión física entre cámaras y DVR.
- Instalación del disco duro interno.
- Configuración del sistema de grabación.
- Acceso remoto mediante red.

La correcta integración de estos componentes permitió obtener una solución funcional para la supervisión continua del laboratorio.

Figura 10

Instalación interna del DVR y conexión del disco duro



Figura 11

Proceso de instalación del cableado y conexión de cámaras



4.5.4.5. Vista general del sistema domótico

Una vez terminada la instalación y configuración de los componentes, se comprobó la visualización de las cámaras desde el punto de gestión del sistema. La pantalla permite observar simultáneamente los canales disponibles y verificar las diferentes áreas cubiertas por las cámaras instaladas.

La fusión de cámaras, DVR, almacenamiento, acceso remoto, etc., se ha constituido en el subsistema de supervisión que se ha implementado dentro del prototipo, sumado al control remoto del aire acondicionado con el concentrador WiFi-IR. Esto da cuenta de la primera funcionalidad de lo propuesto.

El resultado de la construcción obtenida hasta el momento no constituye un sistema domótico integral, sino que es una plataforma inicial desde donde se ha especificado la posterior incorporación de sensores, reglas de automatización y de una interfaz centralizada. Este estado permite mantener el carácter modular del proyecto y expandir las funciones y módulos existentes sin necesidad de cambiar los elementos que ya están instalados.

Figura 12

Vista general del sistema de monitoreo implementado



4.6. Seguridad, control de acceso y mantenimiento

La incorporación de dispositivos de supervisión y control remoto exige que la facilidad de acceso se acompañe de medidas que eviten usos no autorizados. La seguridad del prototipo se organiza en tres niveles: protección de cuentas, protección de la comunicación y protección física de los equipos. En el primer nivel se utilizan credenciales propias y se limita el número de usuarios con permisos administrativos. La videovigilancia se restringe, en el segundo caso, a los accesos a los servicios necesarios para el videovigilancia y climatización. En el tercer caso, las cámaras y el concentrador se ubicarán en posiciones que eviten la manipulación accidental y al mismo tiempo favorezcan la revisión técnica.

El acceso a los canales de video se restringe a usuarios responsables de la supervisión. También el control del aire acondicionado queda reservado a cuentas autorizadas a fin de evitar cambios de estado y de temperatura por

personas no catalogadas como responsables con la operación. La nomenclatura CAM-01, CAM-02, HUB-AC-01 y HVAC-01 forma parte de la trazabilidad del sistema puesto que permite una identificación correcta del componente controlado.

El mantenimiento se define como una actividad periódica. La revisión comprende la verificar el estado físico y la fijación de las cámaras con respecto a la alimentación de los equipos, la disponibilidad de los canales de video, la cobertura de la red Wi-Fi, la operación del concentrador, la respuesta del aire acondicionado, la vigencia de credenciales y la temporalidad de los registros. Esta práctica contribuye a la continuidad del servicio y, por otro lado, reduce el tiempo para encontrar el origen de una falla.

La ampliación que se prevé mediante la utilización de sensores también deberá contemplar estas medidas desde su incorporación. TEMP-01 y PIR-01 quieren seguir identificadas dentro de la arquitectura, con accesos restringidos a su configuración y revisión de la alimentación, la comunicación y la respuesta que sean periódicas y permanentes. Del mismo modo, las reglas de automatización deben quedar documentadas para evitar cambios no autorizados que pueden provocar una activación incorrecta o una alerta no necesaria.

La siguiente tabla organiza las medidas de seguridad y mantenimiento definidas para la operación del prototipo.

Tabla 11

Medidas de seguridad y mantenimiento operativo

Elemento	Medida aplicada	Momento de control	Finalidad
Credenciales de acceso	Asignar contraseñas propias y diferenciadas; limitar cuentas administrativas.	Al configurar y ante cambio de responsable.	Reducir el riesgo de acceso no autorizado.
Control de usuarios	Mantener únicamente usuarios con función de supervisión o administración.	Revisión periódica.	Evitar permisos innecesarios sobre video y climatización.
Conectividad	Comprobar acceso a los canales de video y cobertura Wi-Fi del concentrador.	Revisión operativa periódica.	Detectar desconexiones antes de requerir una intervención remota.

Estado físico	Verificar fijación, orientación y alimentación de cámaras y concentrador.	Mantenimiento preventivo.	Reducir fallas por manipulación, desplazamiento o alimentación inestable.
Aire acondicionado	Comprobar respuesta a encendido, apagado y cambio de consigna.	Mantenimiento preventivo y después de cambios de configuración.	Asegurar continuidad del control remoto sin afectar la operación local.
Configuración	Conservar registro de nombres, cuentas y parámetros de los dispositivos.	Después de cada modificación.	Facilitar diagnóstico, reposición y escalabilidad.
Sensores proyectados	Verificar ubicación, alimentación, comunicación y respuesta una vez incorporados al sistema.	Durante su futura instalación y mantenimiento periódico.	Mantener lecturas y detecciones confiables.
Reglas de automatización	Mantener documentadas las condiciones, acciones y usuarios autorizados para modificarlas.	Después de cada cambio de configuración.	Evitar respuestas automáticas incorrectas.
Interfaz centralizada	Mantener acceso autenticado y permisos según responsabilidad del usuario.	Configuración inicial y revisión periódica.	Proteger las funciones de supervisión y control.

