



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA ELECTRICIDAD

Trabajo de Integración
Curricular previa la obtención
del Grado Académico de
Ingeniero Eléctrico

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
“ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN CONJUNTOS
RESIDENCIALES MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS
SMART HOME EN LA CIUDAD DE QUEVEDO”.

AUTOR:
CRISTHIAN BRADT LABORDE NÚÑEZ

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
ING. ALFONSO JAVIER GUNSHA MORALES, MSC.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2025



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **CRISTHIAN BRADT LABORDE NÚÑEZ**, declaro que la investigación aquí descrita 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.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

CRISTHIAN BRADT LABORDE NÚÑEZ

C.I: 1250498688



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Alfonso Javier Gunsha Morales, MSc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Cristhian Bradt Laborde Núñez**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Análisis del consumo energético en conjuntos residenciales mediante la implementación de tecnologías Smart Home en la ciudad de Quevedo**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Alfonso Javier Gunsha Morales, MSc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Ing. Alfonso Javier Gunsha Morales, MSc.**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado “**Análisis del consumo energético en conjuntos residenciales mediante la implementación de tecnologías Smart Home en la ciudad de Quevedo**” Presentado por el estudiante **Cristhian Bradt Laborde Núñez**, egresado de la Carrera Electricidad, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis del sistema COMPILATIO el cual avala los niveles de originalidad en un 96% y similitud 4%, del trabajo investigativo. Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Proyecto de Investigación Tesis
Cristhian Laborde

4%
Textos sospechosos

4% Similitudes
+ 1% similitudes entre capítulos
0% entre las fuentes mencionadas
0% idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Proyecto de Investigación Tesis Cristhian Laborde.pdf	Depositante: ALFONSO JAVIER GUNSHA MORALES	Número de palabras: 10.464
ID del documento: 7b04c41e619136de3ace5dc73f6a09770969f9b	Fecha de depósito: 15/3/2025	Número de caracteres: 75.936
Tamaño del documento original: 1,35 MB	Tipo de carga: interface	
Autores: []	Fecha de fin de análisis: 15/3/2025	

Ing. Alfonso Javier Gunsha Morales, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA ELECTRICIDAD

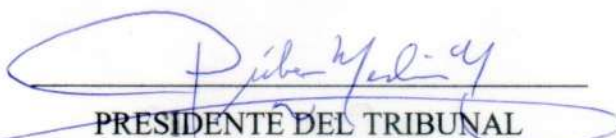
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

**“ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN CONJUNTOS
RESIDENCIALES MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS
SMART HOME EN LA CIUDAD DE QUEVEDO”**

Presentado al Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico

Aprobado por:


PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Duber Segundo Medina Moreira, MSc.


MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Cristian Samuel Laverde Albarracin, PhD.


MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Diego Patricio Peña Banegas, MSc.

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2025

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer profundamente a Dios por haberme acompañado en cada paso de este camino. Su guía, fortaleza y sabiduría me han sostenido en los momentos difíciles y me han impulsado a seguir adelante con fe y determinación hasta alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

Mi más sincero y eterno agradecimiento es para mi madre, María Elena Núñez, por ser el pilar fundamental de mi vida. Su amor incondicional, sacrificio y constante apoyo han sido mi mayor fuente de motivación. Gracias por creer siempre en mí y por enseñarme, con tu ejemplo, el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mis hermanos, quienes han sido un respaldo constante en todo este proceso, gracias por su cariño, por sus palabras de aliento y por estar siempre presentes. Su compañía ha sido clave en este logro.

Agradezco también a mis amigos, quienes con su amistad, consejos y momentos compartidos han hecho de esta etapa una experiencia inolvidable. Su apoyo ha sido valioso tanto en lo académico como en lo personal.

Finalmente, deseo expresar mi profundo agradecimiento al Ing. Alfonso Gunsha, mi director de tesis, por su orientación, compromiso y valiosos aportes durante el desarrollo de esta investigación. Su guía fue esencial para culminar con éxito este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a toda mi familia, y de manera muy especial a mi madre, cuyo amor, esfuerzo y ejemplo han sido fundamentales en mi formación personal y profesional. Gran parte de mis logros, incluido este, son reflejo de su apoyo incondicional y de los valores que me ha inculcado.

A mis hermanos, por estar siempre presentes, por sus palabras de aliento, su compañía inquebrantable y por confiar en mí aun cuando yo mismo dudaba. Su apoyo ha sido una fuente constante de fortaleza.

Y a mí enamorada, quien, con su fe en mí, su motivación y su amor, supo levantarme cuando sentí que no lo lograría. Gracias por recordarme que soy capaz, incluso en los momentos más oscuros. Este logro también te pertenece.

RESUMEN

La presente investigación analiza el impacto de la integración de estaciones de carga rápida. Este proyecto de investigación se enfoca en el análisis del consumo energético en conjuntos residenciales de la ciudad de Quevedo, con el objetivo de identificar soluciones sostenibles frente al creciente uso de dispositivos electrónicos y electrodomésticos. Este aumento ha generado desafíos significativos en términos de eficiencia energética, costos económicos y huella de carbono. Como respuesta, la investigación propone la implementación de tecnologías Smart Home, fundamentadas en sistemas de automatización y monitoreo inteligente a través de dispositivos IoT (Internet de las Cosas). Estas tecnologías ofrecen un alto potencial para optimizar el consumo energético, reducir gastos y mitigar el impacto ambiental. No obstante, su adopción en Quevedo ha sido limitada, principalmente por la falta de estudios aplicados en contextos locales.

El estudio aplica metodologías descriptivas y experimentales para evaluar la viabilidad y efectividad de estas tecnologías en entornos residenciales. Los resultados obtenidos tienen como propósito generar información clave para la toma de decisiones e incentivar la integración de soluciones inteligentes que promuevan un desarrollo urbano sostenible. Además, se resalta la necesidad de colaboración entre autoridades, sector privado y ciudadanía para garantizar la implementación exitosa de estas iniciativas.

Palabras clave: Consumo energético, eficiencia energética, Smart Home, IoT, domótica.

ABSTRACT

This research project analyzes energy consumption in residential complexes in the city of Quevedo, aiming to identify sustainable solutions in response to the growing use of electronic devices and household appliances. This increase has led to significant challenges related to energy efficiency, economic costs, and carbon footprint. The study proposes the implementation of Smart Home technologies, based on automation and intelligent monitoring through Internet of Things (IoT) devices. These systems have strong potential to optimize energy usage, reduce costs, and mitigate environmental impact. However, adoption in Quevedo remains limited due to a lack of localized studies evaluating their feasibility and effectiveness.

Descriptive and experimental methodologies were applied to assess the impact of these technologies in residential environments. The findings aim to provide critical insights to support decision-making and encourage the integration of smart solutions that promote sustainable urban development. The research also emphasizes the need for collaboration among local authorities, private enterprises, and residents to ensure successful implementation.

Keywords: Energy consumption, energy efficiency, Smart Home, IoT, home automation.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
CÓDIGO DUBLÍN.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Problema de investigación	3
1.1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.1.2 Formulación del problema ´	3
1.1.3 Sistematización del problema	4
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación.....	4
2. CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1 Marco conceptual	7
2.1.1 Smart Home.	7
2.1.2 Domótica.....	7
2.1.3 Principios Fundamentales de un Hogar Inteligente	7
2.1.4 El Internet de las Cosas (IoT): El Corazón del Hogar Inteligente	8
2.1.5 Funciones Clave del IoT en el Hogar Inteligente	8

2.1.6	Clasificación de los sistemas domóticos.....	10
2.1.7	Clasificación según el medio de transmisión.....	10
2.1.8	Transmisión a través de cable.....	10
2.1.9	Transmisión por radio frecuencia.....	10
2.1.10	Clasificación según arquitectura.....	11
2.1.11	Clasificación según topología.....	13
2.1.12	Sistemas de comunicación en IoT doméstico.....	14
2.1.13	Principales tecnologías de comunicación.....	14
2.1.14	Wi-Fi: ventajas en conectividad masiva.....	14
2.1.15	Zigbee y Z-Wave: soluciones para redes de bajo consumo.....	15
2.1.16	Bluetooth Low Energy (BLE): aplicaciones en dispositivos personales.....	16
2.1.17	Thread y Matter: el futuro de la interoperabilidad.....	17
2.1.18	Comparativa técnica y funcional entre protocolos.....	17
2.1.19	Importancia de la interoperabilidad en hogares inteligentes.....	18
2.1.20	Protocolos universales como Matter: un estándar emergente.....	18
2.1.21	Factores que determinan el alcance de las redes inteligentes.....	19
2.1.22	Impacto de las interferencias, obstáculos y diseño arquitectónico.....	19
2.1.23	Soluciones tecnológicas para mejorar la conectividad en diferentes entornos.....	20
2.1.24	Principales estándares globales aplicables a hogares inteligentes.....	20
2.1.25	Dispositivos para el Control y Automatización de un Hogar Inteligente.....	21
2.1.26	Iluminación Inteligente.....	22
2.1.27	Climatización y Energía.....	22
2.1.28	Enchufes Inteligentes.....	22
2.1.29	Medidores de Energía.....	22
2.1.30	Electrodomésticos Inteligentes.....	23
2.2	Marco Referencial.....	23
3.	CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	25

3.1	Localización	26
3.2	Tipo de Investigación	26
3.2.1	Investigación Teórica.....	26
3.2.2	Investigación Documental	27
3.2.3	Investigación Aplicada.....	27
3.3	Método de Investigación	27
3.3.1	Descriptiva	27
3.3.2	Experimental.....	27
3.3.3	Inductiva	28
3.4	Diseño de Investigación	28
3.5	Técnicas de recolección de datos	28
3.5.1	Observación	28
3.5.2	Captura de datos tabulados	28
3.6	Recursos tecnológicos	29
4.	CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1	Evaluación del consumo eléctrico en las viviendas del conjunto residencial	31
4.2	Diseño e implementación de solución Smart Home adaptada a las necesidades y características específicas del conjunto residencial y sus residentes.	34
4.2.1	Diseño de la Solución Smart Home	34
4.2.2	Implementación de la Solución Smart Home	35
4.2.3	Presupuesto de Equipos	41
4.3	Análisis del impacto de la solución Smart Home en términos de eficiencia energética, reducción de costos y mejora en la comodidad y seguridad de los residentes.	42
4.3.1	Análisis de retorno de inversión	44
4.3.2	Conformidad en la Aplicación de Tecnología Smart Home y el Uso de Asistentes de Voz	45
5.	CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1	Conclusiones	47

5.2	Recomendaciones.....	48
6.	CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA	49
7.	CAPÍTULO VII ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de Equipos Eléctricos y sus horas de uso semanal	31
Tabla 2. Consumo Eléctrico Domestico por Equipo	32
Tabla 3. Porcentaje de consumo general.....	32
Tabla 4. Costos de la energía consumida mes a mes durante 6 meses	33
Tabla 5. Presupuesto de los equipos a implementados	41
Tabla 6. Consumo y precio del kWh sin implementación y con implementación	42
Tabla 7. Tabla de Retorno de Inversión.....	44
Tabla 8. Tabla de retorno de inversión Anual.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de Arquitectura Centralizada	11
Figura 2. Esquema de Arquitectura Descentralizada	12
Figura 3. Esquema de Arquitectura Distribuida	12
Figura 4. Esquema de Arquitectura Mixta	13
Figura 5. Esquema de las diversas topologías, organizadas de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, comenzando con la topología de bus o línea.	14
Figura 6. Ubicación del Conjunto Residencia "La Arboleda"	26
Figura 7. Plano de la vivienda planta baja y alta	34
Figura 8. Diseño y ubicaciones de cada componente Smart Home	35
Figura 9. Instalación del asistente de voz “Alexa”, el control universal y el HUB	35
Figura 10. Proceso de instalación de los interruptores Inteligentes Sonoff	36
Figura 11. Dispositivos conectados dentro la Aplicación eWeLink	37
Figura 12. Configuración del sensor de temperatura, dentro de la App de “Amazon Alexa”. ..	38
Figura 13. Dispositivos vinculados al Asistente de voz Alexa	39
Figura 14. Rutinas en Alexa	40
Figura 15. Grafica del consumo anual desde Noviembre del 2023 a Octubre del 2024	42
Figura 16. Costos de energia consumida sin implentación y con implementación	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Planilla de consumo energético mes de Noviembre.....	58
Anexo 2. Planilla de consumo energético mes de Diciembre.....	58
Anexo 3. Planilla de consumo energético mes de Enero	58
Anexo 4. Planilla de consumo energético mes de Febrero	59
Anexo 5. Planilla de consumo energético mes de Marzo	59
Anexo 6. Planilla de consumo energético mes de Abril	59
Anexo 7. Planilla de consumo energético mes de Mayo	60
Anexo 8. Planilla de consumo energético mes de Junio.....	60
Anexo 9. Planilla de consumo energético mes de Julio.....	60
Anexo 10. Planilla de consumo energético mes de Agosto	61
Anexo 11. Planilla de consumo energético mes de Septiembre	61
Anexo 12. Planilla de consumo energético mes de Octubre.....	61

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Análisis del consumo energético en conjuntos residenciales mediante la implementación de tecnologías smart home en la ciudad de Quevedo				
Autor:	Cristhian Bradt Laborde Núñez				
Palabras claves:	Consumo energético	Eficiencia energética	Smart Home	IoT	Domótica
Fecha de publicación:	JUNIO-2025				
Editorial:	Quevedo- UTEQ “La María”, 2025				
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p>Resumen. - Este proyecto de investigación se enfoca en el análisis del consumo energético en conjuntos residenciales de la ciudad de Quevedo, con el objetivo de identificar soluciones sostenibles frente al creciente uso de dispositivos electrónicos y electrodomésticos. Este aumento ha generado desafíos significativos en términos de eficiencia energética, costos económicos y huella de carbono. Como respuesta, la investigación propone la implementación de tecnologías Smart Home, fundamentadas en sistemas de automatización y monitoreo inteligente a través de dispositivos IoT (Internet de las Cosas). Estas tecnologías ofrecen un alto potencial para optimizar el consumo energético, reducir gastos y mitigar el impacto ambiental. No obstante, su adopción en Quevedo ha sido limitada, principalmente por la falta de estudios aplicados en contextos locales. El estudio aplica metodologías descriptivas y experimentales para evaluar la viabilidad y efectividad de estas tecnologías en entornos residenciales. Los resultados obtenidos tienen como propósito generar información clave para la toma de decisiones e incentivar la integración de soluciones inteligentes que promuevan un desarrollo urbano sostenible. Además, se resalta la necesidad de colaboración entre autoridades, sector privado y ciudadanía para garantizar la implementación exitosa de estas iniciativas.</p>				
Abstract: (hasta 300 palabras)	<p>Abstract. - This research project analyzes energy consumption in residential complexes in the city of Quevedo, aiming to identify sustainable solutions in response to the growing use of electronic devices and household appliances. This increase has led to significant challenges related to energy efficiency, economic costs, and carbon footprint. The study proposes the implementation of Smart Home technologies, based on automation and intelligent monitoring through Internet of Things (IoT) devices. These systems have strong potential to optimize energy usage, reduce costs, and mitigate environmental impact. However, adoption in Quevedo remains limited due to a lack of localized studies evaluating their feasibility and effectiveness. Descriptive and experimental methodologies were applied to assess the impact of these technologies in residential environments. The findings aim to provide critical insights to support decision-making and encourage the integration of smart solutions that promote sustainable urban development. The research also emphasizes the need for collaboration among local authorities, private enterprises, and residents to ensure successful implementation.</p>				
Descripción:	78 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162				
URI:					

INTRODUCCIÓN

El consumo energético residencial ha experimentado un notable incremento en los últimos años, impulsado por el creciente uso de dispositivos electrónicos y electrodomésticos en los hogares. Este fenómeno, observado en diversas regiones del mundo, plantea desafíos significativos en términos de eficiencia energética y sostenibilidad ambiental. En la ciudad de Quevedo, este problema se manifiesta particularmente en los conjuntos residenciales, donde los altos niveles de consumo energético generan preocupaciones económicas y ecológicas.

