

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**CREACIÓN DE UN PROTOTIPO ENFOCADO A LA GESTIÓN DE
EDIFICIOS INTELIGENTES**

**Diseño e implementación de la interfaz visual y funcionalidad del
tablero de gestión de edificios inteligentes**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
SOFTWARE**

ANDREA FERNANDA GARCÉS PROAÑO

andrea.garces@epn.edu.ec

DIRECTOR: MARCO POLO SÁNCHEZ, PhD.

marco.sanchez@epn.edu.ec

DMQ, julio 2024

CERTIFICACIONES

Yo, ANDREA FERNANDA GARCÉS PROAÑO, declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

ANDREA FERNANDA GARCÉS PROAÑO

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por ANDREA FERNANDA GARCÉS PROAÑO, bajo mi supervisión.

MARCO POLO SÁNCHEZ, PhD.
DIRECTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

ANDREA FERNANDA GARCÉS PROAÑO

MARCO POLO SÁNCHEZ AGUAYO

WILLIAN JACOB RIVERA MERA

DAMIÁN JOSUE SUAREZ GARCÍA

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico:

A mis padres, quienes han estado a mi lado durante todos mis logros académicos y personales.

A mi familia, por su constante apoyo y paciencia, por entender mis ausencias y sacrificios.

A mis compañeros, por la amistad sincera que me han brindado.

A mis maestros, por su guía y motivación.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de este trabajo.

A mis padres Pablo y Katy, y a mi familia, por su presencia y el interés que han mostrado en cada paso de mi carrera. Desde las pequeñas victorias hasta los desafíos más grandes, me han hecho sentir verdaderamente acompañada. La motivación que han sembrado en mí, hoy me permite alcanzar esta meta.

A mi director de TIC, el Dr. Marco Sánchez, por su paciencia, dedicación y por haber estado siempre presente con nuevas ideas y sugerencias. Su guía y experiencia han sido invaluable para el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos, por haber estado siempre a mi lado y por brindarme momentos de alegría que han hecho este camino más llevadero. Su apoyo ha sido un refugio en los momentos de mayor presión.

A la Escuela Politécnica Nacional, por abrirme sus puertas y permitirme crecer en sus aulas. Agradezco profundamente la formación que he recibido y los recursos brindados por esta prestigiosa institución.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a todas aquellas personas que, de una u otra manera, han contribuido a la realización de este proyecto. Aunque no estén mencionadas específicamente aquí, les extiendo mi más sincero agradecimiento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen	1
Abstract	2
1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 Descripción del proyecto	3
1.2 Descripción del componente desarrollado	3
1.3 Objetivo general	4
1.4 Objetivos específicos	4
1.5 Alcance	5
1.6 Marco teórico	6
1.6.1 Internet of Things	6
1.6.2 Smart Buildings	7
1.6.3 Tuya IoT Platform	8
2 METODOLOGÍA	10
2.1 Revisión Sistemática de la Literatura	10
2.2 Encuesta	12
2.3 Desarrollo del dashboard	21
2.3.1 Metodología Kanban	21
2.3.2 Selección de dispositivos IoT	22
2.3.3 Arquitectura	25
2.3.4 Base de Datos	28
2.3.5 Desarrollo con Flask	30
2.4 Integración de los componentes	37
3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
3.1 Resultados	39
3.2 Conclusiones	40
3.3 Recomendaciones	41
4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

5 ANEXOS	I
ANEXO I	I
ANEXO II	II
ANEXO III	IV
ANEXO IV	V
ANEXO V	VII
ANEXO VI	VIII

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1 Smart Building [10]	7
1.2 Smart Building [12]	8
2.1 Importancia de la construcción de un edificio inteligente	13
2.2 Características relevantes de un edificio inteligente	14
2.3 Características que debe cumplir un edificio inteligente para ser considerado en un proyecto	15
2.4 Preferencias en las marcas de los equipos a implementar	16
2.5 Aumento de los costos debido a la implementación de tecnología IoT	17
2.6 Principales limitaciones para la implementación de tecnología IoT	18
2.7 Diagrama de casos de uso del Dashboard	20
2.8 Tablero Kanban	22
2.9 Enchufe Wi-Fi	23
2.10 Foco LED Smart+ Wi-Fi Ledvance	24
2.11 Wi-Fi + Bluetooth light switch	24
2.12 Diagrama de arquitectura del proyecto	26
2.13 Diagrama de base de datos	29
5.1 Encuesta de percepciones y preferencias sobre edificios inteligentes Pg. 1	II
5.2 Encuesta de percepciones y preferencias sobre edificios inteligentes Pg. 2	III
5.3 Invitación al desayuno de trabajo de DAVCE	IV
5.4 Resultados de la encuesta Pg. 1	V
5.5 Resultados de la encuesta Pg. 2	VI

ÍNDICE DE CUADROS

1.1 Descripción de productos y servicios de Tuya Developer [13]	9
3.1 Medidas de eficiencia mensual en la simulación sin automatización	39
3.2 Medidas de eficiencia mensual en la simulación con automatización	39

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un prototipo de gestión de edificios inteligentes, centrándose en la creación de un tablero de gestión (dashboard). Este dashboard recopila datos de dispositivos IoT (Internet of Things) y proporciona una interfaz intuitiva para su control y monitoreo en tiempo real. La interfaz permite a los usuarios interactuar eficientemente con los diferentes elementos del edificio, facilitando la toma de decisiones informadas y la optimización del uso de recursos energéticos. Complementariamente, se incluye un modelo simulado del edificio inteligente que apoya la validación del sistema. La metodología utilizada para este desarrollo es Action Research, respaldada por una revisión de la literatura y datos obtenidos de empresas del sector de la construcción.

Palabras clave: dashboard, edificios inteligentes, IoT, gestión energética, automatización, Action Research.

ABSTRACT

This project aims to develop a smart building management prototype, focusing on the creation of a management dashboard. This dashboard collects data from IoT (Internet of Things) devices and provides an intuitive interface for their real-time control and monitoring. The interface allows users to efficiently interact with various building elements, facilitating informed decision-making and optimizing energy resource use. Additionally, a simulated model of the smart building is included to support system validation. The methodology employed for this development is Action Research, supported by a literature review and data obtained from construction sector companies.

Keywords: dashboard, smart buildings, IoT, energy management, automation, Action Research.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es crear un prototipo para la gestión de edificios inteligentes, que consta de dos componentes principales: un modelo simulado por computadora de un edificio inteligente y un tablero de gestión (dashboard). El modelo simulado permite comprender la interacción de los diferentes elementos involucrados en los procesos de gestión y automatización del edificio. Además, el dashboard facilita la adquisición y visualización de información proveniente de diversos dispositivos IoT instalados en el edificio, apoyando la toma de decisiones en los procesos de gestión.

La construcción tanto del modelo simulado como del dashboard se basa en una exhaustiva revisión de la literatura sobre la implementación de edificios inteligentes. Además, se aprovechará información proporcionada por empresas asociadas a proyectos de construcción de edificaciones para validar la confiabilidad del modelo y su potencial implementación en entornos reales.

El dashboard se diseñará e implementará teniendo en cuenta indicadores clave de rendimiento (KPI) establecidos a través de la revisión de literatura, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y encuestas realizadas a empresas del sector de la construcción.

Ambos elementos del proyecto se desarrollarán utilizando la metodología Action Research, la cual es considerada adecuada para este tipo de desarrollo.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El componente desarrollado se centra en la creación de una interfaz visual intuitiva que permite a los usuarios gestionar de manera eficiente los diferentes elementos que confor-

man un edificio inteligente. Esta interfaz facilita el control centralizado de los dispositivos IoT, permitiendo al usuario manejar la funcionalidad de cada dispositivo de forma sencilla y proporciona acceso inmediato a información actualizada y relevante para la toma de decisiones.

La integración de los datos proporcionados por los dispositivos IoT con el dashboard de gestión del edificio permite una comunicación fluida y en tiempo real entre todos los componentes que conforman el sistema. Esto permite a los usuarios monitorear constantemente el rendimiento de los sistemas del edificio, identificar áreas de mejora y optimizar el uso de recursos energéticos y la automatización.

Además, el dashboard está diseñado para presentar la información de manera clara y comprensible, utilizando gráficos y visualizaciones que facilitan su interpretación. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye con la sostenibilidad del edificio al permitir una gestión energética adecuada y permite la toma de decisiones basadas en datos precisos.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo web para la gestión de edificios inteligentes que integre múltiples dispositivos IoT, facilitando una comunicación fluida y en tiempo real. Este prototipo proporcionará a los usuarios información clave, facilitando la toma de decisiones informadas y mejorando la eficiencia operativa y energética del edificio.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar un sistema que permita la comunicación e integración de datos entre los dispositivos, la simulación y el dashboard.
- Seleccionar y configurar dispositivos IoT que sean compatibles, accesibles y eficientes para su implementación en edificios inteligentes.
- Proporcionar acceso a información actualizada y relevante a través del dashboard para apoyar la toma de decisiones informadas.

1.5 ALCANCE

El proyecto se centra en desarrollar un prototipo de dashboard para la administración de edificios inteligentes, utilizando un enfoque estructurado de desarrollo de software que abarca diversas etapas clave. Estas etapas incluyen la fase de diseño, fase de implementación y fase de evaluación, asegurando así una solución robusta y eficiente para la gestión integral de edificios inteligentes.

A. Fase de Diseño

Durante la fase de diseño, se selecciona una metodología de desarrollo de software adecuada para el proyecto. En esta etapa, se investigan y evalúan diferentes dispositivos IoT para determinar cuáles se integrarán en el sistema. Además, se definen los requisitos funcionales y no funcionales del sistema.

La fase de diseño también implica la planificación de la integración y gestión de los datos provenientes de distintas fuentes en el dashboard. Esto incluye la arquitectura de la base de datos, la estructura de comunicación entre dispositivos, y la manera en que la información se presentará de forma clara para los usuarios finales.

B. Fase de Implementación

En la fase de implementación, el enfoque está en llevar a la práctica la integración de los dispositivos IoT seleccionados con el dashboard. Se establece una comunicación fiable entre el dashboard y los dispositivos IoT, asegurando que los datos se transmitan de manera confiable y en tiempo real. Esta fase también incluye la implementación de mecanismos para el envío y la visualización de la información más relevante de los dispositivos IoT en el dashboard.

C. Fase de Evaluación

Finalmente, en la fase de evaluación, se pone a prueba la funcionalidad del dashboard mediante pruebas unitarias para asegurar su correcto funcionamiento. Según los resultados de estas pruebas, se realizan los ajustes necesarios en el diseño y la funcionalidad para perfeccionar el prototipo. Esta etapa es crucial para identificar y resolver posibles problemas, para que el sistema opere de manera eficiente y confiable.

Este proyecto abarca desde la planificación inicial y el diseño del sistema hasta su implementación práctica y la evaluación de su funcionamiento. Cada fase del desarrollo se enfoca

en asegurar que el prototipo final cumpla con los requisitos y expectativas definidos.

1.6 MARCO TEÓRICO

1.6.1 Internet of Things

El internet de las cosas (IoT) se refiere a una red de dispositivos integrados que pueden interactuar entre sí mediante su capacidad de conectarse a internet. Esto permite que los dispositivos accedan a la información en tiempo real y se comuniquen de manera más eficiente, sin necesidad de intervención humana. Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), IoT se define como una infraestructura global para la sociedad de la información, que permite servicios avanzados al interconectar cosas (físicas y virtuales) basadas en tecnologías de información y comunicación interoperables existentes y en evolución [1] [2].

Esta tecnología se encuentra en una amplia gama de productos y sistemas que aprovechan investigaciones basadas en tecnologías subyacentes como la computación en tiempo real, el aprendizaje automático, la seguridad, la privacidad, el procesamiento de señales, el análisis de grandes cantidades de datos y muchas otras [3], con el fin de ofrecer capacidades nuevas.

La implementación de esta tecnología a gran escala tiene un impacto significativo en la vida cotidiana de las personas. En el hogar, estos dispositivos pueden ser utilizados para la automatización de tareas repetitivas, mejorando la eficiencia y comodidad. En las empresas, son útiles para gestionar la seguridad y optimizar el consumo energético [4]. Además, los dispositivos IoT personales pueden ayudar al monitoreo de la salud y proporcionar asistencia a personas con discapacidades y personas mayores, permitiéndoles más independencia y una mejor calidad de vida [5]. El aumento constante de la densidad de sensores y la sofisticación del procesamiento asociado generarán un cambio cualitativo significativo en cómo trabajamos y vivimos. Realmente tendremos sistemas de sistemas que interactuarán sinérgicamente para formar servicios totalmente nuevos e impredecibles [3].

