



Implementación de domótica en los hogares colombianos buscando disminuir el consumo energético.

Andrés Múnera Bedoya

John Edison Montoya

Diana Carolina Mejía

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Aburra Sur (Antioquia)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Noviembre de 2023

Implementación de domótica en los hogares colombianos buscando disminuir el consumo energético.

Andrés Múnera Bedoya, John Edison Montoya, Diana Carolina Mejía

Monografía presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor(a)

Yony Andrés Benítez Restrepo

Mg. En Ciencias Naturales y Matemáticas

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Aburra Sur (Antioquia)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Noviembre de 2023

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo primero a Dios y luego a nuestras familias, esposas o pareja sentimental y amigos, quienes fueron parte fundamental e inspiración en el desarrollo de este trabajo de grado para optar el título de Especialistas en Gerencia de Proyectos.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a quienes han sido fundamentales en nuestro viaje hacia la finalización de este trabajo de grado.

A nuestra amada familia, gracias por su inquebrantable apoyo, comprensión y paciencia. Su aliento constante ha sido la fuerza impulsora que nos ha permitido enfrentar los desafíos y celebrar los triunfos a lo largo de este viaje académico.

Agradecemos a nuestro asesor de trabajo de grado el profesor Yony Andrés Benítez Restrepo Mg. En Ciencias Naturales y Matemáticas, por su dedicación y acompañamiento durante este tiempo, de igual manera a la Universidad Minuto de Dios y a todos aquellos que, de alguna manera, contribuyeron a este proyecto. Su ayuda ha sido fundamental en la culminación de este trabajo de grado.

Este logro no solo es nuestro, sino también de aquellos que han compartido sus conocimientos, sabiduría y amor con nosotros. Agradecemos sinceramente a nuestras familias y profesor por ser parte integral de este emocionante capítulo académico.

Contenido

Lista de tablas	8
Lista de figuras	9
Resumen	10
Introducción	12
CAPÍTULO I	14
1 Planteamiento del Problema.....	14
1.1 Descripción del problema	14
CAPÍTULO II	16
2 Justificación	16
CAPÍTULO III	19
3 Objetivos.....	19
3.1 Objetivo general.....	19
3.2 Objetivos específicos	19
CAPÍTULO IV	20
4 Marco de referencia	20
4.1 Antecedentes o estado del arte.....	20
4.2 Marco teórico.....	29
4.2.1 Vivienda.....	29
4.2.2 Domótica	31
4.2.3 Componentes de un sistema domótico	39
4.2.4 Tipos De Arquitectura En Domótica.....	41
4.2.5 Sistema De Control Distribuida	42
4.2.6 Tipos De Señales.....	43
4.2.7 Tipologías De Redes Domóticas	45
4.2.8 Transmisión Domótica	49

4.2.9	Diferentes Tecnologías o sistemas domóticos.....	53
4.3	Marco legal	55
4.3.1	A nivel internacional:	56
4.3.2	A nivel nacional:	56
CAPÍTULO V		61
5	Diseño metodológico.....	61
5.1	Enfoque	61
5.2	Alcance.....	61
5.3	Población y muestra	61
5.3.1	Población	61
5.3.2	Muestra	62
5.4	Recolección de la información.....	62
5.5	Instrumentos.....	62
5.6	Procedimiento.....	63
CAPÍTULO VI		64
6	Método de análisis de datos	64
6.1	Análisis de datos	64
6.2	Análisis de resultados	65
6.3	Consideraciones éticas.....	80
CAPÍTULO VII		83
7	Conclusiones.....	83
CAPÍTULO VIII		85
8	Recomendaciones.....	85
9	Referencias	86

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Estado del arte.</i>	20
Tabla 2. Principales características de sistemas abiertos y propietarios	53
Tabla 3. Consumo energético	65
Tabla 4 Consumo de los electrodomésticos en stand by	67
Tabla 5 Ahorro esperado después de implementar sistema domótico en viviendas de estrato 1 y 2	67
Tabla 6 Ahorro esperado después de implementar sistema domótico en viviendas de estratos 3-4-5 y 6	68
Tabla 7. Costo de energía por estrato socioeconómico	69
Tabla 8. Diferencia de pago en la factura de servicios públicos según estratos socioeconómicos.	70
Tabla 9 Alternativa de domótica para viviendas de estratos socioeconómicos de estrato 1 y 2 71	
Tabla 10. Alternativa de domótica para viviendas de estratos socioeconómicos de estrato 3-4-5 y 6.....	71
Tabla 11. Alternativa de domótica con todos los dispositivos domóticos existentes.	72
Tabla 12 Ahorro proyectado una vez instalada la domótica.....	74
Tabla 13 Proyección recuperación de la inversión en estratos socioeconómicos 1 y 2	74
Tabla 14. Proyección recuperación de la inversión en estratos socioeconómicos 3-4-5 Y 6.....	75
Tabla 15. Consumo energético en viviendas con aire acondicionado.	75
Tabla 16. Proyección ahorro esperado después de la implementación de la domótica con aire acondicionado.....	77
Tabla 17. Proyección recuperación de la inversión en viviendas de estrato socioeconómico 3-4-5 y 6 con aire acondicionado	78

Lista de figuras

Figura 1	<i>Diferentes tipos de domótica en el hogar</i>	31
Figura 2	<i>Línea de tiempo de la domótica entre 1880 hasta 1970</i>	32
Figura 3	<i>Línea de tiempo de la domótica entre 1970 hasta 2013</i>	33
Figura 4	<i>Computadora echo IV</i>	34
Figura 5	<i>Diagrama de ECHO IV</i>	35
Figura 6	<i>Edificio de AT&T (Sony Center) - NY</i>	36
Figura 7	<i>Edificio Lloyd's Construido en 1986</i>	37
Figura 8	<i>Componentes de un sistema domótico</i>	40
Figura 9	<i>Sistema de control centralizado</i>	41
Figura 10	<i>Sistema de control descentralizado</i>	42
Figura 11	<i>Sistema de control distribuida</i>	42
Figura 12	<i>Señales analógicas y binaria</i>	43
Figura 13	<i>Definición teórica de Domótica mediante la disponibilidad de un bus doméstico multimedia.</i>	44
Figura 14	<i>Medios de transmisión de datos</i>	44
Figura 15	<i>Protocolo estándar</i>	45
Figura 16	<i>Tipologías en estrella</i>	46
Figura 17	<i>Tipologías en estrella extendida</i>	46
Figura 18	<i>Tipologías en bus o lineal</i>	47
Figura 19	<i>Tipologías en árbol</i>	47
Figura 20	<i>Tipologías en anillo</i>	48
Figura 21	<i>Tipologías en malla</i>	48
Figura 22	<i>Tipología mixta</i>	49
Figura 23	<i>Render prototipo de vivienda.</i>	65

Resumen

En esta investigación se analizó la viabilidad financiera de implementar la domótica en los hogares colombianos por medio de los ahorros al reducir los consumos energéticos en las viviendas de estratos socioeconómicos 3 y 4.

Para ello se adquirieron medidores de energía para cuantificar el consumo en una vivienda prototipo, se recopilaron datos de consumo y se propusieron sistemas domóticos para optimizar el consumo.

El análisis financiero mostró que, a pesar de la posible reducción del consumo energético hasta en un 19.8%, la recuperación de la inversión inicial se proyecta a largo plazo, alcanzando hasta 39 años para ciertos estratos, adicional se concluye que la implementación de domótica en hogares con aire acondicionado es viable económicamente. Aunque la rentabilidad completa puede no lograrse, la domótica se revela como una valiosa inversión especialmente para aquellos con limitaciones motriz, visual, mental, cognitiva y a la tercera edad mejorando el confort, seguridad y la calidad de vida. Finalmente, la domótica desempeña un papel clave en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo al desarrollo sostenible y promoviendo prácticas responsables.

Palabras clave: domótica, consumo energético, eficiencia energética, optimización, costos de energía, hogares colombianos, viabilidad económica, desarrollo sostenible, medidores de energía, confort, seguridad, calidad de vida.

Abstract

This research analyzed the financial feasibility of implementing home automation in Colombian homes through savings by reducing energy consumption in homes of socioeconomic strata 3 and 4. For this purpose, energy meters were acquired to quantify consumption in a prototype house, consumption data were collected and domotic systems were proposed to optimize consumption. The financial analysis showed that, despite the possible reduction of energy consumption by up to 19.8%, the recovery of the initial investment is projected in the long term, reaching up to 39 years for certain strata, further concluding that the implementation of home automation in homes with air conditioning is economically viable. Although full profitability may not be achieved, home automation is revealed as a valuable investment especially for those with motor, visual, mental, cognitive and cognitive limitations and the elderly, improving comfort, safety and quality of life. Finally, home automation plays a key role in reducing greenhouse gas emissions, contributing to sustainable development and promoting responsible practices.

Keywords: home automation, energy consumption, energy efficiency, optimization, energy costs, Colombian homes, economic viability, sustainable development, energy meters, comfort, safety, quality of life.

Introducción

En un contexto de creciente urbanización y aumento en la demanda energética, la adopción de soluciones tecnológicas inteligentes se ha convertido en una necesidad imperante para lograr una gestión eficiente de los recursos energéticos. La domótica, entendida como la automatización y control de sistemas en el hogar mediante tecnologías avanzadas, emerge como una respuesta prometedora para abordar los desafíos actuales en el uso y derroche de la energía en los hogares colombianos.

La domótica ofrece la posibilidad de optimizar el consumo energético a través de la monitorización, programación y regulación de dispositivos y sistemas, permiten controlar iluminación, tomacorrientes, temperatura, aire acondicionado, calefacción, persianas, equipos de audio, sistema de vigilancia, chapas de seguridad, aspiradora eléctrica, riego de agua, entre otras y las cuales pueden emplearse desde el sistema convencional (aparatos eléctricos como suiches, tomacorrientes), desde un teléfono inteligente o con la activación de ordenes mediante la voz. Esta capacidad de control avanzado no solo incrementa la eficiencia energética, sino que también brinda a los usuarios un mayor nivel de confort y comodidad en su entorno habitacional. La tecnología permite que los dispositivos se comuniquen entre sí y con el usuario, posibilitando ajustes personalizados y automatizados que se traducen en ahorros significativos de energía y costos.

El presente proyecto de investigación se propone explorar y diseñar la implementación de la domótica en hogares colombianos como una estrategia para optimizar el consumo energético.

Además, este estudio busca considerar el contexto socioeconómico y tecnológico particular de Colombia.

La investigación persigue no solo la generación de conocimiento técnico y económico sobre la implementación de la domótica, sino también la promoción de prácticas más sostenibles y conscientes en el consumo energético residencial en Colombia. A medida que la sociedad enfrenta desafíos en

términos de seguridad energética y cambio climático, esta investigación se posiciona como una oportunidad para impulsar la adopción de tecnologías innovadoras y la transformación de hogares colombianos en espacios energéticamente eficientes y amigables con el ambiente.

CAPÍTULO I

1 Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del problema

Hoy en día la población mundial sobrepasa 8000 millones de habitantes y se espera que en el año 2100 pase los 10000 millones de habitantes (Naciones Unidas, s.f) y los consumos energéticos globales en el año 2022 alcanzaron un récord de 28510 TWh (Tera vatio-hora) además se espera que se incremente entre un 30% a 50% para el año 2050. (Wiatros-Motyka, 2023).

A medida que la población aumenta, se requiere mayores viviendas y proporcionalmente se aumenta la demanda de energía en sectores como vivienda con consumos de iluminación, preparación de alimentos, calefacción, entre otros; a su vez el sector industrial requiere energía para el funcionamiento de maquinarias y equipos; mientras que otros sectores críticos como la educación, el comercio y la agricultura también dependen en gran medida de recursos energéticos.

En el contexto colombiano, se prevé que la demanda energética aumente de manera significativa en los próximos años, pasando de 85.508 GWh en 2023 a 105.018 GWh para 2030, lo que representa un incremento promedio anual del 2.94% (Xm, s.f). Esta tendencia al alza en el consumo energético plantea retos cruciales en términos de sostenibilidad, seguridad energética y costos económicos.

En un contexto global, la creciente demanda de energía, impulsada por el continuo crecimiento económico, la urbanización acelerada y el avance tecnológico, ha dado lugar a la explotación acelerada de recursos naturales no renovables y al uso intensivo de combustibles fósiles en la generación de energía. Esta sobreutilización de combustibles fósiles ha generado un aumento sustancial en las emisiones de gases de efecto invernadero, con el dióxido de carbono (CO₂) como uno de los principales contribuyentes, lo que ha exacerbado el cambio climático. Como consecuencia, se han observado aumentos en las temperaturas globales y la intensificación de eventos climáticos extremos, lo que

amenaza la integridad de los ecosistemas, la diversidad biológica y la salud del planeta en su totalidad, manifestándose en fenómenos como la acidificación de los océanos, la aceleración del derretimiento de glaciares y la degradación de hábitats naturales.

Además, la gestión inadecuada de este aumento en el consumo energético podría dar lugar a inestabilidad económica debido a la volatilidad en los precios de la energía y la excesiva dependencia de fuentes de energía intermitentes. Esta situación no solo afecta negativamente a la economía global, sino que también pone en riesgo la seguridad energética de los países. Ejemplo de países que han sufrido desabastecimientos eléctricos son Venezuela en el año 2019, Sudáfrica en el 2015 y Brasil en el 2001

En este contexto, la adopción de tecnologías como la domótica surge como una solución prometedora para abordar estos desafíos.

En la actualidad la implementación de sistemas de domótica en las viviendas es aún una práctica poco común. Esta situación se debe a diversas barreras que han limitado su adopción, entre las que se incluyen falta de un adecuado internet, el desconocimiento sobre la tecnología, la percepción de una inversión inicial elevada, la falta de estándares y compatibilidad entre dispositivos, la complejidad de instalación, la falta de conciencia y educación sobre sus beneficios, así como la resistencia al cambio por parte de los usuarios. Estas barreras han impedido que la mayoría de los hogares colombianos conozcan y aprovechen los beneficios que la domótica puede aportar a la vida cotidiana, como los ahorros energéticos, la comodidad y la seguridad.

El propósito de esta investigación es evaluar en qué medida la implementación de un sistema de domótica puede contribuir a reducir el consumo y los costos de la energía eléctrica en los hogares colombianos.

CAPÍTULO II

2 Justificación

El agotamiento de recursos naturales finitos y la creciente preocupación por el cambio climático han aumentado la urgencia de adoptar prácticas de consumo de energía más sostenibles. La eficiencia energética es fundamental para reducir la demanda de energía y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero.

La adopción de sistemas de domótica permite la automatización y gestión eficiente de dispositivos y sistemas en los hogares, lo que se ve reflejado en un significativo ahorro de energía.

Reducir el consumo energético no solo disminuiría el costo en las facturas de servicios públicos para los ciudadanos, sino que también contribuiría a la sostenibilidad ambiental al reducir el gasto recursos energéticos.

La domótica no solo moderniza los hogares, sino que también puede tener un impacto positivo en la industria local ofreciendo oportunidades concretas para la creación de empleo generando oportunidades en áreas como la instalación, el mantenimiento y el soporte técnico; el impulso del desarrollo tecnológico local y la fomentación de la innovación buscando desarrollar soluciones personalizadas y competitivas para el mercado doméstico como la fabricación de sensores, actuadores y otros dispositivos necesarios para la domótica.

Empresas locales que ofrecen servicios relacionados con la domótica, como consultoría, diseño de sistemas y servicios de monitoreo, pueden prosperar a medida que más hogares adoptan esta tecnología.

En el sector industrial. Esta tendencia también abre la puerta a colaboraciones estratégicas entre empresas locales y la potencial exportación de soluciones de domótica a mercados internacionales.

Es importante destacar que, además de sus beneficios energéticos y ambientales, la implementación de sistemas domóticos también tiene un impacto significativo en el confort y la calidad de vida de los residentes. La capacidad de controlar la iluminación, la climatización y otros aspectos del hogar de manera automatizada y personalizada contribuye a crear un entorno más cómodo y adaptado a las preferencias individuales. Los cambios tecnológicos representados por la domótica permiten una experiencia de vida más conveniente y placentera, mejorando la interacción entre las personas y su entorno habitacional.

La domótica puede adaptarse para satisfacer las necesidades de personas con movilidad reducida o discapacidades ofreciendo soluciones que permiten a las personas de todas las edades y habilidades vivir de manera independiente y segura en sus hogares.

La domótica permite controlar iluminación, tomacorrientes, temperatura, aire acondicionado, calefacción, cortinas y persianas, equipos de audio, sistema de vigilancia, chapas de seguridad, aspiradora eléctrica, riego de agua y pueden emplearse desde el sistema convencional con aparatos eléctricos como suiches o tomacorrientes, desde un teléfono inteligente o con la activación de ordenes mediante la voz con asistentes virtuales.

Además, que proporciona un mayor nivel de seguridad y bienestar. Esto es especialmente relevante para personas mayores o con discapacidades, ya que les permite vivir de forma más independiente y cómoda. Los sistemas de seguridad inteligente, como cámaras de vigilancia, alarmas y sensores, proporcionan un mayor nivel de protección para los hogares. La capacidad de monitorear y controlar la seguridad desde dispositivos móviles brinda tranquilidad a los residentes. La domótica puede enviar alertas inmediatas en caso de incendios, intrusiones o fugas de agua, lo que permite una respuesta rápida y puede salvar vidas. Además, puede programarse para simular la presencia de personas cuando no hay nadie en casa, lo que mejora la seguridad.

La automatización de tareas rutinarias, como la limpieza o el riego de jardines, libera tiempo para que las personas se enfoquen en actividades más significativas. Esto mejora la calidad de vida al reducir el estrés y la carga de trabajo.

Los sistemas de domótica suelen diseñarse con interfaces intuitivas, lo que facilita su uso incluso para personas con poca experiencia tecnológica.

Los sistemas de domótica aumentan el valor de las propiedades y su atractivo en el mercado inmobiliario. Esto es relevante tanto para propietarios como para compradores potenciales.

Esta investigación tendrá un impacto directo tanto en la sociedad como en el medio ambiente, abordando de manera integral la necesidad de optimizar el consumo energético y promover la sostenibilidad en los hogares colombianos. Los resultados obtenidos aportarán un valioso conjunto de información que guiará de manera autónoma la adopción de la domótica, ofreciendo pautas claras y precisas para la implementación exitosa de estas tecnologías en los hogares del país.

En última instancia, se espera que los hallazgos de esta investigación trasciendan para contribuir de manera significativa a la optimización del consumo energético y la reducción de costos en los hogares, al mismo tiempo que se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible y eficiencia energética a nivel tanto nacional como global. La implementación exitosa de sistemas domóticos no solo impactará positivamente en el bienestar económico de los hogares, sino que también al medio ambiente al reducir la dependencia de fuentes de energía no renovable y al optimizar el uso de los recursos disponibles, se da un paso significativo hacia la mitigación de los efectos negativos del cambio climático como efectos invernadero y la preservación de los ecosistemas.

CAPÍTULO III

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema energético eficiente que permita optimizar los consumos energéticos en los hogares colombianos buscando la disminución de costos de energía mediante la domótica.

3.2 Objetivos específicos

Reconocer cada uno de los componentes que intervienen en el consumo energético del hogar con el fin de medir el gasto mensual de energía, mediante medidores.