Las medidas expuestas permiten tener en cuenta la seguridad y el mantenimiento desde el funcionamiento al cual se encuentra el prototipo hasta sus futuras extensiones. En los equipos ya instalados, se centra el interés en las credenciales, conectividad, alimentación, almacenamiento y estado físico de los componentes. La incorporación de sensores mejores y nuevas reglas de automatización requerirá añadir a estas revisiones la verificación de la calidad de las lecturas, la forma de respuesta a los eventos y la correcta operación de las condiciones programadas.

4.7. Resultados funcionales de la solución tecnológica

El primer resultado funcional corresponde a la disponibilidad de dos puntos diferenciados de supervisión visual. CAM-01 permite observar el área interior del laboratorio, mientras que CAM-02 se orienta hacia el acceso y la zona de circulación. Esta distribución permite consultar sectores diferentes desde el

sistema de videovigilancia y disminuye la dependencia de una inspección presencial para conocer el estado general de estas áreas.

El segundo resultado corresponde al control remoto del aire acondicionado. La incorporación del concentrador Splenssy WiFi-IR permite enviar comandos infrarrojos al equipo de climatización a partir de órdenes realizadas desde la aplicación correspondiente. Durante la configuración se consideraron las funciones de encendido, apagado y modificación de la temperatura, manteniendo al mismo tiempo el control local del equipo como alternativa de operación.

El tercer resultado hace referencia a la unión de subestructuras de tecnologías que corresponden a una única arquitectura. Así, el subsistema de videovigilancia contempla las tecnologías de cámaras Hikvision, DVR y almacenamiento, mientras que el control de la climatización hace uso también del sistema de comunicación Wi-Fi e infrarroja por medio del concentrador universal. Aunque cada subsistema utiliza medios distintos, los subsistemas suelen de alguna manera unificarse en una misma finalidad de supervisión y control del laboratorio mediante acceso remoto.

El cuarto resultado se refiere a la capacidad de crecimiento del prototipo, una vez implementada la arquitectura. En el diseño actualizado, se han incluido dos nuevos puntos de censado integrados con la implementación: TEMP-01 para temperatura, y PIR-01 para movimiento, las cuales permite establecer una trayectoria concreta en el trayecto del control remoto hacia funciones de un grado elevado de automatización. Dado que no fueron instalados, sus funciones constituyen parte de la ampliación propuesta y no como unos resultados de funcionalidad probada.

Finalmente, la actualización del sistema permitió definir reglas de automatización y una interfaz centralizada como elementos de crecimiento de la plataforma. Estas funciones buscan que, en una etapa posterior, la información obtenida por los sensores pueda utilizarse para generar respuestas y alertas, y que el usuario disponga de un entorno más organizado para consultar los diferentes componentes del sistema.

Tabla 12*Correspondencia entre necesidad, componente y resultado funcional*

Necesidad	Componente o mecanismo	Resultado	Estado
Supervisión limitada del área interior.	CAM-01	Consulta del punto de observación interior.	Implementado
Supervisión limitada del acceso y circulación.	CAM-02	Consulta del área de acceso y pasillo.	Implementado
Dependencia de presencia física para controlar la climatización.	HUB-AC-01 + HVAC-01	Encendido, apagado y ajuste remoto de temperatura.	Implementado
Necesidad de almacenar y consultar registros de video.	DVR + disco duro	Gestión y almacenamiento de las imágenes obtenidas.	Implementado
Necesidad de conocer las condiciones térmicas del laboratorio.	TEMP-01	Obtención de temperatura como entrada para una futura regla de climatización.	Propuesto
Necesidad de identificar movimiento en condiciones determinadas.	PIR-01	Detección de movimiento para una futura generación de alertas.	Propuesto
Necesidad de aumentar el nivel de automatización.	Reglas de automatización	Respuesta del sistema a condiciones previamente establecidas.	Propuesto
Información distribuida entre diferentes medios de acceso.	Interfaz centralizada	Organización de las principales funciones en un mismo entorno de consulta.	Propuesto
Necesidad de crecimiento progresivo.	Arquitectura modular	Incorporación de nuevos dispositivos sin sustituir completamente la estructura existente.	Diseñado

La Tabla permite establecer distinciones entre los resultados obtenidos y las funciones factibles de conseguir en una etapa siguiente; esta distinción es importante para valorar el prototipo siguiendo su alcance real. La videovigilancia, el almacenamiento y el control remoto de climatización corresponden a la implementación que se realizó en el prototipo, mientras que los sensores, las reglas de automatización y la interfaz centralizada la capacidad prevista de expansión del sistema.