Cabe recalcar que actualmente, con la masificación que está experimentando esta tecnología, los costos se han vuelto mucho más accesibles, y cada vez más personas están implementando dispositivos IoT en su vida diaria. Esta accesibilidad ha impulsado la adopción

de IoT en diversas áreas, desde la agricultura y la industria, hasta las ciudades inteligentes, permitiendo una mayor eficiencia, sostenibilidad y seguridad [6].

1.6.2 Smart Buildings

Un edificio inteligente (Smart Building) es una infraestructura que integra una variedad de elementos tecnológicos para hacer el entorno más cómodo, seguro, sostenible y eficiente para los residentes y las empresas. Cuando un edificio incluye un sistema de gestión centralizado de los dispositivos, almacenamiento masivo de datos y análisis para facilitar y mejorar la gestión energética, se le considera un edificio inteligente [7].

La energía consumida en los edificios de los países desarrollados comprende entre el 20 % y el 40 % de su consumo total de energía y es superior al de la industria y el transporte en la Unión Europea y los Estados Unidos [8]. Los edificios inteligentes se distinguen por su gestión energética eficiente, utilizando sensores y sistemas de automatización para monitorear y controlar el consumo de energía. Esto incluye la gestión de dispositivos de iluminación, conexiones eléctricas, calefacción y otros sistemas [4]. Además, existen alternativas ecológicas que integran fuentes de energía renovable, como paneles solares, para reducir la dependencia de otros tipos de fuentes de energía no renovables.

La comodidad de los ocupantes es también un aspecto prioritario en los edificios inteligentes, por lo que debe considerarse tan importante como el ahorro de energía. Para lograrlo, es necesaria la gestión de las condiciones ambientales dentro del edificio. El monitoreo continuo y el análisis de datos relevantes son esenciales para el correcto funcionamiento de un edificio inteligente [9].

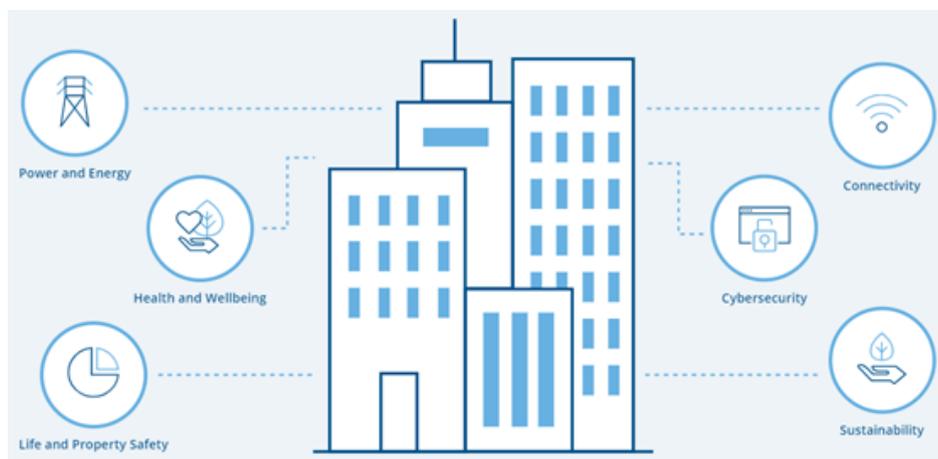


Figura 1.1: Smart Building [10]

Como se muestra en la Figura 1.1, un edificio inteligente integra múltiples elementos tecnológicos para mejorar la comodidad, seguridad y sostenibilidad.

1.6.3 Tuya IoT Platform

Tuya IoT Platform es una plataforma de desarrollo en la nube enfocada en soluciones relacionadas con el Internet de las Cosas (IoT), creada por la empresa Tuya Smart. Esta plataforma incluye herramientas especializadas para el desarrollo de productos, aplicaciones móviles, gestión de dispositivos, análisis de datos y otras operaciones relacionadas con procesos IoT. Además, se compromete a construir estándares de interconexión para facilitar el desarrollo inteligente para todo tipo de propietarios de marcas, fabricantes de equipos originales (OEM), desarrolladores, minoristas, entre otros. Basada en una nube pública desplegada en todo el mundo, la plataforma procesa cientos de millones de solicitudes e interacciones por día e interconecta dispositivos inteligentes en diversos escenarios. La plataforma ofrece una amplia gama de servicios que cubren herramientas de desarrollo de hardware, herramientas de desarrollo de aplicaciones, servicios en la nube y desarrollo de industrias inteligentes [11].

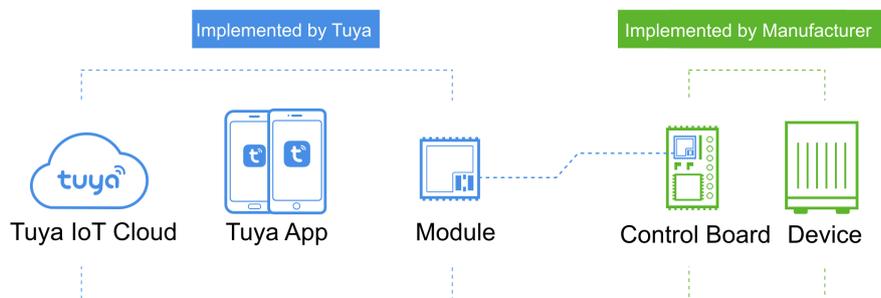


Figura 1.2: Smart Building [12]

Como se muestra en la Figura 1.2 Tuya IoT Platform incluye componentes implementados tanto por Tuya como por los fabricantes, facilitando la integración de dispositivos IoT a través de la nube, aplicaciones móviles, módulos, placas de control y dispositivos finales. Tuya Smart ofrece una API para la gestión de dispositivos IoT (tanto físicos como virtuales), que permite su registro y gestión a través de la aplicación Smart Industry, destinada a desarrolladores. Esta API proporciona información en tiempo real sobre la configuración y el estado de cada dispositivo registrado, permitiendo a los desarrolladores monitorear y modificar el estado de un dispositivo de manera remota [12].

La plataforma que provee Tuya Smart cuenta con varios productos para desarrolladores como se muestra en la Tabla 1.1

Producto	Descripción
TuyaOS	Construido sobre RTOS, Linux y Non-OS, TuyaOS es un sistema operativo inteligente distribuido y agnóstico de la plataforma.
Smart App SDK	Acelera tu proceso para desarrollar una aplicación móvil inteligente de marca.
Smart Mini App	Construye tus servicios basados en abundantes capacidades de miniaplicaciones.
IoT Core	Proporciona servicios PaaS de gestión de dispositivos durante todo el ciclo de vida, permitiéndote conectar y gestionar de manera eficiente y segura varios cientos de millones de dispositivos.
SaaS Frame	Construido sobre la filosofía de microaplicaciones e integrado con una serie de características de Smart SaaS, accesibles públicamente o de otras maneras.
Data Visualization	Se puede usar para implementar rápidamente escenarios de visualización como tableros digitales y paneles de control sobre los datos comerciales de los clientes, datos de terceros y otros datos.

Tabla 1.1: Descripción de productos y servicios de Tuya Developer [13]

2 METODOLOGÍA

El desarrollo del dashboard para la gestión de edificios inteligentes corresponde a una investigación aplicada, cuyo objetivo se centra en la resolución práctica de un problema que se ha identificado mediante la aplicación de técnicas de investigación y la metodología Action Research.

2.1 REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

En primer lugar, se recopilaron diversas fuentes bibliográficas relacionadas con “Smart Buildings”, “Internet of Things (IoT)” y “Smart Classrooms”. La inclusión de “Smart Classrooms” se debe a que en estos espacios se pueden aplicar una gran cantidad de dispositivos diferentes. Además, se buscaba que el enfoque de la investigación utilizara como ejemplo un laboratorio de la Facultad de Ingeniería de Sistemas (FIS), en caso de que hubiera la posibilidad de realizar pruebas en un ambiente real.

Después de recopilar toda la información aparentemente relevante para la investigación, se procedió a filtrar los documentos basándose en criterios específicos: se excluyeron publicaciones anteriores a 2012, se descartaron aquellos estudios con un enfoque poco significativo o alejado del tema de interés, y se eliminaron fuentes con información desactualizada que no refleja la realidad actual. Este proceso permitió reducir el número de documentos recopilados a 31 estudios de valor para el proyecto. Cada uno de estos fue revisado y agregado a un registro detallado que incluye información importante como el título, el enfoque, el año de publicación, el autor y la problemática identificada, como se muestra en el Anexo I.

La revisión sistemática de la literatura ha revelado varias tendencias y hallazgos significativos en el ámbito de los edificios inteligentes, el IoT y las aulas inteligentes, que a continuación se resumen:

- ❑ **Aumento en el uso de tecnologías IoT para la gestión de edificios inteligentes:** Los estudios resaltan una creciente adopción de sensores IoT, actuadores y dispositivos inteligentes que se integran en diversos sistemas de los edificios, como iluminación, climatización, seguridad y monitoreo de consumo energético. El uso de IoT permite la recopilación de datos en tiempo real, el control remoto y la automatización de procesos. Por ejemplo, algunos estudios describen sistemas de iluminación de emergencia controlados por IoT, así como sistemas IoT para el monitoreo de asistencia y ahorro energético en aulas.
- ❑ **Importancia de la eficiencia energética:** Dada la creciente preocupación por la sostenibilidad y el impacto ambiental, mejorar la eficiencia energética es una prioridad clave en los edificios inteligentes. Varios estudios analizan cómo las tecnologías IoT pueden contribuir a reducir el consumo de energía mediante el monitoreo en tiempo real, el control automatizado de sistemas y la optimización de procesos. Algunos trabajos destacan cómo los edificios inteligentes pueden textcolorredminimizar el uso de energía(reducir el consumo energético) al tiempo que mejoran la calidad de vida de los ocupantes.
- ❑ **Adopción de metodologías de gemelos digitales:** El concepto de gemelos digitales implica crear réplicas virtuales de los edificios y sus sistemas, lo que permite simular y optimizar su funcionamiento antes de implementar cambios físicos. Esto puede ayudar a identificar ineficiencias, probar escenarios y tomar decisiones informadas. Algunos estudios exploran cómo los gemelos digitales pueden ser una herramienta clave para lograr edificios más eficientes y sostenibles.
- ❑ **Desafíos en la interoperabilidad y la integración:** A medida que se incorporan más dispositivos y sistemas IoT en los edificios, surge el desafío de garantizar su interoperabilidad y una integración fluida. Varios estudios analizan este desafío y la necesidad de adoptar estándares y protocolos comunes para permitir que diferentes sistemas y tecnologías funcionen juntos de forma efectiva.
- ❑ **Aumento de la inteligencia en las aulas:** Existe un creciente interés en el concepto de "aulas inteligentes", donde se explora cómo la incorporación de tecnologías inteligentes puede mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, la participación de los estudiantes y la evaluación. Varios estudios se enfocan en este tema, analizando las implicaciones y beneficios de las aulas inteligentes en el ámbito educativo.

- ❑ Necesidad de soluciones accesibles y de bajo costo: Algunos trabajos abordan la necesidad de desarrollar soluciones de automatización y control de edificios inteligentes que sean accesibles y de bajo costo, especialmente para edificaciones más pequeñas. Esto implica explorar alternativas de hardware y software abierto, así como enfoques innovadores para reducir los costos de implementación.

2.2 ENCUESTA

Con base en estos resultados, se redactó una encuesta de 9 preguntas de opción múltiple que estudia las percepciones y preferencias del sector de la construcción relacionadas con los edificios inteligentes, como se muestra en el Anexo II. Las preguntas abarcaron temas como:

- ❑ Reducción potencial de costos energéticos con la implementación de tecnología
- ❑ Mejoras en la gestión del edificio mediante análisis en tiempo real de datos IoT
- ❑ Incremento en costos de construcción por incorporar tecnologías IoT y Big Data
- ❑ Ventajas más relevantes de implementar edificios inteligentes con IoT
- ❑ Preferencias sobre el uso de equipos genéricos o de marcas reconocidas para IoT
- ❑ Importancia percibida de la construcción de edificios inteligentes
- ❑ Razones para considerar un edificio inteligente
- ❑ Características deseables en la implementación de IoT
- ❑ Principales limitaciones para implementar edificios inteligentes en Ecuador

Dado que el objetivo de la encuesta era obtener información de personas relacionadas con el sector de la construcción, se logró concertar una reunión con el Dr. Gustavo Dávila, gerente general de DAVCE, una empresa especializada en la distribución de materiales para la construcción. En esta reunión, se acordó que podríamos recopilar resultados de la encuesta durante un "Desayuno de Trabajo" al que asistirían importantes figuras del sector de la construcción en Quito. Este evento se realizó en el Swissôtel Quito el miércoles 5 de julio de 2023 y obtuvimos 33 respuestas de profesionales del sector, incluyendo arquitectos, ingenieros y gerentes de proyectos. Esto se muestra en el Anexo III.