Realizar un análisis de las tecnologías domóticas existentes con el fin de determinar la mejor solución que contribuirá a la optimización de los consumos energéticos en los hogares colombianos, reduciendo de esta manera los costos de energía mediante el diseño y la implementación.

Evaluar el impacto económico del sistema energético con el propósito de determinar su viabilidad económica mediante el análisis de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV

4 Marco de referencia

4.1 Antecedentes o estado del arte

Para el desarrollo del Estado del arte se relaciona la tabla 1, en la cual se especifica el autor, el año de publicación y el aporte.

Tabla 1 Estado del arte.

Número	Autor	Año	Aporte
1	Mateus Cruz, Diego Alejandro et al	2018	
2	Castañeda Roncancio; Hernan David et al	2018	
3	Domínguez, Hugo Martín et al	2006	
4	Raynal, Adriana	1995	
5	Sanchez Álvarez, Miguel	2020	Contexto histórico de vivienda y la domótica
6	Rodriguez Segura, Miguel Angel	2020	
7	Cedeño Enrique, Fredi	2018	
8	Sarasúa Lolboguerrero, Juan Carlos	2011	
9	Lukín, Pablo	2017	
10	Oliveira, Juan A	2017	
11	Ramos Guardarrama, Josnier et al	2019	Desarrollo en red inteligente a través de Python
12	Espinoza Saavedra, Mateo Thomas et al	2015	Domótica eficiente y asequible, mejora calidad de vida de personas mayores y niños, enfatiza sostenibilidad y accesibilidad.
13	Guzman Guerra, Miguel Ricardo	2014	Domótica por la línea de poder útil, pero con limitaciones en alta velocidad.
14	Morales, Geraldine	2011	Importancia de integrar arquitectura bioclimática en diseño de viviendas para personalizar sistemas de domótica desde construcción.
15	Estrada Gardea, Víctor Manuel et al	2001	Solución innovadora para mejorar la seguridad en la automatización de viviendas.

16	Soto Latorre, Andrés Camilo et al	2012	Domótica hospitalaria: eficiencia, comunicación y confort, ejemplificando cómo estos conceptos mejoran la vida cotidiana.
17	Millán Anglés, Susana	2014	Importancia de establecer desde el diseño la preinstalación domótica, el autor proporciona un check list que permite optimizar la integración de tecnologías en el diseño arquitectónico.
	Marín Vilela, Cinthya Melany	2021	Domótica en viviendas: Autonomía y comodidad para personas con discapacidad, mejorando significativamente su calidad de vida.
19	Sánchez Martínez Jhony Alexander et al	2021	Desarrollo de sistema avanzado para edificios inteligentes, integración con plataforma de eventos web, contribuyendo a Ciudades Inteligentes.
20	Tapia Cruz, William Manuel	2015	Demostración mediante cálculos de reducción de tiempos y ahorro energético implementando la domótica
21	Tomala Cuenca, Daniel Gerardo	2018	Creo un sistema domótico controlado por la voz, mejorando la calidad de vida los discapacitados
22	Malave Ochoa et al	2014	Comparación de una casa domotizada con una que no cuenta con el sistema
23	Pérez Morales, Joaquín	2018	Implementación domótica enfocado desde el punto de vista DIY (Do It Yourself)
24	Arango Quiroz, López, & Telles Liñan	2021	resaltar la domótica como mejora accesible y transformadora en viviendas de interés social.
25	Córdova Acuña, Gutiérrez Meneses, & Mendoza Pary	2012	El texto brinda un sólido fundamento conceptual para investigar la eficiencia energética y la domótica residencial.
26	Candela Plazas Candela	2020	El estudio de Candela resalta la esencial relación entre domótica y calidad de vida para personas vulnerables.
27	Guillermo Sanz García	2023	El artículo destaca cómo la domótica optimiza la eficiencia energética y mejora la vida en hogares modernos.
28	(Amaya Fariño et al., 2020)	2020	El artículo ofrece perspectivas innovadoras para mejorar la eficiencia y comodidad en las viviendas a través de domótica.

Fuente: Los autores

A lo largo de la historia, la vivienda ha experimentado una notable evolución, desde los primitivos refugios en grutas utilizados por los primeros seres humanos hasta las complejas estructuras modernas. En diferentes épocas, la vivienda ha cumplido diversas funciones, desde simples refugios hasta espacios que combinan la residencia con el trabajo. En la Edad Media europea, las viviendas de los menos afortunados eran rudimentarias, apenas proporcionando un lugar para dormir sin servicios básicos. Sin embargo, a medida que avanzaba el tiempo, la vivienda se volvía más cómoda y adaptada a las necesidades humanas.

La verdadera revolución llegó en el siglo XX con la introducción de tecnologías como el gas, el agua corriente, la electricidad y los electrodomésticos, que transformaron la vida doméstica y mejoraron el confort en el hogar. En este contexto, surge la domótica, una disciplina que redefinió por completo la relación entre las viviendas y la tecnología. La domótica ofrece soluciones automatizadas para gestionar la energía, garantizar la seguridad y mejorar el bienestar en el hogar. Hoy en día, se ha convertido en una necesidad esencial, y se espera que en el futuro todas las casas estén, al menos en su forma más básica, equipadas con sistemas domóticos.

Para respaldar estas afirmaciones, se citarán varias referencias clave (Mateus Cruz, Diego Alejandro. Molina Castañeda, Jonathan Esteban. Jaramillo Benavides, Maria Camila, 2018); (Castañeda, H. D. & Ramírez, C. A., 2018); (Domínguez y Sáez Vacas, 2006); (Raynal, 1998); (Sánchez Álvarez, 2019); (Rodríguez, 2020); (Cedeño Enríquez, F, 2018); (Sarasúa Loboguerrero, J, 2011).

Entre los principales trabajos que aportaron a la domótica es importante mencionar el aporte de Joel Spira, físico a quien se le atribuye como el inventor de la domótica por su trabajo en los atenuadores que tenía como base las emociones de las personas, aunque lo primero que desarrolló fueron los reguladores, estos artefactos, destinados a regular la temperatura o la cantidad de luz en un espacio determinado fueron los primeros productos de la domótica.

En la historia de los atenuadores, hubo dos etapas antes de su comercialización. Primero, se creó un mando que podía cambiar la intensidad de la luz mediante una perilla que absorbía la energía restante que circulaba por el circuito. Esta fluctuación provocó que el dispositivo se sobrecalentara, sometiendo a los componentes a un estrés térmico constante, lo que provocó su posterior obsolescencia. En el segundo paso, desarrollaron un transistor que podía manipular el flujo de corriente dentro del dispositivo, logrando dos efectos deseados: evitar que los componentes del atenuador se sobrecalentaran y hacer que el producto fuera más confiable. (Lukín, 2017).

Nikola Tesla creó *Method of and Apparatus for Controlling Mechanism of Moving Vessels or Vehicles* (“«Método y Aparato para Controlar el Mecanismo de Movimiento de Buques o Vehículos” consistía en un dispositivo de mano que se comunicaba con el barco mediante ondas de radio. Esto sentaría una de las bases más importantes en el desarrollo de la automatización.

En el centro del barco había una antena para recibir ondas de radio transmitidas desde el centro de control, y dos antenas inferiores con bombillas que permiten al operador del barco comprobar la posición y el rumbo del barco decidir. Dentro del casco había un motor eléctrico que hacía girar la hélice, un motor eléctrico que mueve el timón, una batería que alimenta el motor y las luces, y un mecanismo que convertía las señales de radio enviadas desde el control remoto. (Oliveira, 2017).

Estudios como los de Ramos Guardarrama et al., (2019) destaca la importancia de desarrollar sistemas de supervisión y control en el contexto de la domótica y la red inteligente. A través de un software como Python, para la implementación de estos sistemas, lo que facilita la escalabilidad y la gestión de la infraestructura. Además, se enfatiza el almacenamiento de datos en una base de datos SQLite como parte integral de la solución.

La plataforma desarrollada se presenta como una solución versátil para abordar las deficiencias en la infraestructura de comunicaciones y el acceso a Internet, promoviendo así la independencia tecnológica.

En el trabajo de (Quintana G et al., 2015) se destaca el importante aporte relacionado con la eficiencia en el uso de energía y el bajo costo de implementación de este sistema destaca su viabilidad y relevancia en el contexto de la domótica. Además, se resalta cómo esta tecnología puede beneficiar especialmente a las personas mayores y a los niños al mejorar su calidad de vida y bienestar en el hogar. Este aporte la importancia de explorar soluciones innovadoras en la domótica que no solo se centren en la automatización, sino también en la sostenibilidad y la accesibilidad.

En este estudio de Guzmán Guerra y Burga Velarde (2014) demuestran que la comunicación por línea de poder es efectiva en un sistema domotico y ademas este sistema de línea de poder no requiere realizar modificaciones significativas en la infraestructura de la vivienda.

En este estudio Morales (2011) Habla de la necesidad de incluir la arquitectura bioclimática desde el diseño de las viviendas, teniendo como ventaja el poder escoger el sistema más adecuado para domotizar la vivienda, dejándola preparada la desde su fase de construcción según las necesidades del usuario.

En la presente investigación Millán Anglés (2014) se refiere a que es fundamental comprender el propósito de la preinstalación domótica, que consiste en establecer de manera estandarizada las redes necesarias para futuras automatizaciones. Esto se debe considerar en conjunto con las condiciones constructivas, que pueden requerir soluciones diversas para su implementación efectiva. Una herramienta valiosa en este proceso es el checklist que guiará al diseñador a evaluar el impacto de las nuevas tecnologías en los servicios domóticos de la vivienda. Este instrumento destaca aspectos como la composición de los elementos constructivos, la gestión del espacio y la topología del cableado, así como la influencia de la interfaz de usuario en la calidad de los espacios habitables. En este contexto, el autor propone una lista de verificación como recurso esencial para el diseño eficiente y efectivo de sistemas domóticos en el entorno residencial.

Según la investigación Malave Ochoa et al. (2014) el artículo, la casa equipada con un sistema de domótica tiene varias ventajas sobre una casa convencional, entre ellas: 1. Mayor seguridad: la domótica permite controlar y monitorear la seguridad del hogar, con sistemas de alarmas, cámaras de seguridad, sensores de movimiento, entre otros. 2. Mayor comodidad: la domótica permite controlar la iluminación, la calefacción, la climatización, los electrodomésticos, entre otros, de manera más fácil y cómoda. 3. Mayor eficiencia energética: la domótica puede ayudar a reducir los costos de energía al optimizar el uso de los recursos, como la iluminación y la climatización. 4. Mayor accesibilidad: la domótica puede ser una herramienta útil para personas con movilidad limitada, ya que les permite controlar su hogar de manera más fácil y cómoda.

El artículo ofrece se centra en la domótica en viviendas al realizar una detallada comparación entre una casa convencional y otra equipada con sistemas de automatización. Esta comparación arroja luz sobre la influencia y el impacto de la domótica en la comodidad y seguridad del entorno doméstico. Además, destaca los desafíos y las barreras que existen en la implementación de la domótica, como los costos asociados, la falta de conocimiento tecnológico y la resistencia al cambio.

Según la investigación Estrada Gardea y Gallegos Reyes (2001) introduce un enfoque innovador en la protección y control de habitaciones y electrodomésticos mediante la aplicación de la domótica. El sistema de seguridad domótico propuesto en este estudio tiene como objetivo central desarrollar una solución integral para la protección efectiva contra robos y una gestión más eficiente de los electrodomésticos en viviendas. Una característica destacada de este enfoque es la centralización de la información de cada casa habitación en un sistema de cómputo que monitorea constantemente las condiciones de seguridad. Además, el sistema ofrece la ventaja de estar alineado con las tendencias futuras de instalaciones inteligentes, lo que implica una economía potencial para los usuarios.

En su investigación Soto Latorre y Velasquez Duque (2012) proporciona una visión integral de las posibilidades y beneficios de la domótica en el contexto de la atención hospitalaria, con un enfoque en

la mejora de la eficiencia y el confort de los pacientes y el personal médico. Se destaca la importancia de la integración de sistemas de comunicación inalámbrica, control de iluminación y temperatura, así como la gestión digital de información crítica en el entorno hospitalario. Este estudio de caso brinda valiosa información sobre las necesidades y preferencias de los usuarios, identificando áreas de mejora específicas, como la comunicación eficiente entre el personal médico y la posibilidad de monitorear pacientes de forma remota. Este aporte la importancia de explorar soluciones innovadoras en la domótica que no solo se centren en la automatización, sino también en la sostenibilidad y la accesibilidad.

En su investigación Marín Vilela (2021) El papel en la vida de la domótica en la vida de las personas con discapacidad, en un contexto en el que la independencia y la comodidad son factores cruciales para mejorar la calidad de vida de este grupo de individuos, la implementación de sistemas domóticos en viviendas emerge como una solución fundamental. Estas tecnologías permiten a las personas con discapacidad tomar el control de su entorno, superando las barreras físicas y funcionales que suelen enfrentar. Al poder gestionar aspectos como la iluminación, la temperatura, la seguridad y la comunicación mediante dispositivos electrónicos y sistemas automatizados, se les brinda la oportunidad de llevar una vida más autónoma y cómoda.

En su investigación Sánchez Martínez, J. A., & García López, F. O, (2021) se enfocaron en el desarrollo de un sistema de automatización avanzado diseñado para controlar, gestionar y supervisar edificios inteligentes de manera eficiente. Este sistema se destaca por su capacidad de integrarse con una plataforma de transmisión de eventos a través de un desarrollo web sólido y versátil. La finalidad última es que este sistema forme parte esencial de un ecosistema más amplio, contribuyendo de manera significativa al concepto emergente de las Ciudades Inteligentes o "Smart Cities". En este contexto, la investigación proporciona una valiosa base conceptual y tecnológica para abordar los desafíos de la domótica en viviendas y edificios, promoviendo la sostenibilidad, la eficiencia energética y

la mejora de la calidad de vida de sus habitantes en el marco de un entorno urbano cada vez más interconectado y tecnológicamente avanzado.

En su investigación Tomala Cuenca (2018) desarrolló e implementó un sistema de automatización residencial controlado por voz destinado a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad en extremidades superiores. Este sistema utiliza una tarjeta Raspberry Pi como componente central y permite a Victoria controlar diversos dispositivos y realizar tareas cotidianas utilizando comandos de voz. El sistema permite realizar tareas como encender luces, abrir puertas, activar un grifo de agua y solicitar ayuda en caso de emergencia mediante comandos de voz.

En su investigación Tapias Cruz (2015) el autor demostró mediante cálculos que implementando un sistema domótico se puede disminuir la actividad de encendido y apagado de las luces, de la temperatura y que esto logra disminuir el costo energético y con esto ahorrar dinero.

En la investigación realizada por Pérez Morales (2018), se propone diseñar una arquitectura domótica para la automatización residencial en el contexto colombiano. Destaca la orientación del proyecto hacia la filosofía "Hazlo tú mismo" (Do It Yourself, DIY). La estructura del sistema adopta una topología en estrella, con un controlador único para gestionar la interacción con diversos dispositivos. Este controlador, basado en una Raspberry Pi, proporciona al usuario una interfaz web para interactuar con el sistema. Empleando placas WeMos compatibles con Arduino para los dispositivos, el estudio ha demostrado resultados satisfactorios, culminando en un sistema domótico funcional al final del proyecto. La conclusión clave es que la creación e implementación de un sistema domótico asequible y desarrollado de forma autónoma es factible, aprovechando la información disponible en comunidades en línea.

Según García G. S., (2023) en su artículo "Aplicación práctica de ahorro de recursos naturales en el hogar con un sistema de domótica" aborda de manera integral la implementación de tecnología en el hogar para la reducción del consumo de energía y agua, con un enfoque claro en la sostenibilidad

ambiental. Aporta a la comprensión de la domótica como una solución efectiva para la gestión eficiente de recursos naturales en entornos residenciales, al presentar un análisis detallado del consumo de energía y agua en una vivienda y mostrar cómo un sistema de domótica puede optimizar estos aspectos. Además, la inclusión del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es un enfoque valioso para evaluar el impacto ambiental de la solución propuesta. Las recomendaciones finales ofrecen una guía práctica para la implementación de sistemas de domótica similares en otros hogares, lo que puede ser de gran utilidad para investigadores y profesionales interesados en la domótica y la eficiencia energética en el entorno residencial.

Amaya Fariño et al., (2020) destaca la importancia del Internet de las Cosas (IoT) como una tecnología habilitadora para la automatización y el control de dispositivos en el entorno doméstico a través de la conectividad a Internet, lo cual es esencial para comprender el contexto tecnológico de la domótica, además el artículo resalta la viabilidad de utilizar tecnologías económicas como Arduino y Raspberry para desarrollar proyectos de Hogar Inteligente, lo que amplía las posibilidades de implementación a un público más amplio y accesible. Por último, la capacidad de establecer comunicación con un servidor web mediante un Arduino NODEMCU brinda una perspectiva práctica sobre cómo se pueden integrar estos dispositivos en un sistema de domótica conectado, lo que contribuye al conocimiento teórico y práctico necesario para desarrollar soluciones efectivas en este.

En su artículo Molano Aguas y Álvarez Rueda, (2020) Destaca el papel fundamental de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como la base de la tercera revolución industrial y su relación con la sociedad del conocimiento, resalta la relevancia de la tecnología en el ámbito doméstico. Además, menciona la implementación de tecnologías en el hogar puede ayudar a ahorrar energía y dinero, se identifica un punto crucial para la investigación en domótica, ya que se establece una conexión entre la gestión eficiente de la energía y la calidad de vida en el entorno residencial. También propone la realización de una encuesta aplicada a familias de estratos 3 y 4 para recopilar información

sobre los hábitos de ahorro de energía en el hogar, el artículo ofrece un enfoque práctico que enriquece el marco teórico al proporcionar datos empíricos relevantes para la investigación en domótica y su relación con la eficiencia energética en viviendas.

La viabilidad técnica en viviendas de interés social es demostrada por Castañeda y Ramírez (2018), quienes, mediante el análisis de opciones para la adaptación de viviendas de interés social en Bogotá, Colombia, llegan a la conclusión de que, a pesar de las limitaciones económicas, es factible construir viviendas de interés social con tecnologías domóticas. Este enfoque fortalece proyectos desde su concepción, mejorando la calidad de vida de las personas, especialmente en comunidades de adultos mayores. Este aporte informa el marco teórico de la investigación sobre domótica en hogares colombianos.

4.2 Marco teórico

4.2.1 Vivienda.

La Real Academia Española, define la vivienda como un lugar cerrado o abierto construido para ser habitado por personas, este ofrece refugio a los seres humanos y les protege de las condiciones climáticas adversas. (Castañeda, H. D. & Ramírez, C. A., 2018, pág. 16) con el fin de relacionar las viviendas con la domótica se hace necesario ver la evolución de la vivienda, se comenzará con una breve historia de la vivienda.

Desde la aparición del primer hombre, la especie humana ha buscado cobijo en grutas y cavernas, el hombre deja la vida nómada y comienza a construir sus propios hogares, manteniéndose en un solo lugar por largas temporadas (Mateus Cruz, Diego Alejandro. Molina Castañeda, Jonathan Esteban. Jaramillo Benavides, Maria Camila, 2018). En la Edad Media en Europa. Los pobres, contaban con unas viviendas en muy malas condiciones, que eran poco más que refugios para dormir, no tenían saneamiento ni agua corriente, apenas contaban con una sola habitación. (Domínguez y Sáez Vacas, 2006, pág. 4)

La casa urbana burguesa típica del siglo XIV combinaba la residencia con el trabajo, la parte residencial era un espacio vacío tipo loft en la actualidad.