4.8. Verificación de correspondencia con los objetivos específicos

Los resultados obtenidos mantienen relación con los objetivos específicos establecidos al inicio de la investigación. La fundamentación teórica proporcionó junto a otras las nociones de IoT, domótica, sensores, conectividad y supervisión remota; la metodología permitió diagnosticar las condiciones de los laboratorios existentes; y los resultados obtenidos fueron básicos para establecer los requerimientos y para el diseño de la arquitectura del prototipo. La implementación permitió llevar a la práctica parte de esta arquitectura mientras que los sensores junto con las nuevas funcionalidades incorporadas al diseño establecen una guía para seguir con su desarrollo.

La siguiente tabla presenta la trazabilidad entre los objetivos específicos y los productos concretados en el desarrollo del sistema.

Tabla 13

Trazabilidad entre objetivos específicos y productos obtenidos

Objetivo específico	Producto desarrollado	Resultado dentro de la investigación
Fundamentar teóricamente los sistemas domóticos, automatización, supervisión remota e IoT.	Fundamentos sobre arquitectura IoT, sensores, actuadores, conectividad, interfaz, control y seguridad.	Base conceptual utilizada para sustentar la propuesta.
Determinar la metodología para diagnosticar las condiciones actuales y orientar el desarrollo.	Instrumentos, dimensiones de análisis, procesamiento y triangulación de información.	Diagnóstico de las necesidades y condiciones de los laboratorios.
Establecer los requerimientos funcionales y técnicos del sistema.	Catálogo actualizado de requerimientos funcionales y técnicos, diferenciando funciones implementadas y propuestas.	Especificación de las funciones actuales y de crecimiento del prototipo.
Diseñar un sistema domótico inteligente basado en tecnologías IoT.	Arquitectura modular, cámaras, DVR, almacenamiento, SplenSSy WiFi-IR, climatización, sensores proyectados, reglas de automatización e interfaz centralizada propuesta.	Prototipo inicial de supervisión y control remoto con capacidad de ampliación hacia nuevas funciones IoT.

La trazabilidad permite comprobar que los productos desarrollados no aparecen de manera aislada dentro de la propuesta. Los requerimientos definidos

a partir del diagnóstico orientaron la selección de los componentes y las funciones del prototipo. Al mismo tiempo, la actualización de la arquitectura permitió incorporar los elementos necesarios para aumentar posteriormente su nivel de automatización, manteniendo una diferencia clara entre lo que fue implementado y lo que permanece como ampliación.

4.9. Discusión de los resultados

La configuración definida confirma la pertinencia de integrar tecnologías de supervisión y control remoto para transformar funciones tradicionalmente presenciales en capacidades de gestión a distancia. Las cámaras aportan el componente de observación del entorno y el concentrador Splenssy incorpora la posibilidad de actuar sobre un equipo físico mediante órdenes remotas. Esta relación coincide con el principio de arquitectura IoT descrito por Sánchez et al. (2024), en el que los dispositivos de campo, la conectividad, el procesamiento y la interfaz se articulan para convertir información o instrucciones en acciones operativas.

La selección de dos cámaras se relaciona con la dimensión de seguridad física planteada en el marco teórico. Vardakis et al. (2024) señalan que los sistemas inteligentes conectados deben considerar simultáneamente la protección del entorno físico y la protección lógica de los recursos digitales. En la solución, la supervisión visual se complementa con credenciales, control de usuarios e identificación diferenciada de canales, de manera que la incorporación del acceso remoto no implique disponibilidad indiscriminada de las funciones.

La relación de control remoto del aire acondicionado con el uso eficiente de los recursos tecnológicos se pone de manifiesto en los argumentos que ofrecen Baque et al. (2025), quienes muestran el valor de la climatización, la seguridad y el control inteligente integrados en soluciones domóticas, además de Peña e Ibarra (2024), quienes expresan que ésa es la esencia de la automatización, es decir, hacer adecuar el funcionamiento de los recursos a las necesidades de uso. En el prototipo este principio se da mediante la posibilidad de poner el aire acondicionado en funcionamiento, de pararlo o de reajustarlo sin depender exclusivamente de la presencia física de la persona responsable.

La propuesta sigue una lógica de implementación gradual. En lugar de introducir desde el primer momento una cantidad excesiva de dispositivos se

comenzó trabajando con funciones concretas de videovigilancia y control remoto de climatización; de esta manera se puede ir generando una base funcional con la que, posteriormente y a partir de esta, realizar una ampliación con nuevos dispositivos como sensores de temperatura y movimiento. De este modo el crecimiento del sistema tiene respuesta a necesidades identificadas y no a la mera inclusión de tecnología carente de una función definida.