Los resultados de esta encuesta revelaron importantes percepciones y preferencias sobre edificios inteligentes en la industria de la construcción, que se resumen a continuación:

- ❑ **Aumento del uso de tecnologías IoT:** Se observa una creciente apertura al uso de tecnologías IoT en la gestión de edificios inteligentes, como se muestra en la Figura 2.1. Estos dispositivos permiten una mejor monitorización y control de los sistemas dentro del edificio, contribuyendo a la optimización de recursos y mejorando su operatividad.

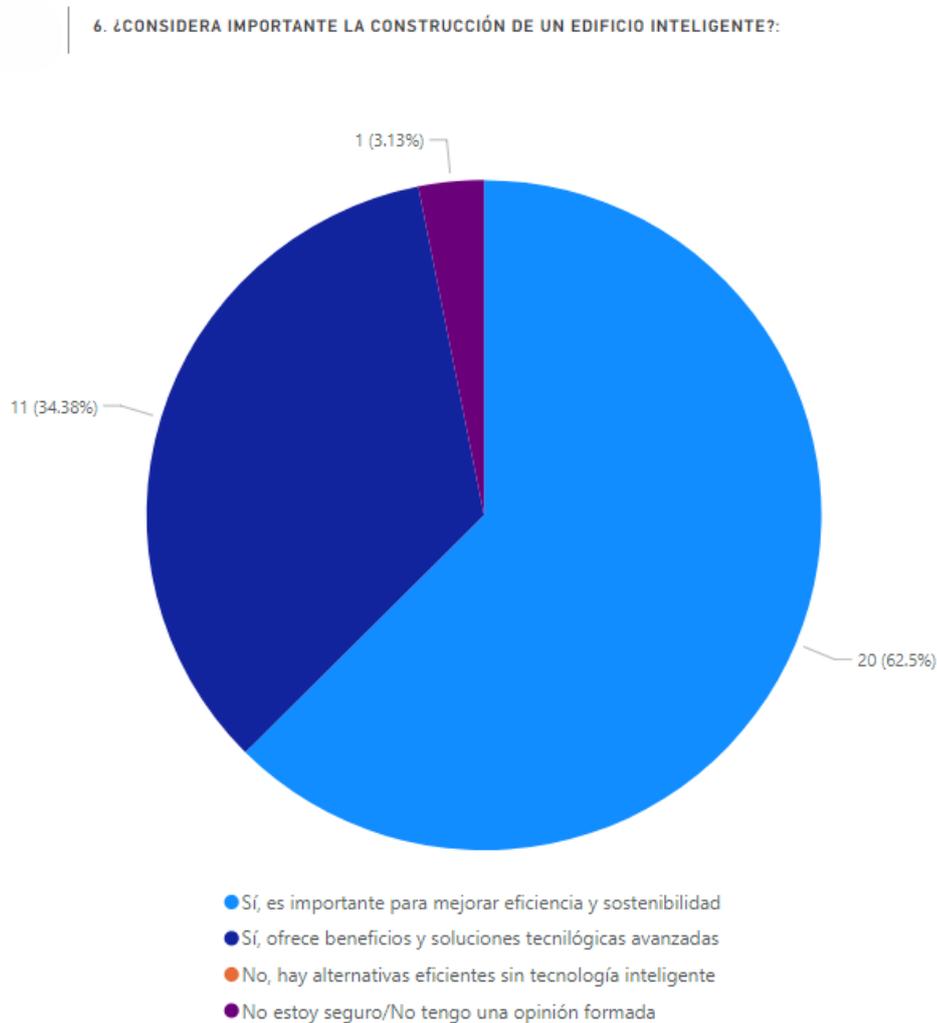


Figura 2.1: Importancia de la construcción de un edificio inteligente

- ❑ **Eficiencia energética:** La eficiencia energética se destaca como un factor crucial, como se muestra en la Figura 2.2. La mayoría de los encuestados considera la eficiencia energética como un factor clave para mejorar la sostenibilidad en sus proyectos, reflejando una creciente conciencia sobre la necesidad de reducir el consumo de energía

y contribuir al cuidado del medio ambiente. Las soluciones inteligentes están diseñadas para reducir el consumo de energía, lo que no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental sino que también resulta en un ahorro económico significativo.

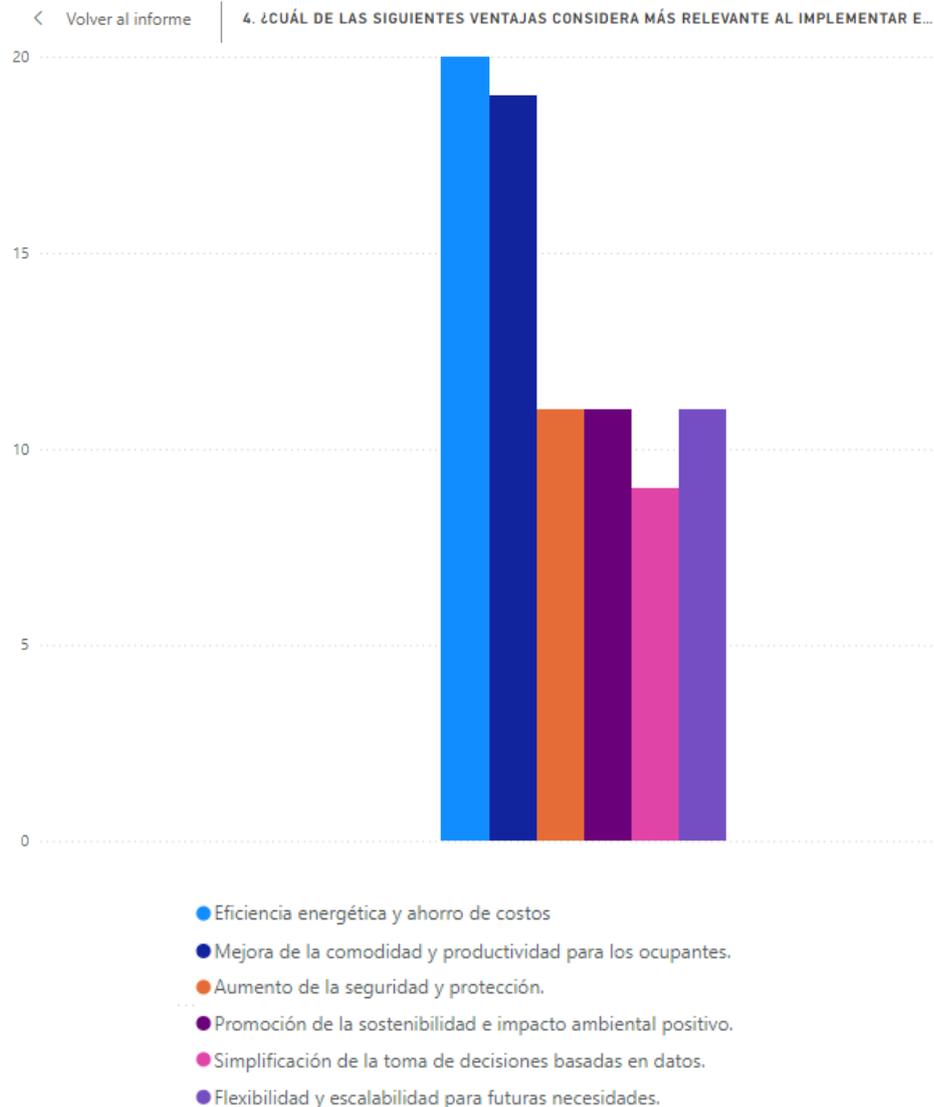


Figura 2.2: Características relevantes de un edificio inteligente

- ❑ **Importancia de la conectividad y la seguridad:** La conectividad confiable y la seguridad de los sistemas son esenciales para el funcionamiento eficiente de los edificios inteligentes, como se muestra en la Figura 2.3. Las conexiones estables y seguras permiten evitar interrupciones que puedan afectar la operatividad de los edificios.

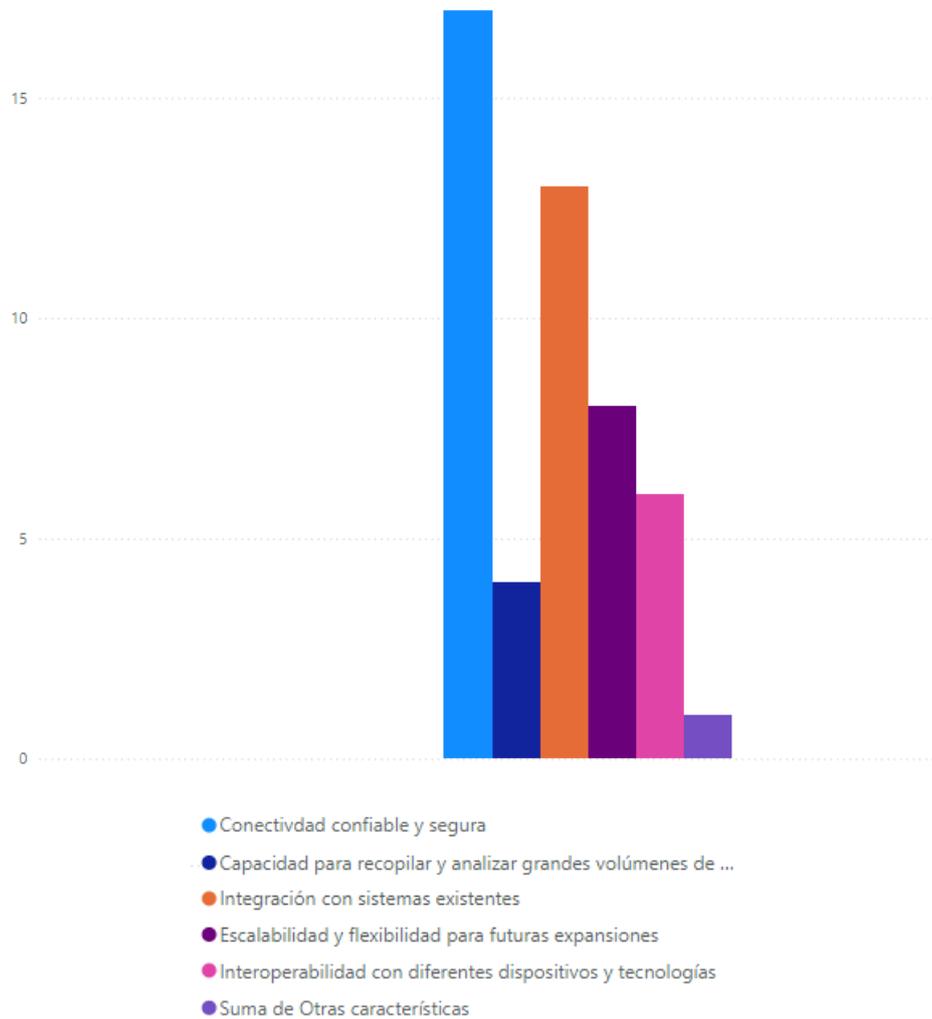


Figura 2.3: Características que debe cumplir un edificio inteligente para ser considerado en un proyecto

- ❑ Valor de las marcas reconocidas: Muchos encuestados expresaron una preferencia por productos de marcas reconocidas, como se muestra en la Figura 2.4, sugiriendo una alta confianza en la calidad y fiabilidad de estas marcas en la entrega de tecnologías inteligentes. Las empresas constructoras tienden a optar por proveedores con una reputación establecida.