La primera gran revolución doméstica acontece en el siglo XVII en los Países Bajos. Aparecieron las “casas pequeñas” de 5 personas, en contraste con 25 de los hogares parisinos del mismo momento. La casa dejó de ser el lugar de trabajo, que se desplazó a talleres o campos aparte.

En la Inglaterra del siglo XVIII la casa se convirtió en un espacio para el ocio y la irrupción de las primeras formas de confort. Las viviendas se calentaban de forma poco eficiente mediante una chimenea o una estufa, no existía sanitarios ni lavamanos y la iluminación era con velas. La llegada del gas, el agua corriente y posteriormente la electricidad a las casas de la Inglaterra victoriana supuso una nueva revolución doméstica.

En el siglo XX la innovación estadounidense consistió en exigir confort no sólo para el tiempo libre y el descanso, sino también para las tareas domésticas con la incursión de electrodomésticos para reducir tiempos en las tareas del hogar. Se hace referencia a las telecasas, admitiendo que la infraestructura de los domicilios está siendo transformada profundamente, posibilitando la emergencia de un nuevo concepto de casa. Con el cambio de tecnologías en los materiales como madera, piedra, ladrillo, concreto, acero, fibra, vidrio el hombre ha buscado hogares más duraderos, resistentes, confortables y seguros adaptando sus gustos y necesidades. En efecto: la razón última de las casas son las personas que las habitan, motivo por el que aquéllas deben adaptarse a sus gustos y necesidades, hechas a su medida. Es así como el hombre siempre ha tenido como objetivo mejorar la comodidad y el confort de su hogar, para hacerlo además un lugar donde pueda sentirse seguro siempre ha buscado la manera de crear mecanismos y nuevas tecnologías para satisfacer las necesidades (Cedeño Enríquez, F, 2018, pág. 14).

Gracias a la evolución de la tecnología y de los modos de vida, hoy nos permiten prever espacios de usos cotidianos mejor adaptados, en construcciones ya sean antiguas o nuevas, esto se debe al

desarrollo realizado en la electrónica y la nueva concepción de redes externas e internas de comunicación (Sarasúa Loboguerrero, J, 2011, pág. 1) es ahí donde nace la domótica.

Hacia el futuro, para los hogares actuales no es plausible que carezcan de servicios básicos, por lo tanto, el futuro de las viviendas va encaminado a que todas las casas estén domotizadas al menos de manera elemental, convirtiéndose en una necesidad básica. (Rodríguez, 2020). Para terminar, se quiere citar a LE CORBUSIER que manifiesta “Una casa es una máquina para habitar.

4.2.2 Domótica

El término domótica tiene su origen en el francés cuyo significado es concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía comunicaciones etc. (Lorenzana, 2019, pág. 20)

Una domótica, también conocida como hogar inteligente, es un entorno doméstico inteligente simulado como se puede ver en la imagen 1, poblado por agentes de electrodomésticos, los agentes electrónicos interactúan y se coordinan para realizar tareas domésticas de manera eficiente al compartir recursos. (Karim Usman, 2022)

Figura 1. Diferentes tipos de domótica en el hogar

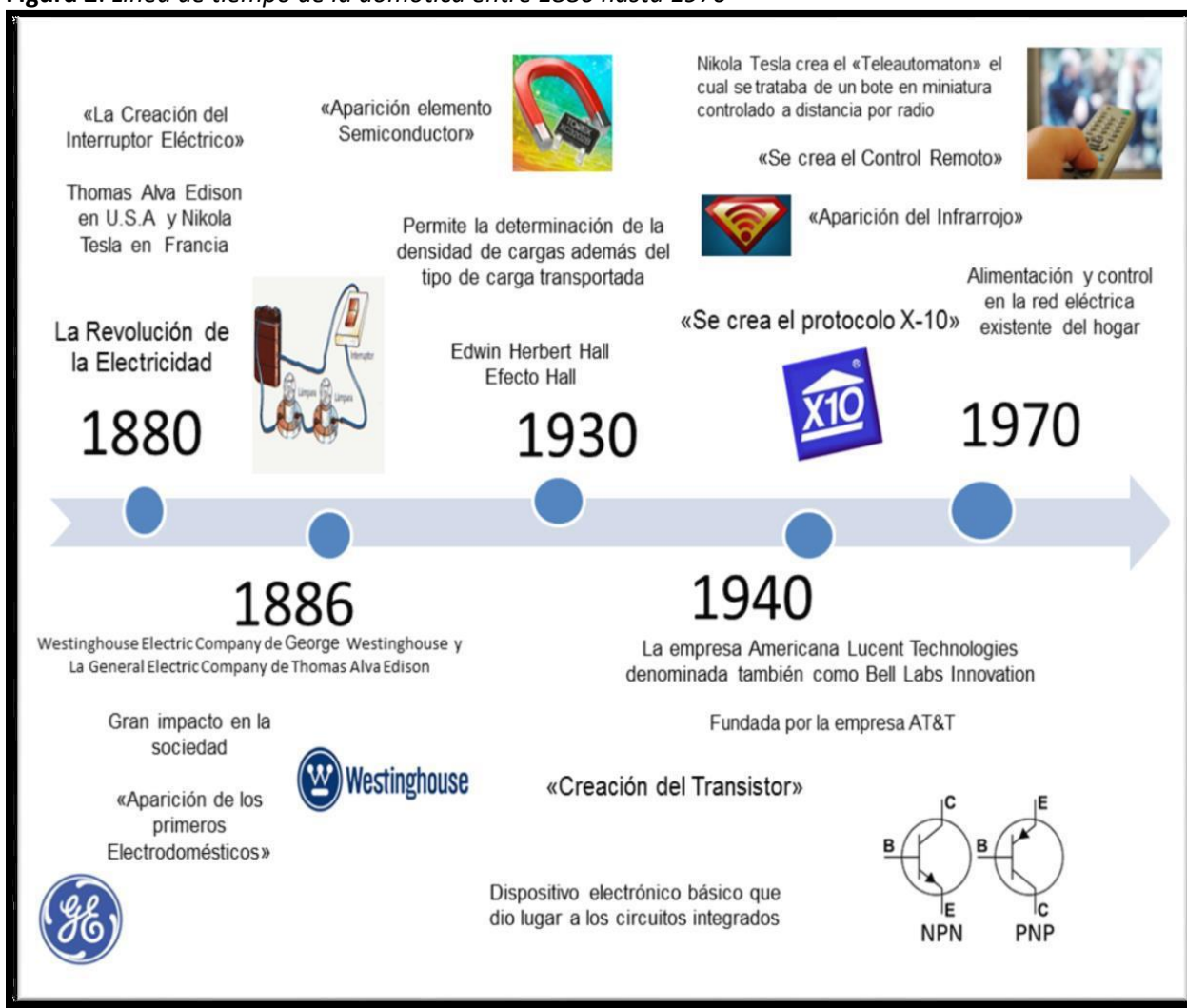


(Sánchez, 2015, pág. 123)

No se debe confundir con inmotica el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de edificios no destinados a vivienda, como hoteles, centros comerciales, escuelas, universidades, hospitales y todos los edificios terciarios. (Sánchez Martínez, J. A., & García López, F. O, 2021)

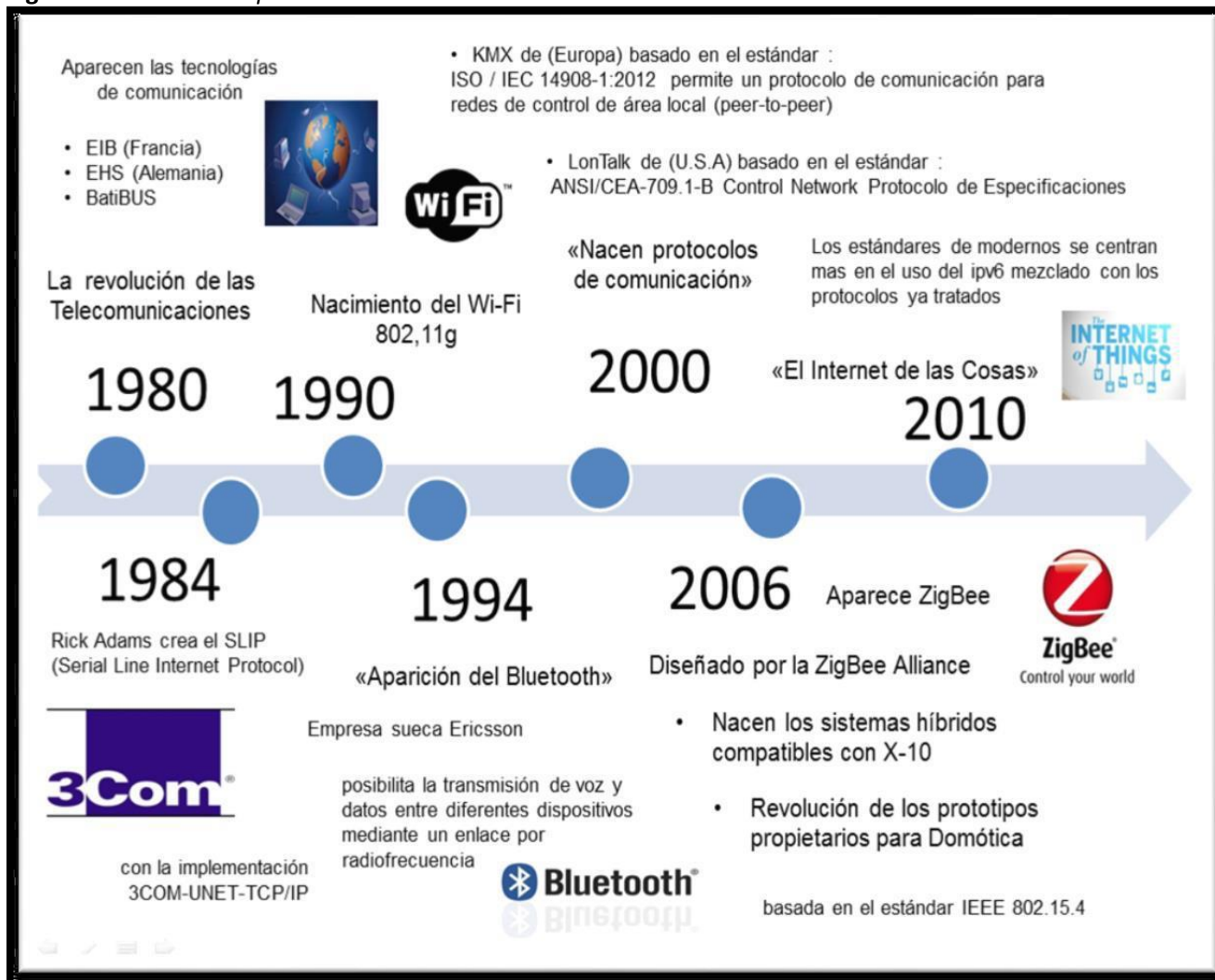
A continuación, se describe el recorrido histórico para llegar a lo que llamamos domótica.

Figura 2. Línea de tiempo de la domótica entre 1880 hasta 1970



(Alejandro de Andrade Fernáandez, 2014, pág. 15)

Figura 3. Línea de tiempo de la domótica entre 1970 hasta 2013



(Alejandro de Andrade Fernández, 2014, pág. 16)

En el año de 1879, Thomas Alba Edison creó la bombilla. (Barbosa, 2016, pág. 38)

En 1888 Nikola Tesla inventó el primer motor de corriente alterna y la corriente alterna.

(Carmen Luisa Vásquez Stanescua, 2019, pág. 66)

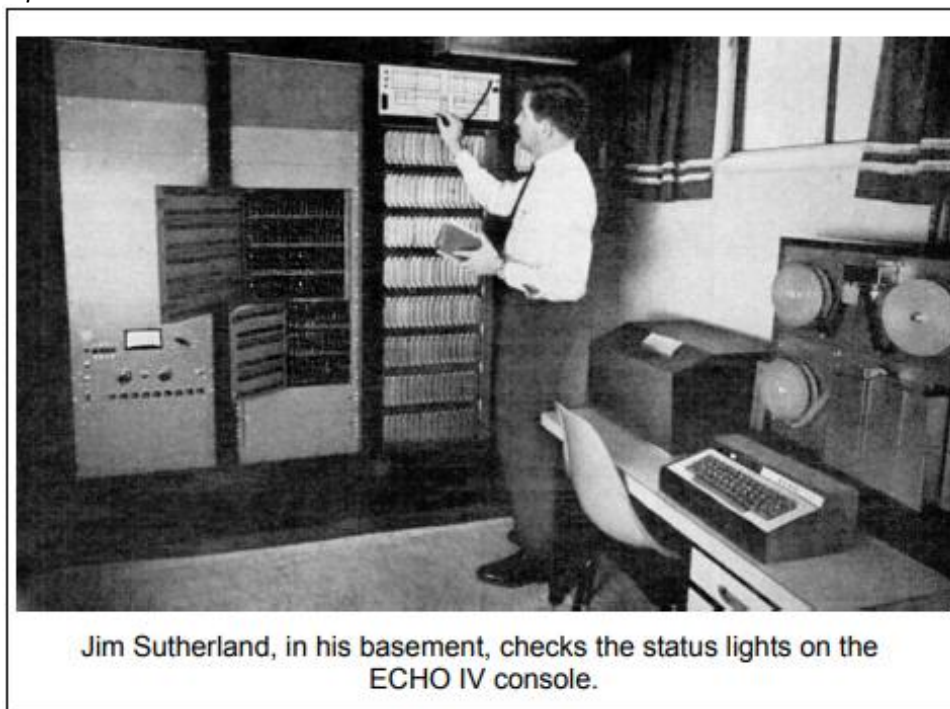
Hacia fines del siglo XIX. La capacidad de iluminar la habitación desde un solo interruptor cambió radicalmente la forma en que vivíamos al hacer que sea fácil y moderadamente seguro iluminar vastas regiones durante períodos prolongados durante la noche.

1901-1920: La invención de los aparatos autónomos (electrodomésticos) que funcionan con electricidad o gas, como refrigeradores, calentadores de agua (1889), la primera aspiradora con motor se desarrolló en el año (1901), lavadoras (1904), lavavajillas, planchas, tostadoras y secadoras de ropa.

1950 la televisión doméstica y el control remoto por infrarrojos. Las dos innovaciones fueron útiles para la correspondencia de punto a control entre los dispositivos, pero no tenían un intercambio de datos de dos rutas.

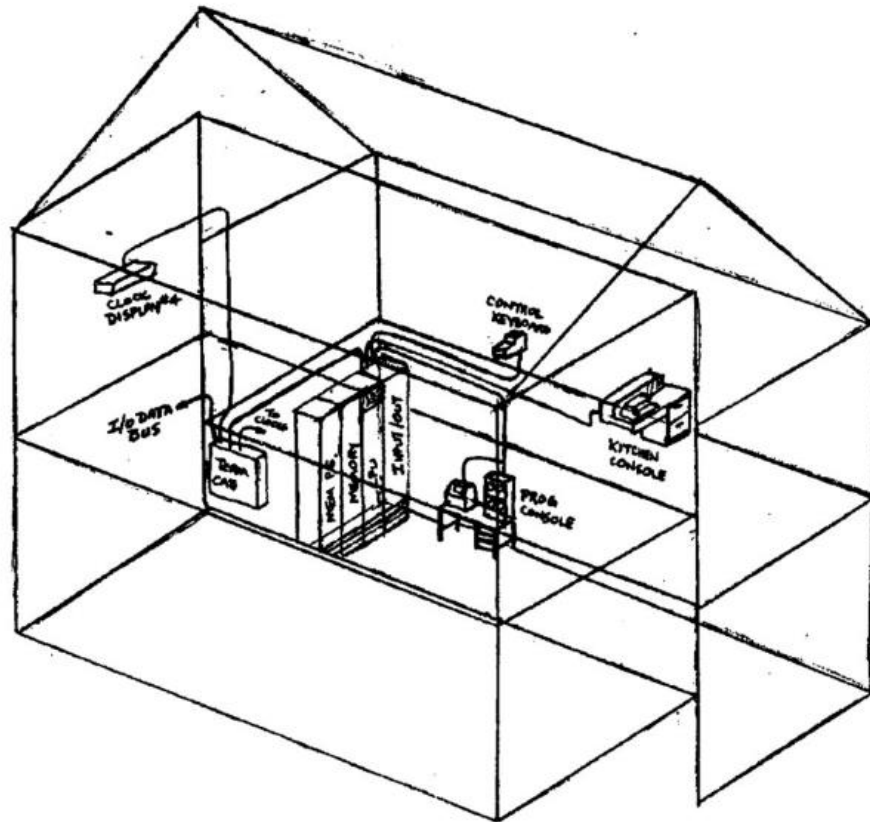
1966-1967: La invención de ECHO IV y Kitchen Computer: se crea el Echo IV que fue el primer dispositivo domótico, capaz de almacenar recetas reenviar mensajes, controlar la temperatura de una casa, hacer una lista de la compra y encender o apagar electrodomésticos. (Carvajal, 2022, pág. 8) A pesar de que no se comercializó industrialmente, el dispositivo podía registrar registros de compras, controlar la temperatura del hogar y encender y apagar aparatos. la "Computadora de Cocina" se hizo para el año en curso. El aparato estaba equipado para guardar fórmulas, pero no ofrecía muchos modelos debido a la mala publicidad.

Figura 4. *Computadora echo IV*



(Spicer, 2016)

Figura 5. Diagrama de ECHO IV



ECHO- IV SYSTEM DIAGRAM

(Spicer, 2016)

En 1975, se creó la principal innovación en sistemas de computación para el hogar ampliamente útil, X10. X10 es un protocolo de comunicación para dispositivos electrónicos.

En 1978, los elementos X10 incorporaron un soporte de carga de 16 canales, un módulo de iluminación y un módulo de aparatos. No mucho después llegó el módulo del interruptor divisor y el reloj X10 principal.

Entre 1984 y 1986 se comenzó a implementar la tecnología en los edificios, ver figura 5 y 6.

Figura 6. Edificio de AT&T (Sony Center) - NY



Construido en 1984 fue el primer edificio domatizado (Barros, 2010, pág. 24).

Figura 7. Edificio Lloyd's Construido en 1986



(Barros, 2010, pág. 25)

En los años 80, los sistemas integrados se utilizaron para las viviendas. De esta forma, la domótica integra los sistemas eléctricos y electrónicos con la comunicación de los dispositivos del hogar.

(Gómez, 2018, pág. 13)

1990 llegada del internet y en poco tiempo, Internet remoto como Wi-Fi se convirtió en un aparato típico en los hogares.

Aparece el sistema KNX, un sistema de comunicación en bus que permite a los diferentes dispositivos de una red comunicarse entre sí a través del envío y recepción de datos mediante el sistema

de cableado que conecta el conjunto de sensores y actuadores que conforman la red domótica. (García, 2020, pág. 16)

1991 –Gerontechnology – La Gerontechnology combina la gerontología y la tecnología que facilita la vida de las personas mayores. (Ray y Bagwari, 2018, págs. 242-243)

Década de 2000: a principios de la década de 2000 se produjo un nuevo ascenso en la innovación del hogar, incluida la tecnología local, la administración de sistemas domésticos y la aparición de diferentes dispositivos disponibles. Una combinación de tecnologías de corto alcance creada por Zen-Sys en 2005, esta tecnología inalámbrica crea una red de malla en el hogar del usuario y envía señales en los 9 MHz.