Ante este panorama, las tecnologías Smart Home emergen como una solución prometedora para optimizar el uso de la energía eléctrica. Estas herramientas permiten la automatización, monitoreo y control inteligente del consumo energético, contribuyendo a una mayor eficiencia y reducción de costos. Sin embargo, su implementación en contextos locales como Quevedo sigue siendo limitada, lo que evidencia la necesidad de investigaciones específicas que evalúen su impacto y viabilidad.

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo analizar el consumo energético en conjuntos residenciales mediante la implementación de tecnologías Smart Home en la ciudad de Quevedo. A través de un enfoque técnico y metodológico riguroso, se busca proporcionar información valiosa que permita adoptar estrategias innovadoras para mejorar la eficiencia energética, reducir la huella de carbono y promover un desarrollo sostenible en el ámbito residencial.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de investigación

1.1.1 Planteamiento del problema

En los conjuntos residenciales de la ciudad de Quevedo, se está produciendo un aumento significativo en el consumo energético debido al incremento en el número de dispositivos electrónicos y electrodomésticos que requieren electricidad. Este fenómeno no es aislado; forma parte de una tendencia regional y global, donde el crecimiento económico y el acceso a tecnologías modernas han llevado a un aumento en la demanda de energía eléctrica, como se observa en América Latina y el Caribe, donde el consumo de electricidad ha crecido considerablemente en las últimas décadas.

Este escenario plantea desafíos importantes en términos de eficiencia energética, ya que los costos de energía para los residentes aumentan, y el impacto ambiental se vuelve más adverso debido a una mayor huella de carbono. A pesar de los avances tecnológicos en eficiencia energética, la adopción de soluciones innovadoras como las tecnologías Smart Home, que permiten la automatización, monitoreo y control inteligente del consumo eléctrico, sigue siendo limitada en estos conjuntos residenciales. Estas tecnologías tienen el potencial de mejorar significativamente la eficiencia energética, pero falta investigación específica que evalúe su impacto en la ciudad de Quevedo, lo que dificulta la implementación efectiva de estas soluciones.

Para abordar este reto, sería crucial realizar estudios detallados sobre el consumo energético residencial y la efectividad de las tecnologías Smart Home en contextos similares, como se ha hecho en otras ciudades, donde se han utilizado dispositivos IoT para monitorear y analizar patrones de consumo. Además, la colaboración entre autoridades locales, empresas de servicios públicos y residentes podría facilitar la implementación de políticas y programas que fomenten el uso eficiente de la energía y reduzcan el impacto ambiental.

1.1.2 Formulación del problema

¿De qué manera la implementación de tecnologías Smart Home puede contribuir a la reducción y optimización del consumo energético en conjuntos residenciales de la ciudad de Quevedo?

1.1.3 *Sistematización del problema*

¿Cuál es el perfil detallado del consumo energético en el conjunto residencial seleccionado, incluyendo los principales puntos de consumo y las variaciones temporales en el uso de energía?

¿Qué características específicas y funcionalidades avanzadas debe incluir la solución Smart Home para adaptarse de manera óptima a las necesidades del conjunto residencial mejorar la eficiencia energética?

¿Cómo se realizará la medición y análisis del impacto de la solución Smart Home, y qué herramientas y técnicas se emplearán para asegurar una evaluación precisa y confiable de los resultados?

1.2 **Objetivos**

1.2.1 *Objetivo general*

Analizar el consumo energético en conjuntos residenciales mediante la implementación de tecnologías Smart home en la ciudad de Quevedo.

1.2.2 *Objetivos específicos*

- Evaluar el consumo energético actual en el conjunto residencial seleccionado, identificando los principales puntos de consumo.
- Diseñar e implementar una solución Smart Home adaptada a las necesidades y características específicas del conjunto residencial y sus residentes.
- Medir y analizar el impacto de la solución Smart Home en términos de eficiencia energética, reducción de costos y mejora en la comodidad y seguridad de los residentes.

1.3 **Justificación**

La implementación de tecnologías de hogar inteligente (Smart Home) permite optimizar significativamente el uso de energía en los hogares, reduciendo el desperdicio y mejorando la eficiencia energética. El monitoreo en tiempo real y el control automatizado de dispositivos facilitan la identificación de patrones de consumo innecesarios, permitiendo ajustes precisos para ahorrar energía. Esto tiene un impacto directo en la reducción de los costos operativos de los conjuntos residenciales.

Las Smart Home tienen un gran potencial para disminuir el consumo energético, ya que permiten a los usuarios controlar remotamente sus dispositivos y equipos eléctricos. Sin embargo, todavía no se ha determinado con precisión el efecto real que las Smart Home tienen en el consumo energético residencial.

El consumo energético en hogares es una preocupación creciente a nivel mundial, especialmente en Ecuador. Investigar el impacto de las Smart Home en el consumo energético residencial puede ser crucial para reducir el consumo de energía y, por ende, contribuir a mitigar el cambio climático.

Este estudio es particularmente relevante para aquellos que están considerando implementar una Smart Home en sus viviendas. Los resultados de la investigación proporcionarán información valiosa que ayudará a los usuarios a tomar una decisión informada sobre si la implementación de una Smart Home es la mejor opción para sus necesidades.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Marco conceptual

2.1.1 *Smart Home.*

Los Smart Homes, que antes eran una visión futurista, ahora son una realidad palpable que transforma nuestra interacción con el hogar [1]. Se definen como viviendas que emplean una red de dispositivos electrónicos interconectados para automatizar y gestionar diversas funciones. Estos dispositivos ofrecen a los propietarios la capacidad de supervisar y controlar su hogar de forma remota, desde cualquier lugar y en cualquier momento, a través de internet, mejorando así la comodidad, la seguridad y la eficiencia energética [2]. El smart home se sirve de la tecnología IoT para interconectar los dispositivos del hogar con las aplicaciones de los smartphones para automatizar sus funciones [3].

2.1.2 *Domótica*

Etimológicamente, el significado de domótica proviene del latín y del griego. Se compone de las palabras «Domus», que significa «casa» en latín, y «Autónomo», que significa «que se gobierna a sí mismo» en griego [4].

La domótica, el conjunto de tecnologías para la automatización inteligente del hogar, ha evolucionado impulsada por la llegada de Internet en los 90 y los smartphones con la tecnología del Internet de las Cosas (IoT) a partir de 2007. Inicialmente enfocada en el ahorro energético, la domótica hoy mejora la calidad de vida, versatilidad y funcionalidad de la vivienda, con usuarios que ahora controlan sus hogares a través de aplicaciones y asistentes virtuales de inteligencia artificial como Siri, Google o Alexa [5].

2.1.3 *Principios Fundamentales de un Hogar Inteligente*

Un "Smart Home" se basa en la integración e interconexión de dispositivos para crear un entorno doméstico inteligente y autónomo. Los principios clave incluyen:

- **Conectividad:** Los dispositivos se comunican a través de una red, permitiendo el intercambio de información eficiente.
- **Inteligencia Artificial:** La IA permite que los dispositivos aprendan, se adapten a las preferencias del usuario y automaticen tareas.

- **Automatización:** Los dispositivos toman decisiones automáticas para optimizar la eficiencia y comodidad sin intervención del usuario [6].

2.1.3.1 *Ventajas y Beneficios de un Hogar Inteligente*

- **Flexibilidad:** El control de dispositivos desde cualquier lugar a través de dispositivos móviles brinda mayor versatilidad.
- **Seguridad:** Protege tu hogar de forma remota con tecnologías que detectan movimiento, permiten la visualización de accesos y el control de permisos.
- **Comodidad:** Adapta los espacios a tus necesidades, incluso con electrodomésticos no "inteligentes" de fábrica. Utiliza conectores inteligentes (como el Smart Outlet de Samsung) para automatizar dispositivos como cafeteras, aires acondicionados, etc.
- **Eficiencia:** Optimiza el uso de recursos y ahorra con dispositivos que se regulan según el clima, preferencias y necesidades. Controla la iluminación según la hora del día o la calefacción según la temporada.
- **Personalización:** Adapta cada objeto conectado a tu ecosistema digital a tus gustos. Crea ambientes personalizados, desde luces y música de bienvenida hasta rutinas matutinas automatizadas [7].

2.1.4 *El Internet de las Cosas (IoT): El Corazón del Hogar Inteligente.*

La tecnología del Internet de las Cosas (IoT) es fundamental para transformar una vivienda común en un hogar inteligente, creando un entorno de vida verdaderamente conectado y eficiente. El IoT permite que los dispositivos y electrodomésticos se comuniquen entre sí y con los propietarios, automatizando y optimizando diversas funciones del hogar.

En los últimos años, la expansión del IoT ha impulsado la adopción de la domótica, prometiendo espacios habitables más productivos, seguros y cómodos. La automatización del IoT en el hogar implica el uso de tecnologías inteligentes que, conectadas a una red, permiten controlar, automatizar y facilitar la vida de los residentes [8].

2.1.5 *Funciones Clave del IoT en el Hogar Inteligente*

Automatización y Control Integrales: El IoT permite la automatización y el control fluidos de la iluminación, la calefacción, los sistemas de seguridad y los dispositivos de entretenimiento.

Al integrar estos dispositivos y permitirles intercambiar información, se mejora la comodidad, la eficiencia y la gestión de la energía.

- **Acceso y Monitoreo Remotos:** Los propietarios pueden controlar y monitorear sus dispositivos de forma remota a través de aplicaciones móviles o interfaces web. Esto permite encender las luces, ajustar el termostato o revisar las cámaras de seguridad desde cualquier lugar, brindando mayor comodidad y tranquilidad.
- **Eficiencia Energética Optimizada:** El IoT optimiza el uso de energía mediante sensores, análisis de datos y automatización. Los dispositivos inteligentes ajustan el consumo de energía según la ocupación, la hora del día y las preferencias del usuario, reduciendo las facturas de servicios públicos y fomentando un entorno de vida más sostenible.
- **Seguridad y Protección Mejoradas:** Los sistemas de seguridad conectados, como cámaras inteligentes, cerraduras de puertas y sensores de movimiento, proporcionan alertas y transmisiones de video en tiempo real. El IoT también se integra con alarmas de incendio, detectores de monóxido de carbono y otros dispositivos de seguridad para proporcionar notificaciones inmediatas y respuestas automatizadas en situaciones de emergencia [9].
- **Experiencias Personalizadas:** Al aprender las preferencias y los patrones de comportamiento de los usuarios, los sistemas de IoT pueden anticiparse y adaptarse a las necesidades individuales. Desde ajustar la temperatura y la iluminación hasta reproducir listas de reproducción de música personalizadas, los hogares inteligentes impulsados por la tecnología IoT ofrecen experiencias personalizadas que se adaptan a las preferencias únicas de cada propietario.

Equipados con sensores, actuadores y módulos de comunicación, los dispositivos IoT recopilan datos y crean información contextual para tomar decisiones y realizar tareas de forma autónoma. Estos sistemas aportan valor y mejoran la calidad de vida al simplificar las tareas cotidianas, optimizar el uso de la energía y mejorar la seguridad del hogar [9].

2.1.6 *Clasificación de los sistemas domóticos*

En el mercado existen diversos sistemas domóticos que se pueden clasificar desde varios enfoques: el medio de transmisión, la arquitectura y la topología.

2.1.7 *Clasificación según el medio de transmisión.*

La información entre dispositivos se transmite a través de un bus, que puede utilizar diferentes medios para comunicarse. Estos incluyen un cable dedicado, las redes existentes como la eléctrica, telefónica o de datos, o incluso redes inalámbricas [10].

2.1.8 *Transmisión a través de cable.*

El cableado dedicado es una opción popular debido a su economía y capacidad para crear grandes redes de dispositivos. Sin embargo, su implementación en edificios ya construidos requiere obras menores. Las formas de transmisión por cable incluyen:

- **Cable de par trenzado:** Destacado por su uso industrial, ofrece una alta seguridad en la transmisión.
- **Cable coaxial:** Originalmente utilizado para señales de video, es resistente a interferencias, aunque su rigidez complica su instalación.
- **Fibra óptica:** Ideal para transmitir grandes cantidades de datos gracias a su alta capacidad.
- **Red eléctrica instalada:** Aunque no requiere cableado adicional, su velocidad y seguridad son limitadas. [11].

2.1.9 *Transmisión por radio frecuencia.*

- **Bluetooth:** Es un estándar ampliamente disponible, aunque su alcance es limitado y su velocidad de transmisión es moderada.
- **IEEE 802.11b:** Este estándar es ampliamente utilizado y conocido por su velocidad de transmisión rápida. Es un protocolo de la IEEE para redes de área local inalámbricas (WLAN), también reconocido como 802.11 High Rate o Wi-Fi 1 [12].
- **IEEE 802.11g:** Ofrece una mayor capacidad de transmisión, aunque no es tan ampliamente utilizado como otros estándares. Su ancho de banda máximo es de 54 Mbps, superando significativamente los 11 Mbps del estándar 802.11b.[13].

- **IEEE 802.15.4:** Aunque es un estándar establecido, su uso es limitado debido a sus bajas velocidades de transmisión. Se utiliza principalmente en dispositivos de gestión de edificios. [14].

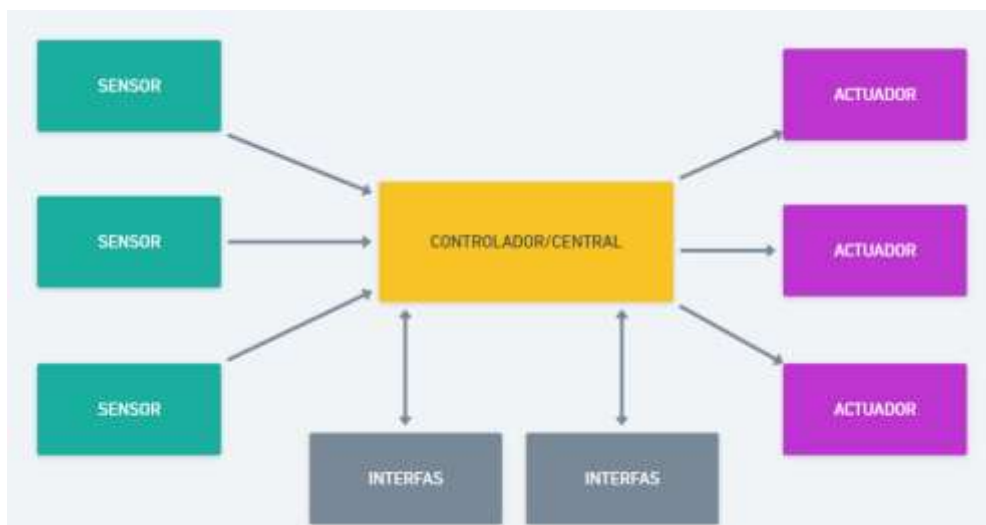
2.1.10 Clasificación según arquitectura.

2.1.10.1 Arquitectura centralizada

Un controlador central recibe y procesa la información proveniente de los sensores, emitiendo instrucciones precisas a los actuadores. En un sistema de control centralizado para viviendas, este núcleo está interconectado con los elementos que se supervisan y controlan, como sensores, sistemas de iluminación y válvulas. Dado que el sistema de control es el corazón de la casa inteligente, su falla puede colapsar todo el sistema. Además, la instalación eléctrica tradicional no es compatible con esta arquitectura. [15].