5. PARA LA INCORPORACIÓN DE IOT PARA CONVERTIR UN EDIFICIO INTELIGENTE, CONSIDERE...

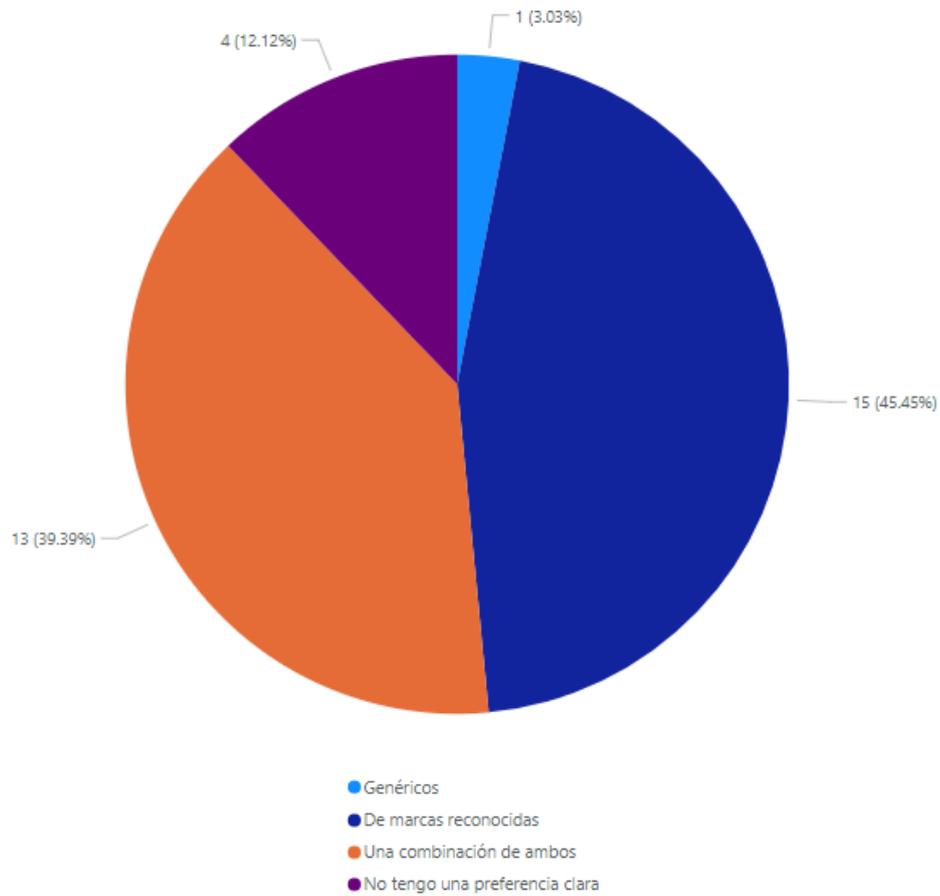


Figura 2.4: Preferencias en las marcas de los equipos a implementar

- ❑ Retorno de inversión y costos: Aunque la eficiencia energética es valorada, los estudios señalan que el costo de la implementación y el retorno de inversión son consideraciones importantes, como se muestra en la Figura 2.5 y en la Figura 2.6. Las empresas evalúan cuidadosamente los costos asociados con las tecnologías inteligentes, buscando soluciones que sean económicamente rentables a largo plazo.

3. CONSIDERA QUE LA INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍA (IOT, BIG DATA) PUEDE AUMENTAR ...

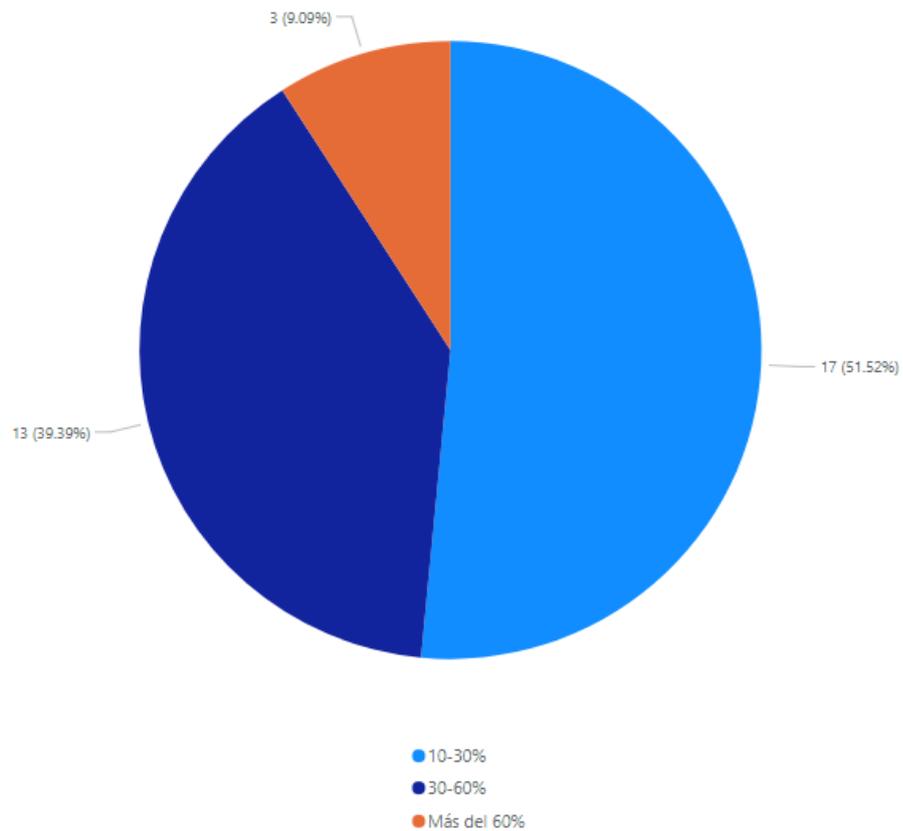


Figura 2.5: Aumento de los costos debido a la implementación de tecnología IoT

- Educación y capacitación en IoT: Se identificó una limitación generalizada en cuanto al conocimiento y comprensión de la tecnología IoT entre los profesionales del sector, como se muestra en la Figura 2.6, resaltando la importancia de proporcionar más educación en esta área.

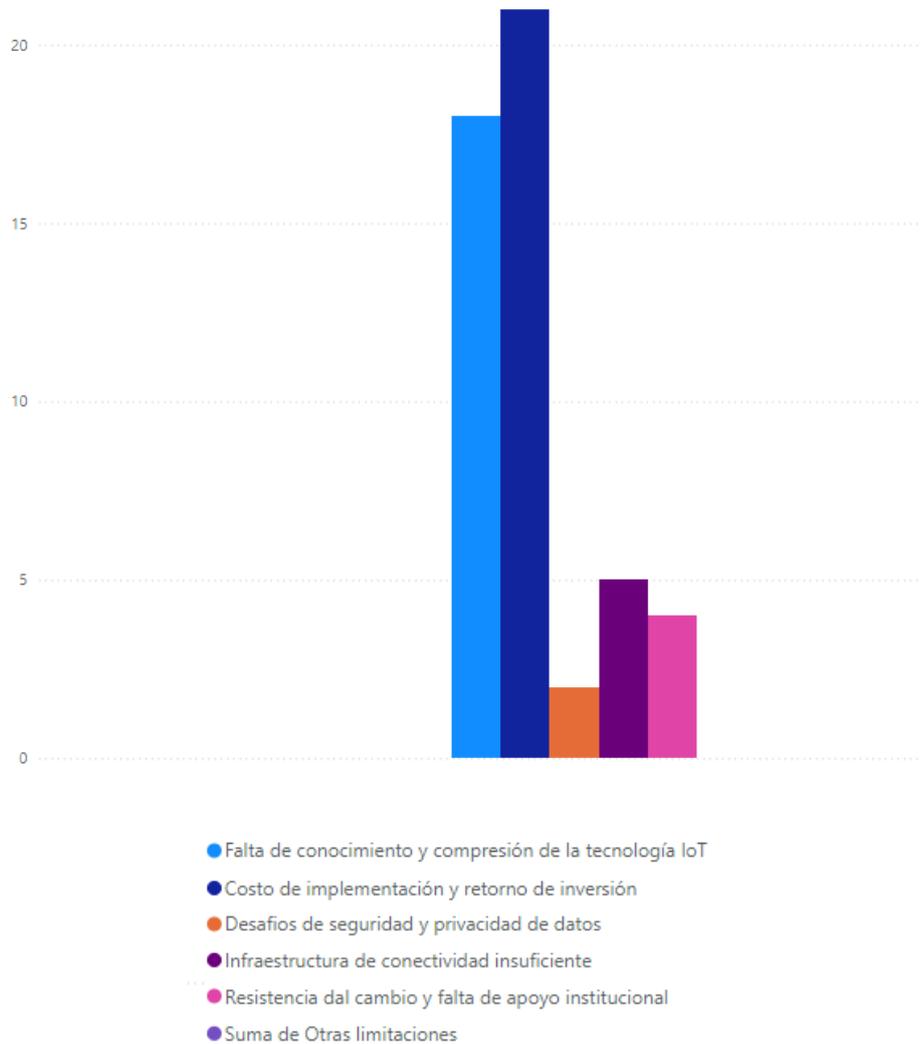


Figura 2.6: Principales limitaciones para la implementación de tecnología IoT

El documento completo del análisis de resultados se encuentra en el Anexo IV.

Estos resultados sirvieron para determinar las necesidades del sector en relación a la implementación de tecnología IoT y permitieron establecer los requerimientos para el proyecto que se muestran a continuación.

☐ **Requerimientos Funcionales:**

✧ **Autenticación:**

- Los usuarios deben poder autenticarse en el dashboard utilizando sus credenciales para poder visualizar sus dispositivos.

- ◇ Visualización de dispositivos IoT:
 - El dashboard debe mostrar una lista de los dispositivos IoT asociados a la cuenta del usuario.
 - El dashboard debe proporcionar información del estado de cada dispositivo.
- ◇ Control de dispositivos IoT:
 - Los usuarios deben poder controlar el estado de los dispositivos IoT directamente desde el dashboard.
 - Se deben proporcionar controles intuitivos para facilitar la interacción entre el usuario y los dispositivos.
- ◇ Recopilación y visualización de datos:
 - El dashboard debe recopilar información en tiempo real de los dispositivos IoT y mostrarla de forma visual y comprensible.
 - Debe proporcionar elementos visuales para representar los datos de manera fácil de comprender.
- Requerimientos No Funcionales:
 - ◇ Seguridad:
 - Implementar autenticación de usuarios.
 - ◇ Rendimiento:
 - El dashboard debe mostrar los datos recopilados y cargarlos en el backend de manera eficiente.
 - ◇ Compatibilidad:
 - El dashboard debe ser compatible con una amplia gama de dispositivos y navegadores web.
 - ◇ Usabilidad:
 - El dashboard debe ser intuitivo y fácil de usar.

Con base en los requerimientos funcionales y no funcionales identificados a partir de los resultados de la encuesta, se elaboró un diagrama de casos de uso que representa las principales funcionalidades y los actores involucrados en el dashboard. Este diagrama, que se presenta a continuación, proporciona una visión general de las interacciones entre el usuario y el dashboard.

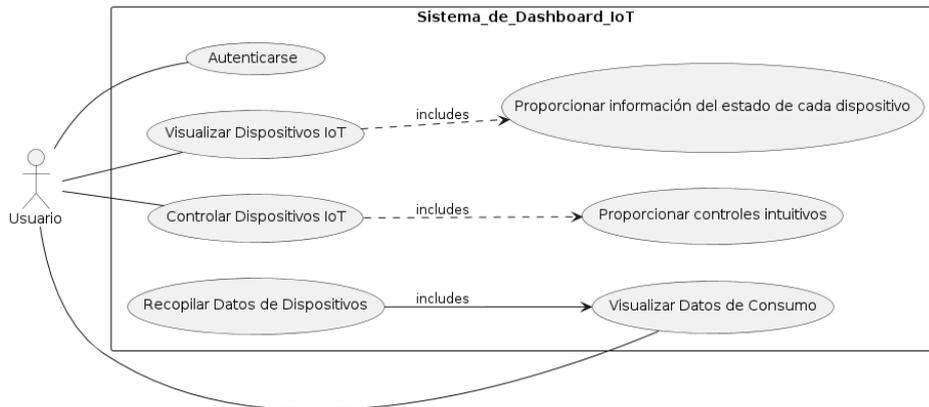


Figura 2.7: Diagrama de casos de uso del Dashboard

El diagrama de casos de uso en la Figura 2.7 incluye las siguientes funcionalidades:

- ❑ **Autenticarse:** Permite a los usuarios iniciar sesión en el sistema para acceder a sus funcionalidades.
- ❑ **Visualizar Dispositivos IoT:** Proporciona una interfaz para que los usuarios puedan ver el estado y la información de los dispositivos IoT conectados.
- ❑ **Controlar Dispositivos IoT:** Permite a los usuarios interactuar y controlar los dispositivos IoT, activándolos o desactivándolos según sea necesario.
- ❑ **Recopilar Datos de Dispositivos:** Recolecta datos de los dispositivos IoT para su análisis y visualización.
- ❑ **Proporcionar Información del Estado de cada Dispositivo:** Incluye detalles sobre el estado actual de los dispositivos IoT.
- ❑ **Proporcionar Controles Intuitivos:** Ofrece una interfaz de usuario amigable para facilitar el control de los dispositivos IoT.
- ❑ **Visualizar Datos de Consumo:** Muestra información detallada sobre el consumo de recursos de los dispositivos IoT en tiempo real.

2.3 DESARROLLO DEL DASHBOARD

2.3.1 Metodología Kanban

Para el desarrollo de la lógica e interfaz visual del dashboard, se siguió la metodología Kanban, que permite organizar tareas según su estado, facilitando así un flujo de trabajo más eficiente y adaptable a los cambios. Esta metodología fue fundamental para asegurar que todas las funcionalidades del dashboard se implementaran de manera ordenada y coherente, atendiendo a las necesidades del proyecto y asegurando su operatividad y usabilidad final.