La tecnología Z-Wave es capaz de conectar una variedad de dispositivos para controlar electrodomésticos, cerraduras de puertas e incluso monitores de inundaciones (Sharda R. Katre, 2017, págs. PÁGINA 344-345)

En el año 2005, el instituto de Diseño Interactivo (Ivrea) de Italia desarrolló Arduino. Porque requiere una herramienta gratuita y un precio bajo para usarla la idea original era para uso interno solo porque la institución se dedicó a experimentar con prototipos basados en microcontroladores ya que querían que estos dispositivos fueran compatibles en múltiples plataformas, elegir para que el usuario pueda aprender fácilmente a trabajar con este tipo de equipos (Cedeño Enríquez, F, 2018)

En 2006 sale Zigbee orientado aplicaciones que precisen de comunicaciones inalámbricas seguras, con una baja tasa de datos y una maximización de la vida útil de sus baterías, permitiendo a su vez la monitorización y control remotos de los dispositivos que la forman. (Velasco, 2021, pág. 12)

El promedio de casas con sistemas de automatización aun no llega al 1%. En Colombia, esta cultura aún no se ha forjado rentablemente. La domótica es un diferenciador interesante en términos de rentabilidad empresarial o prestigio profesional, pero en Colombia esta cultura de usar la tecnología no

se implementado, la mayoría lo ve como un negocio. que sólo los privilegiados tienen derecho a obtener (Mahecha Chaux, J, 2018, pág. 30)

En Colombia, el principal referente es la ciudad de Medellín, con edificios como el de Empresas Públicas de Medellín EPM, el de la sede de Isagen, el de la ruta N, sede del Banco de Colombia y la facultad de ingeniería de la universidad Eafit cada uno de ellos fue un referente en la aplicación de la inteligencia realizada en los espacios con sus usuarios, apoyando el bienestar y el confort. (Jorge David Molina Mora, 2022, pág. 2)

4.2.3 Componentes de un sistema domótico

Un sistema domótico está conformado por tres elementos indispensables, como los sensores (dispositivos de entrada), unidad de control o (nodos) y los actuadores, ver Figura 8.

A continuación, se da una descripción de cada uno de estos componentes:

4.2.3.1 Sensores. son dispositivos que interactúan con el entorno del mundo real, cuya función es recolectar información que por consiguiente es transformada en señales digitales o analógicas que posteriormente son retomadas por la unidad de control para procesar y realizar la toma de decisiones.

4.2.3.2 Unidad de control o nodos. Es la parte encargada del sistema domótico que realiza el trabajo de almacenar la información recolectada por los sensores, para ser procesada y enviada a través del bus de comunicación a hacia los actuadores quienes la retoman para ejecutar acciones. Las unidades de control integran un microcontrolador o microprocesador en su hardware de este modo desempeñan la función de compilar le secuencia de líneas de código o programa que el usuario ha grabado en su memoria flash.

4.2.3.3 Actuadores. Los actuadores son mecanismos que hacen interactuar la unidad de control con el mundo real. Posteriormente estos dispositivos ejecutan órdenes del controlador para desempeñar funciones, por ejemplo; el accionamiento de un relevador, el giro de un servomotor, la activación de un pistón, o simplemente manipular el regulador de iluminación de una casa.

Figura 8. Componentes de un sistema domótico



4.2.4 Tipos De Arquitectura En Domótica

La arquitectura de una instalación domótica puede ser centralizada y distribuida. Esta clasificación puede ser considerada tanto desde un punto de vista físico (distribución del cableado o medio físico entre los dispositivos) como lógico (distribución de las comunicaciones que tiene lugar entre dispositivos)

4.2.4.1 **Arquitectura Centralizada.** Es cuando la topología de la red es en estrella, el sistema de control central sería el centro de ésta, de la que están colgando los distintos sensores y actuadores. Esta topología no permite la comunicación directa entre los dispositivos, ya que debe pasar por el sistema de control centralizado. (Patiño, 2016, pág. 23)

Figura 9. Sistema de control centralizado

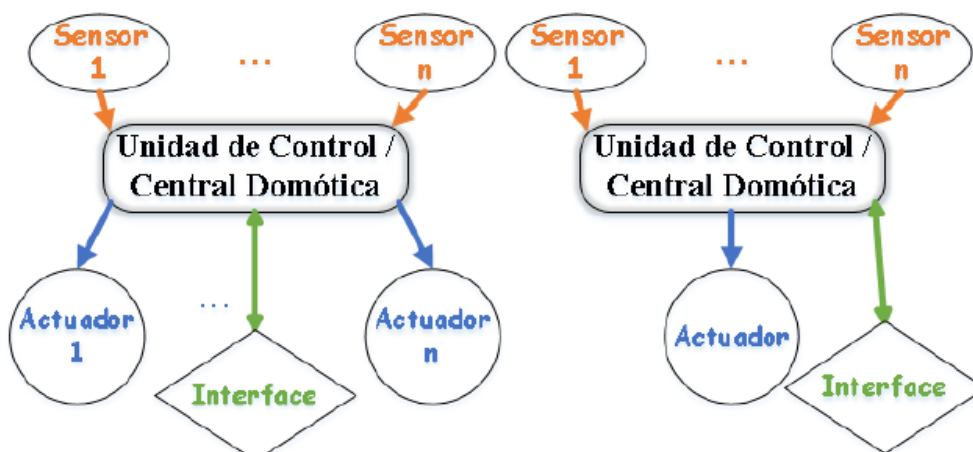


(Cristopher Jonathan Castillo Cedillo, 2021, pág. 5)

4.2.4.2 **Arquitectura Descentralizada.** Aquí, varios controladores están conectados en red, enviando datos entre ellos y entre los actuadores y las interfaces conectadas a los controladores, según la configuración del software y la información recibida de los sensores, los sistemas en red y los usuarios. Se tiene más de una unidad de control en el que cada uno tiene la capacidad de actuar de forma independiente y pueden manejar la información que recoge y ejerce del modo en que ha sido programado.

Las unidades de control se ubican lo más cercano posible a los actuadores que deben ser controlados, y se suprime la unidad de control primordial, esto permite que, en caso de algún daño de la instalación, no implicaría las demás partes de la instalación.

Figura 10. Sistema de control descentralizado

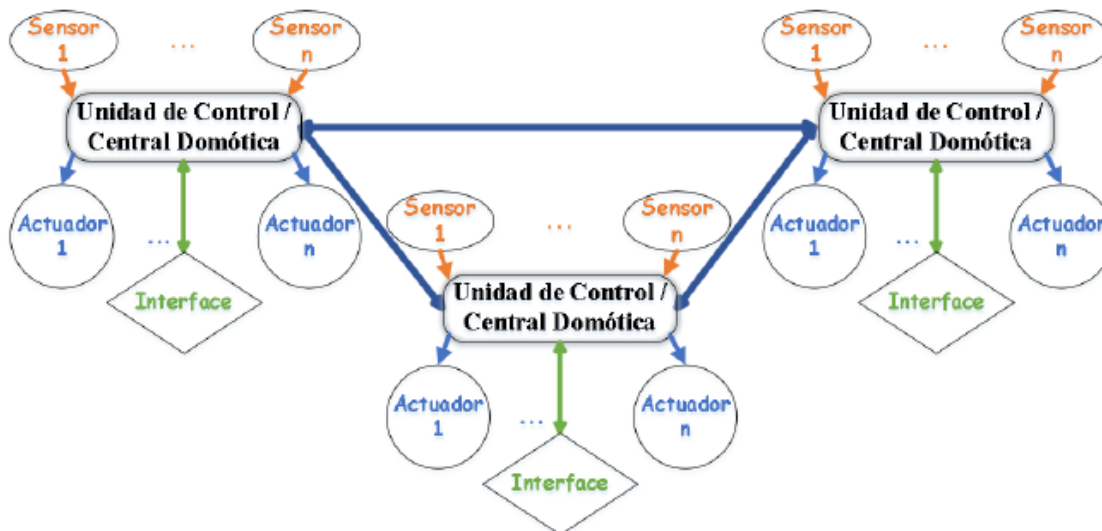


(Cristopher Jonathan Castillo Cedillo, 2021, pág. 6)

4.2.5 Sistema De Control Distribuida

Desde un punto de vista físico, si se utiliza la topología de red al bus al que están conectados todos los dispositivos, independientemente de su naturaleza En este caso, la arquitectura lógica puede ser centralizada o distribuida.

Figura 11. Sistema de control distribuida



(Cristopher Jonathan Castillo Cedillo, 2021, pág. 6)

4.2.6 Tipos De Señales

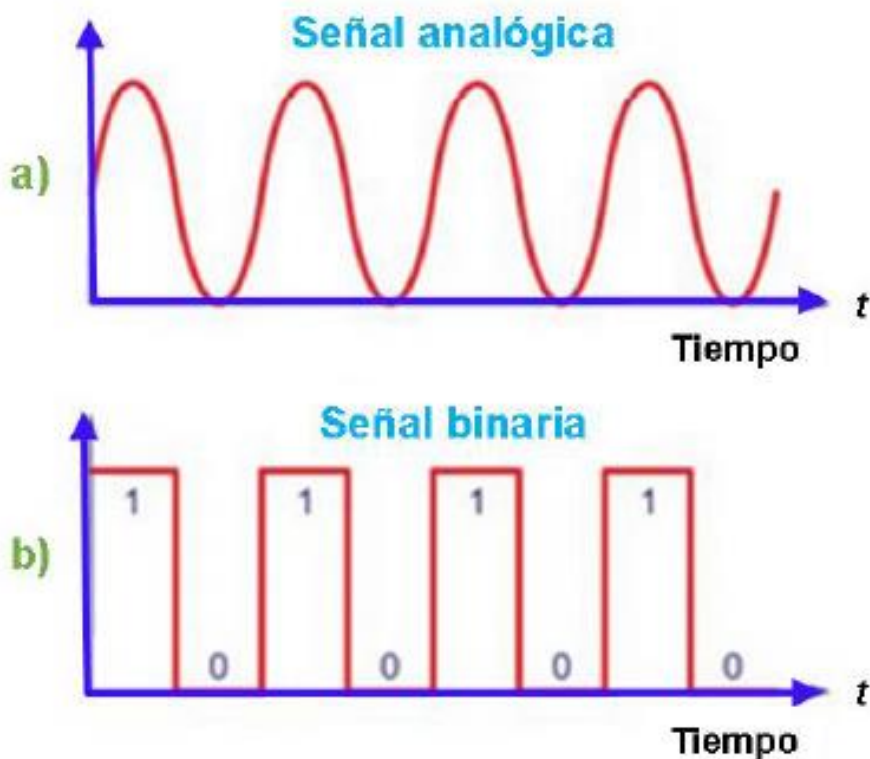
Por medio de señales se ejecutan los sensores, detectores y los actuadores. Estas señales pueden ser analógicas o binarias.

Una señal analógica es continua a lo largo del tiempo y tiene valor para cualquier instante de tiempo.

Por ejemplo, un sensor de temperatura utiliza los valores de temperatura dentro de su rango de funcionamiento.

Una señal binaria solo toma dos valores, que un detector se da como en detecta o no detecta. Ejemplo encendido o apagado

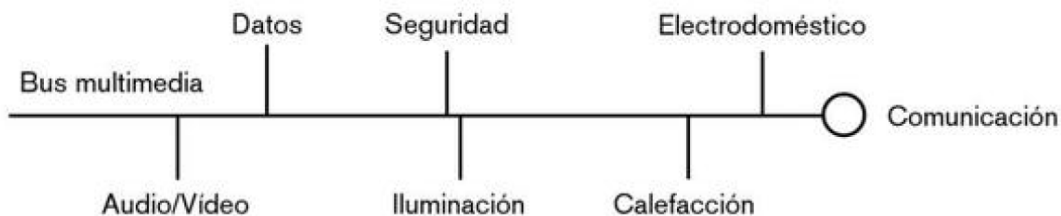
Figura 12. Señales analógicas y binaria



(Cristopher Jonathan Castillo Cedillo, 2021, pág. 8)

La condición necesaria y suficiente que hace que la vivienda pueda considerarse con domótica es que disponga de sistemas integrados y que sean interactivos Ver figura 13

Figura 13. Definición teórica de Domótica mediante la disponibilidad de un bus doméstico multimedia.



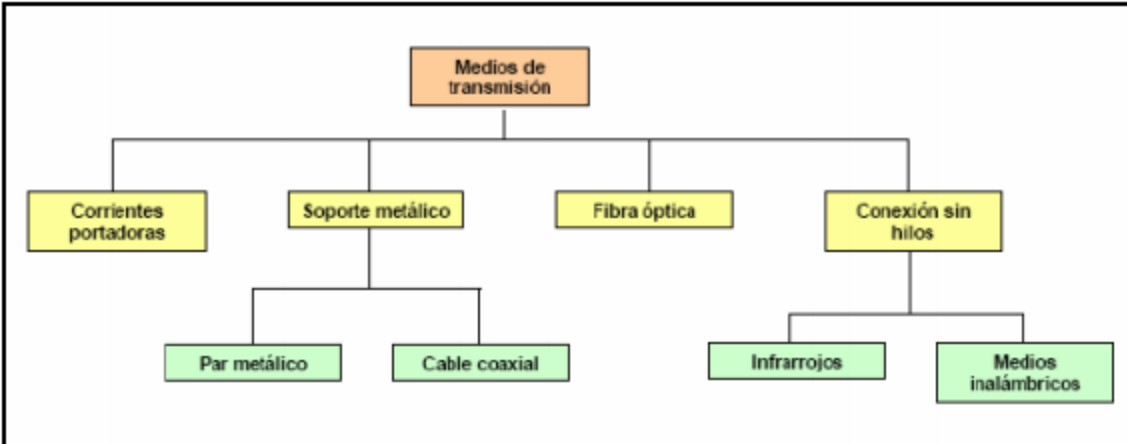
(Stefan Junstrand, 2005, pág. 4)

4.2.6.1 Medios de Transmisión / Bus. Cuando el medio de transmisión está utilizado para transmitir información entre dispositivos con la función de controlador también se denomina Bus. Los medios de transmisión de datos en sistemas domóticos pueden ser:

4.2.6.1.1 **Cableado propio.** Los cables compartidos con las redes existentes se utilizan para la transmisión de datos, como una red eléctrica, una red telefónica o una red de datos (Internet).

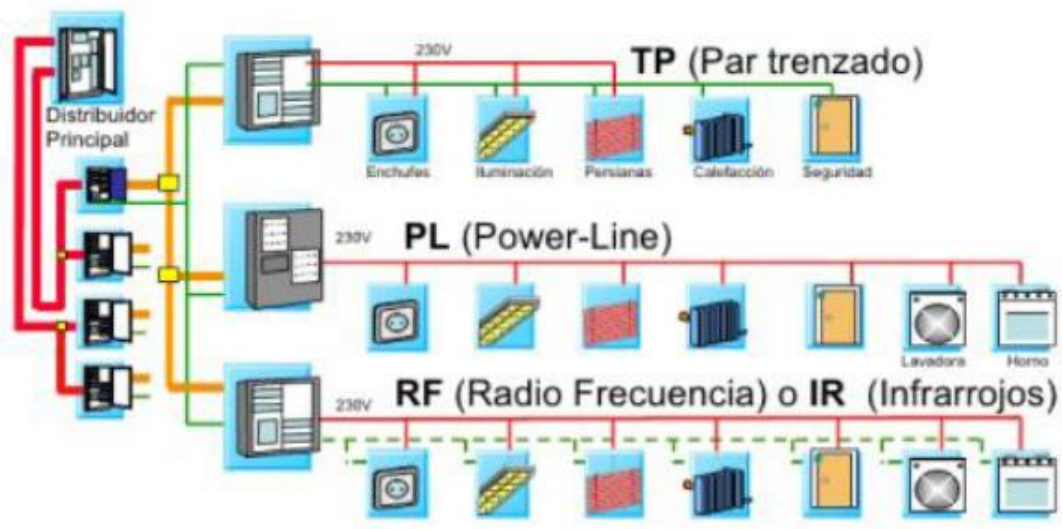
4.2.6.1.2 **Cableado compartido.** La transmisión por hilo propio es la forma más habitual en los sistemas domóticos, principalmente de los siguientes tipos: par blindado, par trenzado, coaxial o fibra óptica. Inalámbrico: Muchos sistemas domóticos utilizan soluciones de transmisión inalámbrica entre diferentes dispositivos, principalmente tecnologías de radiofrecuencia o infrarrojos. (Oviedo, 2020, pág. 19)

Figura 14. Medios de transmisión de datos



(Cárdenas Zambora, 2020, pág. 65)

Figura 15. Protocolo estándar



(Cárdenas Zambora, 2020, pág. 66)

4.2.7 Tipologías De Redes Domóticas

Las redes de comunicación son las encargadas de dar vida a los sistemas domóticos que se encargan de conectar el sistema mediante recursos compartidos, estas tipologías hacen referencia a la forma en que los nodos se conectan y pueden ser

4.2.7.1 **Tipologías En Estrella:** Todas las redes están conectadas a un punto central, los dispositivos no están conectados entre sí

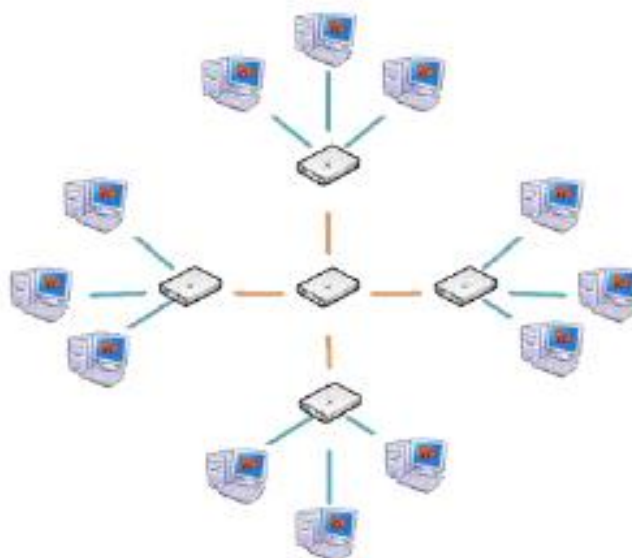
Figura 16. *Tipologías en estrella*



(Cárdenas Zambora, 2020, pág. 63)

4.2.7.2 **Tipología Estrellada Extendida.** Es igual a la topología en estrella, sólo que cada nodo que se conecta con el nodo central también es el centro de otra estrella. Generalmente el nodo central está ocupado por un hub o switch, y los nodos secundarios por hubs

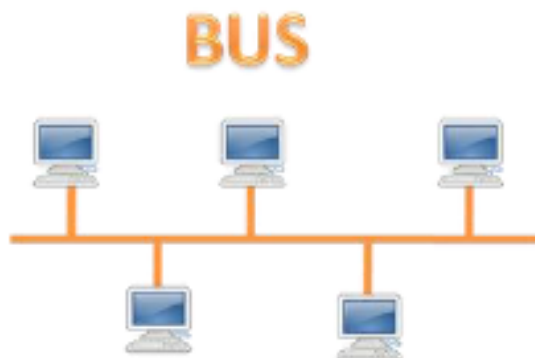
Figura 17. *Tipologías en estrella extendida*



(Escriva, 2020, pág. 13)

4.2.7.3 **Tipología Bus O Lineal.** Se caracteriza por tener un único canal de comunicaciones (bus) donde se conectan los diferentes dispositivos. Así, todos los dispositivos comparten el mismo canal para comunicarse entre sí. El bus es un elemento pasivo ya que no produce regeneración de señal.