Figura 1

Esquema de Arquitectura Centralizada

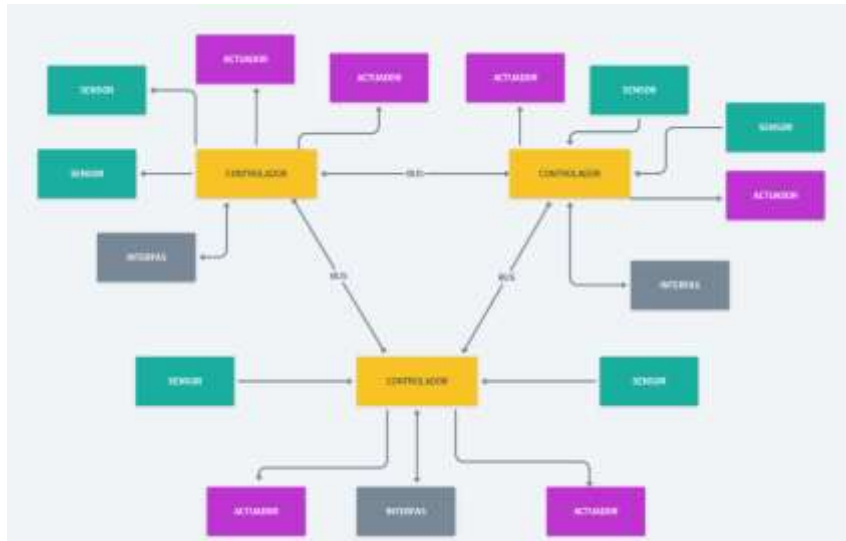


2.1.10.2 Arquitectura descentralizada

En esta arquitectura, varios controladores están interconectados mediante un sistema de bus que facilita el intercambio de información entre ellos. Cada controlador opera como un sistema centralizado, pero también puede transmitir instrucciones a los actuadores y interfaces basándose en los datos recopilados por los sensores o las entradas de los usuarios, lo que permite realizar diversas actividades. El desarrollo de este protocolo surgió como respuesta a la necesidad de mejorar el acceso a dispositivos específicos, debido a las disparidades en los protocolos y características de los diferentes fabricantes [16].

Figura 2

Esquema de Arquitectura Descentralizada

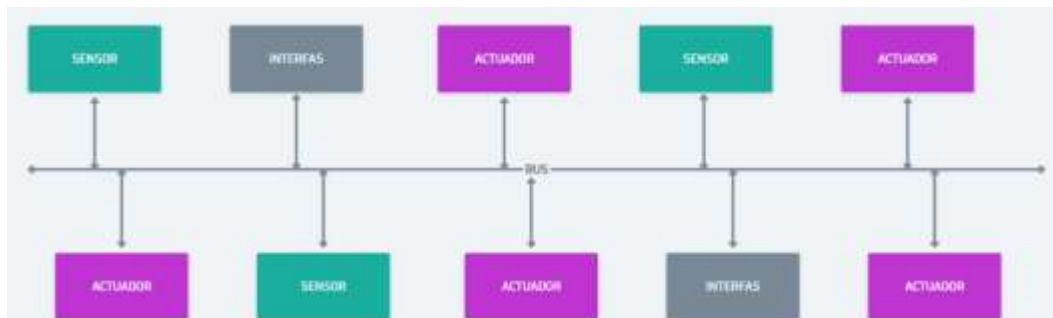


2.1.10.3 *Arquitectura distribuida*

En esta arquitectura, todos los módulos, tanto sensores como actuadores, cuentan con controladores distribuidos. Este diseño es frecuente en sistemas que utilizan cableado en bus o redes inalámbricas. Además, el elemento que se controla se encuentra en proximidad con el elemento de control. [17].

Figura 3

Esquema de Arquitectura Distribuida

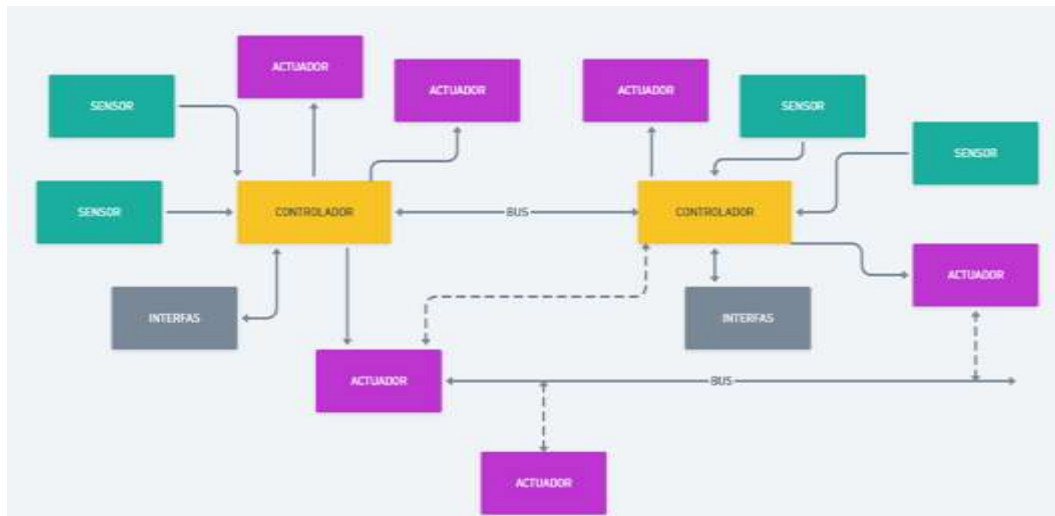


2.1.10.4 *Arquitectura mixta*

Esta arquitectura combina elementos de sistemas anteriores, permitiendo que pequeños dispositivos recolecten y procesen datos de múltiples sensores y los envíen a otros dispositivos dentro de la vivienda. Los sistemas completamente inalámbricos suelen adoptar este diseño. Además, es posible recopilar datos utilizando redes como Sigfox, con su cobertura establecida, o redes LoRaWAN, ya sean existentes o desplegadas específicamente para este propósito. También se pueden utilizar puntos finales en áreas sin cobertura de estas redes. [18].

Figura 4

Esquema de Arquitectura Mixta



2.1.11 Clasificación según topología.

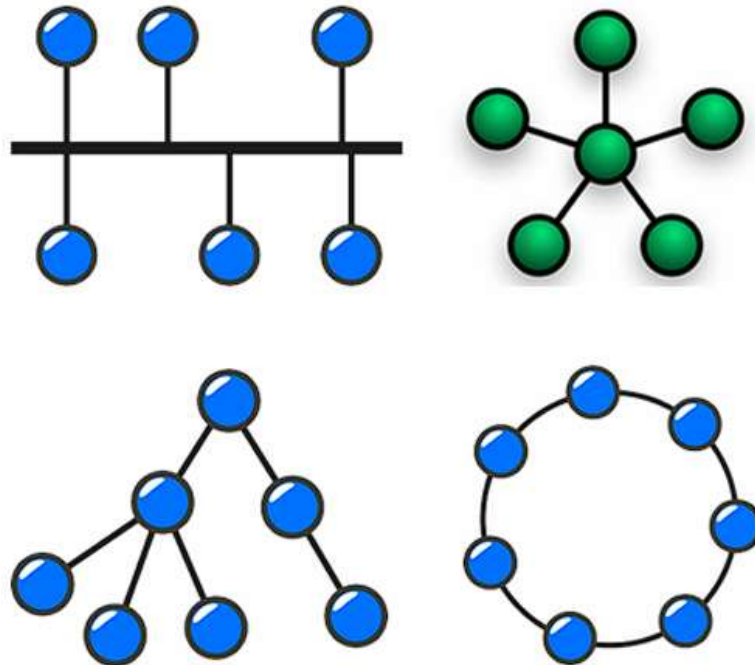
La topología de un sistema domótico se refiere a la estructura específica en la que los diferentes componentes se interconectan entre sí. Es importante distinguirla de la arquitectura del sistema.

Los sistemas domóticos convencionales se pueden clasificar en varias categorías topológicas:

- **Topología de Bus o Línea:** Esta topología utiliza un solo canal de comunicación (bus) al que todos los dispositivos están conectados. Todos los dispositivos comparten este canal para comunicarse entre sí.
- **Topología en Estrella:** En esta configuración, todas las estaciones están conectadas directamente a un punto central, que actúa como núcleo para todas las comunicaciones.
- **Topología en Árbol:** Esta es una variante de la topología en bus, diseñada para que una falla en un nodo no interrumpa la comunicación. Combina elementos de la topología en estrella, utilizando el mismo canal para la comunicación.
- **Topología en Anillo o Circular:** Cada estación tiene una sola conexión de entrada y salida. Cada nodo cuenta con un transmisor y un receptor que actúan como repetidores, permitiendo la comunicación circular entre los dispositivos [19].

Figura 5

Esquema de las diversas topologías, organizadas de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, comenzando con la topología de bus o línea.



2.1.12 *Sistemas de comunicación en IoT doméstico.*

IoT en el hogar, también conocida como Internet de las Cosas en el hogar, se refiere a la conexión y comunicación de dispositivos y sistemas domésticos a través de internet. Estos dispositivos incluyen luces, termostatos, cámaras de seguridad, refrigeradores, y muchos más descritos a continuación: [20]

2.1.13 *Principales tecnologías de comunicación*

La idea de tecnología se asocia a los conocimientos, las técnicas y los dispositivos que posibilitan la aplicación del saber científico. Comunicación, por su parte, se vincula a la transmisión de información entre un emisor y un receptor que comparten un mismo código. [21]

2.1.14 *Wi-Fi: ventajas en conectividad masiva.*

El wifi es una tecnología de telecomunicaciones que permite la interconexión inalámbrica de sistemas informáticos y electrónicos, para intercambiar datos entre sí o conectarse a un punto de acceso a internet.

La tecnología wifi utiliza ondas radioeléctricas para transmitir la información entre los sistemas electrónicos, que pueden comunicarse a una red LAN a través de distancias relativamente cortas (100 metros como máximo). La nitidez e intensidad de la señal, sin embargo, dependerán de las condiciones del entorno, es decir, de la cantidad de interferencia o ruido por saturación que haya en el espectro electromagnético.

A través de una red Wi-Fi pueden vincularse computadoras, televisores, consolas de videojuego, smartphones, tablets y cualquier otro dispositivo dotado de conectividad de este tipo, siempre y cuando se encuentre dentro del radio de acción de la señal emitida. [22]

2.1.15 Zigbee y Z-Wave: soluciones para redes de bajo consumo.

ZigBee es un estándar que establece una serie de protocolos para la creación de redes inalámbricas capaces de transmitir datos a velocidades bajas. Estas redes pueden alcanzar velocidades de transmisión de hasta 250 Kbps y operan en las frecuencias de 868 MHz, 915 MHz y 2.4 GHz [23].

La autenticación de dispositivos y datos es posible gracias a ZigBee. El propósito de la autenticación de datos es asegurar que los datos sean válidos y no hayan sido modificados durante la transmisión. Para lograr esto, el transmisor incorpora un código específico llamado Código de Integridad de Mensaje (MIC) al mensaje. Este MIC se genera mediante un método conocido tanto por el emisor como por el receptor, lo que impide que un dispositivo no autorizado lo cree.

Cuando el receptor recibe un mensaje, calcula el MIC y lo compara con el MIC enviado por el transmisor. Si ambos coinciden, el mensaje se considera auténtico. La seguridad del control aumenta con el número de bits del MIC. ZigBee y el estándar 802.15.4 admiten MIC de 32 bits, 64 bits y 128 bits. [24].

La idea de utilizar conexiones inalámbricas para recopilar información y controlar sensores tiene una larga trayectoria. Sin embargo, las opciones propietarias disponibles para la domótica presentan un inconveniente significativo: no pueden interoperar con sensores, controles y equipos de procesamiento de datos de diferentes marcas, lo que requiere la creación de pasarelas para conectar dispositivos de varias marcas.

- **Consumo mínimo:** Permite el uso de equipos alimentados por baterías.
- **Costo reducido:** Menor costo tanto en dispositivos como en instalación y mantenimiento.
- **Alcance corto:** Normalmente inferior a 50 metros.
- **Eficiencia energética:** Optimizado para un ciclo de transmisión efectivo menor al 0.1%.
- **Velocidad de transmisión:** Menor a 250 kbps, típicamente inferior a 20 kbps.

Por otro lado, las redes Z-Wave utilizan un "Home ID" para separarlas, que es un identificador único de red de 32 bits preprogramado en todos los dispositivos de control. Inicialmente, los nodos esclavos tienen un ID de hogar igual a cero, por lo que un controlador les asigna un ID de hogar para que puedan comunicarse con la red. Los administradores de red tienen mayor capacidad para intercambiar ID de hogar que para administrar nodos esclavos [25].

Z-Wave se distingue de sus competidores al operar en frecuencias inferiores a 1 GHz. A diferencia de Wi-Fi o ZigBee, que funcionan en la banda de 2,4 GHz, una frecuencia altamente congestionada, Z-Wave utiliza frecuencias con menos interferencias. Además, ofrece un 50% más de alcance a la misma potencia de transmisión que sus predecesores. Sin embargo, trabajar en frecuencias inferiores a 1 GHz también presenta desventajas, como un mayor costo y una menor globalización de esta banda de frecuencia. [26].

2.1.16 Bluetooth Low Energy (BLE): aplicaciones en dispositivos personales.

Bluetooth Low Energy (BLE), también conocido como Bluetooth Smart, es una tecnología de comunicación inalámbrica diseñada para aplicaciones que requieren un bajo consumo de energía. Fue introducida en 2010 como parte de la especificación Bluetooth 4.0 y ha ganado popularidad en dispositivos como wearables, sensores, y dispositivos de Internet de las Cosas (IoT).

A diferencia de la tecnología Bluetooth clásica, que consume más energía y es ideal para transferencias de datos más grandes, BLE está optimizado para aplicaciones que necesitan enviar pequeñas cantidades de datos de manera intermitente. Esto lo hace perfecto para dispositivos que funcionan con baterías y que necesitan una larga duración, como es el caso de

la mayoría de dispositivos domóticos que podemos encontrar en un hogar o incluso en el mundo empresarial. [27]

2.1.17 *Thread y Matter: el futuro de la interoperabilidad.*

Thread es un protocolo de red mallada de bajo consumo basado en IPv6 que fue desarrollado por Nest Labs, antes de ser adquirido por Google. Ahora lo gestiona el Thread Group. El protocolo está diseñado para ser utilizado en productos como bombillas, cerraduras de puertas, sistemas de seguridad, termostatos, detectores de humo y otros dispositivos conectados en el hogar. El Protocolo Thread utiliza una topología en estrella con un controlador central (por ejemplo, un producto certificado por el Grupo Thread) y puede admitir hasta 250 dispositivos. El protocolo utiliza el cifrado AES-128 para la seguridad.

El Protocolo Matter es un protocolo de red peer-to-peer de código abierto diseñado para conectar dispositivos en tu casa u oficina. Se basa en el popular Protocolo de Internet (IP) y utiliza las redes cableadas e inalámbricas existentes. Matter es fácil de usar e implantar, y más seguro que otros protocolos porque utiliza encriptación de extremo a extremo. También es escalable, ya que admite hasta 65535 dispositivos en una sola red.