Kanban fue seleccionada debido a su capacidad para proporcionar una visualización clara y completa del flujo de trabajo, identificar y limitar el trabajo en progreso (WIP) en cada etapa del flujo de trabajo, comunicar claramente las prioridades y resaltar los cuellos de botella. Además, su objetivo es desarrollar solo lo necesario, enfocándose en pocos elementos al mismo tiempo. El impulso clave para el uso de Kanban es el enfoque en el flujo continuo y la ausencia de iteraciones obligatorias [14].

El tablero Kanban utilizado como en la Figura 2.8, contiene tareas que abarcan actividades planificadas en las fases de diseño, implementación y evaluación. Cada tarea agregada contiene un título descriptivo y está asignada a una o varias personas. Además, cada tarea tiene una fecha límite que determina el plazo de tiempo asignado a cada actividad. Las tareas se clasifican en diferentes estados: no iniciado, en desarrollo, en prueba, en revisión y finalizadas. De esta forma, es fácil visualizar el trabajo pendiente y el ya completado, facilitando el seguimiento del progreso del proyecto y asegurando el cumplimiento del tiempo y alcance establecidos.

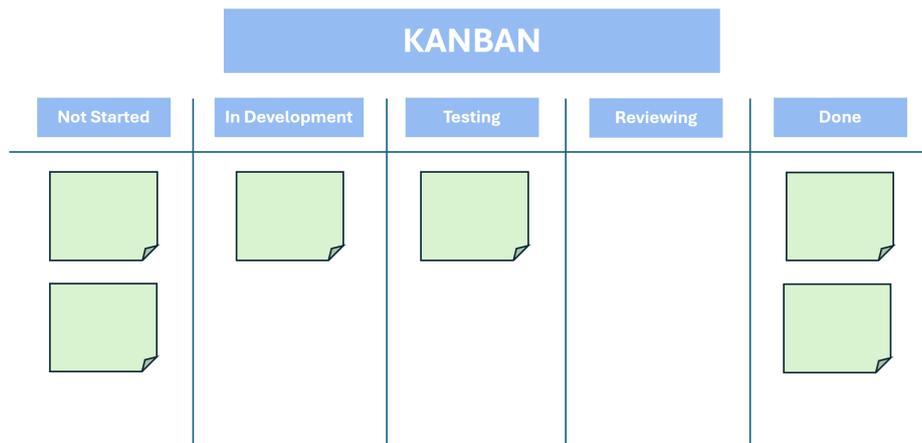


Figura 2.8: Tablero Kanban

El tablero Kanban mostró claramente las tareas en curso, ayudando al equipo a identificar y resolver cuellos de botella de manera efectiva. Durante la fase de diseño, se asignaron tareas para crear prototipos de la interfaz de usuario del dashboard, permitiendo iteraciones rápidas basadas en la retroalimentación del equipo. En la fase de implementación, las tareas se enfocaron en desarrollar la lógica de backend y frontend para que cada componente se integrara correctamente. Finalmente, en la fase de evaluación, se realizaron pruebas para identificar y corregir errores, permitiendo así mejorar la calidad y funcionalidad del dashboard. El enlace al tablero utilizado en el desarrollo se encuentra en el Anexo V.

2.3.2 Selección de dispositivos IoT

La selección de los dispositivos IoT que se utilizarán en el proyecto se llevó a cabo mediante la verificación del cumplimiento de los siguientes criterios:

- Relevancia con las áreas de interés y necesidades identificadas en los resultados de la encuesta
- Costo viable y accesible, ofreciendo una buena relación calidad-precio sin comprometer la funcionalidad
- Fácilmente disponible en el mercado ecuatoriano
- Compatibilidad con una amplia gama de sistemas y herramientas para evitar problemas de integración e interoperabilidad

- ❑ Facilidad de instalación y uso

Después de filtrar los dispositivos que no cumplen con estos criterios, se seleccionaron los siguientes tres:

- ❑ Enchufe Wi-Fi (Figura 2.9)



Figura 2.9: Enchufe Wi-Fi

Funcionalidades:

- ❖ Control remoto: Este enchufe inteligente permite encender o apagar cualquier dispositivo electrónico conectado, desde cualquier lugar
 - ❖ Compatibilidad con asistentes de voz: Integrado con asistentes de voz como Amazon Alexa y Google Assistant
 - ❖ Programación y temporizador: Se pueden configurar horarios y temporizadores para que los dispositivos se enciendan o apaguen automáticamente en momentos específicos
 - ❖ Monitoreo de consumo energético: Permite supervisar el consumo energético de los dispositivos conectados
 - ❖ Fácil instalación: Solo es necesario conectar el enchufe inteligente a la red WiFi y configurarlo
- ❑ Foco LED Smart+ Wi-Fi Ledvance (Figura 2.10)



Figura 2.10: Foco LED Smart+ Wi-Fi Ledvance

Funcionalidades:

- ✧ Variedad de ambientes: Este dispositivo proporciona luz cálida y fría, con la capacidad de seleccionar entre 16 millones de tonalidades para una iluminación personalizada
- ✧ Compatibilidad con asistentes de voz: Totalmente integrado con Amazon Alexa y Google Assistant para control por voz
- ✧ Control remoto: Permite encender o apagar el foco desde cualquier ubicación
- ✧ Programación y ahorro de energía: Se puede programar el foco para simulación de presencia y reducción del consumo energético
- ✧ Ajuste de intensidad de luz: Permite controlar la intensidad de la luz según las preferencias del usuario
- ✧ Reconexión automática: En caso de interrupciones de red, el foco se reconectará automáticamente para mantener la funcionalidad

□ Wi-Fi + Bluetooth light switch (Figura 2.11)



Figura 2.11: Wi-Fi + Bluetooth light switch

Funcionalidades:

- ✧ Control remoto: Este interruptor inteligente permite encender o apagar las luces conectadas desde cualquier lugar a través de la aplicación móvil.
- ✧ Compatibilidad con asistentes de voz: Integrado con asistentes de voz como Amazon Alexa y Google Assistant, permitiendo control por voz.
- ✧ Conectividad dual: Combina la conectividad Wi-Fi y Bluetooth para asegurar una conexión estable y continua, incluso durante interrupciones de red.
- ✧ Programación y temporizador: Se pueden configurar horarios y temporizadores para que las luces se enciendan o apaguen automáticamente en momentos específicos.
- ✧ Reconexión automática: En caso de interrupciones de red, el interruptor se reconectará automáticamente.

Entre estos elementos, el enchufe y el foco serán implementados como dispositivos físicos. Por otro lado, el interruptor de luz se configurará como un dispositivo virtual. Esta decisión se toma por razones prácticas, facilitando la realización de pruebas y eliminando la necesidad de una instalación física del interruptor.

2.3.3 Arquitectura

La arquitectura del proyecto tiene como eje central el dashboard el cual permite la comunicación entre la simulación de un edificio inteligente y la API de Tuya Smart, como se muestra en la Figura 2.12. En esta sección se describirá la implementación del dashboard, la conexión con la API de Tuya Smart y cada dispositivo, así como la conexión con la base de datos que proporcionará la información necesaria para la simulación y mediará las funcionalidades de ambas secciones.

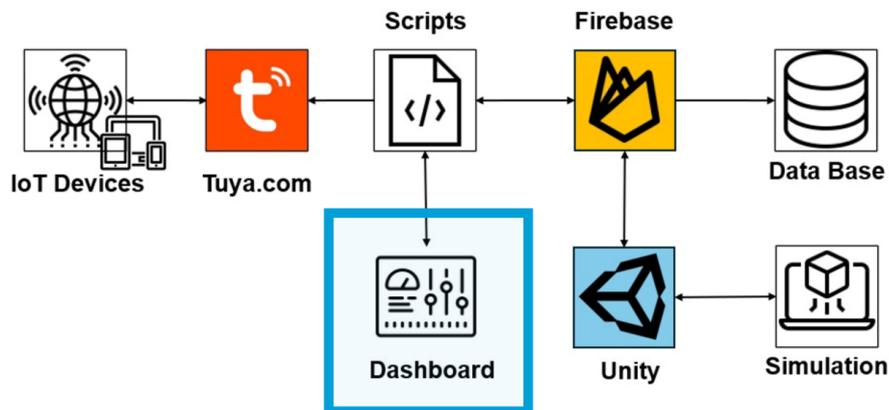


Figura 2.12: Diagrama de arquitectura del proyecto

1. Dispositivos IoT: El sistema comienza con los dispositivos IoT seleccionados anteriormente. Su función es la recopilación de datos y la ejecución de acciones en el entorno físico y virtual.
2. Tuya Smart API: Los dispositivos IoT se comunican directamente con la API de Tuya Smart, representada por el logo naranja de Tuya.
3. Scripts: Un componente de scripts, representado por un icono de documento de código, interactúa con Tuya Smart. Estos scripts se encargan específicamente del envío y recepción de información de cada dispositivo mediante solicitudes, manejando la comunicación directa con la API.
4. Firebase: La plataforma Firebase, indicada por su logo amarillo, se utiliza en el sistema. Esta sirve como una capa de backend, ofreciendo servicios como autenticación de usuarios y almacenamiento en tiempo real de la información de cada dispositivo.
5. Base de Datos: Conectada a Firebase hay una base de datos representada por el icono de cilindro. Esta base de datos almacena la información recopilada de los dispositivos IoT. Firestore, como parte de Firebase, se encarga de sincronizar bidireccionalmente esta base de datos con la simulación en Unity.
6. Dashboard: Un dashboard, representado como un panel de control, está conectado tanto a los scripts como a Firebase. Este dashboard proporciona una interfaz visual que cumple dos funciones principales: monitorear y controlar los dispositivos IoT, y

visualizar datos importantes para el análisis, permitiendo a los usuarios tomar decisiones informadas basadas en la información presentada.

7. Simulación en Unity: Una simulación desarrollada en Unity representa virtualmente el entorno y los dispositivos IoT. Esta simulación se sincroniza en tiempo real con Firestore, reflejando los cambios del mundo físico y permitiendo interacciones virtuales que se replican en el sistema real.

El flujo de datos y funcionalidad del sistema se desarrolla de la siguiente forma:

1. Inicio del flujo: Los dispositivos IoT recopilan datos del entorno o reciben comandos de control.
2. Transmisión inicial: Los dispositivos envían estos datos o reciben comandos a través de la API de Tuya Smart.
3. Procesamiento de datos: La plataforma Tuya Smart procesa la información enviada o recibida de los dispositivos.
4. Interacción con scripts: Los scripts realizan solicitudes GET y POST a la API de Tuya Smart para:
 - Obtener los datos procesados de los dispositivos.
 - Enviar comandos de control a los dispositivos.
5. Sincronización con Firebase: Los datos obtenidos por los scripts se sincronizan con Firebase en tiempo real.
6. Almacenamiento y sincronización en base de datos: La información sincronizada se almacena en la base de datos conectada a Firebase para su persistencia. Esta base de datos se comparte de forma bidireccional con la simulación de Unity, permitiendo una sincronización en tiempo real entre el mundo físico y el virtual.
7. Interacción con la simulación de Unity: La simulación de Unity lee los datos actualizados de la base de datos compartida. Los cambios en la simulación se escriben de vuelta en la base de datos.
8. Actualización del dashboard: El dashboard obtiene los datos más recientes de Firebase y presenta visualmente esta información.

9. Interacción del usuario: Los usuarios interactúan con el dashboard enviando comandos.
10. Propagación de cambios: Las acciones del usuario en el dashboard se transmiten de vuelta a través de Firebase. Estos cambios se reflejan tanto en los dispositivos físicos como en la simulación de Unity.
11. Ciclo continuo: Este proceso se repite constantemente, permitiendo un flujo de datos entre los dispositivos físicos, la simulación virtual y la interfaz de usuario, manteniendo el sistema actualizado en tiempo real.

2.3.4 Base de Datos

Para la creación y gestión de la base de datos, se utilizó la plataforma Firebase de Google. Firebase es una potente herramienta que ofrece una gran variedad de servicios para el desarrollo de aplicaciones web y móviles. Entre sus características destacadas se incluyen la facilidad de integración, escalabilidad, y una documentación completa que simplifica el proceso de desarrollo [15].

En este proyecto, se utilizaron específicamente dos servicios de Firebase:

1. Firestore Database:

Firestore es una base de datos NoSQL en tiempo real que permite almacenar y sincronizar datos entre clientes y servidores de forma eficiente. Su estructura de datos se basa en documentos y colecciones, lo que permite una mayor flexibilidad al momento de almacenar los datos y consultar la información. Además, proporciona escalabilidad automática y soporta operaciones transaccionales, es decir, permite realizar múltiples operaciones de lectura y escritura asegurando la consistencia de los datos [16].

Esta herramienta fue seleccionada debido a que permite la sincronización en tiempo real de los datos que envían el dashboard y la simulación. Además, es posible almacenar diversos tipos de datos de los dispositivos IoT, desde simples valores hasta configuraciones más complejas.