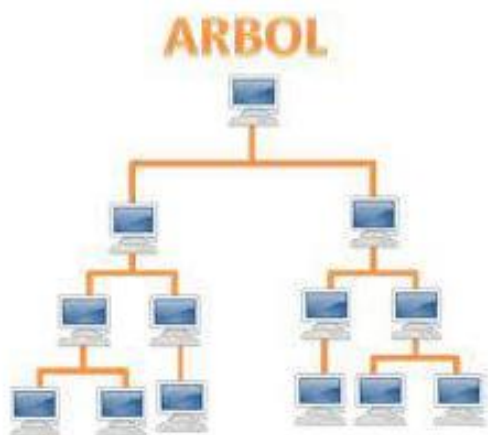
Figura 18. *Tipologías en bus o lineal*



(Cárdenas Zambora, 2020, pág. 64)

4.2.7.4 **Tipología En Árbol.** Los nodos están colocados en forma de árbol. Es parecida a una serie de redes en estrella interconectadas salvo en que no tiene un nodo central. En cambio, tiene un nodo de enlace troncal, ocupado por un hub o switch, desde el que se ramifican los demás nodos. Como ventaja presenta que un fallo no implica una interrupción en las comunicaciones.

Figura 19. *Tipologías en árbol*



4.2.7.5 **Tipología En Anillo.** Cada estación tiene una única conexión de entrada y otra de salida de anillo. Cada estación tiene un receptor y un transmisor que hace la función de traductor, transmitiendo la señal a la siguiente estación.

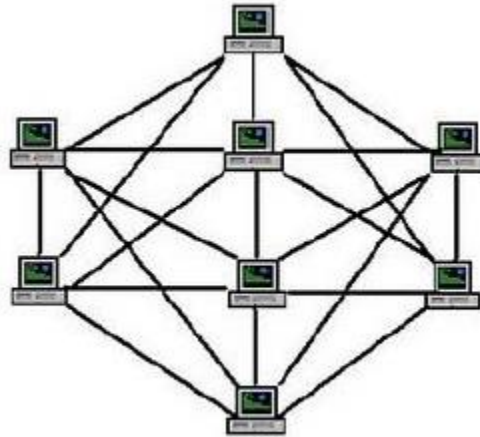
Este tipo se da por el paso de un testigo que recoge y entrega paquetes de información, evitando pérdidas de información debidas a colisiones. (Escriva, 2020, pág. 13)

Figura 20. *Tipologías en anillo*



4.2.7.6 **Tipología En Malla.** Cada nodo está conectado a todos los nodos. Así es posible transportar mensajes de un nodo a otro a lo largo de diferentes caminos. Cuando la red está completamente conectada, no puede haber interrupciones en la transmisión de datos. Cada servidor tiene sus propias conexiones con otros servidores.

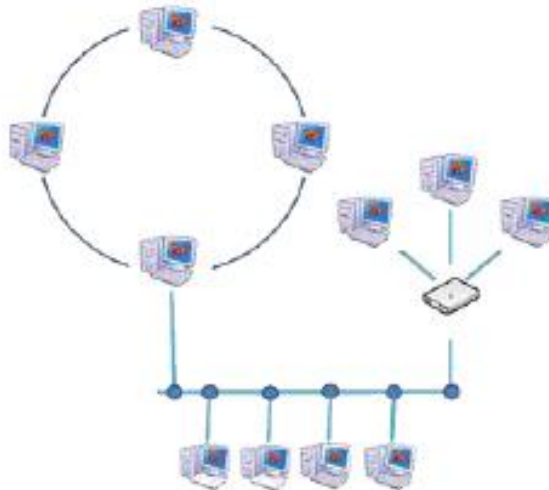
Figura 21. *Tipologías en malla*



(Escriva, 2020, pág. 14)

4.2.7.7 Tipología Mixta. Es la combinación de redes.

Figura 22. *Tipología mixta*



(Escriva, 2020, pág. 15)

4.2.8 Transmisión Domótica

La transmisión es el medio de comunicación que conecta el emisor y el receptor.

4.2.8.1 Medios Guiados. Son aquellos que transmiten de manera física como cables de cobre o fibra óptica. Entre los principales utilizados en domótica destacan:

4.2.8.1.1 **PLC (Power Line Communication).** Este dispositivo utiliza la red eléctrica para transmitir datos. Gracias a esto, al conectarse a la red eléctrica, es posible conectarse a la red desde cualquier lugar, por ejemplo, mediante un enchufe.

Esta tecnología convierte la red eléctrica en una línea de datos digitales de alta velocidad. Su principal ventaja es la posibilidad de utilizar internet y controlar el sistema, además, es un sistema muy económico por el aprovechamiento de la red eléctrica existente del edificio o de la vivienda a reformar. Su mayor desventaja es que provoca serios problemas de seguridad, así como problemas de interferencias de cualquier red eléctrica en sí.

4.2.8.1.2 **Cable Coaxial.** Es un medio de transmisión de datos que contiene dos conductores concéntricos, donde el núcleo central es el responsable de la transmisión de datos y la red que lo rodea es el plano de tierra. Entre los dos hay un aislador encargado del aislamiento, y todo esto está cubierto por otro aislador.

Su principal ventaja es que es inmune a las interferencias, pero su rigidez dificulta su manipulación. Además, su velocidad de transmisión no es muy alta, por lo que recientemente ha sido sustituida por fibra óptica.

4.2.8.1.3 **Par Trenzado.** Es un cable que consta de dos conductores trenzados entre sí y aislados para evitar interferencias de cables externos y adyacentes.

Los cables conductores están entrelazados para reducir la interferencia. Además, cada uno de estos cables consta de varios pares trenzados, que están codificados por colores y siempre cubiertos con aislamiento.

Es uno de los cables más utilizados porque es el estándar para las redes locales, aunque también está siendo sustituido por la fibra óptica, como el cable coaxial. Sus principales ventajas son el bajo costo y la flexibilidad, aunque es más susceptible a interferencias.

4.2.8.2 Fibra Óptica. La fibra óptica es una fibra transparente y flexible formada por estirado o extrusión de vidrio o plástico a un diámetro muy fino, ligeramente más grueso que un cabello humano. Consiste en un núcleo, generalmente hecho de óxido de silicio, y una capa exterior. La luz que cae sobre la cubierta se refleja en el interior porque su índice de refracción es menor que el del núcleo, quedando enfocada en él y permitiendo una transmisión rápida. Es el medio de transmisión más avanzado disponible hoy en día a nivel comercial porque es inmune a las interferencias electromagnéticas. Su principal ventaja, que lo distingue de los demás, es que puede transmitir grandes cantidades de datos a largas distancias y a altísimas velocidades, además de ser muy ligero y pequeño. Su reducida necesidad de recuperación de señal permite el uso de cables largos, evitando así el uso de repetidores y ahorrando costes.

4.2.8.3 Medios No Guiados. Son aquellos que transmiten de manera inalámbrica. Entre los principales utilizados en domótica destacan:

4.2.8.3.1 Radiofrecuencia. *Esta transmisión inalámbrica de datos permite el control remoto del sistema domótico, pero es muy sensible a las interferencias electromagnéticas. Destacan los tres sistemas RF más importantes: Bluetooth, Zigbee y WiFi.*

4.2.8.4 Bluetooth. Es un medio de transmisión de datos utilizado en redes de área personal inalámbricas (WPAN) que permite la transmisión de datos y voz entre dispositivos con un radio de hasta 10 metros y una frecuencia de radio en la banda de 2,4 GHz.

En domótica se puede utilizar para diversos fines, entre los que podemos destacar la relación entre las cámaras de vigilancia y los dispositivos móviles, evitando así la instalación de cableado.

Sin embargo, existe una alternativa al Bluetooth muy utilizada en domótica como es ZigBee.

ZigBee. Pertenece al grupo ZigBee Alliance y está basado en el estándar IEEE 802.15.4 para redes.

4.2.8.5 **WPAN**. Su nombre hace referencia a un conjunto de protocolos de comunicación inalámbricos avanzados utilizados para transmisiones digitales de baja potencia. Además, su topología de malla facilita su integración. A pesar de que la tecnología es similar a Bluetooth, tiene algunas ventajas sobre este:

- Una red ZigBee puede estar formada por un máximo de 65.535 nodos divididos en subredes de 255 nodos, mientras que Bluetooth tiene 8.
- Menor consumo.
- Velocidad de hasta 250 kbit/s frente a los 3000 kbit/s de Bluetooth.
- Estas velocidades son buenas para diferentes cosas. Bluetooth se utiliza en aplicaciones como teléfonos móviles u ordenadores domésticos, mientras que ZigBee es más adecuado para domótica, sensores médicos o juguetes, entre otros, porque requieren menos transmisión de datos.

4.2.8.6 **WIFI**. Permite la conexión inalámbrica a dispositivos electrónicos que pueden conectarse entre sí o mediante un punto de acceso inalámbrico. Existen varios tipos de redes Wi-Fi basadas en el estándar IEEE 802.11, siendo IEEE 802.11b, IEEE 802.11g e IEEE 802.11n las más aceptadas internacionalmente porque la frecuencia de 2,4 GHz está disponible en casi todas partes. con velocidades de 11 Mbit/s, 54 Mbit/s y 300 Mbit/s, respectivamente. A partir de 2013, también existe el estándar IEEE 802.11ac WiFi 5, que opera en la banda de 5 GHz y le permite operar a una frecuencia mayor, aunque su alcance es más limitado.

4.2.8.7 Infrarrojo Es un estándar de comunicación que permite enviar y recibir datos mediante radios en el espectro infrarrojo. Su uso en mandos a distancia es muy común, aunque ahora está más en desuso debido a las tecnologías de radiofrecuencia, aunque tiene la ventaja de ser inmune a las interferencias electromagnéticas, al ser un medio óptico.

4.2.9 Diferentes Tecnologías o sistemas domóticos

La interoperabilidad es el núcleo de los sistemas domóticos, sin interoperabilidad la conexión entre dispositivos no podría funcionar correctamente. Para lograrlo se necesita un factor más, los protocolos de comunicación que son los responsables de la compatibilidad de los sistemas. Y de ahí la necesidad de protocolos comunes. Luego, conscientes de la explosión potencial, las empresas más grandes se unieron para definir y crear protocolos comunes.

Tabla 2. Principales características de sistemas abiertos y propietarios

Tecnología	Medio de Transmisión	Características
	X10 Corrientes portadoras, Radiofrecuencia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema descentralizado, configurable, no programable y de fácil instalación. ▪ Baja fiabilidad frente a interferencias. ▪ Sistema obsoleto.
Sistemas Abiertos	KNX Bus de campo, Radiofrecuencia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garantiza interoperabilidad. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fácilmente ampliable. ▪ Certeza de disponibilidad a largo plazo. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alto costo.
	Lon Works Bus de campo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite la comunicación entre dispositivos de la misma red sin necesidad de un controlador. ▪ Trabaja a grandes velocidades. ▪ Bajo costo de los productos.

Tecnología	Medio de Transmisión	Características
ZigBee	Inalámbrico (Radiofrecuencia)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseñado para comunicaciones inalámbricas fáciles de limitada potencia y corto alcance. ▪ Poca tasa de transferencia, bajo consumo de energía. ▪ Apenas sufre interferencias.
Insteon	Corrientes portadoras, Radiofrecuencia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compatible con el sistema X10. ▪ Dispositivos con identificación única. ▪ Cualquiera de los dispositivos son reemisores de doble vía o difusión simultánea.
Alexa	Asistente de voz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema de la marca Amazon, similar al modelo de Apple (HomeKit). ▪ Compatible con una variedad de servicios online como Spotify, TuneIn, Deezer, IFTTT, etc., aparte de los propios de Amazon. ▪ Los usuarios pueden controlar por voz sus dispositivos conectados a la nube usando su habilidad.
Google Home	Asistente de voz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Otro sistema similar al HomeKit de Apple y al Amazon Alexa. ▪ Destaca por su buscador y el dispositivo de Chromecast. ▪ Gran cantidad de dispositivos que pueden ser controlados.
Loxone	Corrientes portadoras, Inalámbrico (Radiofrecuencia, modo telefónico e IP)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garantiza interoperabilidad. ▪ Precios competitivos en el mercado de domótica. ▪ Moderno sistema de control inteligente (amplia gama de productos de buen acabado y estética). ▪ Programación adaptada a los usuarios. ▪ Se adecua a diversos tipos de construcciones.

Tecnología	Medio de Transmisión	Características
Z-Wave	Inalámbrico (Radiofrecuencia)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bajo consumo de energía. ▪ Baja interferencia. ▪ Sobrelleva redes de malla sin la ayuda de un nodo coordinador. ▪ Líder en la domótica inalámbrica actual.
Delta Dore	Corrientes portadoras, Inalámbrico (Radiofrecuencia, modo telefónico e IP)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Poco expuesta a interferencias. ▪ Posee una interfaz accesible y fácil de emplear para cualquier persona. ▪ Interfaces amigables y fáciles de usar.
Sistemas Propietarios		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Admite controlar artículos domóticos y objetos acoplados con cualquier dispositivo iOS. ▪ Admite la integración e interoperabilidad de diferentes tipos de accesorios construidos por diferentes productores. ▪ Los productos conciliables son sencillos de configurar e instalar. Además, con el asistente de voz Siri se controlan fácilmente. ▪ El control se lo efectúa a través de la aplicación “Casa”.
HomeKit	Asistente de voz	

(Cristopher Jonathan Castilo Cedillo, 2021, págs. 12 - 14)

4.3 Marco legal

Actualmente en Colombia no existen normas que regulen el concepto de redes inteligentes, sin embargo, algunas normas que ya hay vigentes se encuentran en revisión por los diferentes comités de normalización con el fin de que sean adaptadas en la implementación de redes inteligentes que hacen parte del programa Colombia inteligente, para esta investigación se tendrán en cuenta las normas que sustentan el uso de las tecnologías en el sector de la construcción:

4.3.1 **A nivel internacional:**

- **Directiva CE 2006/95/CE de Baja Tensión.** Su finalidad es la de garantizar la
- seguridad en el empleo de cualquier material eléctrico. (Directiva Europea)
- **NFPA 72:** Código nacional de alarmas de incendio y señalización.
- **NFPA 101:** Código de seguridad humana.
- **NFPA 730:** Es la guía para la seguridad de edificios, que describe las prácticas y características de la construcción, protección y ocupación que tienen como fin reducir la vulnerabilidad de la seguridad con respecto a la vida humana y a la propiedad. Y se enfoca una evaluación de vulnerabilidad de la seguridad, diseñando un plan de seguridad, protección interior, protección exterior, guardias de seguridad, eventos especiales y medidas de seguridad para las unidades de ocupación.
- **NFPA 731:** Norma para la instalación de sistemas electrónicos de seguridad de
- edificios, esta norma es para la aplicación, ubicación, instalación, desempeño, prueba y mantenimiento de los sistemas de seguridad físicos y sus componentes.

4.3.2 **A nivel nacional:**

- Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, cuyo principal objetivo es asegurar la calidad en la edificación y promover la sostenibilidad e innovación. Entre otros requisitos, la nueva normativa obliga a que los edificios construidos bajo su aplicación.
- Reglamento técnico para redes internas de telecomunicaciones RITEL, establece las medidas relacionadas con el diseño, construcción y puesta en servicio de las redes internas de telecomunicaciones en Colombia, este reglamento tienen que cumplirlo todas las construcciones que estén sujetas a la ley de propiedad horizontal, también se establece las especificaciones técnicas que tienen que ver con materia de comunicaciones para el interior de los edificio cuya finalidad es garantizar a los ciudadanos, el acceso a las telecomunicaciones

(Radiodifusión sonora y Televisión terrestres y vía satélite, redes telefónicas, redes de banda ancha por cable y radio), no se hace referencia expresa a la domótica, si bien es cierto que podría ser uno de los documento más fácilmente ampliables, para recoger la legislación en lo referente a servicios domóticos.

- Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, es aplicable a las instalaciones eléctricas destinadas a la conexión de equipos o aparatos para el uso final de la electricidad y en todo tipo de construcciones, ya sean de carácter público o privado. Como en los otros apartes del Reglamento, los requisitos establecidos se aplican a condiciones normales y nominales de la instalación.
- Código Eléctrico Colombiano–NTC 2050 cuyo objeto es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad. Debido a que el contenido de la NTC 2050 Primera Actualización (Código Eléctrico Colombiano), del 25 de noviembre de 1998, basada en la norma técnica NFPA 70 versión 1996, encaja dentro del enfoque que debe tener un reglamento técnico y considerando que tiene plena aplicación en las instalaciones para la utilización de la energía eléctrica, incluyendo las de edificaciones utilizadas por empresas prestadoras del servicio de electricidad, se declaran de obligatorio cumplimiento los primeros siete capítulos con las tablas relacionadas (publicados en el Diario Oficial No 45.592 del 27 de junio de 2004) incluidas las tablas del capítulo 9 de NTC 2050 y la introducción en los aspectos que no contradigan el presente reglamento.

Regulación General de Actividades:

- Ley 1341 del 30 de julio del 2009 "por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la información y las comunicaciones - tic-, se crea la agencia nacional de espectro y se dictan otras disposiciones"

- Resolución 504 de 2010. Definiciones y requisitos para reconocimiento de los Centros de Investigación o Desarrollo Tecnológico.
- ISO 9001 de 2008. Requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones.
- ISO 14001 de 1996. Norma internacional de sistemas de gestión ambiental (SGA), ayuda a la organización a identificar, priorizar y gestionar los riesgos ambientales, como practica de negocio habitual.
- NTC-ISO/IEC 27001 tecnologías de la información. técnicas de seguridad. sistemas de gestión de la seguridad de la información (SGSI). requisitos (22/03/2006) esta norma es una adopción idéntica por traducción de la norma iso/iec 27001 y actualmente se encuentra bajo revisión del comité de normalización 181 del Icontec (gestión de la tecnología de la información). Esta norma propone una metodología basada en procesos y en el modelo PHVA para gestionar el riesgo y mejorar la seguridad de la información dentro de las organizaciones (cualquier organización en general), de manera que está alineada con las normas ISO 9001 e ISO 14001. La norma presenta un listado de las definiciones relacionadas con el tema, luego expone los lineamientos generales para implementar y gestionar el SGSI, las responsabilidades de la dirección de la compañía, y las auditorías y procesos de revisión con miras a la mejora continua del sistema SGSI.
- NTC IEC 61000-4-30 compatibilidad electromagnética (CEM) parte 4-30: técnicas de ensayo y de medida de la calidad de suministro.
- NTC 4440 Equipos de medición de energía eléctrica. intercambio de datos para la lectura de medidores, tarifa y control de la carga. intercambio de datos locales directos (26/10/2005) constituye una adopción idéntica por traducción de la norma IEC 62056- 21 y se encuentra en revisión por parte del comité 144 (medidores de energía eléctrica).