Desde la perspectiva de interfaz, la implementación actual mantiene separados los accesos correspondientes a videovigilancia y climatización. Aunque esta organización permite operar cada subsistema de acuerdo con sus características, también muestra la conveniencia de disponer posteriormente de un entorno centralizado. Fenocchio et al. (2023) destacan que la utilidad de una interfaz depende de traducir la complejidad técnica en operaciones comprensibles. Por esta razón, el *dashboard* propuesto busca reunir progresivamente los accesos, estados y alertas principales sin eliminar necesariamente las aplicaciones propias de cada dispositivo.

a incorporación de TEMP-01 y PIR-01 dentro del diseño amplía el componente IoT de la propuesta porque introduce la posibilidad de obtener información directamente del entorno. Existen notorias diferencias con respecto al control remoto, aquí donde la acción es una interoperación a partir de una instrucción del usuario. En el caso de los sensores la información generada posterior los mismos puede ser utilizada como entrada para reglas de automatización. En este sentido, el sensor de temperatura se relaciona con una posterior gestión de la climatización en función de las condiciones ambientales, y el sensor de movimiento permite establecer alertas asociadas a la presencia fuera de horarios predefinidos. Al tratarse de componentes no instalados, estas funciones deben entenderse como posibilidades técnicamente planteadas y no como resultados comprobados.

En conjunto, los resultados muestran que el trabajo desarrollado constituye una primera etapa funcional sobre la cual puede continuar creciendo el sistema. Las cámaras, el DVR, el almacenamiento, el control remoto de la climatización son los elementos implementados, mientras que los sensores, las reglas de automatización y la interfaz centralizada son la siguiente etapa de progreso. Por esa razón, el modelo es un prototipo modular y escalable y no una solución de domótica completa y acabada; esta delimitación permite valorar los resultados

obtenidos sin la atribución de funciones al sistema que aún hay que implementar y comprobar.

CONCLUSIONES

La fundamentación teórica permitió comprender los principales elementos relacionados con Internet de las Cosas (IoT), los sistemas domóticos, la automatización, los sensores, los actuadores, la conectividad y la supervisión remota. A partir de esta revisión se estableció la base necesaria para orientar el desarrollo de una solución tecnológica aplicable al laboratorio, considerando no solo el control a distancia de determinados equipos, sino también la posibilidad de incorporar dispositivos capaces de obtener información directamente del entorno.

El análisis que se llevó a cabo en los laboratorios permitió detectar las necesidades que pueden dar lugar a elaborar el diagnóstico necesario para contar con una supervisión del espacio y del control de los equipos, así como de la seguridad y de la disponibilidad de los mecanismos de acceso remoto. La información que arrojaron las técnicas de análisis y los instrumentos de obtención de datos sirvió para calcular las condiciones de las que partíamos en todo momento y para ayudar a, posteriormente, determinar los requerimientos del sistema. Mantuvimos una relación directa entre las necesidades encontradas y las decisiones que se tomaban en el desarrollo de la propuesta.

Los requerimientos funcionales y técnicos permitieron definir los componentes y funciones necesarios para estructurar el prototipo. En la etapa implementada se consideraron las cámaras Hikvision, el DVR, la unidad de almacenamiento, la infraestructura de comunicación y el concentrador Splenssy WiFi-IR para el control remoto del aire acondicionado. Además, la actualización de los requerimientos permitió incorporar al diseño un sensor de temperatura y un sensor de movimiento, junto con reglas de automatización y una interfaz centralizada como elementos previstos para ampliar posteriormente las capacidades del sistema.

El diseño y la ejecución propiciaron disponer de una plataforma de vigilancia y control remoto inicial basada en tecnologías IoT. Las verificaciones ejecutadas permitieron validar el funcionamiento del sistema de vídeo vigilancia, el almacenamiento de las imágenes, así como el control remoto del aire acondicionado mediante los componentes instalados. Los sensores de temperatura y de movimiento no se implementaron en esta etapa, por lo que sus funcionalidades son mantenidas dentro de la ampliación a realizar. Por lo tanto, el

resultado obtenido corresponde a un prototipo modular y extensible, con opciones para continuar evolucionando hacia un sistema domótico con niveles más superiores de automatización.

RECOMENDACIONES

Se sugiere seguir avanzando en la aplicación de tecnología IoT en los laboratorios con una introducción gradual de dispositivos de censado, control y comunicación. La ampliación de la inclusión de dispositivos de censado, control y comunicación tiene que hacerse en función de las necesidades reales de los espacios y de su propia compatibilidad con la arquitectura desarrollada, de manera que se pueda continuar utilizando la parte de los elementos que ya se hayan instalado.