Por otro lado, Firestore provee métodos robustos de protección de la información almacenada, garantizando que solo los usuarios autorizados puedan acceder y modificar los datos. También permite la sincronización de datos incluso cuando el cliente

está desconectado. Esto asegura que la aplicación siga funcionando y actualizando los datos una vez que se restablezca la conexión, lo cual es crucial para la confiabilidad de la gestión del edificio inteligente. Esta capacidad de operar sin conexión permite a los usuarios continuar monitoreando y gestionando los sistemas del edificio sin interrupciones, mejorando así la confiabilidad y la continuidad operativa del sistema.

La implementación, como se muestra en la Figura 2.13, se realizó de la siguiente forma:

- ❑ Dentro de Firestore, se creó una colección llamada "Device" que almacena documentos que representan a cada dispositivo IoT del edificio.
- ❑ Cada documento se distingue mediante un ID autogenerado por la herramienta.
- ❑ La información detallada de cada dispositivo se almacena según el resultado de una consulta GET a la API de Tuya Smart. Algunos de los valores almacenados incluyen: el nombre asignado por el usuario, su ID, dirección IP, modelo, nombre del producto, estado, entre otros.
- ❑ A cada dispositivo se le agregó un campo `user_id` que permite asignarlo a un usuario registrado.
- ❑ Se añadieron varios campos para almacenar datos provenientes de la simulación, como el tiempo que el dispositivo ha estado encendido y la cantidad de vatios que consume.

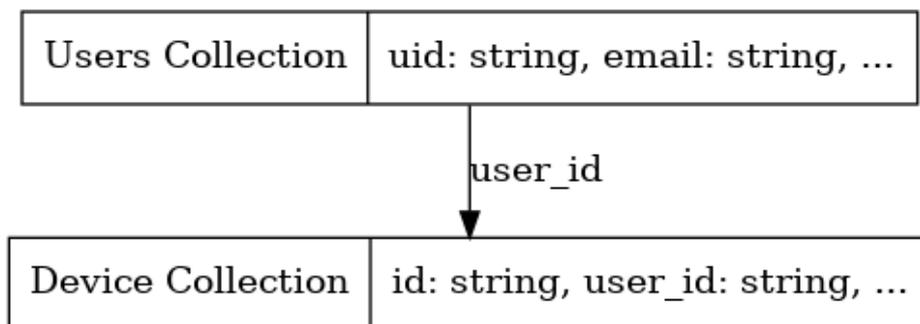


Figura 2.13: Diagrama de base de datos

2. Firebase Authentication:

Authentication es un servicio que facilita la autenticación de usuarios en las aplicaciones, permitiendo la implementación de procesos de registro y login de una forma

sencilla. Además, soporta múltiples métodos de autenticación, incluyendo correo electrónico y contraseña [17].

Esta herramienta se seleccionó porque ofrece una integración sencilla con la base de datos de Firestore, lo que simplifica la gestión de permisos y acceso a los datos. Además, se encarga de la gestión segura de las credenciales de los usuarios, de forma que la información sensible esté protegida. También ofrece alta disponibilidad y confiabilidad, permitiendo que los servicios sean siempre accesibles y funcionen correctamente.

La implementación de la autenticación se realizó de la siguiente forma:

- ❑ Se configuró Firebase Authentication para permitir el inicio de sesión con correo electrónico y contraseña. Este método de autenticación es sencillo y seguro para el usuario.
- ❑ Cuando un usuario se registra o inicia sesión, se genera un ID único (`uid`) que Firebase asigna automáticamente.
- ❑ Este `uid` se almacena en el campo `user_id` de cada dispositivo IoT en la colección "Device" de Firestore, estableciendo una relación entre el usuario y sus dispositivos.
- ❑ El `uid` permite gestionar permisos y accesos a los datos de los dispositivos, permitiendo que solo los usuarios autorizados puedan ver y controlar sus propios dispositivos.

2.3.5 Desarrollo con Flask

El desarrollo del dashboard se realizó aplicando Flask, debido a su flexibilidad y facilidad para crear aplicaciones web rápidas y escalables. Flask, un microframework de Python, permitió configurar un entorno de desarrollo ágil y robusto. La configuración del entorno incluyó la instalación de Flask y sus dependencias necesarias, tales como Flask-CORS para el manejo de peticiones de diferentes orígenes, Flask-Login para la gestión de sesiones de usuario, y la integración con Firebase para la autenticación y gestión de datos.

Listing 2.1: Dependencias Flask

```
1 import pyrebase
- from flask import Flask, redirect, render_template, request, url_for, jsonify
```

```

- from flask_cors import CORS
- from flask_login import LoginManager, UserMixin, login_user, login_required,
  logout_user, current_user
5 from flask_socketio import SocketIO, emit

```

Se aplicó un patrón de diseño MVC (Modelo-Vista-Controlador) para mantener una estructura de código organizada y modular. El backend en Flask manejaba la lógica de la aplicación y la gestión de datos. Se configuraron rutas específicas para la autenticación de usuarios, gestión de dispositivos y visualización de datos en el dashboard. Por ejemplo, `/login` y `/register` facilitaron la autenticación y el registro de usuarios, mientras que `/dashboard` y `/update_device_status` permitieron la visualización de dispositivos y la actualización de estados, respectivamente.

Listing 2.2: Gestión de rutas

```

1 # Route for handling login
- @app.route('/login', methods=['GET', 'POST'])
- def login():
-     if request.method == 'GET':
5         return render_template('login.html')
-     if request.method == "POST":
-         email = request.form['email']
-         password = request.form['password']
-         try:
10             user = pb.auth().sign_in_with_email_and_password(email, password)
-             if user:
-                 user_obj = User()
-                 user_obj.id = user['localId']
-                 login_user(user_obj)
15                 return redirect(url_for('dashboard'))
-         except Exception as e:
-             flash('Invalid email or password')
-             return redirect(url_for('login'))
-
20 @app.route('/dashboard')
- @login_required # Require login to access this route
- def dashboard():
-
-     total_energy = get_total_energy_consumption()
25     total_emissions=get_total_emission()
-     return render_template('dashboard.html', total_energy=total_energy,

```

```

total_emissions=total_emissions)
-
- @app.route ( '/devices ' )
- @login_required # Requiere inicio de sesión para acceder a esta ruta
30 def devices ( ) :
-     devices_tuya = get_tuya_devices ( )
-     devices_db = get_devices_for_user ( current_user . id )
-     device_types = get_device_type ( ) # Llamada a la nueva función
-
35     # Pasar la información de los tipos de dispositivos a la plantilla
-     return render_template ( 'devices.html ' , devices_tuya=devices_tuya , devices_db=
        devices_db , device_types=device_types )
-
- # Route to update the status of a device
- @app.route ( '/update_device_status ' , methods=[ 'POST' ])
40 @login_required # Require login to access this route
- def update_device_status ( ) :
-     device_id = request . form [ 'device_id ' ]
-     new_status = request . form [ 'new_status ' ] == 'true '
-
45     try :
-         response = update_device_status_tuya ( device_id , new_status )
-         if response :
-             device_ref = db . collection ( 'Device ' ) . document ( device_id )
-             device_ref . update ( { 'status ' : [ { 'code ' : 'switch_1 ' , 'value ' :
                new_status } ] } )
50             devices_db = get_devices_for_user ( current_user . id )
-             socketio . emit ( 'updated_devices ' , { 'devices_db ' : devices_db } ,
                namespace= '/' , room=current_user . id )
-             return jsonify ( success=True )
-         else :
-             return jsonify ( success=False , error="Failed to update status in Tuya"
                )
55     except Exception as e :
-         logging . error ( f"Error updating device status: {e}" )
-         return jsonify ( success=False , error=str ( e ) )

```

El desarrollo fue realizado utilizando la herramienta de desarrollo PyCharm debido a su potente entorno de desarrollo integrado (IDE), que ofrece herramientas avanzadas de depuración, autocompletado de código y gestión de dependencias. PyCharm facilitó el manejo de múltiples archivos y la integración de diferentes herramientas y configuraciones, mejo-

rando la calidad del código.

Durante el proceso de desarrollo, se implementaron funcionalidades como:

- ❑ Autenticación de usuarios: Utilizando Firebase para la autenticación y Flask-Login para la gestión de sesiones.
- ❑ Gestión de dispositivos IoT: Conexión con la API de Tuya para obtener y actualizar el estado de los dispositivos, y almacenamiento de la información en Firebase Firestore.
- ❑ Comunicación en tiempo real: Se integró una comunicación efectiva mediante la actualización periódica y manual de los datos.
- ❑ Interfaz de usuario reactiva: Desarrollo de un frontend interactivo con Bootstrap, permitiendo a los usuarios controlar dispositivos y visualizar datos en un dashboard fácil de usar.

2.3.5.1 Estructura del Proyecto

El proyecto se estructuró de la siguiente manera para garantizar la modularidad y la organización del código:

Archivos HTML

Los archivos HTML proporcionan las vistas de la aplicación. Se utiliza Bootstrap para la interfaz de usuario y la integración con Flask.

- ❑ `login.html`: Formulario de inicio de sesión con campos de correo electrónico y contraseña, y un enlace al registro de nuevos usuarios.
- ❑ `registration.html`: Formulario de registro de nuevos usuarios, con validación de coincidencia de contraseñas.
- ❑ `dashboard.html`: Página principal del dashboard que muestra opciones para la visualización de los dispositivos y de las gráficas con información detallada de los indicadores de rendimiento, además de la opción de cerrar sesión.
- ❑ `devices.html`: Página que muestra los dispositivos del usuario y permite su control.

Listing 2.3: Ejemplo de formulario de inicio de sesión

```
1 </head>
- <body>
- <div class="wrapper fadeInDown">
-   <div id="formContent">
5     <form action="{{ url_for('login') }}" method="POST">
-       <input type="email" id="login" class="fadeIn second" name="email"
-         placeholder="email" autocomplete="email">
-       <input type="password" id="password" class="fadeIn third" name="
-         password" placeholder="password" autocomplete="current-password">
-       <input type="submit" class="fadeIn fourth" value="Log In">
-     </form>
10    <form action="{{ url_for('register') }}" method="GET">
-      <button type="submit">Register</button>
-    </form>
-    {% with messages = get_flashed_messages() %}
-      {% if messages %}
15      <ul class=flashes>
-        {% for message in messages %}
-          <li >{{ message }}</li >
-        {% endfor %}
-      </ul>
20      {% endif %}
-    {% endwith %}
-  </div>
- </div >
- </body>
```

Archivos JavaScript

El archivo `main.js` gestiona la comunicación en tiempo real entre el cliente y el servidor usando Socket.IO, así como la actualización del estado de los dispositivos mediante AJAX.

Listing 2.4: Gestión de dispositivos en tiempo real

```
1 $(document).ready(function () {
-   var socket = io ();
-
-   socket.on('updated_devices', function (data) {
5     var deviceList = $("#device-list");
```

```

- deviceList.empty();
- data.devices_db.forEach(function (device) {
-     var checked = device.status[0].value ? 'checked' : '';
-     var deviceType = device.type;
10     var listItem = $(
-         "<div class='device-card'>" +
-         "<div class='device-info'>" +
-             "<img src='/static/images/" + deviceType + ".png' alt='"
+ deviceType + " icon'>" +
-             "<span class='device-name'>" + device.customName + "</
span>" +
15         "</div>" +
-         "<label class='switch'>" +
-             "<input type='checkbox' class='device-toggle' data-device
-id='" + device.id + "' " + checked + ">" +
-             "<span class='slider'></span>" +
-         "</label>" +
20         "</div>"
-     );
-     deviceList.append(listItem);
- });
- });
25
- function debounce(func, wait) {
-     let timeout;
-     return function () {
-         const context = this, args = arguments;
-         clearTimeout(timeout);
30         timeout = setTimeout(() => func.apply(context, args), wait);
-     };
- }
-
35 function sendUpdateRequest(deviceId, isActive) {
-     $.post("/update_device_status", {device_id: deviceId, new_status:
isActive}, function (data) {
-         if (!data.success) {
-             alert('Error updating device status. Please try again.');
```

```

-         socket.emit('request_updated_devices');
45         $('device-toggle').prop('disabled', false);
-     });
- }
-
-     const debouncedSendUpdateRequest = debounce(sendUpdateRequest, 300);
50
-     $(document).on('change', 'device-toggle', function () {
-         var deviceId = $(this).data('device-id');
-         var isActive = $(this).is(':checked');
-         $(this).prop('disabled', true);
55         debouncedSendUpdateRequest(deviceId, isActive);
-     });
-
-     socket.emit('request_updated_devices');
- });

```

Archivos Python

- ❑ `app.py`: Archivo principal que configura la aplicación Flask, gestiona las rutas y la lógica principal.
- ❑ `app_model.py`: Archivo que contiene funciones auxiliares y modelos de datos para interactuar con Firebase y la API de Tuya.