Matter fue diseñado con un enfoque prioritario en la seguridad y la privacidad desde su concepción inicial. Todos los datos se cifran de extremo a extremo utilizando AES-256, lo que garantiza que ni siquiera Matter pueda acceder a tus datos. Esto lo convierte en uno de los protocolos más seguros disponibles actualmente. Además, Matter es notablemente fácil de usar. Puedes configurar una red Matter en apenas minutos, sin necesidad de formación especializada ni conocimientos técnicos avanzados. También aprovecha las redes existentes, como Wi-Fi y Ethernet, lo que elimina la necesidad de instalar hardware adicional. [28].

2.1.18 *Comparativa técnica y funcional entre protocolos.*

El protocolo Thread es particularmente adecuado para aplicaciones de bajo consumo, como la automatización inteligente del hogar, mientras que el protocolo Matter se destaca en aplicaciones de mayor escala, como la automatización industrial. Sin embargo, ZigBee y Z-Wave no son compatibles directamente con Matter ni Thread. Para superar esta limitación, se puede utilizar un "puente Matter" o un "concentrador doméstico inteligente" que actúe como intermediario entre los dispositivos Matter y aquellos que operan con Z-Wave o Zigbee.

El protocolo Thread utiliza una topología en estrella con un controlador central, permitiendo conectar hasta 250 dispositivos. Además, emplea el cifrado AES-128 para garantizar la seguridad. Por otro lado, el protocolo Matter es un protocolo de red entre iguales de código abierto, diseñado para conectar dispositivos en hogares u oficinas. Se basa en el Protocolo de Internet (IP) y aprovecha las redes cableadas e inalámbricas existentes.

Matter se caracteriza por ser fácil de usar y de implementar, y ofrece una mayor seguridad gracias a su encriptación de extremo a extremo. Además, es altamente escalable, ya que puede admitir hasta 65,535 dispositivos en una sola red. [28].

2.1.19 *Importancia de la interoperabilidad en hogares inteligentes.*

Cuando un teléfono inteligente se empareja con un altavoz Bluetooth, están interoperando. Cuando una computadora portátil transmite comandos Wi-Fi a una impresora, están interoperando. Ya hemos estado expuestos al concepto. Cuando se trata del hogar inteligente, Z-Wave va un paso más allá al ofrecer a los fabricantes y, por extensión, a los consumidores, un protocolo de hogar inteligente que facilita la interoperabilidad entre un ecosistema completo de productos para el hogar inteligente. Interruptores de luz, termostatos, persianas motorizadas, equipos de audio y video, abridores de puertas de garaje, casi todas las tecnologías para el hogar que pueda imaginar, pueden funcionar como una unidad cohesiva bajo la égida del protocolo Z-Wave.

En lugar de controlar y administrar cada dispositivo de forma independiente, puede permitir que los dispositivos interoperen para agilizar sus rutinas. Por ejemplo, cuando presiona un botón en un teclado de iluminación, puede activar no solo los accesorios, sino también el ventilador de techo, el sistema de música y las persianas motorizadas. Se ha ahorrado varios pasos y ha creado sin esfuerzo una atmósfera elegante para entretener a los invitados. Cuando se abre una cerradura inteligente en la puerta principal, se encienden las luces del vestíbulo y se envía una notificación a su teléfono inteligente, sabe que los niños han llegado sanos y salvos a casa de la escuela. [29]

2.1.20 *Protocolos universales como Matter: un estándar emergente.*

Matter es un estándar emergente de sistemas domésticos inteligentes, cuyo objetivo es interconectar diferentes dispositivos domésticos inteligentes y ecosistemas para que puedan interoperar en conjunto. Matter es el predecesor del estándar de conexión IoT "Project CHIP",

que fue desarrollado por Apple, Google, Amazon y Zigbee Alliance a fines de 2019. Más tarde, pasó a llamarse oficialmente "Matter" en mayo de 2021.

Matter es un conjunto de estándares abiertos que están libres de regalías para los OEM. Mientras lanzaba Matter, Zigbee Alliance se renombró oficialmente a sí misma como Connection Standards Alliance (CSA) con la esperanza de usar un nombre más genérico para atraer a más proveedores para que se unan al juego. Matter ha diseñado un mecanismo universal de emparejamiento de dispositivos que permite a los usuarios conectar el dispositivo a una red Wi-Fi escaneando un código QR, deslizando NFC e ingresando manualmente un código PIN. El proceso es similar al del registro del dispositivo HomeKit, excepto que el dispositivo HomeKit usa el protocolo de comunicación patentado de Apple, mientras que el dispositivo Matter usa un protocolo universal. Cada dispositivo Matter tiene un código de configuración, a través del cual los usuarios pueden registrarlo en diferentes plataformas, escalando así obstáculos entre plataformas. Significa que los usuarios de diferentes plataformas pueden controlar simultáneamente los equipos domésticos. En el escenario del control por voz, pueden usar diferentes marcas de parlantes inteligentes para controlar dispositivos en diferentes habitaciones. [30].

2.1.21 Factores que determinan el alcance de las redes inteligentes.

Los factores que determinan el alcance de las redes inteligentes incluyen:

- **Regulaciones y políticas gubernamentales:** Apoyo a medidores inteligentes y inversiones en infraestructura eléctrica digital. [31]
- **Nivel de desarrollo:** Varía entre países y se ve influenciado por diversos factores. [32]
- **Automatización y control:** Necesidad de redes más dinámicas y flexibles. [33]
- **Espacios y pasillos:** Requerimiento de espacios para la instalación de redes inteligentes. [33]
- **Componentes primarios:** Facturación inteligente, infraestructura de la red y gestión de datos.

2.1.22 Impacto de las interferencias, obstáculos y diseño arquitectónico.

Gracias a la evolución de la tecnología y de los modos de vida, hoy nos permiten pre ver espacios de usos cotidianos mejor adaptados, en construcciones antiguas como también en los edificios y viviendas nuevas. Esta posibilidad se debe especialmente al desarrollo realizado en la electrónica y la nueva concepción de redes externas e internas de comunicación. Desde los

años 90, las industrias más innovadoras como la aeronáutica y la automotriz comenzaron a utilizar distintos grados de automatización, posteriormente le siguieron los edificios comerciales y administrativos; más recientemente y ya con un criterio de integración técnico-espacial lo hicieron las construcciones educacionales y de vivienda. Desde hace algunos años se habla de la “vivienda inteligente”, asociándose a pisos de gran lujo. Actualmente hay soluciones económicas al alcance de cualquiera, tomando como base un autómatas programable y un PC como complemento. Con este equipamiento se pueden automatizar todo tipo de viviendas y locales [34]

2.1.23 Soluciones tecnológicas para mejorar la conectividad en diferentes entornos.

Para mejorar la conectividad en diferentes entornos, se pueden considerar las siguientes soluciones tecnológicas:

- **Tecnologías de red:** Implementar soluciones avanzadas que optimizan la conectividad de red, basadas en normas y mejores prácticas de la industria. [35]
- **Infraestructura óptima:** Asegurarse de que los hogares y espacios cuenten con una infraestructura que garantice una navegación estable y rápida, esencial para actividades diarias. [36]
- **Soluciones multicloud:** Utilizar servicios de varios proveedores de nube para optimizar el rendimiento y la seguridad, mejorando la experiencia del usuario en diversas plataformas. [37]
- **Estrategias de conectividad:** Explorar estrategias efectivas que transformen la conectividad de red, adaptándose a las necesidades específicas de cada entorno.

2.1.24 Principales estándares globales aplicables a hogares inteligentes

UNE-EN 50090-2-2 – Sistemas electrónicos para viviendas y edificios (HBES). Parte 2-2: Supervisión general del sistema. Requisitos técnicos generales [38].

UNE-EN 50090-9-1 – Sistemas electrónicos para viviendas y edificios (HBES). Parte 9-1: requisitos de instalación. Cableado genérico para par trenzado HBES de clase 1 [39].

UNE-EN 50174-2 – Tecnología de la información. Instalación del cableado. Parte 2: Métodos y planificación de la instalación en el interior de los edificios [40].

UNE-EN 50290 Serie – Cables de comunicación [41].

UNE-EN 61508 Serie – Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos programables relacionados con la seguridad [42].

EN 14908-3 – Comunicación abierta de datos en automatización, control y gestión de edificios. Protocolo de red en edificios. Parte 3: especificación del canal de transmisión por la red de alimentación eléctrica [43].

NOTA – Según la información disponible en CEN, esta norma se publicará a finales de 2006. IEC 60364-4-44 – Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4-44: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las perturbaciones electromagnéticas y de tensión [44].

IEC 60364-5-53 – Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5-53: Elección e instalación de materiales eléctricos. Aislamiento, conmutación y control [45].

2.1.25 *Dispositivos para el Control y Automatización de un Hogar Inteligente*

2.1.25.1 *Control Central y Asistentes Virtuales.*

- ***Altavoces inteligentes***

Los altavoces digitales cuentan con un asistente digital, las personas pueden interactuar con ellos. Esto les permite brindar información sobre todo lo que ocurre con los dispositivos conectados del hogar. Además, pueden responder preguntas, emitir mensajes y, por lo tanto, activar acciones concretas mediante comandos de voz, así como reproducir música.

- ***Amazon Echo (Alexa)***

Amazon Echo es una familia de altavoces inteligentes que utilizan el asistente virtual Alexa para interactuar mediante comandos de voz. Sus funciones principales incluyen:

- **Control de Dispositivos Inteligentes:** Gestiona luces, termostatos, cámaras, etc.
- **Respuesta a Preguntas y Música:** Responde preguntas generales y reproduce música.
- **Skills (Habilidades):** Permite agregar funcionalidades adicionales.

En el Smart Home, Alexa centraliza el control y permite la automatización mediante rutinas personalizadas [46] [47] [48].

- ***Google Nest (Google Assistant)***

Google Nest es una línea de dispositivos inteligentes que incluye altavoces, termostatos, cámaras y timbres, integrados con Google Assistant. Permite el control por voz de dispositivos inteligentes, automatización de tareas, y actúa como centro de control del hogar, mejorando la eficiencia energética y la seguridad. Además, ofrece acceso a servicios como música y noticias mediante comandos de voz [49].

- ***Apple HomePod (Siri)***

Apple HomePod es un altavoz inteligente que utiliza Siri para controlar dispositivos inteligentes del hogar mediante comandos de voz. Permite controlar luces, termostatos y otros

dispositivos HomeKit, crear rutinas automatizadas, y actúa como un centro de control centralizado para el hogar, ofreciendo una experiencia privada y segura [50] [51].

2.1.26 Iluminación Inteligente

2.1.26.1 Bombillas inteligentes.

- **Philips Hue:** Utiliza Zigbee, requiere un puente, y ofrece colores y ajuste de brillo [52].
- **TP-Link Kasa:** Conecta directamente a Wi-Fi, compatible con asistentes virtuales, y es multicolor y dimmable [53].
- **LIFX:** Conecta a Wi-Fi sin puente, ofrece colores vibrantes, y es compatible con HomeKit, Alexa y Google Home [54].

2.1.26.2 Interruptores y dimmers inteligentes

- **Lutron Caseta:** Utiliza tecnología Clear Connect, requiere un hub para Wi-Fi, y es compatible con Siri, Alexa y Google Assistant [55].
- **TP-Link Kasa Smart Switch:** Conecta directamente a Wi-Fi, compatible con Alexa y Google Assistant, y permite control remoto y programación.

2.1.27 Climatización y Energía

2.1.27.1 Termostatos Inteligentes.

- **Nest Learning Thermostat:** Ajusta temperatura automáticamente según hábitos, compatible con Alexa y Google Assistant.
- **Ecobee SmartThermostat:** Incluye sensores remotos y altavoz integrado, compatible con varias plataformas [56].
- **Honeywell T9:** Precio asequible, compatible con asistentes virtuales, y fácil de usar [57].

2.1.28 Enchufes Inteligentes

- **TP-Link Kasa Smart Plug:** Conecta a Wi-Fi, compatible con Alexa y Google Assistant [58].
- **Meross Smart Plug:** Control remoto y programación [59].
- **Eve Energy:** Compatible con HomeKit.

2.1.29 Medidores de Energía

- **Shelly EM:** Monitoreo detallado del consumo [60].

- **Sense Energy Monitor:** Identifica consumo por dispositivo.
- **Emporia Vue:** Análisis en tiempo real del uso de energía.

2.1.30 *Electrodomésticos Inteligentes*

- **Aspiradoras robot:** iRobot Roomba, Roborock, Eufy RoboVac.
- **Lavadoras y refrigeradores inteligentes:** Samsung Family Hub, LG ThinQ WashTower [61].
- **Cafeteras inteligentes:** Keurig K-Supreme Plus Smart, Hamilton Beach Smart Coffee Maker.

2.2 Marco Referencial

El concepto de Smart Home ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, pasando de ser un ideal futurista a una realidad accesible mediante tecnologías de automatización y control. En la década de 1960, las primeras implementaciones de domótica incluían sistemas básicos de control de iluminación mediante sensores de movimiento. Sin embargo, con los avances en electrónica y telecomunicaciones, los sistemas actuales permiten la automatización completa de los hogares mediante arquitecturas distribuidas y conectividad inalámbrica.

Estudios previos han demostrado que la implementación de tecnologías domóticas permite optimizar el consumo de energía en el hogar al gestionar de manera inteligente dispositivos como sistemas de iluminación, climatización y seguridad. [62] presentaron un modelo a escala de una casa domótica utilizando una arquitectura cliente-servidor con la plataforma Arduino y el software LabVIEW para el control de dispositivos en tiempo real. Este estudio destaca la viabilidad de implementar tecnologías de bajo costo para la automatización residencial.

En el contexto ecuatoriano, el desarrollo de la domótica aún se encuentra en una fase emergente, con aplicaciones limitadas en el sector residencial y académico. La falta de control sobre el consumo eléctrico y el desperdicio de energía por parte de los usuarios han sido identificados como problemas clave que afectan la eficiencia energética en el país. Según el estudio realizado por [63], la implementación de un sistema domótico en un laboratorio demostró la viabilidad de utilizar tecnologías inteligentes para la automatización del consumo

eléctrico, reduciendo el desperdicio de energía y optimizando el uso de los dispositivos eléctricos.

Este estudio resalta la importancia de la domótica y su integración con plataformas como Tuya Smart, Alexa y medidores inteligentes, que permiten a los usuarios monitorear y controlar el consumo energético en tiempo real. Además, se evidenció la necesidad de fortalecer el uso de tecnologías de medición inteligente en Ecuador, ya que el 17,29% de la energía generada se pierde por ineficiencia en transmisión, distribución y consumo residencial.

Chávez López y Velecela Chacón definen Smart Home como la tecnología que permite automatizar y controlar dispositivos domésticos mediante sistemas centralizados o remotos. Este concepto es fundamental para comprender el alcance del proyecto y su aplicación.

El uso del protocolo KNX, un estándar internacional para la automatización de edificios que garantiza interoperabilidad entre dispositivos. La elección de KNX se justifica por su robustez y capacidad de integración, superando a otros protocolos como LonWorks en términos de escalabilidad y flexibilidad [64].

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

El lugar seleccionado para el presente estudio es el complejo residencial La Arboleda ubicado en la parroquia El Guayacán, en la Provincia de los Ríos. La ubicación geográfica del complejo residencial y sus coordenadas geográficas son:

Latitud: -1.0502770945068358, o 1.04937° S,

Longitud: -79.48797503132835, o 79.48790° W

Figura 6

Ubicación del Conjunto Residencia "La Arboleda"



3.2 Tipo de Investigación

3.2.1 *Investigación Teórica*

La investigación teórica se centró en el análisis y desarrollo de los métodos de soluciones domóticas Smart Home, con el objetivo de comprender los principios de estabilidad en los sistemas eléctricos y su impacto en la electrificación de conjuntos residenciales urbanos. Para ello, se realizó una revisión exhaustiva de literatura académica, artículos científicos y estudios previos relacionados con la implementación de estas tecnologías. A partir de esta revisión, se identificaron modelos aplicados en diversos contextos residenciales y se desarrolló un modelo que representa el comportamiento de las fuentes de energía en interacción con sistemas Smart Home. Este enfoque permitió establecer una base conceptual sólida para el diseño e implementación del sistema propuesto.