Se sugiere mantener actualizado el diagnóstico de las condiciones tecnológicas de los laboratorios antes de realizar nuevas ampliaciones. Los cambios en infraestructura, conectividad, equipos y formas de uso pueden generar nuevos requerimientos, por lo que resulta conveniente revisar periódicamente las necesidades de supervisión, seguridad y automatización antes de incorporar nuevos dispositivos.

Se propone la implementación física del sensor de temperatura y del sensor de movimiento especificados en el diseño revisado, así como las necesarias pruebas a realizar antes de emplear sus funciones como parte operativa del sistema. Después se deberán configurar las reglas de automatización para el control de climatización de acuerdo con los niveles de temperatura y para la generación de alertas ante eventos de movimiento bajo determinadas condiciones a implementar de forma previa.

Se aconseja seguir con la evolución del prototipo mediante una interfaz centralizada que permita la consulta de cámaras, climatización, sensores y alertas en un mismo entorno. Tal evolución ha de ir acompañada del mantenimiento preventivo de los equipos, gestión adecuada de los usuarios y credenciales, protección de la información y pruebas funcionales de forma periódica. En etapas posteriores puede considerarse la evaluación de funciones relativas a la iluminación, control de acceso, monitorización energética o bien otros sensores medioambientales.

REFERENCIAS

- Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones [ARCOTEL]. (2025). *Boletín estadístico: cierre de año 2024*. Obtenido de Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones [ARCOTEL]: https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/Boletin-cierre-2024_compressed-1.pdf
- Agencia Internacional de Energía [AIE]. (2023). *Buildings*. Autor: *International Energy Agency*. Obtenido de Agencia Internacional de Energía [AIE], : <https://www.iea.org/energy-system/buildings>
- Ahmed, S. K. (2024). How to Choose a Sampling Technique and Determine Sample Size for Research: A Simplified Guide for Researchers. *Oral Oncology Reports*, 12, 100662. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772906024005089>
- Angulo, L., & Rivera, K. (2023). *Diseño de un sistema domótico centralizado con comunicación inalámbrica mediante el uso de sistemas embebidos, con pantalla de operador y tecnología IoT, para el proyecto de laboratorio de domótica e Inmótica de la FIEC*. ESPOL. FIEC, Guayaquil.
- Antony, J., Sony, M., Lameijer, B., Bhat, S., Jayaraman, R., & Gutierrez, L. (2024). Towards a Design Science Research (DSR) Methodology for Operational Excellence (OPEX) Initiatives. *The TQM Journal*, 36, 2383–2397. Obtenido de <https://www.emerald.com/tqm/article/36/8/2383/1221064/Towards-a-design-science-research-DSR-methodology>
- Arango, P., & Garcia, Y. (2022). Internet de las cosas en el ámbito de la atención médica: tendencias y desafíos. *Revista Cubana de Informática Médica*, 14.
- Arias Valencia, M. M. (2022). Principles, Scope, and Limitations of the Methodological Triangulation. *Investigación y Educación en Enfermería*, 40, e03. Obtenido de https://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-53072022000200003&script=sci_abstract
- Baque, K., Otoya, E., & Contreras, J. (2025). Implementación de un módulo de aprendizaje domótico para el control inteligente de iluminación, climatización y seguridad. *PesagoraMD*, 3.

- Barroga, E., Matanguihan, G. J., Furuta, A., Arima, M., Tsuchiya, S., Kawahara, C., . . . Izumi, M. (2023). Conducting and Writing Quantitative and Qualitative Research. *Journal of Korean Medical Science*, 38, e291. Obtenido de <https://jkms.org/DOLx.php?id=10.3346%2Fjkms.2023.38.e291>
- Cepeda, C., Anchatipán, A., & Osorio, W. (2025). Estudio de sistemas inteligentes basados en sensores IoT para la optimización de riego en cultivos agrícolas. *Horizon International Journal*, 3, 51–70.
- Chávez, C., Loor, M., & Cedeño, R. (2025). Plataformas de comunicación y gestión de energía en sistemas rurales con IoT: Artículo Original. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología (RIEMAT)*, 10, 30–44.
- Chen, Y., Zhang, H., & Zhong, S. (2024). Design and implementation of smart home system based on IoT. *Results in Engineering*, 24(103410). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123024016621>
- Chiang, L., Martínez, A., & Cañizares, J. (2024). Propuesta de diseño de sistema domótico para hoteles basado en hardware abierto y tecnología IoT. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 17, 1–20.
- Chico, A., Galarza, J., Paredes, R., & Cruz, W. (2024). Prototipo electrónico para internet de las cosas en viviendas inteligentes. *Journal of Science and Research*, 9, 157–172.
- Chiriboga, G. (2025). El estado del arte de la integración de sistemas inteligentes en la edificación y su impacto en la eficiencia energética. *REICIT*, 4, 169–182.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2024). *CEPAL lanzó Observatorio de Desarrollo Digital para contribuir a la transformación digital de América Latina y el Caribe*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: <https://www.cepal.org/es/comunicados/cepal-lanzo-observatorio-desarrollo-digital-contribuir-la-transformacion-digital-america>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2024). *Superar las trampas del desarrollo de América Latina y el Caribe en la era digital: el potencial transformador de las tecnologías digitales y la inteligencia artificial*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: https://conferenciaelac.cepal.org/9/sites/elac9/files/s2401013_es.pdf