Listing 2.5: Ejemplo de función auxiliar para obtener dispositivos

```

1 def get_devices_for_user(user_id):
-     # Get all devices for a specific user
-     devices_ref = db.collection('Device')
-     devices = devices_ref.where(filter=FieldFilter('user_id', '=', user_id)).
-         stream()
5     device_list = [{'id': device.id, **device.to_dict()} for device in devices]
-     return device_list

```

Esta estructura organizada facilita el mantenimiento y la escalabilidad del proyecto, permitiendo la integración de nuevas funcionalidades y una gestión óptima del código. El enlace al repositorio del proyecto se encuentra en el Anexo VI.

2.4 INTEGRACIÓN DE LOS COMPONENTES

La integración de los componentes en este proyecto se centró en unir el dashboard, la simulación y los dispositivos IoT para que funcionen como un sistema cohesivo. Este proceso fue fundamental para asegurar que todas las partes del sistemas se comunicaran de forma eficiente y que los datos fluyeran correctamente entre ellas.

1. Comunicación entre los componentes

❑ Dashboard y dispositivos IoT:

- ✧ Recopilación de datos: Los dispositivos IoT envían datos al servidor a través de la API de Tuya. Estos datos se almacenan en Firebase y se recuperan para su visualización en el dashboard. La actualización en tiempo real de estos datos es gestionada por Flask y Socket.IO.
- ✧ Control de dispositivos: Los usuarios interactúan con el dashboard para controlar los dispositivos IoT. Las acciones realizadas en el dashboard, como encender o apagar un dispositivo, se envían al servidor, que a su vez comunica estas acciones a los dispositivos IoT mediante la API de Tuya.

❑ Simulación y Dashboard:

- ✧ Actualización en tiempo real: La simulación del edificio inteligente está diseñada para reflejar los cambios en los dispositivos IoT en tiempo real. Los datos generados por la simulación se transmiten al dashboard usando Socket.IO, permitiendo que los usuarios vean el impacto de sus acciones inmediatamente.
- ✧ Interacción bidireccional: Los cambios realizados en el dashboard, como ajustes en los dispositivos, se reflejan en la simulación. Esto permite evaluar el impacto de estas acciones en un entorno controlado antes de implementarlas físicamente.

2. Flujo de trabajo integrado

❑ Autenticación y acceso:

- ✧ Los usuarios inician sesión en el dashboard utilizando credenciales seguras. Esta autenticación asegura que solo usuarios autorizados puedan acceder y controlar los dispositivos IoT.

❑ Visualización y control centralizado:

- ✧ El dashboard proporciona una interfaz centralizada donde los usuarios pueden ver el estado de todos sus dispositivos IoT y realizar ajustes según sea necesario. La información de los dispositivos se actualiza continuamente para reflejar el estado actual en tiempo real.

❑ Sincronización y actualización:

- ✧ Socket.IO se utiliza para mantener la sincronización en tiempo real entre el dashboard, la simulación y los dispositivos IoT. Esto garantiza que cualquier cambio en el sistema se refleje instantáneamente en todas las secciones del proyecto.
- ✧ Firebase actúa como el almacén central de datos, asegurando que la información esté disponible de manera consistente y accesible para todos los componentes del sistema.

3. Implementación técnica

❑ Backend (Flask y Firebase):

- ✧ Flask: Gestiona las rutas del servidor y maneja la lógica de negocio, incluyendo la autenticación de usuarios y la interacción con la API de Tuya.
- ✧ Firebase: Almacena los datos de los dispositivos IoT y proporciona una base de datos centralizada para la aplicación.

❑ Frontend (HTML, CSS, JavaScript):

- ✧ HTML/CSS/Bootstrap: Define la estructura y el estilo del dashboard, proporcionando una interfaz de usuario intuitiva.
- ✧ JavaScript: Maneja la interacción del usuario y la actualización dinámica de la interfaz a través de Socket.IO y AJAX.

❑ API de Tuya Smart:

- ✧ La API de Tuya Smart se utiliza para la gestión y control de los dispositivos IoT. Permite obtener el estado de los dispositivos y enviar comandos para cambiarlo.

3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la implementación del prototipo para la gestión de edificios inteligentes, utilizando tecnologías como Flask, Firebase y dispositivos IoT, han demostrado ser altamente eficientes y prácticos para los usuarios finales. A continuación, se presenta una comparativa detallada de los KPIs obtenidos mediante mediciones reales y cálculos aproximados con los valores arrojados por la simulación. Esta comparativa resalta cómo las diferencias entre ambos aportan valor a quienes implementan tecnologías IoT.

A continuación, se presentan dos tablas comparativas: la Tabla 3.1 y la Tabla 3.2. Estas muestran el impacto de la automatización y presentan datos comparativos sobre el consumo energético, las emisiones de CO2 evitadas, el ahorro energético y el ahorro de costos en escenarios con y sin automatización.

Tabla 3.1: Medidas de eficiencia mensual en la simulación sin automatización

Escenario	Consumo Energético	Emisiones de CO2	Costo Económico
Interruptor de luz	30,24 kWh	15,16 kgCO2	\$8.47
Foco LED	4,5 kWh	2,26 kgCO2	\$1,26
Enchufe Wi-Fi	145,8 kWh	73.12 kgCO2	\$40.82

Tabla 3.2: Medidas de eficiencia mensual en la simulación con automatización

Escenario	Consumo Energético	Emisiones de CO2 Evitadas	Ahorro Energético	Ahorro de Costos
Interruptor de luz	20,16 kWh	5.05 kgCO2	10,08 kWh	\$2.82
Foco LED	3 kWh	0,76 kgCO2	1,5 kWh	\$0.42
Enchufe Wi-Fi	96 kWh	24.98 kgCO2	49.8 kWh	\$13.94

El análisis de las Tablas 3.1 y 3.2 muestra que la implementación de sistemas automatizados en edificios inteligentes resulta en una mejora significativa en términos de eficiencia

energética y reducción de emisiones de CO2:

- ❑ Para el **Interruptor de luz**, el ahorro energético fue de 10,08 kWh, lo que representa un 33% del consumo inicial, y se evitaron 5.05 kgCO2 de emisiones. El ahorro de costos fue de \$2.82 mensuales.
- ❑ En el caso del **Luz LED**, el ahorro energético fue de 1,5 kWh, lo que representa un 33% del consumo inicial, y se evitaron 0.76 kgCO2 de emisiones. El ahorro de costos fue de \$0.42 mensuales.
- ❑ Para el **Enchufe Wi-Fi**, el ahorro energético fue de 49.8 kWh, lo que representa un 34% del consumo inicial, y se evitaron 24.98 kgCO2 de emisiones. El ahorro de costos fue de \$13.94 mensuales.

Estos resultados evidencian que la automatización permite una gestión más sostenible y eficiente de recursos en edificios inteligentes. No solo se mejora la eficiencia energética y se reducen las emisiones de CO2, sino que también se generan un ahorro de costos considerable. En el contexto actual, donde la sostenibilidad y la eficiencia energética son prioridades, estos resultados cobran especial relevancia.

Adicionalmente, la implementación del sistema automatizado ofrece una mayor flexibilidad y control sobre el consumo energético, permitiendo ajustes en tiempo real que optimizan el uso de recursos. Esto puede ser especialmente valioso en grandes edificios donde las pequeñas mejoras en eficiencia acumuladas pueden resultar en ahorros sustanciales y una reducción considerable de la huella de carbono.

La gestión remota de los dispositivos proporciona varias ventajas. Permite detectar y resolver problemas rápidamente, así como realizar mantenimientos oportunos. Esto no solo alarga la vida de los equipos, sino que también hace que el edificio inteligente funcione de manera más segura y confiable. Esta tecnología mejora la eficiencia general y permite una operación más segura y confiable del edificio inteligente.

3.2 CONCLUSIONES

El desarrollo del prototipo para la gestión de edificios inteligentes a través del uso de Flask, Firebase y dispositivos IoT ha demostrado ser efectivo en varios aspectos clave. En primer

lugar, la integración de Flask como marco de desarrollo web permitió una estructura ágil y escalable, facilitando la implementación de funcionalidades de autenticación y gestión de datos en tiempo real. La utilización de Firebase para la autenticación y almacenamiento de datos no solo simplificó la gestión de usuarios y dispositivos, sino que también garantizó la seguridad y disponibilidad de la información.

La implementación de la API de Tuya para la gestión de dispositivos IoT permitió una comunicación eficiente y una actualización en tiempo real del estado de los dispositivos, proporcionando a los usuarios una interfaz intuitiva y funcional. La integración de Socket.IO para la comunicación en tiempo real permitió que los cambios en el estado de los dispositivos se reflejaran inmediatamente en el dashboard, mejorando la experiencia del usuario.

El uso de una arquitectura modular y bien organizada facilitó el mantenimiento y la escalabilidad del proyecto, permitiendo la implementación de nuevas funcionalidades sin comprometer la estabilidad del sistema. Además, la metodología Kanban aplicada durante el desarrollo del proyecto permitió una gestión eficiente del flujo de trabajo, favoreciendo la resolución oportuna de problemas.

3.3 RECOMENDACIONES

1. Escalabilidad y planificación de recursos:

Conforme el proyecto se expanda e incorpore más dispositivos IoT, es fundamental planificar adecuadamente los recursos necesarios, incluyendo la actualización de los planes de Firebase para manejar una mayor demanda. Este crecimiento puede implicar un incremento en los costos operativos, por lo que es importante considerarlo en la planificación a largo plazo.

2. Monitoreo y mantenimiento:

Implementar sistemas de monitoreo continuo para detectar y resolver problemas. Esto incluye la supervisión del rendimiento de los dispositivos IoT, la disponibilidad del servicio de Firebase y la estabilidad de la API de Tuya.

3. Mejoras en la seguridad:

Aunque Firebase proporciona una base de seguridad, se recomienda actualizar las políticas de seguridad para proteger mejor los datos de los usuarios y los dispositivos

IoT.

4. Optimización de la interfaz de usuario:

Continuar mejorando la interfaz de usuario del dashboard para hacerlo más intuitivo y accesible, analizando la retroalimentación de los usuarios para identificar áreas de mejora.

5. Expansión de funcionalidades:

Integrar nuevas funcionalidades que puedan agregar valor, como análisis predictivos para la gestión energética o la integración con otros sistemas de automatización.

6. Educación y capacitación:

Proporcionar recursos educativos y capacitación para los usuarios sobre cómo utilizar el sistema y sacar el máximo provecho del dashboard y los dispositivos IoT.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] International Telecommunication Union, *ITU: Internet of Things (IoT) Overview*. dirección: <https://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx> (visitado 23-05-2024).
- [2] Mukhopadhyay, S.C., Suryadevara, N.K., *Internet of Things: Challenges and Opportunities*, 2014. dirección: https://doi.org/10.1007/978-3-319-04223-7_1 (visitado 23-05-2024).
- [3] John A. Stankovic, *Research Directions for the Internet of Things*, 2014. dirección: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6774858> (visitado 23-05-2024).
- [4] Ahmad Sinali Abdulraheem, Azar Abid Salih, Abdulrahman Ihsan Abdulla, Mohammed A. M. Sadeeq, Nareen O. M. Salim, Hilmi Abdullah, Farhad M. Khalifa, Rebin Abdullah Saeed, *Home Automation System based on IoT*, 2020. dirección: https://www.researchgate.net/publication/342561938_Home_Automation_System_based_on_IoT (visitado 23-05-2024).
- [5] Punit Gupta¹, Deepika Agrawal, Jasmeet Chhabra, Pulkit Kumar Dhir, *IoT based Smart HealthCare Kit*, 2016. dirección: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7514585> (visitado 23-05-2024).
- [6] Felipe Condon, José M. Martínez, Ali M. Eltamaly, Young-Chon Kim, Mohamed A. Ahmed, *Design and Implementation of a Cloud-IoT-Based Home Energy Management System*, 2022. dirección: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/1/176> (visitado 23-05-2024).
- [7] Abdellah Daissaoui, Azedine Boulmakoul, Lamia Karim, Ahmed Lbath, *IoT and Big Data Analytics for Smart Buildings: A Survey*, 2020. dirección: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.021> (visitado 23-05-2024).
- [8] Aurora Gonzalez-Vidal, Alfonso P. Ramallo-Gonzalez, Fernando Terroso-Saenz, Antonio Skarmeta, *Data driven modeling for energy consumption prediction in smart*

- buildings*, 2017. dirección: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8258499> (visitado 07-06-2024).
- [9] Sanja Lazarova-Molnar, Nader Mohamed, *On the Complexity of Smart Buildings Occupant Behavior: Risks and Opportunities*, 2017. dirección: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3136273.3136274> (visitado 07-06-2024).
- [10] *SPIRE™ Qualification Program*. dirección: <https://www.ul.com/services/spire-qualification-program> (visitado 23-05-2024).
- [11] Tuya Smart, *Tuya Developer Platform*, 2024. dirección: <https://developer.tuya.com/en/docs/iot/introduction-of-tuya?id=K914joffendwh> (visitado 13-06-2024).
- [12] *Tuya IoT Platform*. dirección: <https://www.tuya.com/> (visitado 07-06-2024).
- [13] *Tuya Developer*. dirección: <https://developer.tuya.com/en/> (visitado 08-06-2024).
- [14] Muhammad Ovais Ahmad, Jouni Markkula, Markku Ovio, *Kanban in software development: A systematic literature review*, 2013. dirección: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6619482> (visitado 07-06-2024).
- [15] Firebase, *Documentación de Firebase*, 2024. dirección: <https://firebase.google.com/docs?hl=es-419> (visitado 21-06-2024).
- [16] —, *Cloud Firestore*, 2024. dirección: <https://firebase.google.com/products/firestore?hl=es> (visitado 21-06-2024).
- [17] —, *Firestore Authentication*, 2024. dirección: <https://firebase.google.com/products/auth?hl=es> (visitado 21-06-2024).