3.2.2 *Investigación Documental*

La investigación documental complementó el análisis teórico mediante la recopilación de información relevante en fuentes secundarias como documentos técnicos, normativas, tesis y artículos científicos. Esta etapa fue crucial para identificar estándares, mejores prácticas y tendencias actuales en la implementación de tecnologías Smart Home. Los datos obtenidos permitieron contextualizar el proyecto dentro del marco legal y técnico vigente, asegurando que las soluciones propuestas cumplieran con los requisitos normativos y respondieran a las necesidades específicas del conjunto residencial.

3.2.3 *Investigación Aplicada*

La investigación aplicada permitió trasladar los conocimientos teóricos y documentales a un entorno práctico mediante el diseño e implementación de un sistema Smart Home adaptado al conjunto residencial seleccionado. Este enfoque buscó resolver problemas específicos relacionados con el consumo energético y mejorar la eficiencia del uso eléctrico mediante tecnologías domóticas. La investigación aplicada incluyó pruebas experimentales para evaluar la efectividad del sistema en términos de ahorro energético, reducción de costos y mejora del confort y seguridad de los residentes.

3.3 **Método de Investigación**

3.3.1 *Descriptiva*

El método descriptivo se utilizó para analizar las características, aplicaciones y efectos de las tecnologías domóticas sin manipular directamente las variables. Este enfoque permitió detallar cómo estas tecnologías impactan en aspectos clave como la eficiencia energética, la comodidad y la seguridad en los hogares. A través de este método, se identificaron patrones en el consumo energético actual del conjunto residencial.

3.3.2 *Experimental*

El método experimental fue fundamental para implementar y evaluar el sistema Smart Home en un entorno controlado. Se realizaron mediciones antes y después de la instalación para analizar su impacto real en el consumo energético, y los resultados obtenidos fueron validados mediante el estudio de las planillas eléctricas.

3.3.3 Inductiva

El enfoque inductivo permitió partir de observaciones específicas sobre los hábitos energéticos y patrones de consumo del conjunto residencial para generar conclusiones generales sobre la efectividad del sistema Smart Home como solución integral para optimizar el uso energético.

3.4 Diseño de Investigación

- **Recolección de Datos**

En esta etapa se utilizaron técnicas como observación directa para identificar puntos críticos en el consumo energético. Los datos recopilados fueron procesados mediante herramientas analíticas para establecer una línea base del consumo energético.

- **Evaluación de Posibles Beneficios**

Se realizó el análisis del consumo energético mediante las planillas eléctricas para evaluar el impacto del sistema Smart Home antes de su implementación real. Este análisis permitió identificar las áreas con mayor potencial de optimización energética.

- **Redacción de Conclusiones**

Finalmente, se llevó a cabo un análisis comparativo entre los datos obtenidos antes y después del uso del sistema Smart Home, destacando los beneficios logrados en términos de ahorro energético, reducción de costos operativos y mejora en la calidad de vida de los residentes.

3.5 Técnicas de recolección de datos

Existen varias técnicas para la recolección de datos, que permitieron obtener una comprensión integral del consumo energético y la viabilidad de implementar tecnologías Smart Home en el contexto específico del conjunto residencial.

3.5.1 Observación

Se empleó como una herramienta clave para identificar de manera visual y sistemática los principales puntos críticos en el consumo energético dentro del conjunto residencial. Esta técnica consistió en realizar inspecciones detalladas de las instalaciones eléctricas, identificando áreas con mayor uso de energía, equipos ineficientes y posibles fugas o pérdidas.

3.5.2 Captura de datos tabulados

La recolección de datos se basó en el análisis de las planillas de consumo eléctrico emitidas por la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL). Estas planillas oficiales constituyeron la fuente primaria de información, ya que contienen registros detallados y verificables del consumo mensual de energía eléctrica correspondiente al periodo de estudio.

Cada planilla proporcionada por la CNEL incluye información clave como el consumo en kilovatios-hora (kWh), la fecha de lectura del medidor, el número de días facturados, la tarifa aplicada, así como los valores totales facturados. Esta documentación permitió obtener un panorama preciso y confiable del comportamiento del consumo energético en las instalaciones analizadas.

3.6 Recursos tecnológicos

Los recursos tecnológicos utilizados fueron:

- Computadoras
- Impresoras
- Internet
- Teléfono celular

Las herramientas computacionales utilizadas fueron:

- Microsoft Excel
- SketchUp
- Chat GPT

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluación del consumo eléctrico en las viviendas del conjunto residencial

Se llevó a cabo un análisis detallado mediante el método de observación, en el cual se realizó un estudio individualizado de cada electrodoméstico y cada punto de iluminación presente en el área evaluada. Durante este proceso, se examinó cuidadosamente el tiempo de uso semanal aproximado de cada electrodoméstico y cada punto de iluminación, con el objetivo de obtener datos precisos sobre su consumo energético.

Tabla 1

Listado de Equipos Eléctricos y sus horas de uso semanal

Equipos eléctricos	Cantidad	Horas de uso x Semana	Potencia [W]
Refrigeradora	1	8	350
Licuada	1	3	184,2
Tostadora	1	1	750
Iluminación (Fluorescente)	5	55	25
Iluminación (LED)	7	56	8,5
Focos Exteriores	4	57	20
Televisores 55"	1	20	90
Televisores 32"	3	19	66
Router	1	168	12
A/C 12000 BTU	2	18	1425
Impresora	1	1	48
Plancha	1	2	300
Lavadoras	1	6,5	460
Bomba de agua	1	8	186,5

FUENTE: EXCEL

ELABORADO POR: CRISTHIAN LABORDE.

En la tabla se detalla, para cada equipo eléctrico presente en la vivienda, la cantidad instalada, el promedio de horas de uso semanal y la potencia eléctrica correspondiente expresada en vatios (W). Estos datos constituyen una base fundamental para la estimación del consumo energético individual y agregado de los dispositivos, permitiendo así una evaluación precisa del comportamiento energético previo a la implementación del sistema de automatización Smart Home. El inventario incluye una amplia gama de equipos, abarcando tanto electrodomésticos de uso cotidiano como refrigeradora, licuadora y plancha como sistemas de climatización, específicamente aires acondicionados, y diferentes tipos de iluminación, tales como lámparas fluorescentes, LED y focos exteriores.

Tabla 2*Consumo Eléctrico Doméstico por Equipo*

Potencia total	Energía consumida [kWh]	Costo de energía [USD/kWh]
350	2,80	0,258
184,2	0,5526	0,051
750	0,75	0,069
125	6,875	0,633
59,5	3,332	0,307
80	4,56	0,420
90	1,8	0,166
198	3,762	0,346
12	2,016	0,185
2850	51,3	4,720
48	0,048	0,004
300	0,6	0,055
460	2,99	0,275
186,5	1,492	0,137

FUENTE: EXCEL**ELABORADO POR:** CRISTHIAN LABORDE.

Al analizar y agrupar los diferentes puntos de consumo energético en tres grandes categorías electrodomésticos, iluminación y aire acondicionado (A/A) se observa una distribución porcentual que evidencia una marcada concentración en el uso del aire acondicionado. En detalle, el aire acondicionado representa el mayor porcentaje de consumo energético con un 61,90%, lo que indica su papel predominante en la demanda total de energía del sistema evaluado. En segundo lugar, se encuentran los electrodomésticos, que constituyen el 20,28% del consumo, seguido por la iluminación, que representa el 17,82% restante. Esta distribución permite identificar claramente cuáles son las áreas con mayor potencial de optimización energética.

Tabla 3*Porcentaje de consumo general*

Puntos de consumo	Potencia Instalada [W]	Energía consumida [kWh]	%
Iluminación	264,5	59,068	17,82
Electrodomésticos	2578,7	67,24	20,28
A/A	2850	205,2	61,90

FUENTE: EXCEL**ELABORADO POR:** CRISTHIAN LABORDE.

Durante un periodo de seis meses de noviembre 2023 a abril 2024 se realizó un seguimiento mensual del consumo eléctrico sin la implementación de un sistema Smart Home. La información fue obtenida a partir de las planillas de facturación emitidas por la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL), reflejando tanto el consumo en kilovatios-hora (kWh) como el valor total facturado en dólares.

Tabla 4

Costos de la energía consumida mes a mes durante 6 meses

Mes	Energía consumida Sin Smart Home (kWh)	USD/kWh
Noviembre	332	30,50
Diciembre	352	32,40
Enero	312	28,67
Febrero	333	30,63
Marzo	318	29,24
Abril	339	31,16

FUENTE: EXCEL

ELABORADO POR: CRISTHIAN LABORDE.

El costo unitario del kilovatio-hora (kWh) considerado para este análisis es de 0,092 dólares, valor correspondiente a la tarifa oficial aplicada al consumo residencial sin considerar la implementación de tecnología Smart Home. Cabe señalar que dicho valor representa únicamente el costo directo de la energía consumida, sin incluir los cargos adicionales asociados a la facturación final, tales como el costo de comercialización, que asciende a 1,41 dólares, ni los costos por servicios de terceros, que comprenden el alumbrado público, la contribución al Cuerpo de Bomberos y la tasa de recolección de basura. Por lo tanto, los montos reflejados en este estudio corresponden exclusivamente al componente energético del consumo, lo que permite un análisis más preciso del impacto real en términos de eficiencia energética.

4.2 Diseño e implementación de solución Smart Home adaptada a las necesidades y características específicas del conjunto residencial y sus residentes.

4.2.1 *Diseño de la Solución Smart Home*

Luego de realizar una evaluación detallada del consumo energético en el conjunto residencial, y tras identificar los principales puntos de demanda eléctrica como sistemas de iluminación, climatización y equipos electrónicos, se estableció un diagnóstico claro sobre los hábitos de uso y los espacios con mayor potencial de optimización.

Figura 7

Plano de la vivienda planta baja y alta



Como parte del proceso de diseño e implementación del sistema Smart Home, se llevó a cabo una identificación minuciosa de cada punto de iluminación presente en el espacio del domicilio. Esta etapa fue fundamental para determinar la cantidad de dispositivos necesarios, así como su ubicación óptima para lograr un control eficiente y segmentado de la iluminación, especialmente considerando que se utilizarían luminarias regulables. Paralelamente, se definieron los sitios estratégicos para la instalación de los demás componentes del sistema, tales como el coordinador central (Sonoff Bridge Pro) para los interruptores inteligentes, el control universal y el dispositivo asistente de voz Alexa.

Durante la etapa de planificación del sistema de automatización, se identificaron un total de 17 puntos de iluminación distribuidos en todo el domicilio. A partir de este levantamiento, se seleccionaron cuatro puntos clave para la implementación de interruptores inteligentes, priorizando las áreas de mayor uso y permanencia: la sala, el comedor, la cocina y el dormitorio principal. Estos espacios fueron elegidos por su relevancia en la rutina diaria de los residentes y por la necesidad de un control preciso y personalizado de la iluminación.

Figura 10

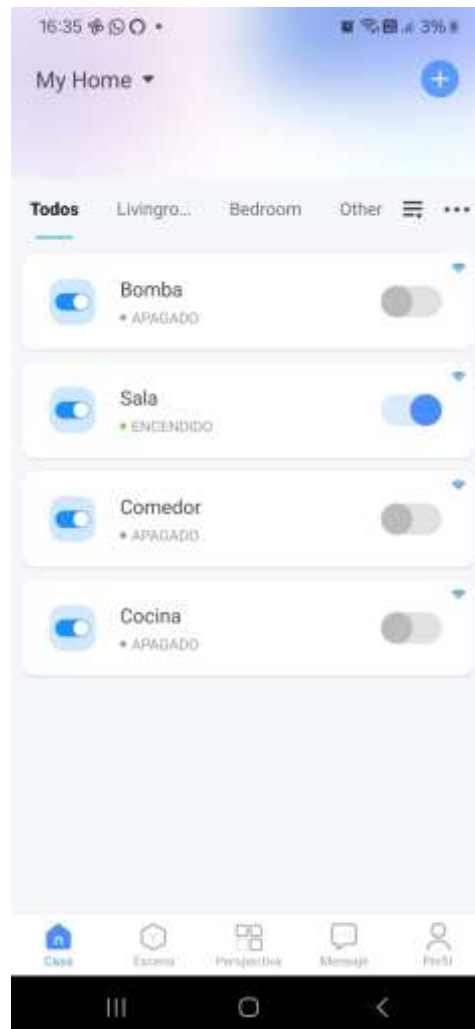
Proceso de instalación de los interruptores Inteligentes Sonoff



Para los espacios de menor tránsito, como las escaleras y otros puntos secundarios, se optó por una solución más automatizada mediante la instalación de sensores de movimiento con conectividad Wi-Fi. Estos sensores permiten el encendido y apagado automático de los focos inteligentes, optimizando el consumo energético sin comprometer la funcionalidad ni la comodidad del entorno. Esta combinación de interruptores inteligentes en zonas principales y sensores de movimiento en áreas de paso representa una estrategia equilibrada entre eficiencia, automatización y control, adaptada a las dinámicas del conjunto residencial.

Figura 11

Dispositivos conectados dentro la Aplicación eWeLink



Dentro del diseño e implementación del sistema Smart Home, uno de los aspectos fundamentales considerados fue el control eficiente de los aires acondicionados, debido a que estos representan uno de los principales puntos de consumo energético dentro de la vivienda. Para ello, se integró un control universal inteligente, cuya función es gestionar de manera automatizada el encendido, apagado y ajuste de la temperatura de los equipos de climatización y los televisores.

Se implementó un sistema que permite la gestión de aires acondicionados mediante comandos de voz a través del asistente virtual Alexa, así como desde una aplicación móvil instalada en un teléfono inteligente. Esta implementación proporcionó al usuario un acceso práctico y

flexible para controlar el funcionamiento de los equipos, tanto de manera local como remota, cumpliendo con el objetivo de desarrollar un sistema de control accesible e intuitivo.

Figura 12

Configuración del sensor de temperatura, dentro de la App de “Amazon Alexa”



Alexa, el cual cuenta con un sensor de temperatura incorporado que permitió la configuración de rutinas inteligentes basadas en rangos de temperatura predefinidos. Esta funcionalidad facilitó la automatización del encendido del aire acondicionado al superar una temperatura ambiente específica, así como su apagado al alcanzar un valor considerado confortable. La implementación de estas rutinas contribuyó tanto a elevar el nivel de confort en el entorno residencial como a optimizar el consumo energético, al evitar el funcionamiento prolongado e innecesario del sistema de climatización.

Asimismo, se estableció a Alexa como componente central del sistema Smart Home desarrollado, cumpliendo el rol de plataforma de control y automatización de los dispositivos conectados. Su integración permitió una interacción eficiente e intuitiva con los equipos, mejorando la experiencia del usuario y favoreciendo una gestión energética más racional mediante funciones avanzadas de control inteligente.