- Contreras, J., & España, A. (2024). Sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales en un ambiente laboral. *Revista Social Fronteriza*, 4, e41117–e41117.
- Cundapi, J., Villalobos, J., Camacho, B., Hernández, R., Hernández, R., & Hernández, A. (2024). Sistema inteligente de detección de fallas en paneles solares usando una plataforma basada en IoT. *Tendencias en energías renovables y sustentabilidad*, 3, 121–124.
- Dahal, N., Neupane, B. P., Pant, B. P., Dhakal, R. K., Giri, D. R., Ghimire, P. R., & Bhandari, L. P. (2024). Participant Selection Procedures in Qualitative Research: Experiences and Some Points for Consideration. *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, 9, 1512747. Obtenido de <https://www.frontiersin.org/journals/research-metrics-and-analytics/articles/10.3389/frma.2024.1512747/full>
- Estrada, R., Hernández, A., Aguilar, D., & Pérez, J. (2024). Sensores y tipos de sensores. *TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río*, 11, 50–52.
- Fenocchio, D., Popovich, M., Kuzman, M., & Rivera, R. (2023). DomoHome: un sistema domótico inteligente. *XXVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)*. La Rioja.
- Freire, L., Castillo, J., Zambrano, X., Corrales, B., & Naranjo, J. (2024). Sistemas domóticos como estrategia para la seguridad barrial. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 417–427.
- Guijo, T., & Villanueva, G. (2023). *Desarrollo de un sistema inteligente IDS/IPS/IRS usando ML en una infraestructura IoT para agricultura de precisión*. ESPOL. FIEC, Guayaquil.
- Hess, D. R. (2023). Observational Studies. *Respiratory Care*, 68, 1585–1597. Obtenido de <https://journals.sagepub.com/doi/10.4187/respcare.11170>
- Huilcapi, A., Mazacón, N., Goyes, G., & Valero, E. (2025). Fusión de tecnologías: Integración de IoT e inteligencia artificial para sistemas autónomos. *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 10.
- Humar, E., Libutti, L., Medina, S., & Montezanti, D. (2024). Arquitectura de software para los nodos sensores en un sistema distribuido para el control de la eficiencia energética. *XXX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)*.

- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2025). *Tecnologías de la Información y Comunicación-TIC*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/tecnologias-de-la-informacion-y-comunicacion-tic/>
- Kania, N., Kusumah, Y. S., Dahlan, J. A., Nurlaelah, E., Gürbüz, F., & Bonyah, E. (2024). Constructing and Providing Content Validity Evidence through the Aiken's V Index Based on the Experts' Judgments of the Instrument to Measure Mathematical Problem-Solving Skills. *REID (Research and Evaluation in Education)*, 10, 64–79. Obtenido de <https://scholarhub.uny.ac.id/reid/vol10/iss1/5/>
- Latorre, L., Rego, E., & Lorenzo, L. (2025). *Reporte de tecnología: Internet de las cosas*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Reporte-de-tecnologia-internet-de-las-cosas.pdf>
- Martín, M. (2022). Gestión del conocimiento en sistemas domóticos. *Vetec Revista Académica de Investigación, Docencia y Extensión de las Ciencias Veterinarias*, 3, 71–72.
- Mateo, V. (2023). Integración de sensores y actuadores inteligentes en la Industria 4.0: la tecnología IO-Link. *Economía industrial*, 161–170.
- Mendez-Monroy, P. E., Cruz May, E., Jiménez Torres, M., Gómez Hernández, J. L., Canto Romero, M., Sánchez Domínguez, I., . . . Bassam, A. (2022). Sistema IoT para la monitorización eléctrica y ambiental continua en la vivienda social mexicana evaluado bajo condiciones climáticas tropicales. *Journal of Sensors*, 20.
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2022). *Agenda de Transformación Digital del Ecuador 2022-2025*. Obtenido de Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información: <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Agenda-transformacion-digital-2022-2025.pdf>
- Ochoa, N., Guevara, S., & Martínez, P. (2023). Big Data y áreas de oportunidad para la proyección del Sistema Inteligente de Transporte en Bogotá, Colombia. *RHS: Revista Humanismo y Sociedad*, 11, 6.