5 ANEXOS

ANEXO I

El documento de la revisión sistemática de la literatura se puede encontrar en el siguiente enlace: [SLR.xlsx](#)

ANEXO II

Formato de la Encuesta:



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD INGENIERÍA DE SISTEMAS



Percepciones y Preferencias sobre Edificios Inteligentes en la Industria de la Construcción

Estimado encuestado/a,

Agradecemos su participación en esta encuesta. Para asegurarnos de que todos los términos utilizados sean comprendidos adecuadamente, nos gustaría proporcionar una breve explicación de algunos conceptos clave que pueden surgir en las preguntas.

- Costo energético: Se refiere al gasto económico asociado al consumo de energía en un edificio, como la electricidad utilizada para iluminación, calefacción, refrigeración, entre otros.
- Análisis en tiempo real: Significa utilizar herramientas y tecnologías para analizar datos y obtener información actualizada al instante.
- Tecnología IoT (Internet de las cosas): Se refiere a la interconexión de dispositivos y sistemas mediante internet, permitiéndoles comunicarse y compartir datos.
- Big Data: Se refiere a la recopilación, almacenamiento y análisis de grandes volúmenes de datos generados por una variedad de fuentes, como sensores, dispositivos conectados y sistemas de gestión del edificio.

Agradecemos su participación y esperamos sus respuestas honestas y basadas en su experiencia y conocimiento.

1. Considera que el costo derivado del consumo energético podría ser reducido en un edificio mediante la incorporación de tecnología en un:

- a) 10-30%
- b) 30-60%
- c) Más del 60%

2. Considera que la gestión de un edificio puede ser mejorada por la incorporación de análisis en tiempo real de los datos recolectados por los diferentes dispositivos IoT:

- a) 10-30%
- b) 30-60%
- c) Más del 60%

3. Considera que la incorporación de tecnología (IoT, Big Data) puede aumentar el costo de la construcción en:

- 1. 10-30%
- 2. 30-60%
- 3. Más del 60%

4. ¿Cuál de las siguientes ventajas considera más relevante al implementar edificios inteligentes con tecnología IoT en proyectos de construcción?:

- Eficiencia energética y ahorro de costos.
- Mejora de la comodidad y productividad para los ocupantes.
- Aumento de la seguridad y protección.
- Promoción de la sostenibilidad e impacto ambiental positivo.
- Simplificación de la toma de decisiones basadas en datos.
- Flexibilidad y escalabilidad para futuras necesidades.

Figura 5.1: Encuesta de percepciones y preferencias sobre edificios inteligentes Pg. 1



- 5. Para la incorporación de IoT para convertir un edificio inteligente, consideraría equipos:**
- a) Genéricos
 - b) De marcas reconocidas
 - c) Una combinación de ambos
 - d) No tengo una preferencia clara
- 6. ¿Considera importante la construcción de un edificio inteligente?:**
- a) Sí, es importante para mejorar eficiencia y sostenibilidad
 - b) Sí, ofrece beneficios y soluciones tecnológicas avanzadas
 - c) No, hay alternativas eficientes sin tecnología inteligente
 - d) No estoy seguro/No tengo una opinión formada
- 7. ¿Por qué consideraría la construcción de un edificio inteligente?:**
- Mayor eficiencia energética
 - Mejora de la gestión y operaciones del edificio
 - Optimización de los recursos y costos
 - Mejora de la experiencia de los ocupantes
 - Incremento en la seguridad y protección
 - Otras razones (por favor especificar)
- 8. ¿Qué características debería cumplir la implementación de IoT para ser considerada en su proyecto?:**
- Conectividad confiable y segura
 - Capacidad para recopilar y analizar grandes volúmenes de datos
 - Integración con sistemas existentes
 - Escalabilidad y flexibilidad para futuras expansiones
 - Interoperabilidad con diferentes dispositivos y tecnologías
 - Otras características (por favor especificar)
- 9. ¿Cuál considera que sería la principal limitación para la implementación de un edificio inteligente en el país?:**
- Falta de conocimiento y comprensión de la tecnología IoT
 - Costo de implementación y retorno de inversión
 - Desafíos de seguridad y privacidad de datos
 - Infraestructura de conectividad insuficiente
 - Resistencia al cambio y falta de apoyo institucional
 - Otras limitaciones (por favor especificar)

Figura 5.2: Encuesta de percepciones y preferencias sobre edificios inteligentes Pg. 2

ANEXO III

Invitación al Desayuno de Trabajo:

The image shows a printed invitation card with a light blue background and a thin blue border. At the top left is the INTACO logo (a red square with a white globe icon and the word 'INTACO' in white). At the top right is the DAVCE logo (the word 'DAVCE' in orange and grey, with 'Distribuidor Certificado para proyectos' in smaller grey text below it). The main text is centered and reads: 'Tenemos el agrado de invitar a Usted al DESAYUNO DE TRABAJO "Normativas Internacionales ISO en morteros adhesivos"'. Below this, it says 'Tixotropia en formatos grandes para porcelanatos y otros sustratos' and 'Instructora: Arq. Karla Balladares JEFE DE RESPALDO TÉCNICO DE INTACO'. The target audience is 'Dirigido a Residentes de obra y contratistas'. The event details are: 'Miércoles 5 - Julio 2023', 'Swissotel Quito (Av 12 de Octubre 1820)', 'Salón: Neuchatel 1', and '8h00 am'. There are two horizontal lines with text below: 'TALLER GRATUITO' and 'CUPOS LIMITADOS'. Below these is another horizontal line with 'DEMOSTRACIONES Y OBSEQUIOS'. At the bottom, it says 'Confirmar asistencia hasta Julio 3 - 2023', 'Yugoeslavia N35.168 y Azuay', and provides a WhatsApp icon with the number '0996132642' and an email address 'proyectos@davce.com.ec'.

INTACO **DAVCE**
Distribuidor Certificado para proyectos

Tenemos el agrado de invitar a Usted al
DESAYUNO DE TRABAJO
**“Normativas Internacionales ISO
en morteros adhesivos”**

Tixotropia en formatos grandes
para porcelanatos y otros sustratos

Instructora: Arq. Karla Balladares
JEFE DE RESPALDO TÉCNICO DE INTACO

Dirigido a Residentes de obra y contratistas

Miércoles 5 - Julio 2023
Swissotel Quito (Av 12 de Octubre 1820)
Salón: Neuchatel 1
8h00 am

TALLER GRATUITO CUPOS LIMITADOS

DEMOSTRACIONES Y OBSEQUIOS

Confirmar asistencia hasta Julio 3 - 2023
Yugoeslavia N35.168 y Azuay
☎ 0996132642 proyectos@davce.com.ec

Figura 5.3: Invitación al desayuno de trabajo de DAVCE

ANEXO IV

Análisis de resultados de la Encuesta:



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD INGENIERÍA DE SISTEMAS



Análisis de Resultados: Percepciones y Preferencias sobre Edificios Inteligentes en la Industria de la Construcción

En este análisis, se presentan las percepciones y preferencias sobre Edificios Inteligentes en la Industria de la Construcción, basadas en una encuesta realizada en Quito, Ecuador. El objetivo de esta encuesta es examinar cómo las empresas constructoras y organizaciones del sector abordan la implementación de tecnologías inteligentes y la eficiencia energética en sus proyectos. La ciudad en constante desarrollo enfrenta desafíos en sostenibilidad y consumo de energía, lo que hace que la adopción de soluciones inteligentes sea relevante para la industria de la construcción local. Mediante esta encuesta, se busca obtener información valiosa para futuros proyectos que fomenten la sostenibilidad y el desarrollo tecnológico en la ciudad.

Importancia de la eficiencia energética:

El primer resultado destacado muestra que la mayoría de los encuestados considera la eficiencia energética como un factor clave para mejorar la sostenibilidad en sus proyectos. Esta percepción refleja una creciente conciencia sobre la necesidad de reducir el consumo de energía y contribuir al cuidado del medio ambiente. La disposición de las empresas a invertir en tecnologías que mejoren la eficiencia energética es una señal positiva para la adopción de soluciones inteligentes en la industria de la construcción.

Valor de las marcas reconocidas:

Otro resultado significativo es que muchos encuestados expresaron una preferencia por productos de marcas reconocidas. Esto sugiere que existe una alta confianza en la calidad y fiabilidad de estas marcas en la entrega de tecnologías inteligentes. Las empresas deben tener en cuenta esta preferencia al seleccionar proveedores para sus proyectos de Edificios Inteligentes. La elección de marcas reconocidas puede ayudar a asegurar la satisfacción del cliente y la calidad en la implementación.

Costo y retorno de la inversión:

El tercer hallazgo relevante se refiere al costo de implementación y el retorno de la inversión. Aunque la eficiencia energética es valorada, las empresas también consideran cuidadosamente los costos asociados con las tecnologías inteligentes. Esto implica que, si bien desean soluciones eficientes en términos de energía, también buscan aquellas que sean económicamente rentables a largo plazo. Por lo tanto, es beneficioso enfocar los proyectos en tecnologías que no solo sean eficientes en el uso de energía, sino también que ofrezcan un retorno de inversión claro y atractivo.

Conectividad y seguridad:

La cuarta conclusión destacada en la encuesta es la importancia que los encuestados otorgan a la conectividad confiable y segura en los Edificios Inteligentes. La dependencia de la conectividad en estos edificios es fundamental para su funcionamiento eficiente. La industria

1

Figura 5.4: Resultados de la encuesta Pg. 1



de la construcción debe asegurarse de implementar tecnologías y sistemas que garanticen una conexión estable y segura, evitando posibles interrupciones que podrían afectar la productividad y la operatividad del edificio inteligente.

Falta de conocimiento sobre la tecnología IoT:

Por último, algunos encuestados identificaron una limitación generalizada en cuanto al conocimiento y comprensión de la tecnología de Internet de las cosas (IoT). Esta percepción sugiere una necesidad urgente de proporcionar más educación y formación sobre las ventajas y beneficios que estas tecnologías pueden aportar a las empresas del sector de la construcción. Es fundamental que la industria invierta en programas de capacitación y divulgación para mejorar la comprensión de los conceptos y aplicaciones de IoT en Edificios Inteligentes.

Conclusiones:

En resumen, los resultados de la encuesta muestran que la industria de la construcción está cada vez más abierta a la implementación de tecnologías inteligentes y eficiencia energética en sus proyectos. La conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad y la reducción del consumo de energía es alta. Sin embargo, también se observa una preocupación por el costo y el retorno de inversión, lo que implica que las soluciones deben ser rentables a largo plazo.

La confianza en marcas reconocidas es un factor a considerar en la selección de proveedores de tecnología, mientras que la conectividad y la seguridad son esenciales para el funcionamiento efectivo de los Edificios Inteligentes.

Además, es imperativo abordar la falta de conocimiento y comprensión de la tecnología IoT entre los profesionales del sector. La educación y formación en este campo son esenciales para aprovechar todo el potencial de las tecnologías inteligentes y mejorar la toma de decisiones informadas.

En conclusión, el análisis de los resultados de la encuesta proporciona información valiosa para la industria de la construcción al considerar la adopción de tecnologías inteligentes y eficiencia energética en sus proyectos de Edificios Inteligentes. Estos resultados pueden servir como una guía para mejorar la planificación, implementación y beneficios en futuros desarrollos de la industria.

La representación gráfica de los resultados se encuentra [aquí](#)

Figura 5.5: Resultados de la encuesta Pg. 2

El enlace hacia la representación gráfica de los resultados es: Análisis de resultados

ANEXO V

El enlace al tablero Kanban es: [Tablero Kanban](#)

ANEXO VI

El enlace al repositorio de Github es: [iotDashboard](#)