Figura 13

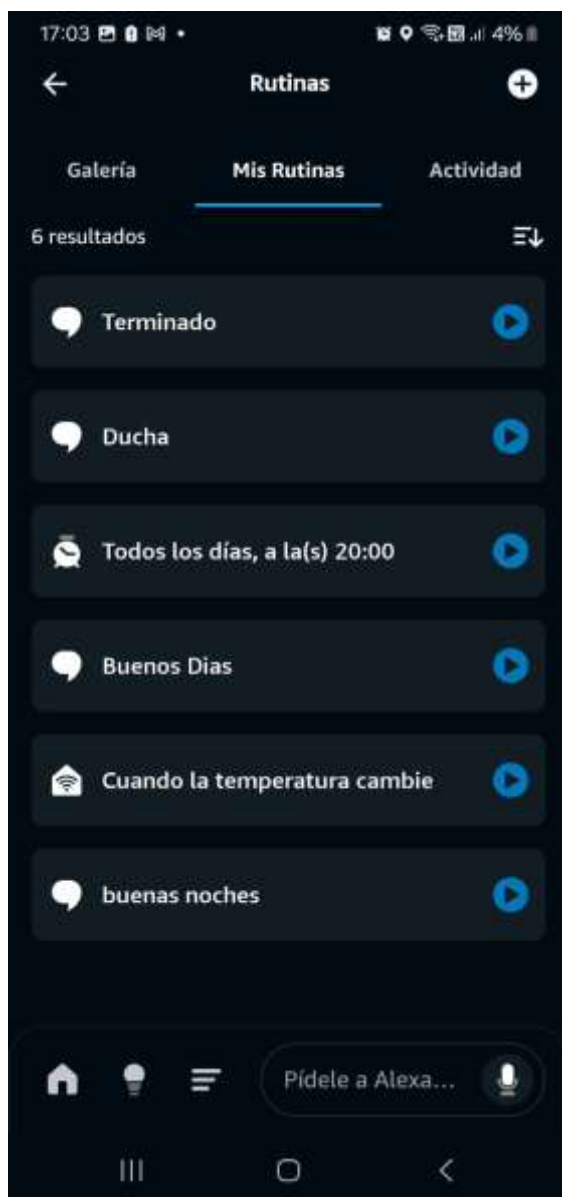
Dispositivos vinculados al Asistente de voz Alexa



Se aprovechó una de las funcionalidades más destacadas del asistente virtual Alexa: la creación de rutinas personalizadas. Esta característica permitió automatizar múltiples acciones en función de condiciones específicas, tales como horarios programados, estados de sensores o comandos de voz definidos. Por ejemplo, se configuraron rutinas para encender las luces a una hora determinada, activar el aire acondicionado cuando la temperatura ambiental superara un umbral preestablecido, o apagar todos los dispositivos al detectar la salida del usuario del domicilio.

Figura 14

Rutinas en Alexa



Además, se incorporó la capacidad de establecer comandos de voz personalizados, lo que permitió una interacción más natural y accesible con el sistema. El usuario pudo asignar frases específicas para ejecutar acciones como encender o apagar dispositivos, regular la iluminación, activar escenas predeterminadas o iniciar secuencias automatizadas de tareas. Esta flexibilidad en la configuración de comandos y rutinas contribuyó de manera significativa a mejorar la experiencia de uso, adaptándose a las preferencias de cada residente y elevando el nivel de confort en el entorno Smart Home.

4.2.3 *Presupuesto de Equipos*

Tabla 5

Presupuesto de los equipos a implementados

Equipo instalado	Cantidad	P. Unitario	Precio total	TOTAL
SONOFF Zigbee Bridge Pro	1	29,99	29,99	
Alexa Echo Dot	2	55,00	110,00	
Sonoff SNZB-03 Sensor de Movimiento	3	15,00	45,00	
MOEs Mini DIY Tuya ZigBee 3.0	1	10,32	10,32	
Atenuador ZigBee 3.0	2	22,99	45,98	380,56
Lampara LED Wi-Fi 10W	1	10,00	10,00	
Control remoto universal	2	20,76	41,52	
Sonoff ZBMini L2	4	11,19	44,76	
SONOFF POWR3	1	42,99	42,99	

FUENTE: EXCEL

ELABORADO POR: CRISTHIAN LABORDE.

4.3 Análisis del impacto de la solución Smart Home en términos de eficiencia energética, reducción de costos y mejora en la comodidad y seguridad de los residentes.

Para llevar a cabo un análisis integral del impacto energético de la solución Smart Home, se consideró un periodo de evaluación de un año completo. Este análisis abarcó dos fases claramente diferenciadas: la primera, correspondiente a los meses de noviembre de 2023 a abril de 2024, en los que se registró el consumo eléctrico sin la implementación del sistema; y la segunda, que comprende los meses de mayo a octubre de 2024, en los que ya se encontraba operativa la tecnología de automatización en el conjunto residencial.

Tabla 6

Consumo y precio del kWh sin implementación y con implementación

Mes	Sin Smart Home (kWh)	USD/kWh	Mes	Con Smart Home (kWh)	USD/kWh
Noviembre	332	30,50	Mayo	271	24,93
Diciembre	352	32,40	Junio	267	24,57
Enero	312	28,67	Julio	274	25,21
Febrero	333	30,63	Agosto	260	23,92
Marzo	318	29,24	Septiembre	269	24,73
Abril	339	31,16	Octubre	266	24,48

FUENTE: EXCEL

ELABORADO POR: CRISTHIAN LABORDE.

Figura 15

Grafica del consumo anual desde Noviembre del 2023 a Octubre del 2024

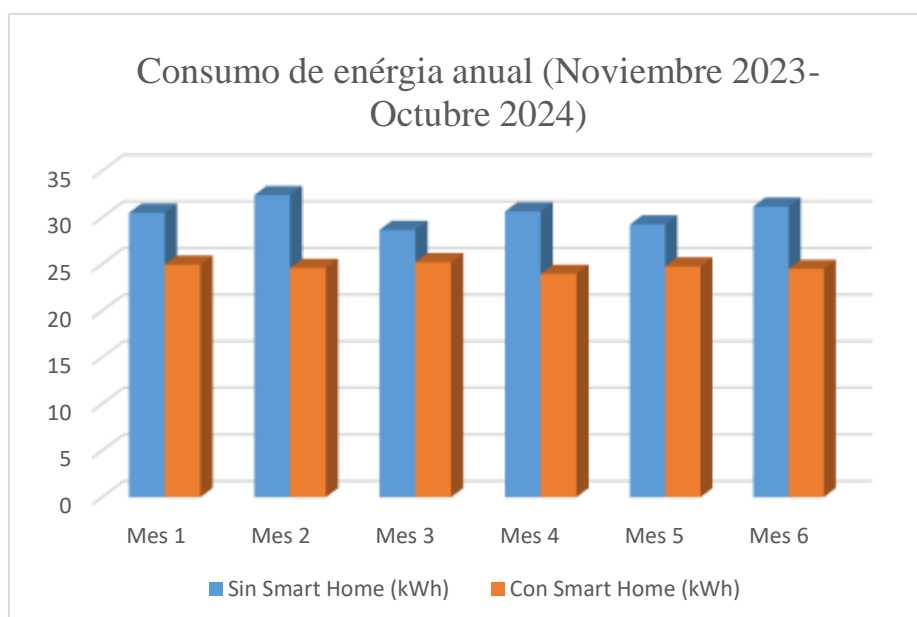
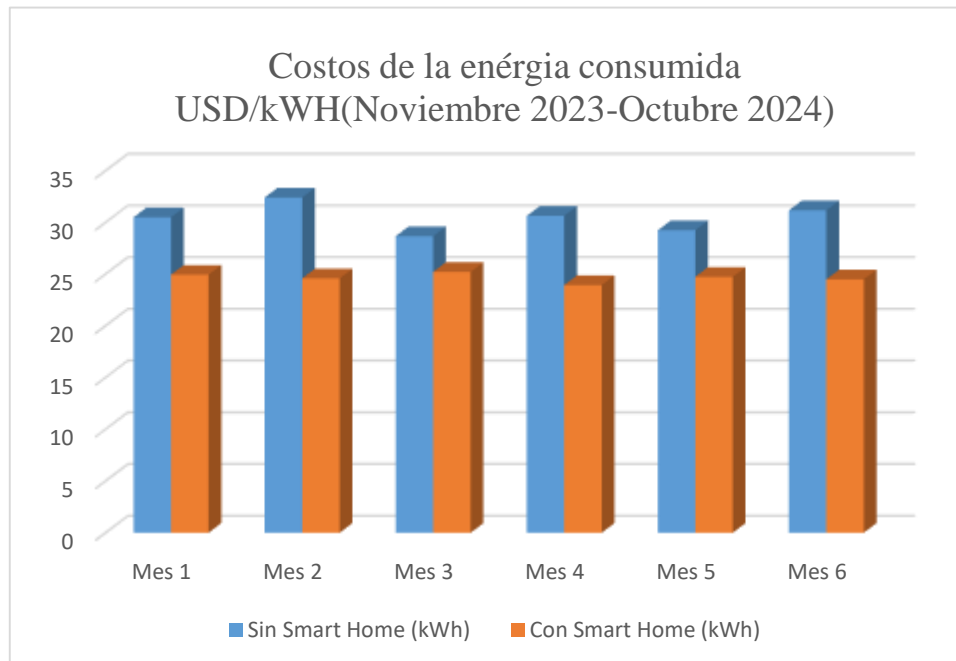


Figura 16

Costos de energía consumida sin implementación y con implementación



El análisis del consumo energético entre hogares con y sin tecnología Smart Home, durante un período de seis meses, muestra una reducción significativa en el uso de energía tras la implementación de esta tecnología. El consumo promedio sin Smart Home fue de **331 kWh**, mientras que con Smart Home bajó a **268 kWh**, lo que representa un **ahorro mensual de 63 kWh**. Esta mejora refleja una mayor eficiencia energética y demuestra que la automatización del hogar contribuye tanto al ahorro económico como a la sostenibilidad.

La gráfica presenta una comparación del costo mensual de la energía eléctrica consumida entre hogares que no utilizan tecnología Smart Home y aquellos que sí la han implementado, durante un periodo de seis meses. En todos los casos, se observa que los hogares con tecnología Smart Home presentan costos menores en comparación con los que no cuentan con esta implementación.

El costo promedio mensual sin Smart Home fue de \$30.43 USD, mientras que con Smart Home el costo se redujo a \$24.65 USD, lo que representa un ahorro mensual promedio de \$5.78 USD. Esta diferencia evidencia el impacto positivo de la automatización del hogar, ya que permite un uso más eficiente de la energía y, por ende, una disminución en los gastos asociados.

Este ahorro mensual, acumulado a lo largo del año, se traduce en una reducción considerable en la factura de electricidad. Además, demuestra que la inversión en tecnología Smart Home puede ser recuperada progresivamente mediante los beneficios económicos que genera en el mediano y largo plazo.

4.3.1 *Análisis de retorno de inversión*

Tabla 7

Tabla de Retorno de Inversión

Mes	Ahorro Acumulado (USD)	Inversión Inicial Restante (USD)	ROI (%)
1	5.78	374.78	1.52%
2	11.56	368.99	3.04%
3	17.34	363.22	4.56%
4	23.12	357.44	6.08%
5	28.90	351.66	7.60%
6	34.68	345.88	9.11%
7	40.46	340.10	10.63%
8	46.24	334.32	12.15%
9	52.02	328.54	13.67%
10	57.80	322.76	15.19%
11	63.58	316.98	16.71%
12	69.36	311.20	18.23%

FUENTE: EXCEL

ELABORADO POR: CRISTHIAN LABORDE.

Durante el primer mes, el ahorro generado fue de \$5.78 USD, lo que representa un 1.52% de recuperación de la inversión inicial. A partir de allí, el ahorro se acumula de forma lineal, incrementando paulatinamente el porcentaje de ROI. Al finalizar el primer año, se acumula un ahorro total de \$69.36 USD, equivalente al 18.23% de la inversión recuperada.

Tabla 8

Tabla de retorno de inversión Anual

Año	Ahorro Acumulado (USD)	Inversión Restante (USD)	ROI (%)
1	69.36	311.20	18.2%
2	138.72	241.84	36.5%
3	208.08	172.48	54.7%
4	277.44	103.12	73.0%
5	346.80	33.76	91.2%
5.5	381.48	-0,92	100%

FUENTE: EXCEL

ELABORADO POR: CRISTHIAN LABORDE.

Durante el primer año, el ahorro representa un 18.2% del total invertido, mientras que al tercer año se ha recuperado más del 50%. En el quinto año, la recuperación alcanza el 91.2%, y finalmente, en el transcurso del sexto año, se alcanza el 100% del retorno, lo que marca el punto de equilibrio de la inversión.

Este comportamiento refleja que, si se mantiene el ritmo constante de ahorro mensual, el sistema permitirá recuperar completamente la inversión en un plazo aproximado de cinco años y medio (66 meses). La tendencia muestra un crecimiento constante en el retorno, lo cual respalda la viabilidad financiera del proyecto.

4.3.2 *Conformidad en la Aplicación de Tecnología Smart Home y el Uso de Asistentes de Voz*

La implementación de tecnología Smart Home ha sido bien recibida por los usuarios debido a su capacidad para integrar dispositivos inteligentes que mejoran la comodidad y eficiencia en el hogar. El control centralizado mediante comandos de voz, especialmente a través de Alexa, fue uno de los aspectos más valorados, ya que permitió manejar diversos dispositivos sin necesidad de contacto físico ni aplicaciones independientes. Esta funcionalidad facilitó las tareas cotidianas y mejoró la experiencia de uso dentro del entorno doméstico.

En cuanto a la seguridad, los usuarios destacaron la utilidad de los sensores de movimiento y el monitoreo térmico, los cuales permitieron detectar situaciones inusuales y enviar notificaciones automáticas al móvil, mejorando la capacidad de respuesta ante imprevistos. Además, la automatización de luces para simular presencia durante ausencias prolongadas reforzó la percepción de protección. En conjunto, estas funciones no solo ofrecieron mayor confort, sino también una mejora significativa en la seguridad preventiva del hogar.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La evaluación del consumo energético en el conjunto residencial permitió identificar los principales puntos críticos de uso y comprender los hábitos de los residentes. El sistema de climatización (Aires acondicionados) y los electrodomésticos se destacaron como los mayores consumidores siendo el 88,16%, mientras que la iluminación un 11,84% contribuyeron de manera significativa al consumo total.

La implementación permitió optimizar el uso de dispositivos como televisores y aires acondicionados mediante controladores infrarrojos, mientras que los interruptores inteligentes y sistemas de iluminación con dimer ofrecieron un control preciso de la intensidad luminosa. Además, se incorporaron equipos robustos para cargas mayores. Todo el sistema fue centralizado y gestionado por un asistente de voz como Alexa, brindando una experiencia intuitiva y eficiente para los usuarios.

El ahorro energético promedio por el consumo en todo el año desde el mes de Noviembre del 2023 hasta Octubre 2024 fue de 49 kWh y en términos de dinero un ahorro de \$4.5 dólares, por otro lado el grado de confort de cada residente usando el sistema Smart Home por medio de su asistente de voz (Alexa) fue satisfactoria.

5.2 Recomendaciones

Ejecutar los mantenimientos preventivos a los equipos instalados al menos cuatro veces por año, con una periodicidad de tres meses entre cada intervención. Esto permitirá preservar la vida útil de los dispositivos y garantizar su correcto funcionamiento. Los procedimientos específicos para cada mantenimiento serán comunicados al personal técnico responsable y estarán descritos detalladamente en el manual de usuario.

Realizar una revisión semanal de las aplicaciones vinculadas al sistema, a fin de comprobar la disponibilidad de actualizaciones, verificar el correcto funcionamiento del software y confirmar que no existan fallas de conexión con la red. Esta acción preventiva ayudará a mantener la estabilidad operativa del sistema ante cualquier eventualidad externa.