- Ordoñez-Pacheco, Á. (2025). Metodología de la Investigación Metodología académica con aplicación a las investigaciones sociales: enfoques, tipos, métodos y diseños. *Sociedad & Tecnología*, 8(2), 335-357.
- Palacios, E., Gámez, J., & Casados, J. (2026). La domótica como escenario de aprendizaje basado en proyectos: implementación de un prototipo residencial inteligente en la UTALT. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 10, 688–708.
- Palacios, L., Rodríguez, M., Molina, J., & Franco, V. (2025). El Internet de las cosas en la agricultura. *Polo del Conocimiento*, 10, 766–778.
- Peña, F., & Ibarra, F. (2024). Implementación de tecnologías IoT para la reducción del consumo energético en oficinas inteligentes mediante el control de la iluminación. *Revista de ciencias tecnológicas*, 7.
- Perdomo, É. (2023). Sistema Inteligente de automatización, monitoreo y control de invernaderos mediante uso de IoT y el microcontrolador ESP-32 con aplicación de aprendizaje automático. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*.
- Proudfoot, K. (2023). Inductive/Deductive Hybrid Thematic Analysis in Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 17, 308–326. Obtenido de <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/15586898221126816>
- Quijije, Á., Barzola, J., Mena, E., & Montoya, L. (2026). Sistema de monitoreo remoto de magnitudes eléctricas basado en protocolos de comunicación IoT (Internet de las Cosas). *Ingeniería e Innovación*, 14.
- Ríos, V., Barrón, A., Guzmán, M., Rosas, P., & Pérez, J. (2023). Enseñanza de sistemas embebidos en robótica y sistemas inteligentes por medio de prácticas (teaching of embedded systems in robotics and intelligent systems through practices). *Pistas Educativas*, 44.
- Rosales, M. (2026). Sistemas domóticos asistidos por IA, contribución a la sustentabilidad desde el diseño. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, 49–65.
- Sánchez, D., García, A., Zuleta, E., Casas, J., Londoño, L., & Rua, M. (2024). Desarrollo de una arquitectura IoT para monitoreo ambiental: Integración de tecnologías de código abierto con proyección de aplicación en el sector

- minero. *DYNA: revista de la Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín*, 91, 163–168.
- Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación [SENESCYT]. (2024). *Oferta Académica Vigente de las Instituciones de Educación Superior*. Obtenido de Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación [SENESCYT]: <https://siau.senescyt.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/Matriz-referencial-de-carreras-TIC-IES-particulares.pdf>
- Shokrollahi, A., Persson, J. A., Malekian, R., Sarkheyli-Hägele, A., & Karlsson, F. (2024). Monitorización pasiva de ocupación basada en sensores infrarrojos en edificios inteligentes: una revisión de metodologías y enfoques de aprendizaje automático. *Sensores*, 24(5), 1533. doi:<https://doi.org/10.3390/s24051533>
- Solano, J., Solano, S., Ortega, R., Osorio, D., & Ávila, M. (2022). Diseño de un sistema con tecnologías domóticas para el control de acceso en espacios inteligentes. *FORO DE ESTUDIOS DE GUERRERO*, 9, 327–338.
- Syaputra, F. R. (2023). La utilización del IoT en el monitoreo en tiempo real de temperatura y humedad mediante microcontrolador: una revisión bibliográfica. *Revista de Física Computacional y Ciencias de la Tierra (JoCPES)*, 3(2), 65-73. doi:<https://doi.org/10.63581/JoCPES.v3i2.05>
- Taherdoost, H. (2022). What Are Different Research Approaches? Comprehensive Review of Qualitative, Quantitative, and Mixed Method Research, Their Applications, Types, and Limitations. *Journal of Management Science & Engineering Research*, 5, 53–63. Obtenido de <https://journals.bilpubgroup.com/index.php/jmser/article/view/4538>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2024). *Facts and Figures 2024: Internet use*. Obtenido de Unión Internacional de Telecomunicaciones: www.itu.int/itu-d/reports/statistics/2024/11/10/ff24-internet-use/
- Vardakis, G., Hatzivasilis, G., Koutsaki, E., & Papadakis, N. (2024). Review of Smart-Home Security Using the Internet of Things. *Revista: Electronics*, 13(16). Obtenido de <https://www.mdpi.com/2079-9292/13/16/3343>
- Vargas, L., Borges, J., Pacheco, J., Cruz, H., Balcorta, T., & Galán, I. (2024). Análisis de Revisión Sistemática de la Aplicación de Algoritmos de Aprendizaje Automático en Sistemas de Detección de Intrusión en Internet