- NTC 5753 2010 NTC “Esta norma proporciona definiciones de términos específicos que pueden ser usados en las normas sobre medida eléctrica, tarificación y control de cargas y sistemas de intercambio de información cliente-empresa de servicios públicos. Actualmente se encuentra en proceso de actualización por parte del comité técnico 144 del ICONTEC.” (B. Ardila, L. Marcela, and D. Bernal, “Regulación De La Distribución De Energía Y Desarrollo De Redes Eléctricas Inteligentes En Colombia,” pp. 1–37, 2013) Según el objetivo de esta norma podemos tener claridad en cuanto a los procesos de información que se deben llevar a cabo para poder controlar y establecer tarifas y límite de cargas eléctricas, la medida de la energía eléctrica es crucial para la creación de este proyecto de investigación ya que nos da las bases contables y de medición para llevarlo a cabo.
- NTC 5907 Mediciones de electricidad. sistemas de pago. especificación de transferencia estándar (STS). protocolo de la capa de aplicación para sistemas portadores de códigos en una sola dirección (21/03/2012).
- NTC 5908 Medidores de electricidad. sistemas de pago. especificación de transferencia estándar (STS). protocolo de nivel físico para portadores de código de tarjeta magnética (21/03/2012).

Marco normativo y regulatorio del sector software y servicios asociados

- CONPES 3582. Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- CONPES 3678. Política de Transformación Productiva.
- CONPES 3620. Lineamientos de Política para Comercio Electrónico.
- CONPES 3533. Bases para la adecuación del Sistema de Propiedad Intelectual a la Competitividad y Productividad Nacional.
- Programa Vive Digital
- Fortalecimiento de la Industria de Tecnología de la Información – FITI.
- Política Nacional de Emprendimiento

- Ley 1450 de 2011. El Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014.

Tributaría y Financiera.

- Ley 788 de 2002. Art. 207-1 del Estatuto Tributario.
- Ley 1111 de 2006. Artículo 31.
- Decreto 1805 de 2010.
- Decreto aclaratorio 2521 de 2011.

Protección Intelectual y al usuario.

- Constitución Política de Colombia, Artículos 61 y 71.
- Decisión 351 de 1993 de la Comisión de la Comunidad Andina
- Ley 603 de 2000
- Ley 201 de 2012
- Decreto 1360 de 1989
- Ley 527 de 1999. Comercio electrónico y firmas digitales.
- Ley 1266 de 2008.
- Ley 1273 de 2009. Protección de la información de los datos

CAPÍTULO V

5 Diseño metodológico

5.1 Enfoque

Para abordar la problemática de investigación, se centró el estudio en el análisis numérico con el propósito de evaluar y cuantificar el consumo de energía en los hogares colombianos. En una primera fase, se procedió a identificar cada uno de los componentes eléctricos que inciden en dicho consumo. Posteriormente, se llevó a cabo la cuantificación del gasto mensual, con el objetivo de compararlo con la inversión inicial. Este enfoque permitió realizar un análisis objetivo que facilita la toma de decisiones respecto a la posible implementación de un sistema domótico.

5.2 Alcance

Dado el acceso actual a suficiente información sobre domótica, se ha definido la metodología para abordar la investigación. Se inició con una contextualización de todos los aparatos eléctricos utilizados en el hogar que intervienen en el sistema. Posteriormente, se calcularon los consumos energéticos asociados a cada componente, proponiendo diversas alternativas para la domotización de una vivienda. A continuación, se llevó a cabo un análisis detallado de los costos relacionados con la instalación y puesta en marcha de sistemas domóticos, contemplando equipos, dispositivos, mano de obra y cualquier otra inversión necesaria. Contando con datos cuantitativos, se exploraron diversas opciones de optimización energética, presentando distintas alternativas en búsqueda de la viabilidad económica.

5.3 Población y muestra

5.3.1 Población

La población del estudio son los hogares colombianos de estratos socioeconómicos 3 y 4.

5.3.2 Muestra

El estudio se clasificó como no probabilístico debido a su enfoque explicativo centrado en establecer relaciones causales. Se llevó a cabo una muestra experimental utilizando un prototipo de vivienda, donde se realizaron mediciones y se analizaron los resultados. Este enfoque permitió llegar a conclusiones que respaldan la hipótesis de estudio, proporcionando una comprensión más detallada de las relaciones causales identificadas durante la investigación.

5.4 Recolección de la información

La información fue recolectada a partir de fuentes primarias mediante la observación estructurada, lo cual permitió mantener un control riguroso de la situación y reducir el margen de error asociado a factores externos a los consumos de energía. Se identificaron las variables a medir durante el estudio, llevando a cabo un registro sistemático de las mediciones de consumo energético en una vivienda. Posteriormente, los datos recopilados fueron ingresados en una base de datos que facilitó el análisis de las variables seleccionadas.

5.5 Instrumentos

Las mediciones se realizaron utilizando promedios de consumos, los cuales fueron validados mediante medidores de energía conectados a aparatos eléctricos. Estos dispositivos permitieron visualizar en tiempo real el consumo de los diversos electrodomésticos. Cada electrodoméstico sujeto a medición fue identificado con un nombre específico, conectado al medidor correspondiente y rastreado a través de una aplicación, generando así los datos necesarios para el análisis.

Durante el estudio, se llevaron a cabo mediciones tanto en aparatos eléctricos como en los diferentes tipos de iluminación. Posteriormente, se categorizaron según los mayores consumos obtenidos, proporcionando una perspectiva detallada de los patrones de consumo energético.

5.6 Procedimiento

El proceso inició con la adquisición de los medidores de energía necesarios para garantizar mediciones precisas del consumo en los hogares seleccionados, una vez adquiridos se instaló la aplicación en el celular que permitió realizar un seguimiento en tiempo real, se procedió a la instalación de estos medidores asegurando su conexión adecuada a las fuentes de energía y se configuró con red wifi, luego se llevó a cabo una verificación meticulosa para confirmar su funcionamiento correcto y la precisa captura de datos.

A continuación, se establece un período de monitoreo inicial durante el cual se recopilaban datos de consumo energético. Con los resultados obtenidos se realizaron análisis estadísticos para establecer un consumo preciso para cada electrodoméstico tanto en funcionamiento como en modo stand by, seguidamente se revisó la tarifa de energía (KW/h) de los servicios públicos para cada estrato socioeconómico con el fin de determinar el costo en cada uno.

Con esta información, se propusieron alternativas de sistemas domóticos en los hogares, los cuales incorporarían la automatización y el control inteligente de dispositivos con el objetivo de optimizar el consumo de energía.

Posteriormente, se realizaron evaluaciones de viabilidad financiera para determinar si los ahorros de costos de energía obtenidos justifican la inversión realizada en la implementación de los sistemas domóticos.

Finalmente, se presenta un informe detallado que comprende datos, análisis y conclusiones. Además de los resultados, el informe proporciona alternativas para la implementación de la domótica en los hogares, ofreciendo un enfoque orientado a la optimización.

CAPÍTULO VI

6 Método de análisis de datos

6.1 Análisis de datos

El procesamiento de la información recolectada se llevó a cabo de manera estructurada, para ello se usaron herramientas informáticas y software especializados para realizar tanto el análisis estadístico descriptivo como el inferencial.

En primer lugar, los datos de consumo energético fueron descargados de la aplicación del dispositivo de medición seleccionado, organizados y registrados en una base de datos, lo que permitió una gestión eficiente y una estructura adecuada para su posterior análisis. Se empleó Microsoft Excel para recopilar y almacenar los datos de manera sistemática.

Para el análisis estadístico descriptivo, se calcularon medidas como promedios, medianas y desviaciones estándar para cada electrodoméstico. Esto proporcionó una comprensión clara de las tendencias y la variabilidad en los patrones de consumo.

6.2 Análisis de resultados

En la siguiente figura se puede ver el render de la casa prototipo en donde se muestra algunos puntos de domótica como son: cámara de seguridad, sensor de presencia, parlante inteligente tipo Alexa echo dot, entre otros.

Figura 23 Render prototipo de vivienda.



Fuente: Los autores

En la Tabla 3, se proporciona un resumen detallado de los consumos energéticos en la vivienda prototipo, con una especificación detallada de los electrodomésticos y el consumo promedio obtenido después de realizar las mediciones. y con estos datos el consumo mensual de energía.

Tabla 3. Consumo energético

Electrodoméstico	Consumo (W/h)	Consumo (KW/min)	Cantidad	Tiempo de uso diario (h)	Energía día (KW/h)	Energía mensual (Kw/h)
------------------	---------------	------------------	----------	--------------------------	--------------------	------------------------

Nevera	66,43	1,11	1,00	24,00	1,59	47,83
Lavadora	129,04	2,15	1,00	1,55	0,20	6,00
Horno eléctrico	1.225,00	20,42	1,00	0,20	0,25	7,35
Air frayer	704,63	11,74	1,00	1,00	0,70	21,14
Licudadora	310,00	5,17	1,00	0,17	0,05	1,55
Microondas	640,00	10,67	1,00	0,50	0,32	9,60
Olla arrocera	400,00	6,67	1,00	0,50	0,20	6,00
Modem internet	22,00	0,37	1,00	24,00	0,53	15,84
Tv alcoba principal	100,00	1,67	1,00	6,76	0,68	20,28
Tv sala	150,00	2,50	0,30	6,76	0,30	9,13
Tv con consola conectada	200,00	3,33	1,00	6,76	1,35	40,56
videoconsola	120,00	2,00	1,00	6,76	0,81	24,34
Equipo de sonido	36,00	0,60	1,00	3,09	0,11	3,34
Codificadores tv	2,95	0,00	1,00	6,76	0,02	0,60
Codificadores tv2	2,95	0,00	1,00	6,76	0,02	0,60
Bombillo lampara	3,50	0,06	1,00	3,00	0,01	0,32
Bombillo ahorrador	12,50	0,21	5,40	4,10	0,28	8,30
Computador portátil	45,00	0,75	1,00	3,24	0,15	4,37
Computador de escritorio	120,00	2,00	1,00	4,43	0,53	15,95
Monitor computador de escritorio	20,00	0,33	1,00	4,43	0,09	2,66
Ventilador	44,00	0,73	1,00	4,00	0,18	5,28
Aire acondicionado	1.350,00	22,50	1,00		0,00	0,00
Cargador celular 1	9,00	0,15	1,00	10,00	0,09	2,70
Cargador celular 2	9,00	0,15	1,00	10,00	0,09	2,70
Cargador reloj / Tablet	9,00	0,15	1,00	10,00	0,09	2,70
Televisores	3,06	0,05	3,00	17,24	0,16	4,75
Cargador de celular	0,26	0,00	3,00	10,00	0,01	0,23
Equipo de sonido	4,00	0,07	1,00	21,91	0,09	2,63
Lavadora	2,64	0,04	1,00	23,45	0,06	1,86
Cafetera	1,10	0,02	1,00	2,00	0,00	0,07
Microondas	3,08	0,05	1,00	24,00	0,07	2,22
Consola	1,70	0,03	1,00	17,24	0,03	0,88
Alexa	3,00	0,05	1,00	24,00	0,07	2,16
Computador	2,84	0,05	1,00	19,57	0,06	1,67
Portátil	4,42	0,07	1,00	20,76	0,09	2,75
Decodificar tv	0,15	0,00	2,00	17,24	0,01	0,16
Monitor	0,48	0,01	1,00	19,57	0,01	0,28
Aire acondicionado	1,70	0,03	1,00	12,00	0,02	0,61
Total, consumo energético						279,38

Fuente: Los autores

En la tabla 4 se exhiben los consumos energéticos de los electrodomésticos durante su estado de espera o reposo, es decir cuando están conectados, pero no se encuentran en uso activo. A partir de estos datos, se realizó el cálculo total de la energía promedio consumida mensualmente, expresada tanto en cantidad como en porcentaje del consumo total.

Tabla 4 Consumo de los electrodomésticos en stand by

Electrodoméstico	Consumo (W/h)	Consumo (KW/min)	Cantidad	Tiempo de uso diario (h)	Energía día (KW/h)	Energía mensual (Kw/h)
Televisores	3,06	0,05	3,00	17,24	0,16	4,75
Cargadores celulares	0,26	0,00	3,00	10,00	0,01	0,23
Equipo de sonido	4,00	0,07	1,00	21,91	0,09	2,63
Lavadora	2,64	0,04	1,00	23,45	0,06	1,86
Cafetera	1,10	0,02	1,00	2,00	0,00	0,07
Microondas	3,08	0,05	1,00	24,00	0,07	2,22
Consola	1,70	0,03	1,00	17,24	0,03	0,88
Alexa	3,00	0,05	1,00	24,00	0,07	2,16
Computador	2,84	0,05	1,00	19,57	0,06	1,67
Portátil	4,42	0,07	1,00	20,76	0,09	2,75
Decodificar tv	0,15	0,00	2,00	17,24	0,01	0,16
Monitor	0,48	0,01	1,00	19,57	0,01	0,28
Aire acondicionado	1,70	0,03	1,00	12,00	0,02	0,61
Consumo total en stand by						20,26
Porcentaje total del consumo en stand by						7,25%

Fuente: Los autores

En la tabla 5 presenta los ahorros esperados en los hogares de estrato 1 y 2 tras la implementación de un sistema de domotica, detallando los resultados tanto en términos cuantitativos como en porcentaje con respecto al consumo total mensual.

Tabla 5 Ahorro esperado después de implementar sistema domótico en viviendas de estrato 1 y 2

Electrodoméstico	Consumo (W/h)	Consumo (KW/min)	Cantidad	Tiempo de uso diario (h)	Energía día (KW/h)	Ahorro esperado (Kw/h)	Porcentaje Ahorro esperado (%)	Porcentaje ahorro esperado
Bombillo ahorrador	5,85	0,10	5,40	4,10	0,13	3,89	47%	1,4%
Tv alcoba principal	100,00	1,67	1,00	2,03	0,20	6,08	30%	2,2%
Tv sala	150,00	2,50	0,30	2,03	0,09	2,74	30%	1,0%
Tv con consola conectada	200,00	3,33	1,00	2,03	0,41	12,17	30%	4,4%
Televisores	3,06	0,05	3,00	17,24	0,16	4,75	-	1,7%
Cargador de celular	0,26	0,00	3,00	10,00	0,01	0,23	-	0,1%
Equipo de sonido	4,00	0,07	1,00	21,91	0,09	2,63	-	0,9%
Lavadora	2,64	0,04	1,00	23,45	0,06	1,86	-	0,7%
Cafetera	1,10	0,02	1,00	2,00	0,00	0,07	-	0,0%
Microondas	3,08	0,05	1,00	24,00	0,07	2,22	-	0,8%
Consola	1,70	0,03	1,00	17,24	0,03	0,88	-	0,3%
Alexa	3,00	0,05	1,00	24,00	0,07	2,16	-	0,8%
Computador	2,84	0,05	1,00	19,57	0,06	1,67	-	0,6%
Portátil	4,42	0,07	1,00	20,76	0,09	2,75	-	1,0%
Decodificar tv	0,15	0,00	2,00	17,24	0,01	0,16	-	0,1%
Monitor	0,48	0,01	1,00	19,57	0,01	0,28	-	0,1%
Aire acondicionado	1,70	0,03	1,00	12,00	0,02	0,61	-	0,2%
Total, Kw/h esperado						45,14		
Porcentaje esperado								16,2%

En la tabla 6 se presentan los ahorros esperados en los hogares de estrato 3-4-5 y 6 tras la implementación de un sistema domótico, en esta tabla se evidencian más electrodomésticos con respecto a los estratos 1 y 2 al tratarse de un sistema domótico más completo, detallando los resultados tanto en términos cuantitativos como en porcentaje con respecto al consumo total mensual.

Tabla 6

Ahorro esperado después de implementar sistema domótico en viviendas de estratos 3-4-5 y 6

Electrodoméstico	Consumo (W/h)	Consumo (KW/min)	Cantidad	Tiempo de uso diario (h)	Energía día (KW/h)	Ahorro esperado (Kw/h)	Porcentaje Ahorro esperado (%)	Porcentaje ahorro esperado
Bombillo ahorrador	5,85	0,10	5,40	4,10	0,13	3,89	47%	1,4%
Ventilador	44,00	0,73	1,00	2,00	0,09	2,64	50%	0,9%
Tv alcoba principal	100,00	1,67	1,00	2,03	0,20	6,08	30%	2,2%
Tv sala	150,00	2,50	0,30	2,03	0,09	2,74	30%	1,0%
Tv con consola conectada	200,00	3,33	1,00	2,03	0,41	12,17	30%	4,4%
Equipo de sonido	36,00	0,60	1,00	1,24	0,04	1,33	40%	0,5%
Air frayer	704,63	11,74	1,00	0,30	0,21	6,34	30%	2,3%
Televisores	3,06	0,05	3,00	17,24	0,16	4,75	-	1,7%
Cargador de celular	0,26	0,00	3,00	10,00	0,01	0,23	-	0,1%
Equipo de sonido	4,00	0,07	1,00	21,91	0,09	2,63	-	0,9%
Lavadora	2,64	0,04	1,00	23,45	0,06	1,86	-	0,7%
Cafetera	1,10	0,02	1,00	2,00	0,00	0,07	-	0,0%
Microondas	3,08	0,05	1,00	24,00	0,07	2,22	-	0,8%
Consola	1,70	0,03	1,00	17,24	0,03	0,88	-	0,3%
Alexa	3,00	0,05	1,00	24,00	0,07	2,16	-	0,8%
Computador	2,84	0,05	1,00	19,57	0,06	1,67	-	0,6%
Portátil	4,42	0,07	1,00	20,76	0,09	2,75	-	1,0%
Decodificar tv	0,15	0,00	2,00	17,24	0,01	0,16	-	0,1%
Monitor	0,48	0,01	1,00	19,57	0,01	0,28	-	0,1%
Aire acondicionado	1,70	0,03	1,00	12,00	0,02	0,61	-	0,2%
Total, Kw/h esperado						55,45		
Porcentaje esperado								19,8%

Fuente: Los autores

En la tabla 7 se detalla el costo de la energía según el estrato socioeconómico. Se debe tener en cuenta que por ley existe un subsidio para los estratos 1, 2 y 3 hasta 130 kWh. A partir de este punto, se aplica la tarifa completa, conforme a los rangos de valores indicados en la tabla. En el caso de los estratos 5 y 6, el costo de la energía incrementa en un 20% con el fin de cubrir los subsidios de los estratos inferiores. Para el cálculo de los costos de la tarifa de energía se tomó como referencia el cálculo de energía de octubre de 2023.

Tabla 7. Costo de energía por estrato socioeconómico

Estrato socioeconómico	Subsidio	Cantidad	Valor \$/kwh	Subtotal energía	Valor total energía
Estrato 1	Rango 0 - CS	130,00	\$ 309,05	\$ 40.176,50	\$ 155.591,25
	Rango > CS	149,38	\$ 772,62	\$ 115.414,75	
Estrato 2	Rango 0 - CS	130,00	\$ 386,31	\$ 50.220,30	\$ 165.635,05
	Rango > CS	149,38	\$ 772,62	\$ 115.414,75	
Estrato 3	Rango 0 - CS	130,00	\$ 656,73	\$ 85.374,90	\$ 200.789,65
	Rango > CS	149,38	\$ 772,62	\$ 115.414,75	
Estrato 4	Todo el consumo	279,38	\$ 772,62	\$ 215.855,29	\$ 215.855,29
Estrato 5 y 6	Todo el consumo	279,38	\$ 927,15	\$ 259.028,03	\$ 259.028,03

Fuente: Los autores

La tabla 8 presenta las variaciones porcentuales en los montos que cada estrato paga en comparación con los demás. En este contexto, se destacan las diferencias porcentuales que existen entre los distintos estratos socioeconómicos.