Brindar una explicación clara a todos los miembros de la familia sobre el funcionamiento del sistema instalado en el hogar, destacando la importancia de un uso adecuado de los equipos. Es fundamental advertir sobre los riesgos de manipulación indebida, ya que podrían provocar desconfiguraciones, desconexiones de la red o fallos en el sistema. Esta medida tiene como objetivo prevenir daños y garantizar el correcto funcionamiento del sistema en el entorno familiar.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. Garcia, «Qué es una Smart Home y cómo funciona,» 05 Abril 2023. [En línea]. Available: https://www.pccomponentes.com/que-es-smarthome?srsltid=AfmBOoond7sjySoIpe7-164ugTXe_qEn7ORUM8ngp5QVquVwkXeRjq5W. [Último acceso: 15 12 2023].
- [2] Learning Source, «The Evolution of Smart Homes: Trends and Future Predictions in Technology,» 22 Abril 2024. [En línea]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/evolution-smart-homes-trends-future-predictions-technology-x2yoe/>. [Último acceso: 25 01 2024].
- [3] L. Del Río, «¿Qué es un smart home? Usos y características de los hogares inteligentes,» 01 12 2022. [En línea]. Available: <https://www.computing.es/noticias/que-es-un-smart-home-usos-y-caracteristicas-de-los-hogares-inteligentes/>. [Último acceso: 21 01 2024].
- [4] RESPOL, «¿Qué es la domótica y para qué sirve?,» 11 Septiembre 2023. [En línea]. Available: <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/tecnologia-innovacion/que-es-la-domotica/index.cshtml>. [Último acceso: 12 01 2024].
- [5] Ferrovial, «Qué es la domótica, cómo se aplica y cuáles son sus ...,» 23 11 2021. [En línea]. Available: <https://www.ferrovial.com/es/recursos/domotica/>. [Último acceso: 21 01 2024].
- [6] Muvit, «Diferencias entre domótica y Smart Home: ¿Cuál es la mejor ...,» 26 Julio 2023. [En línea]. Available: <https://www.muvit.es/blog/domotica/diferencias-entre-domotica-y-smart-home>. [Último acceso: 23 01 2024].
- [7] Redaccion AD, «Los 5 principios básicos para un hogar inteligente,» 08 Enero 2019. [En línea]. Available: <https://www.admagazine.com/editors-pick/basicos-hogar-inteligente-samsung-20190108-5015-articulos>. [Último acceso: 23 01 2024].
- [8] M. Dąbrowska, «El poder de la automatización del hogar mediante IoT,» 30 Julio 2024. [En línea]. Available: <https://www.iot-now.com/2024/07/30/145721-the-power-of-iot-home-automation/>. [Último acceso: 05 12 2024].
- [9] V. Puzhevich, «Internet de las cosas (IoT) en hogares inteligentes,» 25 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://scand.com/company/blog/internet-of-things-in-smart-home/>. [Último acceso: 06 12 2024].

- [10] A. Rodríguez Gutiérrez, «Diseño de un sistema domótico centralizado,» 25 Agosto 2014. [En línea]. Available: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/12922/TFG-P-206.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 14 12 2024].
- [11] J. Galeano Gómez, «Diseño de un sistema domótico de altas prestaciones destinado a viviendas residenciales,» 10 Noviembre 2005. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2859/42654-2.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. [Último acceso: 13 12 2024].
- [12] «The Evolution of Wi-Fi Technology and Standards,» 16 Mayo 2023. [En línea]. Available: <https://standards.ieee.org/beyond-standards/the-evolution-of-wi-fi-technology-and-standards/#:~:text=IEEE%20802.11b%E2%84%A2%2C%20or,as%20video%20and%20cloud%20access..> [Último acceso: 16 12 2024].
- [13] SAMSUNG, «What is IEEE 802.11g Wireless LAN(WLAN) technology?,» 27 Octubre 2020. [En línea]. Available: <https://www.samsung.com/in/support/mobile-devices/what-is-ieee-802-11g-wireless-lan-wlan-technology/?srsltid=AfmBOoou399hfTPo3YQvRrEsMC0nSWelbU6bD8yInGGEc9IufN-9t1ww>. [Último acceso: 16 12 2024].
- [14] M. Acosta Ponce, «EPN: Estudio del estándar IEEE 802.15.4 ZIGBEE para ...,» 14 Enero 2006. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/55/1/CD-0024.pdf>. [Último acceso: 18 12 2024].
- [15] F. Calvo Torrez, «ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DOMÓTICA PARA ...,» 14 Junio 2014. [En línea]. Available: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfci169a/doc/bmfci169a.pdf>. [Último acceso: 28 12 2024].
- [16] J. Huidobro, «La domótica como solución de futuro,» 14 Mayo 2007. [En línea]. Available: <https://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005729.pdf>. [Último acceso: 29 12 2024].
- [17] Í. Marsá Maestre, Á. Navarro, M. López y J. Velazco, «ARQUITECTURA PARA UN SISTEMA DOMÓTICO ...,» 14 Agosto 2004. [En línea]. Available: <https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/1260/Arquitectura%20para%20un%20sistema%20dom%C3%B3tico%20basado%20en%20agentes.PDF?sequence=1&is>

Allowed=yhttps://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/1260/Arquitectura%20para%20un%20sistema%20dom%C. [Último acceso: 29 12 2024].

- [18] F. C.-C. J. S.-M. J. Y.-M. Jesús Rubio-Aparicio, «Diseño e implementación de una arquitectura de red LPWAN IoT mixta,» p. 18, 20 Diciembre 2019.
- [19] A. García García, M. Fernández y ET, «control automatizado de instalaciones domóticas,» 2010. [En línea]. Available: https://oa.upm.es/9501/1/INVE_MEM_2010_88099.pdf. [Último acceso: 29 12 2024].
- [20] M. Miñon, «Definicion Wiki,» Agosto 2024. [En línea]. Available: <https://definicionwiki.com/iot-en-el-hogar-definicion-que-es-diferencias-significado-usos/>.
- [21] J. Pérez Porto y M. Merino, «Definicion.de,» Tecnología de la comunicación - Qué es, características, definición y concepto., 26 Octubre 2021. [En línea]. Available: <https://definicion.de/tecnologia-de-la-comunicacion/>.
- [22] E. e. E. Raffino, «Enciclopedia Concepto Wifi,» 13 Enero 2025. [En línea]. Available: <https://concepto.de/wifi/>. [Último acceso: 11 Marzo 2025].
- [23] J. Dignani, «ANÁLISIS DEL PROTOCOLO ZIGBEE - Postgrado Informática,» Julio 2011. [En línea]. Available: https://postgrado.info.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/2014/07/Dignanni_Jorge_Pablo.pdf.
- [24] J. Martín Moreno y D. Ruiz Fernández, «Informe Técnico: Protocolo ZigBee (IEEE 802.15.4),» Junio 2007. [En línea]. Available: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/7/Informe_ZigBee.pdf.
- [25] G. Intriago Velasquez, «Diseño e implementación de un sistema domótico de ...,» 26 Octubre 2015. [En línea]. Available: <https://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/29918/1/Dise%C3%B1o%20e%20implementaci%C3%B3n%20de%20un%20sistema%20dom%C3%B3tico%20de%20radiofrecuencia%20para%20brindar%20gesti%C3%B3n%20de%20networking%20seguridad%20y%20confort%20usando%20los%20protoc>.
- [26] J. Botías Bernal, «El protocolo Z-Wave desde la perspectiva de la seguridad,» Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/8283/tfg-bot-pro.pdf?isAllowed=y&sequence=1>.

- [27] Rincon de domotica y tecnologia , «Rincon Domotica,» 27 Octubre 2024. [En línea]. Available: <https://rincondomotica.com/tecnologia-ble-bluetooth-low-energy-como-funciona-y-usos>.
- [28] OpenTHRead, «¿Qué es Thread?,» 09 Septiembre 2023. [En línea]. Available: <https://openthread.io/guides/thread-primer?hl=es-419>.
- [29] A. Molina, «6 mejores,» Red Thread vs. Matter- Ventajas y desventajas, [En línea]. Available: <https://www.6mejores.com/red-thread-vs-matter-ventajas-y-desventajas/>. [Último acceso: 11 Marzo 2025].
- [30] U Smart Home, «SMART HOME La interoperabilidad es importante en los hogares ocupados de hoy,» [En línea]. Available: <https://usmarthome.com.ec/la-interoperabilidad-es-importante-en-los-hogares-ocupados-de-hoy/>. [Último acceso: 11 Marzo 2025].
- [31] RF-Star, «RF-Star,» Matter—El futuro del hogar inteligente, 17 Marzo 2023. [En línea]. Available: https://es.rfstariot.com/blog/matter-the-future-of-smart-home_b47.
- [32] theinsightpartners, «theinsightpartners Escenario y analisis del mercado de redes inteligentes,» [En línea]. Available: <https://www.theinsightpartners.com/es/reports/smart-grid-market>. [Último acceso: 11 Marzo 2025].
- [33] J. Lanusse, «REDES INTELIGENTES EN EL MUNDO Y EN LA ARGENTINA: ESTUDIO DESDE LA PERSPECTIVA DEL CONSUMIDOR FINAL,» CEARE, Buenos Aires, 2018.
- [34] R. E. d. España, «Redes inteligentes y la operación del sistema,» 26 Mayo 2010. [En línea]. Available: https://ingenieros.es/files/proyectos/Gestion_y_futuro_de_la_redes_inteligentes.pdf.
- [35] . J. C. Sarasúa Loboguerrero, «DOMÓTICA. UN FACTOR IMPORTANTE PARA LA,» *Revista modulo*, vol. 1, n° 10, p. 276, 2011.
- [36] R. Ticnus, «Ticnus technology magazine,» 19 Octubre 2024. [En línea]. Available: <https://ticnus.com/noticias/infraestructura-y-redes/soluciones-efectivas-para-mejorar-la-conectividad-de-red-en-2023/>.
- [37] Agencias, «La Verdad,» 5 Marzo 2025. [En línea]. Available: <https://laverdad.com/las-mejores-soluciones-para-una-conexion-sin-limites/>.

- [38] F. Networks, «flo net,» [En línea]. Available: <https://flo.net/es/soluciones-multicloud-mejorando-la-conectividad-y-la-experiencia-del-usuario-en-la-era-digital/>. [Último acceso: 11 Marzo 2025].
- [39] Normalizacion Española, «UNE-EN 50090-2-2:1998,» 01 Marzo 2012. [En línea]. Available: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0011367>.
- [40] [En línea].
- [41] Norma Española, Septiembre 2011. [En línea]. Available: [file:///C:/Users/HP/Downloads/\(EX\)UNE-EN_50174-2=2011.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/(EX)UNE-EN_50174-2=2011.pdf).
- [42] Norma Española, Marzo 2014. [En línea]. Available: [file:///C:/Users/HP/Downloads/\(EX\)UNE-EN_50290-2-23=2014.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/(EX)UNE-EN_50290-2-23=2014.pdf).
- [43] Norma Española, Marzo 2011. [En línea]. Available: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0047022>.
- [44] Normalizacion Española, «UNE-EN 14908-3:2014 (Ratificada),» 22 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0052884>.
- [45] Normalización Española, «IEC 60364-4-44:2007/AMD2:2018,» 16 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/iec?c=32355>.
- [46] Normalización Española, «UNE-HD 60364-5-53:2023,» 01 Febrero 2023. [En línea]. Available: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0070871>.
- [47] Y. Fernández, «Qué es Alexa, qué puedes hacer con él y qué dispositivos son compatibles,» 27 Febrero 2025. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/basics/que-alexa-que-puedes-hacer-que-dispositivos-compatibles>.
- [48] J. L. Plascencia, «Qué es Alexa y qué puede hacer por ti,» 18 Enero 2024. [En línea]. Available: <https://es.digitaltrends.com/inteligente/que-es-alexa/>.
- [49] Y. Fernandez, «137 comandos para Alexa con los que exprimir al máximo tu Amazon Echo,» 27 Febrero 2025. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/basics/137-comandos-para-alexa-que-exprimir-al-maximo-tu-amazon-echo>.

- [50] J. D. Polo, «Los mejores dispositivos compatibles con el Asistente de Google para hacer de tu casa un hogar inteligente,» 14 Diciembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.muyinteresante.com/tecnologia/10281.html>.
- [51] Apple, «HomePod incorpora nuevas funciones e idiomas para Siri,» 12 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.apple.com/la/newsroom/2018/09/homepod-adds-new-features-and-siri-languages/>.
- [52] A. Martí, «Apple HomePod mini, análisis: la sorpresa de una gran calidad en un pequeño tamaño,» 23 Diciembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/analisis/apple-homepod-mini-analisis-caracteristicas-precio-especificaciones>.
- [53] Philips, «How Philips Hue works,» 23 Enero 2023. [En línea]. Available: <https://www.philips-hue.com/en-my/explore-hue/how-it-works>.
- [54] TP- Link, «KL125 | Kasa Smart Light Bulb, Multicolour,» 02 Julio 2023. [En línea]. Available: <https://www.tp-link.com/mx/home-networking/smart-bulb/kl125/v1/>.
- [55] Lix, «Learn more about smart lighting,» 03 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.lifx.com/pages/learn-more-about-smart-lighting>.
- [56] Lutron Electronics Co., « Interruptor de montaje en pared,» 04 Septiembre 2021. [En línea]. Available: https://assets.lutron.com/a/documents/369831_spa.pdf.
- [57] «ecobee vs. Nest: ¿cuál es el mejor termostato inteligente?,» 01 Marzo 2024. [En línea]. Available: <https://www.solarreviews.com/es/blog/ecobee-vs-nest-que-termostato-inteligente-ofrece-los-mejores-beneficios>.
- [58] HoneywellHome Home, «T9 Smart Thermostat with Sensor,» 07 Febrero 2025. [En línea]. Available: <https://www.honeywellhome.com/us/en/products/air/thermostats/wifi-thermostats/t9-smart-thermostat-with-sensor-rcht9610wfs2003-u/>.
- [59] TP-Link, «Enchufes inteligentes | TP-Link Ecuador,» 01 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.tp-link.com/ec/home-networking/smart-plug/>.
- [60] «Smart Plug,» 14 02 2019. [En línea]. Available: https://shop.meross.com/collections/smart-plug?srsltid=AfmBOoo1Sq_TKduLvR8ihB27BIzzqG-IO01b9SXYET-FvEELtFQfAW79.