- de las Cosas para Ciudades Inteligentes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8, 11500–11517.
- Vasquez, J., Arroyo, M., Maguiña, M., Asto, M., Quincho, L., & Cabrera, A. (2023). Tecnologías Del Internet De Las Cosas Aplicadas En La Cadena De Suministro. Una Revisión Sistemática. *Gestión de Operaciones Industriales*, 2, 8–26.
- Wasti, S. P., Simkhada, P., van Teijlingen, E. R., Sathian, B., & Banerjee, I. (2022). The Growing Importance of Mixed-Methods Research in Health. *Nepal Journal of Epidemiology*, 12, 1175–1178. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9057171/>
- Zambrano, J., & Ordoñez, R. (2024). Incidencia de la inteligencia artificial en sistemas domóticos residenciales.: Incidence of artificial intelligence in residential home automation systems. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 5, ág-345.
- Ziafati Bafarasat, A., Oliveira, E., & Gowe, A. (2023). A Researcher Companion of Data Collection and Validation Methods. *Urban Resilience and Sustainability*, 1, 91–106. Obtenido de <https://www.aimspress.com/article/doi/10.3934/urs.2023007?viewType=HTML>

ANEXOS

Anexo A

Guía de entrevista semiestructurada

Título: Entrevista sobre las necesidades de automatización y supervisión remota de los laboratorios de las carreras técnicas

Introducción

La presente entrevista tiene como finalidad recopilar información sobre las condiciones operativas y tecnológicas de los laboratorios de las carreras técnicas, así como identificar necesidades relacionadas con automatización, monitoreo, conectividad, seguridad, eficiencia y facilidad de uso. La información obtenida será utilizada exclusivamente con fines académicos y contribuirá a establecer los requerimientos funcionales y técnicos del sistema domótico inteligente basado en tecnologías IoT. La participación es voluntaria y las respuestas serán tratadas de manera confidencial, sin divulgar datos personales ni información institucional sensible.

Objetivo

Identificar las necesidades, dificultades, prioridades y requerimientos de los usuarios relacionados con la automatización, supervisión remota, conectividad, seguridad y gestión eficiente de los laboratorios de las carreras técnicas.

Datos generales

Cargo o función:

Relación con el laboratorio:

Laboratorio o área:

Tiempo de vinculación con el laboratorio:

Preguntas

1. ¿Cuáles son los principales problemas o dificultades que se presentan actualmente en la operación, supervisión y control de los equipos e instalaciones del laboratorio?

2. ¿Qué equipos, dispositivos o actividades del laboratorio considera necesario automatizar y qué beneficios operativos se obtendrían mediante dicha automatización?
3. ¿Qué variables, condiciones o eventos deberían monitorearse en tiempo real y qué situaciones deberían generar alertas automáticas para los responsables del laboratorio?
4. ¿Qué dificultades de conectividad, cobertura, estabilidad de red o comunicación entre dispositivos podrían afectar el funcionamiento de un sistema domótico basado en tecnologías IoT?
5. ¿Qué medidas de seguridad física y digital deberían incorporarse para controlar el acceso, proteger la información y evitar la manipulación no autorizada de los dispositivos?
6. ¿Qué características debería presentar la interfaz de monitoreo y control para facilitar su utilización, mantenimiento y administración por parte de los usuarios responsables?



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Rey Duran, Luis Miguel**, con C.C: # 0927546937 autor del trabajo de titulación: **Desarrollo de un sistema domótico inteligente para automatización y supervisión remota de los laboratorios de las carreras técnicas mediante tecnologías IoT**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Telecomunicaciones** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 4 de septiembre del 2026

f. _____

Nombre: **Rey Duran, Luis Miguel**
C.C: **0927546937**



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Desarrollo de un sistema domótico inteligente para automatización y supervisión remota de los laboratorios de las carreras técnicas mediante tecnologías IoT.		
AUTOR(ES)	Rey Duran, Luis Miguel		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Peñafiel Olivo, Kety Jenny, MsC.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad técnica para el desarrollo		
CARRERA:	Telecomunicaciones		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	4 de septiembre del 2026	No. DE PÁGINAS:	112
ÁREAS TEMÁTICAS:	Domótica, Laboratorio técnico, IoT.		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Sistematización, automatización, supervisión, climatización, control, seguridad.		
RESUMEN/ABSTRACT:	El presente estudio tuvo como finalidad concebir un sistema domótico inteligente fundamentado en las tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) orientado a incrementar la automatización y la supervisión en remoto de los laboratorios de las carreras técnicas. La investigación se ejecutó con un enfoque mixto, mediante la observación directa, entrevistas y revisión documental para diagnosticar las condiciones de infraestructura, conectividad, seguridad y control existentes. A partir de los resultados se determinan los requisitos funcionales y técnicos que guiaron tanto el diseño como la puesta en marcha del prototipo. La solución elaborada integró cámaras Hikvision, un DVR con unidad de almacenamiento y un concentrador Splenssy WiFi-IR para controlar en remoto el aire acondicionado.		
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-0995744461	E-mail: luis.rey@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ricardo Xavier Ubilla Gonzalez		
	Teléfono: +593-4-0999528515		
	E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			