Tabla 8. Diferencia de pago en la factura de servicios públicos según estratos socioeconómicos.

Estrato socioeconómico	Valor	Porcentaje estrato 1	Porcentaje estrato 2	Porcentaje estrato 3	Porcentaje estrato 4	Porcentaje estrato 5-6
Estrato 1	\$ 155.591,25		6,46%	29,05%	38,73%	66,48%
Estrato 2	\$ 165.635,05	-6,06%		21,22%	30,32%	56,38%
Estrato 3	\$ 200.789,65	-22,51%	-17,51%		7,50%	29,00%
Estrato 4	\$ 215.855,29	-27,92%	-23,27%	-6,98%		20,00%
Estrato 5 y 6	\$ 259.028,03	-39,93%	-36,06%	-22,48%	-16,67%	

Fuente: Los autores

La tabla 9 presenta una visión detallada de alternativas de domótica diseñadas específicamente para viviendas pertenecientes a estratos socioeconómicos 1 y 2. Estas soluciones buscan proporcionar beneficios tecnológicos y de automatización a hogares con recursos financieros limitados. Cada alternativa se describe en términos de funcionalidades, costos estimados y adaptabilidad a las necesidades y capacidades económicas de los estratos mencionados. Esta información ofrece una guía

valiosa para la implementación de sistemas domóticos accesibles y eficientes en hogares con diferentes niveles de ingresos.

Tabla 9 Alternativa de domótica para viviendas de estratos socioeconómicos de estrato 1 y 2

Producto	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Alexa echo dot 5° generación	\$ 1,00	\$ 350.000,00	\$ 350.000,00
Interruptor inteligente (Rele) compatible con matter marca SONOFF	\$ 11,00	\$ 123.000,00	\$ 1.353.000,00
Enchufe inteligente WiFi S40 con monitoreo de energía	\$ 25,00	\$ 50.000,00	\$ 1.250.000,00
Smart Home Hub iHost (soporte matter)	\$ 1,00	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
Bombillas inteligentes Linkind Matter	\$ 15,00	\$ 68.880,00	\$ 1.033.200,00
Broadlink RM4 Pro - Hub de control remoto inteligente IR/RF con cable de sensor	\$ 1,00	\$ 340.000,00	\$ 340.000,00
BroadLink RM4 Mini control remoto universal IR	\$ 1,00	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00
Subtotal			\$ 4.826.200,00
Mano de obra			\$ 1.447.860,00
AU			\$ 1.568.515,00
TOTAL			\$ 7.842.575,00

Fuente: Los autores

La tabla 10 presenta un análisis detallado de alternativas de domótica diseñadas específicamente para viviendas pertenecientes a estratos socioeconómicos 3, 4, 5 y 6. Estas soluciones buscan proporcionar funcionalidades avanzadas y mayor sofisticación tecnológica, adecuándose a las expectativas y capacidades económicas de hogares con mayores recursos financieros. Cada alternativa se describe en términos de características específicas, costos estimados y su capacidad para satisfacer las demandas de viviendas en los estratos mencionados. Esta información ofrece una guía detallada para la implementación de sistemas domóticos que se adapten a las necesidades y preferencias de hogares con diferentes niveles socioeconómicos.

Tabla 10. Alternativa de domótica para viviendas de estratos socioeconómicos de estrato 3-4-5 y 6

Producto	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Alexa echo dot 5° generación		\$ 350.000,00	
Google nest mini		\$ 300.000,00	
Apple homekit	\$ 2,00	\$ 700.000,00	\$ 1.400.000,00
Interruptor táctil marca SONOFF	\$ 11,00	\$ 150.000,00	\$ 1.650.000,00
Tomacorriente inteligente WiFi	\$ 13,00	\$ 150.000,00	\$ 1.950.000,00
SONOFF Smart Home Hub iHost (soporte matter)	\$ 1,00	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
SONOFF Zigbee bridge smart hub	\$ 1,00	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00
Bombillas inteligentes Linkind Matter	\$ 15,00	\$ 68.880,00	\$ 1.033.200,00
Broadlink RM4 Pro - Hub de control remoto inteligente IR/RF con cable de sensor	\$ 2,00	\$ 340.000,00	\$ 680.000,00
BroadLink RM4 Mini control remoto universal IR	\$ 3,00	\$ 200.000,00	\$ 600.000,00
Sensor de presencia humana	\$ 4,00	\$ 290.000,00	\$ 1.160.000,00
Sensor de movimiento marca SONOFF	\$ 4,00	\$ 110.000,00	\$ 440.000,00
Sensor de temperatura marca SONOFF	\$ 4,00	\$ 95.000,00	\$ 380.000,00
Sensor inalámbrico de ventana y puertas	\$ 9,00	\$ 110.000,00	\$ 990.000,00
Sensor de humedad de temperatura interior	\$ 2,00	\$ 127.920,00	\$ 255.840,00
Subtotal			\$ 11.019.040,00
Mano de obra			\$ 3.305.712,00
AU			\$ 3.581.188,00
TOTAL			\$ 17.905.940,00

En la tabla 11 se presenta alternativa de domótica que abarca una amplia variedad de dispositivos, desde iluminación inteligente hasta electrodomésticos conectados. Esta solución integral busca ofrecer una experiencia completa de automatización del hogar, brindando opciones para todas las áreas y preferencias, con estimaciones de costos incluidas. Se presenta como una recopilación exhaustiva de todas las alternativas domóticas existentes en la actualidad para viviendas, destacando que, debido a su alto costo, está principalmente enfocada en mejorar el confort y la conveniencia en el entorno doméstico.

Tabla 11. Alternativa de domótica con todos los dispositivos domóticos existentes.

Producto	Cantidad	Valor unitario	Valor total
----------	----------	----------------	-------------

Echo Show 5 Amazon 3ra Gen Hd Altavoz Inteligente Pantalla Negro	\$ 0,00	\$ 1.600.000,00	
Google nest hub Max con asistente virtual Google Assistant, pantalla integrada de 10"	\$ 0,00	\$ 1.400.000,00	
Apple home pod	\$ 1,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00
REPER Panel de control inteligente para el hogar	\$ 1,00	\$ 950.000,00	\$ 950.000,00
Interruptor wifi de pared blanco NSPanel marca SONOFF	\$ 11,00	\$ 410.000,00	\$ 4.510.000,00
Tomacorriente inteligente WiFi	\$ 13,00	\$ 150.000,00	\$ 1.950.000,00
SONOFF Smart Home Hub iHost	\$ 1,00	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
SONOFF Zigbee smart hub	\$ 1,00	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00
Bombillas inteligentes Linkind Matter	\$ 15,00	\$ 68.880,00	\$ 1.033.200,00
Broadlink RM4 Pro - Hub de control remoto inteligente IR/RF con cable de sensor	\$ 2,00	\$ 340.000,00	\$ 680.000,00
BroadLink RM4 Mini control remoto universal IR	\$ 3,00	\$ 200.000,00	\$ 600.000,00
Sensor de presencia humana	\$ 4,00	\$ 290.000,00	\$ 1.160.000,00
Sensor de movimiento marca SONOFF	\$ 4,00	\$ 110.000,00	\$ 440.000,00
Sensor de temperatura marca SONOFF	\$ 4,00	\$ 95.000,00	\$ 380.000,00
Sensor inalambrico de ventana y puertas	\$ 9,00	\$ 110.000,00	\$ 990.000,00
Sensor de humedad de temperatura interior	\$ 2,00	\$ 127.920,00	\$ 255.840,00
Motor de cortina inteligente	\$ 2,00	\$ 590.000,00	\$ 1.180.000,00
Chapa de seguridad	\$ 1,00	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00
Camara de vigilancia	\$ 4,00	\$ 270.000,00	\$ 1.080.000,00
Robot aspiradora y trapeadora	\$ 1,00	\$ 8.000.000,00	\$ 8.000.000,00
Cafetera	\$ 1,00	\$ 700.000,00	\$ 700.000,00
Espejo	\$ 1,00	\$ 2.500.000,00	\$ 2.500.000,00
Baño	\$ 2,00	\$ 7.000.000,00	\$ 14.000.000,00
Tira de luces led marca SONOFF	\$ 10,00	\$ 135.300,00	\$ 1.353.000,00
Ducha inteligente	\$ 1,00	\$ 3.788.400,00	\$ 3.788.400,00
Subtotal			\$ 49.330.440,00
Mano de obra			\$ 14.799.132,00
AU			\$ 16.032.393,00
TOTAL			\$ 80.161.965,00

Fuente: Los autores

La tabla 12 muestra una proyección del ahorro una vez instalados sistemas domóticos en el hogar.

Detalla estimaciones de reducción de costos en diferentes áreas, como energía, iluminación y gestión de electrodomésticos.

Tabla 12 Ahorro proyectado una vez instalada la domótica.

Estrato socioeconómico	Subsidio	Cantidad	Valor \$/Kwh	Subtotal energía	Valor total energía	Total ahorro proyectado
Estrato 1	Rango 0 - CS	130,00	309,05	\$ 40.176,50	\$ 155.591,25	\$ 24.894,60
	Rango > CS	149,38	772,62	\$ 115.414,75		
Estrato 2	Rango 0 - CS	130,00	386,31	\$ 50.220,30	\$ 165.635,05	\$ 26.501,61
	Rango > CS	149,38	772,62	\$ 115.414,75		
Estrato 3	Rango 0 - CS	130,00	656,73	\$ 85.374,90	\$ 200.789,65	\$ 40.157,93
	Rango > CS	149,38	772,62	\$ 115.414,75		
Estrato 4	Todo el consumo	279,38	772,62	\$ 215.855,29	\$ 215.855,29	\$ 43.171,06
Estrato 5 y 6	Todo el consumo	279,38	927,15	\$ 259.028,03	\$ 259.028,03	\$ 51.805,61

Fuente: Los autores

La tabla 13 ofrece una proyección detallada sobre la recuperación de la inversión en la implementación de tecnologías en hogares pertenecientes a los estratos socioeconómicos 1 y 2. Proporciona estimaciones financieras y un análisis de retorno de inversión a lo largo del tiempo, considerando los costos iniciales y los potenciales ahorros generados por las mejoras tecnológicas. Este análisis facilita la toma de decisiones informada sobre la viabilidad económica de la inversión en dichos estratos.

Tabla 13

Proyección recuperación de la inversión en estratos socioeconómicos 1 y 2

Año	Ingresos	Valor presente neto	Año	Ingresos	Valor presente neto	Año	Ingresos	Valor presente neto
0	-	-\$7.842.575,00	10	\$704.401,97	\$271.577,45	20	\$1.827.037,29	\$271.577,45
1	\$298.735,20	\$271.577,45	11	\$774.842,16	\$271.577,45	21	\$2.009.741,02	\$271.577,45
2	\$328.608,72	\$271.577,45	12	\$852.326,38	\$271.577,45	22	\$2.210.715,12	\$271.577,45
3	\$361.469,59	\$271.577,45	13	\$937.559,02	\$271.577,45	23	\$2.431.786,63	\$271.577,45
4	\$397.616,55	\$271.577,45	14	\$1.031.314,92	\$271.577,45	24	\$2.674.965,30	\$271.577,45
5	\$437.378,20	\$271.577,45	15	\$1.134.446,41	\$271.577,45	25	\$2.942.461,83	\$271.577,45
6	\$481.116,02	\$271.577,45	16	\$1.247.891,05	\$271.577,45	26	\$3.236.708,01	\$271.577,45
7	\$529.227,62	\$271.577,45	17	\$1.372.680,16	\$271.577,45	27	\$3.560.378,81	\$271.577,45
8	\$582.150,39	\$271.577,45	18	\$1.509.948,17	\$271.577,45	28	\$3.916.416,69	\$271.577,45
9	\$640.365,42	\$271.577,45	19	\$1.660.942,99	\$271.577,45	29	\$4.308.058,36	\$271.577,45
VPN								\$33.171,09

Fuente: Los autores

La tabla 14 detalla la proyección de la recuperación de la inversión en la implementación de tecnologías en hogares de estratos socioeconómicos 3, 4, 5 y 6. Ofrece un análisis financiero que evalúa el retorno de inversión a largo plazo, considerando costos iniciales y los posibles ahorros generados por las mejoras tecnológicas. Esta información facilita la evaluación de la viabilidad económica de tales inversiones en estratos con diferentes niveles de ingresos.

Tabla 14. Proyección recuperación de la inversión en estratos socioeconómicos 3-4-5 Y 6

Año	Ingresos	Valor presente neto	Año	Ingresos	Valor presente neto	Año	Ingresos	Valor presente neto	Año	Ingresos	Valor presente neto
0	-	-\$17.905.940	10	\$1.221.541	\$470.957	20	\$3.168.363	\$470.957	30	\$8.217.918	\$470.957
1	\$518.053	\$470.957	11	\$1.343.695	\$470.957	21	\$3.485.200	\$470.957	31	\$9.039.710	\$470.957
2	\$569.858	\$470.957	12	\$1.478.065	\$470.957	22	\$3.833.719	\$470.957	32	\$9.943.681	\$470.957
3	\$626.844	\$470.957	13	\$1.625.871	\$470.957	23	\$4.217.091	\$470.957	33	\$10.938.049	\$470.957
4	\$689.528	\$470.957	14	\$1.788.458	\$470.957	24	\$4.638.801	\$470.957	34	\$12.031.854	\$470.957
5	\$758.481	\$470.957	15	\$1.967.304	\$470.957	25	\$5.102.681	\$470.957	35	\$13.235.039	\$470.957
6	\$834.329	\$470.957	16	\$2.164.035	\$470.957	26	\$5.612.949	\$470.957	36	\$14.558.543	\$470.957
7	\$917.762	\$470.957	17	\$2.380.438	\$470.957	27	\$6.174.244	\$470.957	37	\$16.014.398	\$470.957
8	\$1.009.538	\$470.957	18	\$2.618.482	\$470.957	28	\$6.791.668	\$470.957	38	\$17.615.837	\$470.957
9	\$1.110.492	\$470.957	19	\$2.880.330	\$470.957	29	\$7.470.835	\$470.957	39	\$19.377.421	\$470.957
VPN											\$461.382,98

Fuente: Los autores

En la tabla 15 se detalla el consumo energético en la vivienda prototipo pero con sistemas de aire acondicionado. Proporciona información específica sobre el uso de energía relacionado con la climatización. Este análisis permite evaluar y entender el impacto del aire acondicionado en el consumo energético residencial de la vivienda prototipo, brindando una visión detallada para la toma de decisiones informada en términos de eficiencia y gestión energética.

Tabla 15. Consumo energético en viviendas con aire acondicionado.

Electrodoméstico	Consumo (W/h)	Consumo (KW/min)	Cantidad	Tiempo de uso diario (h)	Energía día (KW/h)	Energía mensual (Kw/h)
Nevera	66,43	1,11	1,00	24,00	1,59	47,83
Lavadora	129,04	2,15	1,00	1,55	0,20	6,00
Horno eléctrico	1.225,00	20,42	1,00	0,20	0,25	7,35
Air frayer	704,63	11,74	1,00	1,00	0,70	21,14
Licudadora	310,00	5,17	1,00	0,17	0,05	1,55
Microondas	640,00	10,67	1,00	0,50	0,32	9,60
Olla arrocera	400,00	6,67	1,00	0,50	0,20	6,00
Modem internet	22,00	0,37	1,00	24,00	0,53	15,84
Tv alcoba principal	100,00	1,67	1,00	6,76	0,68	20,28
Tv sala	150,00	2,50	0,30	6,76	0,30	9,13
Tv con consola conectada	200,00	3,33	1,00	6,76	1,35	40,56
videoconsola	120,00	2,00	1,00	6,76	0,81	24,34
Equipo de sonido	36,00	0,60	1,00	3,09	0,11	3,34
Codificadores tv	2,95	0,00	1,00	6,76	0,02	0,60
Codificadores tv2	2,95	0,00	1,00	6,76	0,02	0,60
Bombillo lampara	3,50	0,06	1,00	3,00	0,01	0,32
Bombillo ahorrador	12,50	0,21	5,40	4,10	0,28	8,30
Computador portátil	45,00	0,75	1,00	3,24	0,15	4,37
Computador de escritorio	120,00	2,00	1,00	4,43	0,53	15,95
Monitor computador de escritorio	20,00	0,33	1,00	4,43	0,09	2,66
Ventilador	44,00	0,73	0,00	4,00	0,00	0,00
Aire acondicionado	1.350,00	22,50	2,00	12,00	32,40	972,00
Cargador celular 1	9,00	0,15	1,00	10,00	0,09	2,70
Cargador celular 2	9,00	0,15	1,00	10,00	0,09	2,70
Cargador reloj / tablet	9,00	0,15	1,00	10,00	0,09	2,70
Televisores	3,06	0,05	3,00	17,24	0,16	4,75
Cargador de celular	0,26	0,00	3,00	10,00	0,01	0,23
Equipo de sonido	4,00	0,07	1,00	21,91	0,09	2,63
Lavadora	2,64	0,04	1,00	23,45	0,06	1,86
Cafetera	1,10	0,02	1,00	2,00	0,00	0,07
Microondas	3,08	0,05	1,00	24,00	0,07	2,22
Consola	1,70	0,03	1,00	17,24	0,03	0,88
Alexa	3,00	0,05	1,00	24,00	0,07	2,16
Computador	2,84	0,05	1,00	19,57	0,06	1,67
Portátil	4,42	0,07	1,00	20,76	0,09	2,75
Decodificar tv	0,15	0,00	2,00	17,24	0,01	0,16
Monitor	0,48	0,01	1,00	19,57	0,01	0,28
Aire acondicionado	1,70	0,03	1,00	12,00	0,02	0,61
Total consumo energético						1.246,10

Fuente: Los autores

La tabla 16 presenta una proyección del ahorro anticipado después de implementar tecnologías domóticas con el uso de sistemas de aire acondicionado. Ofrece estimaciones detalladas de los potenciales ahorros en consumo energético. Este análisis proporciona una visión precisa de los beneficios financieros previstos con la introducción de soluciones domóticas, destacando la eficiencia en el uso de la energía y el consiguiente impacto positivo en los costos asociados al aire acondicionado.

Tabla 16. Proyección ahorro esperado después de la implementación de la domótica con aire acondicionado.

*ES	Subsidio	Cantidad	Valor \$/Kwh	Subtotal energía	Valor total energía	Valor a pagar	Ahorro mensual con domótica	Ahorro anual con domótica
1	Rango 0 - CS	130,00	309,05	\$ 40.177	\$ 902.498,40	\$ 758.098,65	\$ 144.399,74	\$ 1.732.796,92
	Rango > CS	1116,10	772,62	\$ 862.322				
2	Rango 0 - CS	130,00	386,31	\$ 50.220	\$ 912.542,20	\$ 766.535,45	\$ 146.006,75	\$ 1.752.081,02
	Rango > CS	1116,10	772,62	\$ 862.321,90				
3	Rango 0 - CS	130,00	656,73	\$ 85.374,90	\$ 947.696,80	\$ 758.157,44	\$ 189.539,36	\$ 2.274.472,31
	Rango > CS	1116,10	772,62	\$ 862.321,90				
4	Todo el consumo	1251,00	772,62	\$ 966.547,62	\$ 966.547,62	\$ 773.238,10	\$ 193.309,52	\$ 2.319.714,29
5 y 6	Todo el consumo	1251	927,15	\$ 1.159.864,65	\$ 1.159.864,65	\$ 927.891,72	\$ 231.972,93	\$ 2.783.675,16

Fuente: Los autores. * Estrato socioeconómico.