- [61] «Shelly EM + 120A Clamp – Control Your Home With Smart ...» [En línea]. Available: <https://us.shelly.com/products/shelly-em-120a-clamp?srsltid=AfmBOoqfbuTpJWztK1fht1MHqMmPkSKmLPipNBGD0Jjh192PIXL-sVYZ>.
- [62] DomoticaFacil, «Introducción a Electrodomésticos Inteligentes,» 08 Julio 2024. [En línea]. Available: <https://domoticafacil.com/electrodomesticos-inteligentes-modernos/>.
- [63] M. CANO-LARA, M. ARMENTA-LOREDO y E. y. J.-R. H. CABAL-YEPEZ, «Diseño y simulación de un sistema de control Smart Home,» *Revista de Aplicación Científica y Técnica* , vol. II, pp. 13-19, 2016.
- [64] P. Lupercio Campoverde y F. S. Luis, 2023. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24690/4/UPS-GT004273.pdf>.
- [65] J. Chávez López y C. Velecela Chacón, «Diseño e implementacion de un sistema smart home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues,» [En línea].
- [66] J. Galeano Gómez, «Diseño de un sistema domótico de altas prestaciones destinado a viviendas residenciales,» S/D Noviembre 2005. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2859/42654-2.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- [67] M. Acosta Ponce, «EPN: Estudio del estándar IEEE 802.15.4 ZIGBEE para ...» Enero 2006. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/55/1/CD-0024.pdf>.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

Anexo 1

Planilla de consumo energético mes de Noviembre


 Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP
 Matric: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Est. Gracia Ceibos Piso 3
 Sucursal: Durán, Av. Nicolás Lapentí Km 1/2 vía Durán Tambo.
 RUC: 09639903001
 Contribuyente especial, resolución No. 968
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura: 002892264548
 Nro. doc. interno: 08-12-2023
 Fecha de emisión: 08-12-2023
 Fecha de vencimiento: 07-01-2024
 Número de autorización:


 K200045843113

VALOR TOTAL \$30.50

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO
 Nombre Cliente: BRAVO CEVALLOS CARLOS GUILLERMO Código Único: 0901919579
 Cédula: 1201414883 Tipo de tarifa Anconel Geocódigo: BTGRSD01 - BT Residencial 0906M07700087 Unidad de Lectura: 0906M077

Dirección del servicio: URB. LA ARBOLEDA MZ-E7 A 300MTS / LETREO DE ADELCA / GUAYACÁN - QUEVEDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público
 Número de medidor: 20230064068
 Tipo consumo: resid Tipo de servicio: 31
 Fecha desde: 08-11-2023 Fecha hasta: 08-12-2023

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	08-12-2023	5628.00	5490.00	0.00	332.00	0.00	332.00	KWH	30.50

Anexo 2

Planilla de consumo energético mes de Diciembre


 Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP
 Matric: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Est. Gracia Ceibos Piso 3
 Sucursal: Durán, Av. Nicolás Lapentí Km 1/2 vía Durán Tambo.
 RUC: 09639903001
 Contribuyente especial, resolución No. 968
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura: 09-01-2024
 Nro. doc. interno: 09-01-2024
 Fecha de emisión: 09-01-2024
 Fecha de vencimiento: 29-01-2024
 Número de autorización:


 K200045843113

VALOR TOTAL \$32.40

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO
 Nombre Cliente: BRAVO CEVALLOS CARLOS GUILLERMO Código Único: 0901919579
 Cédula: 1201414883 Tipo de tarifa Anconel Geocódigo: BTGRSD01 - BT Residencial 0906M07700087 Unidad de Lectura: 0906M077

Dirección del servicio: URB. LA ARBOLEDA MZ-E7 A 300MTS / LETREO DE ADELCA / GUAYACÁN - QUEVEDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público
 Número de medidor: 20230064068
 Tipo consumo: resid Tipo de servicio: 31
 Fecha desde: 08-12-2023 Fecha hasta: 08-01-2024

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	08-01-2024	8180.00	8028.00	0.00	352.00	0.00	352.00	KWH	32.40

Anexo 3

Planilla de consumo energético mes de Enero


 Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP
 Matric: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Est. Gracia Ceibos Piso 3
 Sucursal: Durán, Av. Nicolás Lapentí Km 1/2 vía Durán Tambo.
 RUC: 09639903001
 Contribuyente especial, resolución No. 968
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura: 09-02-2024
 Nro. doc. interno: 08-03-2024
 Fecha de emisión: 09-02-2024
 Fecha de vencimiento: 08-03-2024
 Número de autorización:


 K200045843113

VALOR TOTAL \$28.67

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO
 Nombre Cliente: BRAVO CEVALLOS CARLOS GUILLERMO Código Único: 0901919579
 Cédula: 1201414883 Tipo de tarifa Anconel Geocódigo: BTGRSD01 - BT Residencial 0906M07700087 Unidad de Lectura: 0906M077

Dirección del servicio: URB. LA ARBOLEDA MZ-E7 A 300MTS / LETREO DE ADELCA / GUAYACÁN - QUEVEDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público
 Número de medidor: 20230064068
 Tipo consumo: resid Tipo de servicio: 31
 Fecha desde: 08-01-2024 Fecha hasta: 08-02-2024

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	08-02-2024	6482.00	6190.00	0.00	312.00	0.00	312.00	KWH	28.67

Anexo 4

Planilla de consumo energético mes de Febrero


 Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP
 Matriz: Km. 8 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Celbes Piso 3
 Sucursal: Durán, Av. Nicolás Lapenté Km 1/2 vía Durán Tambó.
 RUC: 0968599020001
 Contribuyente especial, resolución No. 065
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura: [REDACTED]
 Nro. doc. interno: [REDACTED]
 Fecha de emisión: 11-03-2024
 Fecha de vencimiento: 26-04-2024
 Número de autorización: [REDACTED]


 K200045843113

VALOR TOTAL \$30.63

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO
 Nombre Cliente: BRAVO CEVALLOS CARLOS GUILLERMO
 Cédula: 1201414863
 Código Único: 0901919579
 Tipo de tarifa Arancel Geocódigo: BTCSR001 - BT Residencial 0906M077000087
 Unidad de Lectura: 0906M077

Dirección del servicio: URB. LA ARBOLEDA MZ-E7 A 300MTS / LETREDO DE ADELGA / GUAYACÁN - QUEVEDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público
 Número de medidor: 20230064069
 Tipo consumo: leído
 Fecha desde: 05-02-2024
 Días facturados: 30
 Fecha hasta: 10-03-2024

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	10-03-2024	8625.00	8492.00	0.00	333.00	0.00	333.00	KWH	30.63

Anexo 5

Planilla de consumo energético mes de Marzo


 Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP
 Matriz: Km. 8 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Celbes Piso 3
 Sucursal: Durán, Av. Nicolás Lapenté Km 1/2 vía Durán Tambó.
 RUC: 0968599020001
 Contribuyente especial, resolución No. 065
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura: [REDACTED]
 Nro. doc. interno: 0
 Fecha de emisión: 11-03-2024
 Fecha de vencimiento: 10-04-2024
 Número de autorización: [REDACTED]


 K200045843113

VALOR TOTAL \$31.16

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO
 Nombre Cliente: BRAVO CEVALLOS CARLOS GUILLERMO
 Cédula: 1201414863
 Código Único: 0901919579
 Tipo de tarifa Arancel Geocódigo: BTCSR001 - BT Residencial 0906M077000087
 Unidad de Lectura: 0906M077

Dirección del servicio: URB. LA ARBOLEDA MZ-E7 A 300MTS / LETREDO DE ADELGA / GUAYACÁN - QUEVEDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público
 Número de medidor: 20230064069
 Tipo consumo: leído
 Fecha desde: 11-03-2024
 Días facturados: 31
 Fecha hasta: 10-04-2024

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	11-04-2024	7143.00	6825.00	0.00	318.00	0.00	318.00	KWH	31.16

Anexo 6

Planilla de consumo energético mes de Abril


 Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP
 Matriz: Km. 8 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Celbes Piso 3
 Sucursal: Durán, Av. Nicolás Lapenté Km 1/2 vía Durán Tambó.
 RUC: 0968599020001
 Contribuyente especial, resolución No. 065
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura: [REDACTED]
 Nro. doc. interno: [REDACTED]
 Fecha de emisión: 13-04-2025
 Fecha de vencimiento: 12-04-2024
 Número de autorización: [REDACTED]


 K200045843113

VALOR TOTAL \$31.16

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO
 Nombre Cliente: BRAVO CEVALLOS CARLOS GUILLERMO
 Cédula: 1201414863
 Código Único: 0901919579
 Tipo de tarifa Arancel Geocódigo: BTCSR001 - BT Residencial 0906M077000087
 Unidad de Lectura: 0906M077

Dirección del servicio: URB. LA ARBOLEDA MZ-E7 A 300MTS / LETREDO DE ADELGA / GUAYACÁN - QUEVEDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público
 Número de medidor: 20230064069
 Tipo consumo: leído
 Fecha desde: 12-04-2024
 Días facturados: 30
 Fecha hasta: 11-05-2024

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	11-05-2024	7482.00	7143.00	0.00	339.00	0.00	339.00	KWH	31.16

Anexo 7

Planilla de consumo energético mes de Mayo


Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP
 Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Gracia Celsoes Piso 3
 Sucursal: Durán, Av. Nicolás Lapenté Km 1/2 vía Durán Tambo.
 RUC: 0985590020001
 Contribuyente especial, resolución No. 085
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura: [Redacted]
 Nro. doc. interno: [Redacted]
 Fecha de emisión: 13-06-2024
 Fecha de vencimiento: 28-06-2024
 Número de autorización: [Redacted]


 K200045843113

Información del Consumidor VALOR TOTAL \$24.93

CUENTA CONTRATO
 Nombre Cliente: BRAVO CEVALLOS CARLOS GUILLERMO Código Único: 0901919579
 Cédula: 1201414883 Tipo de tarifa Arcenal: BT CRSD01 - BT Residencial Geocódigo: 0906M077000067 Unidad de Lectura: 0906M077
 Dirección del servicio: URB. LA ARBOLEDA MZ-ET A 300MTS / LETRED DE ADELCA / GUAYACÁN - QUEVEDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público
 Número de medidor: 20230064099
 Tipo consumo: Irido
 Fecha desde: 12-05-2024
 Días facturados: 31
 Fecha hasta: 11-06-2024

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	11-06-2024	7753.00	7482.00	0.00	271.00	0.00	271.00	KWH	24.93

Anexo 8

Planilla de consumo energético mes de Junio


Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP
 Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Gracia Celsoes Piso 3
 Sucursal: Durán, Av. Nicolás Lapenté Km 1/2 vía Durán Tambo.
 RUC: 0985590020001
 Contribuyente especial, resolución No. 085
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura: [Redacted]
 Nro. doc. interno: [Redacted]
 Fecha de emisión: 13-06-2024
 Fecha de vencimiento: 12-07-2024
 Número de autorización: [Redacted]


 K200045843113

Información del Consumidor VALOR TOTAL \$24.57

CUENTA CONTRATO
 Nombre Cliente: BRAVO CEVALLOS CARLOS GUILLERMO Código Único: 0901919579
 Cédula: 1201414883 Tipo de tarifa Arcenal: BT CRSD01 - BT Residencial Geocódigo: 0906M077000067 Unidad de Lectura: 0906M077
 Dirección del servicio: URB. LA ARBOLEDA MZ-ET A 300MTS / LETRED DE ADELCA / GUAYACÁN - QUEVEDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público
 Número de medidor: 20230064099
 Tipo consumo: Irido
 Fecha desde: 12-06-2024
 Días facturados: 31
 Fecha hasta: 12-07-2024

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	12-07-2024	8020.00	7753.00	0.00	267.00	0.00	267.00	KWH	24.57

Anexo 9

Planilla de consumo energético mes de Julio


Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP
 Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Gracia Celsoes Piso 3
 Sucursal: Durán, Av. Nicolás Lapenté Km 1/2 vía Durán Tambo.
 RUC: 0985590020001
 Contribuyente especial, resolución No. 085
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura: [Redacted]
 Nro. doc. interno: [Redacted]
 Fecha de emisión: 13-08-2024
 Fecha de vencimiento: 28-06-2024
 Número de autorización: [Redacted]


 K200045843113

Información del Consumidor VALOR TOTAL \$25.21

CUENTA CONTRATO
 Nombre Cliente: BRAVO CEVALLOS CARLOS GUILLERMO Código Único: 0901919579
 Cédula: 1201414883 Tipo de tarifa Arcenal: BT CRSD01 - BT Residencial Geocódigo: 0906M077000067 Unidad de Lectura: 0906M077
 Dirección del servicio: URB. LA ARBOLEDA MZ-ET A 300MTS / LETRED DE ADELCA / GUAYACÁN - QUEVEDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público
 Número de medidor: 20230064099
 Tipo consumo: Irido
 Fecha desde: 13-07-2024
 Días facturados: 31
 Fecha hasta: 12-08-2024

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	12-08-2024	8294.00	8020.00	0.00	274.00	0.00	274.00	KWH	25.21

Anexo 10

Planilla de consumo energético mes de Agosto


 Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP
 Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Est. Gracie Cobos Piso 3
 Sucursal: Durán, Av. Nicolás Lapero Km 1/2 vía Durán Tambo.
 RUC: 0968599020001
 Contribuyente especial, resolución No. 065
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura: [REDACTED]
 Nro. doc. interno: [REDACTED]
 Fecha de emisión: 13-09-2024
 Fecha de vencimiento: 11-10-2024
 Número de autorización: [REDACTED]


 K200045843113

VALOR TOTAL \$23.92

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO
 Nombre Cliente: BRAVO CEVALLOS CARLOS GUILLERMO Código Único: 0901919579
 Cédula: 1291414883 Tipo de tarifa Arcanel Geocódigo: BTCSRD01 - BT Residencial 0906M077000087 Unidad de Lectura: 0906M077

Dirección del servicio: URB. LA ARBOLEDA MZ-E7 A 300MTS / LETRED DE ADELCA / GUAYACÁN - QUEVEDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público
 Número de medidor: 20230064069
 Tipo consumo: leído
 Fecha desde: 13-08-2024
 Días facturados: 31
 Fecha hasta: 12-09-2024

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	12-09-2024	8554.00	8294.00	0.00	260.00	0.00	260.00	KWH	23.92

Anexo 11

Planilla de consumo energético mes de Septiembre


 Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP
 Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Est. Gracie Cobos Piso 3
 Sucursal: Durán, Av. Nicolás Lapero Km 1/2 vía Durán Tambo.
 RUC: 0968599020001
 Contribuyente especial, resolución No. 065
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura: [REDACTED]
 Nro. doc. interno: [REDACTED]
 Fecha de emisión: 13-10-2024
 Fecha de vencimiento: 12-11-2024
 Número de autorización: [REDACTED]


 K200045843113

VALOR TOTAL \$24.74

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO
 Nombre Cliente: BRAVO CEVALLOS CARLOS GUILLERMO Código Único: 0901919579
 Cédula: 1291414883 Tipo de tarifa Arcanel Geocódigo: BTCSRD01 - BT Residencial 0906M077000087 Unidad de Lectura: 0906M077

Dirección del servicio: URB. LA ARBOLEDA MZ-E7 A 300MTS / LETRED DE ADELCA / GUAYACÁN - QUEVEDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público
 Número de medidor: 20230064069
 Tipo consumo: leído
 Fecha desde: 13-09-2024
 Días facturados: 30
 Fecha hasta: 12-10-2024

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	12-10-2024	8623.00	8554.00	0.00	269.00	0.00	269.00	KWH	24.74

Anexo 12 Planilla de consumo energético mes de Octubre


 Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP
 Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Est. Gracie Cobos Piso 3
 Sucursal: Durán, Av. Nicolás Lapero Km 1/2 vía Durán Tambo.
 RUC: 0968599020001
 Contribuyente especial, resolución No. 065
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura: [REDACTED]
 Nro. doc. interno: [REDACTED]
 Fecha de emisión: 13-11-2024
 Fecha de vencimiento: 12-12-2024
 Número de autorización: [REDACTED]


 K200045843113

VALOR TOTAL \$24.48

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO
 Nombre Cliente: BRAVO CEVALLOS CARLOS GUILLERMO Código Único: 0901919579
 Cédula: 1291414883 Tipo de tarifa Arcanel Geocódigo: BTCSRD01 - BT Residencial 0906M077000087 Unidad de Lectura: 0906M077

Dirección del servicio: URB. LA ARBOLEDA MZ-E7 A 300MTS / LETRED DE ADELCA / GUAYACÁN - QUEVEDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público
 Número de medidor: 20230064069
 Tipo consumo: leído
 Fecha desde: 13-10-2024
 Días facturados: 31
 Fecha hasta: 12-11-2024

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	12-11-2024	9089.00	8823.00	0.00	266.00	0.00	266.00	KWH	24.48