La tabla 17 ofrece una proyección sobre la recuperación de la inversión en la implementación de tecnologías para viviendas ubicadas en estratos socioeconómicos 3, 4, 5 y 6, centrándose específicamente en la inclusión de sistemas de aire acondicionado. Proporciona estimaciones financieras y un análisis minucioso del retorno de inversión a lo largo del tiempo, considerando los costos iniciales y los potenciales ahorros generados por las mejoras tecnológicas. Este análisis busca evaluar la viabilidad económica de tales inversiones en estratos con diferentes niveles de ingresos, específicamente relacionadas con la climatización mediante aire acondicionado.

Tabla 17. Proyección recuperación de la inversión en viviendas de estrato socioeconómico 3-4-5 y 6 con aire acondicionado

Año	Ingresos	Valor presente neto
0	-\$ 17.905.940,00	-\$ 17.905.940,00
1	\$ 2.284.262,96	\$ 2.076.602,69
2	\$ 2.512.689,25	\$ 2.076.602,69
3	\$ 2.763.958,18	\$ 2.076.602,69
4	\$ 3.040.353,99	\$ 2.076.602,69
5	\$ 3.344.389,39	\$ 2.076.602,69
6	\$ 3.678.828,33	\$ 2.076.602,69
7	\$ 4.046.711,17	\$ 2.076.602,69
8	\$ 4.451.382,28	\$ 2.076.602,69
9	\$ 4.896.520,51	\$ 2.076.602,69
VPN		\$ 783.484,18

Fuente: Los autores.

Ahorro energético

En primer lugar, para alcanzar el ahorro energético se trabajará sobre el consumo en stand by de los electrodomésticos, los cuales representa un 7 % del consumo total de la energía que se consume en el hogar, esto se realizará mediante tomacorrientes inteligentes.

Se continuará con la optimización del consumo energético en la iluminación, incorporando un sistema de iluminación eficiente. Ajustando de manera automática el nivel de iluminación considerando factores como la variación de la luz solar, la ubicación dentro de la casa y la presencia de personas, garantizando una iluminación óptima en cada situación, se tendrá un control automático del encendido y apagado de todas las luces de la vivienda mediante la programación y el comando por dispositivos o a través de voz, además permite evitar dejar luces encendidas al salir de casa.

Para el uso eficiente de los ventiladores se automatizará mediante sensores de temperatura, sensores de presencia humana y tomacorrientes inteligentes, ajustando la velocidad del ventilador según las necesidades ambientales y la ocupación de la habitación además apagando el ventilador cuando no sea necesario. La sincronización con la temperatura exterior y la programación inteligente

son clave; el ventilador puede adaptarse automáticamente a las condiciones climáticas, funcionando a menor velocidad en momentos frescos y programándose para apagarse durante las noches cuando la temperatura es naturalmente más baja.

Para reducir eficientemente el consumo energético de los televisores, se implementará un control inteligente tipo Broadlink, que posibilitará la gestión remota a través de dispositivos móviles o comandos de voz mediante la integración con Alexa. Esta solución no solo simplifica el control del televisor, sino que también ofrece la opción de programar apagados automáticos después de períodos de inactividad, asegurando que el televisor no permanezca encendido cuando no se está utilizando. Como medida adicional, se integrará un sensor de presencia, permitiendo que el televisor se apague automáticamente en ausencia de actividad detectada.

Para optimizar el rendimiento energético de las consolas de videojuegos en los hogares, se implementarán diversas medidas estratégicas. Esto incluirá la activación del modo de suspensión y el apagado automático después de períodos de inactividad, garantizando así que la consola no consuma energía innecesaria cuando no está en uso. Asimismo, se configurará la consola para que su encendido y apagado estén sincronizados con el televisor, asegurando que ambos dispositivos operen únicamente cuando se encuentren en uso activo. Se habilitarán opciones de encendido y apagado mediante comandos de voz y dispositivos conectados a la red por otra parte se implementarán funciones de control parental para limitar el tiempo de uso.

Con el propósito de maximizar el ahorro energético en el hogar mediante la domotización de los equipos de sonido, se implementarán controles remotos inteligentes de fácil configuración a través de dispositivos móviles y comandos de voz. La introducción de enchufes inteligentes posibilitará la gestión remota del encendido y apagado de los equipos, ofreciendo un control más preciso sobre su funcionamiento. Para una gestión eficiente, se establecerán rutinas basadas en la geolocalización, permitiendo activar o desactivar los equipos en función de la presencia en el hogar. En pos de una

integración completa, se crearán rutinas que sincronicen automáticamente el apagado de los equipos de sonido con la iluminación, asegurando que ambos se apaguen simultáneamente

Por último para la freidora tipo air frayer se creará un sistema mediante el Internet de las Cosas (IoT) y la geolocalización coordinando su funcionamiento de manera más eficiente cuando el usuario se aproxime a casa, la geolocalización informa a la freidora y activa su proceso de calentamiento, asegurando que esté lista justo a tiempo para la llegada. Este enfoque no solo elimina la necesidad de dejar la freidora encendida constantemente, sino que también elimina la etapa de recalentamiento al llegar, optimizando así el consumo de energía.

6.3 Consideraciones éticas

1. Valor

La investigación posee una importancia trascendental al abordar retos sociales y ambientales mediante la reducción de costos energéticos y la minimización del impacto ambiental. Esta relevancia se refleja en varios aspectos clave:

Importancia Social: Al disminuir los gastos de energía, la investigación beneficia a hogares de diversas comunidades, mejorando su bienestar económico y promoviendo equidad. La liberación de recursos para necesidades esenciales contribuye a una mayor calidad de vida y acceso igualitario a servicios básicos.

Pertinencia Científica: Su relevancia científica se sitúa en el cruce de diversas disciplinas, incluyendo la ingeniería, la tecnología de la información y la economía. El avance en estas áreas no solo promueve soluciones prácticas para la sociedad, sino que también abre camino a la creación de nuevos conocimientos y enfoques aplicables a escenarios más allá del ámbito local.

Relevancia Ambiental: La investigación aborda directamente la carga ecológica del consumo energético, buscando reducir emisiones y gases de efecto invernadero. Además de soluciones inmediatas, su contribución a la conservación

2. Validez Científica

ambiental concuerda con los esfuerzos globales contra el cambio climático.

La metodología contempla la realización de una prueba piloto para medir el consumo energético y posteriormente se implementará la domótica registrando los resultados antes y después. Esta implementación escalada permite evaluar de manera controlada cómo la domótica influye en los patrones de consumo. El plan de análisis coherente se apoyará en técnicas estadísticas para interpretar los datos recopilados, asegurando la validez interna y la generalización de los resultados a contextos similares, con todo esto se garantiza la fiabilidad y la solidez de los resultados, validando la importancia de la investigación en la optimización de los consumos energéticos residenciales mediante la domótica.

3. Selección de los participantes

La investigación esta dirigida a los hogares colombianos de extractos socioeconómicos 3 y 4 que cuenten con excelente cobertura de internet.

4. Riesgos-Beneficios

Beneficios:

Eficiencia Energética Mejorada: La investigación tiene el potencial de crear un impacto significativo al diseñar sistemas energéticos eficientes.

Ahorro Económico: La automatización de domótica podría resultar en ahorros económicos sustanciales a largo plazo al reducir los costos de energía en los hogares.

Riesgos

Limitaciones Tecnológicas: La implementación de sistemas domóticos podría verse obstaculizada por limitaciones tecnológicas, como la compatibilidad de dispositivos o la disponibilidad de hardware y software adecuados. Esto podría afectar la eficacia de la automatización y la precisión de los datos recopilados.

Resistencia al Cambio: La implementación de la domótica en hogares podría encontrar resistencia por parte de los residentes debido a cambios en la rutina y la familiaridad con los dispositivos. Esto podría afectar la validez de los resultados y la capacidad de generalizar los hallazgos.

Presentación Adecuada de Control:

Protocolos Estandarizados: Se establecerán protocolos claros y estandarizados para la recopilación de datos, la instalación de dispositivos domóticos y el análisis de resultados.

- Monitoreo Continuo: Se llevará a cabo un monitoreo constante de los sistemas domóticos y la recolección de datos para detectar posibles errores o problemas técnicos.
- Validación de Datos: Se emplearán herramientas y técnicas para validar la calidad y precisión de los datos recopilados, minimizando la posibilidad de error humano.
- Balance Riesgo vs. Beneficio Favorable:
- Beneficio Sustancial: Los beneficios económicos, ambientales y científicos que podrían derivarse de la investigación son significativos y pueden tener un impacto duradero en la sociedad y el medio ambiente.
- Contribución al Conocimiento: El conocimiento generado y las soluciones propuestas pueden informar futuras investigaciones y prácticas en eficiencia energética y automatización, lo que aporta un valor duradero.
5. Consentimiento informado
No aplica, debido a que el proyecto consiste en una prueba piloto que no se realizará en personas.
6. Respeto por las personas
No aplica, debido a que el proyecto consiste en una prueba piloto que no se realizará en personas.
7. Equipo de trabajo
Este equipo de investigación es idóneo porque cuenta con profesional de ingeniero civil y constructor civil especialista en construcciones civiles que tienen una amplia experiencia en construcciones los cuales son los encargados de realizar la instalación de la domótica; y además cuenta con una ingeniera ambiental.
8. Derechos de resultados y publicación
Los derechos sobre la propiedad intelectual se manejarán en el marco de los acuerdos firmados en el Contrato de investigación con cofinanciamiento. Acuerdo N°. 157 de 21 de mayo de 2010.

CAPÍTULO VII

7 Conclusiones

- Después de un minucioso análisis financiero se llega a la conclusión de que, si bien se anticipa la posibilidad de reducir el consumo energético hasta en un 19.8%, la recuperación de la inversión inicial se proyecta a largo plazo, extendiéndose 29 años para alternativa de estrato 1 y 2 (ver tabla 14); y hasta 39 años para alternativa estratos 3-4-5 y 6 (ver tabla 15) , lo cual implica un período significativamente extenso para alcanzar la rentabilidad del proyecto.
- Minimizar el consumo innecesario de electrodomésticos en modo stand by (ver tabla 5) es crucial para optimizar la eficiencia energética. Aunque pueda parecer que el 7% es modesto, este gasto constante no solo contribuye a un aumento en las facturas de electricidad, sino que también tiene un impacto ambiental significativo. Desconectar estos dispositivos no solo ahorra recursos económicos, sino que también ayuda a mitigar los efectos medioambientales, promoviendo así un estilo de vida más sostenible.

- Si bien la implementación de domótica en hogares con aire acondicionado demuestra ser rentable al reducir significativamente el consumo energético, se plantea un desafío financiero significativo para los estratos 1 y 2, donde este gasto podría representar el 66% del salario mínimo. Sin embargo, en estratos 3-4-5 y 6 (ver tabla 18) , donde el impacto económico sería menos gravoso, la adopción de sistemas domóticos podría considerarse más viable alcanzando a librar la inversión en 9 años.
- Aunque el sistema pueda no ser completamente rentable desde el punto de vista financiero y la inversión inicial no se recupere por completo, es crucial considerar su viabilidad en hogares colombianos que buscan mejorar el confort, la seguridad y la calidad de vida. La domótica, con sus bondades en términos de comodidad y seguridad, se revela como una valiosa inversión, especialmente para aquellos con limitaciones motriz, visual, mental, cognitiva y a la tercera edad. Su implementación no solo responde a necesidades prácticas, sino que también enriquece significativamente la experiencia y el bienestar en el hogar.
- La implementación de proyectos de domótica con enfoque ambiental y sostenible no solo mejora la eficiencia y comodidad del hogar, sino que también desempeña un papel crucial en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente el dióxido de carbono, contribuyendo así al desarrollo sostenible y fomentando prácticas más responsables.

CAPÍTULO VIII

8 Recomendaciones

- Dada la inversión inicial alta de la domótica, se recomienda un enfoque progresivo, comenzando con la instalación de tomacorrientes inteligentes para eliminar el consumo en stand by. Este enfoque gradual permite una adopción más asequible y adaptable a las necesidades específicas de cada hogar, facilitando una transición eficiente hacia la domótica completa.
- Se sugiere crear conciencia acerca de la importancia de evitar el uso de electrodomésticos de alto consumo energético, promoviendo así un manejo más responsable de la energía. Este enfoque tiene como objetivo generar un impacto positivo directo en la optimización de los consumos energéticos en los hogares, contribuyendo de manera efectiva a la sostenibilidad y a la disminución de costos asociados.

- Se recomienda centrarse en reducir el consumo en modo reposo de los electrodomésticos, concientizando a los usuarios sobre la importancia de apagar por completo los dispositivos cuando no estén en uso. Este enfoque busca maximizar el ahorro de energía y reducir costos de manera efectiva.

9 Referencias

- Cedeño Enríquez, F. (Septiembre de 2018). Desarrollo de un sistema domótico y aplicación para dispositivos móviles Android para control de luces. Mexico.
<https://core.ac.uk/download/pdf/161648946.pdf>
- Alejandro de Andrade Fernaández, A. D. (3 de Abril de 2014). Implementación del sistema de domótica en el hogar. (U. C. Pereira, Ed.) Pereira, Colombia. <http://hdl.handle.net/10785/1989>
- Barbosa, J. D. (2016). Eficiencia energética: Análisis del sistema de iluminación artificial del edificio de la facultad de arquitectura, arte y diseño de la universidad autónoma del caribe. *Arte y diseño*, 26(1), 36-47. <https://doi.org/https://doi.org/10.15665/ad.v14i01.2033>
- Barros, A. L. (02 de Julio de 2010). Edificios Inteligentes e a Domótica. Praia, Santiago, Cabo Verde.
<https://www.yumpu.com/pt/document/view/39596935/edificios-inteligentes-e-a-domotica-universidade-jean-piaget-de>
- Cárdenas Zambora, G. K. (2020). La tecnología domótica y su aplicación en las viviendas de la región San Martín - 2020. Tarapoto, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58722>
- Carmen Luisa Vásquez Stanescua, R. P.-P. (2019). Reseña Nikola Tesla y la batalla de las corrientes. *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, 13(1), 64-72.
<https://doi.org/http://doi.org/10.13140/RG.2.2.27114.88005>
- Carvajal, G. S. (01 de Junio de 2022). Propuesta de plan de negocio para la implementación de la domótica en viviendas de urbanizaciones privadas del DMQ. Quito, Ecuador.
<http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/20159>
- Castañeda, H. D. & Ramírez, C. A. (Enero de 2018). Análisis técnico-financiero para la viabilidad de proyectos de vivienda de interés social con tecnología domótica para poblaciones con dificultades psicomotrices en Bogotá, Colombia. Bogota D.C, Colombia.
<https://doi.org/https://doi.org/10.11144/Javeriana.10554.39685>

- Cristopher Jonathan Castillo Cedillo, K. J. (Octubre de 2021). Desarrollo de una manual de guías de prácticas orientada al aprendizaje de la domótica. Cuenca, Ecuador.
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21262>
- Domínguez, H. M., & Sáez Vacas, F. (2006). *Domótica: Un enfoque sociotécnico*. Madrid, España: Fundación Rogelio Segovia para el Desarrollo de las Telecomunicaciones Ciudad Universitaria.
- Escriva, A. A. (07 de Julio de 2020). Domotización y control de una vivienda. Valencia: Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/147567>
- Estrada Gardea, V. M., & Gallegos Reyes, A. (2001). Sistema de Seguridad Domótico para uso Doméstico y/o Industrial. *Conciencia tecnología*, 16(1), 33-37.
<https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94401608>
- García, C. A. (Septiembre de 2020). Instalación domótica en vivienda unifamiliar mediante protocolo KNX. Madrid, España. <http://hdl.handle.net/20.500.12880/3326>
- Gómez, O. E. (2018). Diseño de una metodología que permita una estandarización en Colombia de procesos domóticos para viviendas y edificaciones. (U. T. Pereira, Ed.) Pereira, Colombia.
<https://hdl.handle.net/11059/9267>
- Guzmán Guerra, M. R., & Burga Velarde, R. A. (diciembre de 2014). Sistema Domótico de Control Centralizado con Comunicación. Lima, Perú.
- Jorge David Molina Mora, D. J. (2028 de Mayo de 2022). Implementación de un proyecto eléctrico y domótico para vivienda campestre en el Municipio de Samaniego. Nariño, Colombia.
<http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/6894>
- Karim Usman, J. I. (2022). Internet of things (IOTs) Based-Domotic Engineering. *International journal of computer science and mathematical theory(IJCSMT)*, 8(2), 1-16. <https://doi.org/10.56201>
- Lorenzana, C. N. (2019). Desarrollo de un sistema interactivo para el control de dispositivos domóticos en el hogar. Leganés, España. <http://hdl.handle.net/10016/30272>
- Lukín, P. (7 de Noviembre de 2017). Plan de marketing: Poluz s.a: Master dealer para lutron electronics. Buenos Aires, Victoria, Argentina. https://udesaprimo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/17m7ehc/usa_dspace10908/15693
- Mahecha Chaux, J. (28 de 01 de 2018). Diseño e implementación de una aplicación domótica para iluminación usando inteligencia artificial. (U. d. Automatización, Ed.) Bogota, Colombia.
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_automatizacion/38
- Malave Ochoa, A. A., Rosas Vargas, G. F., & Ortiz Bautista, J. A. (2016 de Junio de 2014). Análisis y comparación entre una casa convencional y una con sistema de domótica. *Revista Convicciones*, 1(1), 24-29. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/convicciones/article/view/222>
- Marín Vilela, C. M. (Septiembre de 2021). Sistema domótico para mejorar la calidad en personas con discapacidad física. Quevedo, Ecuador.
<https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/13542>
- Mateus Cruz, Diego Alejandro. Molina Castañeda, Jonathan Esteban. Jaramillo Benavides, Maria Camila. (2018). Domótica el hogar digital. Bogotá, Colombia.
https://www.academia.edu/37259788/Dom%C3%B3tica_el_hogar_digital
- Millán Anglés, S. (2014). Metodología y criterios para evaluar la influencia de la domótica y su preinstalación en los edificios en función de los condicionantes constructivos y de la envolvente interior. Madrid, España. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.32657>
- Morales, G. (2011). La domótica como herramienta para un mejor confort, seguridad y ahorro energético. *Ciencia e ingeniería*, 32(1), 39-42.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550790007>
- Oliveira, J. A. (2018 de febrero de 2017). *Va de barcos*.
<https://vadebarcos.net/2017/02/18/teleautomaton-tesla-primer-dron-marino/>

- Oviedo, O. F. (2020). Diseño e implementación de una aplicación domótica para una vivienda familiar en la ciudad de Barranquilla mediante la Empresa Conarcaribe s.a.s. Pamplona, Colombia. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5321/1/Fl%C3%B3rez_2020_TG.pdf
- Patiño, A. M. (2016). Diseño de una metodología para la normatividad de sistemas domóticos para viviendas y edificaciones. (P. .: Pereira, Ed.) Pereira, Colombia. <https://hdl.handle.net/11059/7287>
- Pérez Morales, J. (23 de Julio de 2018). *Diseño e implementación de una arquitectura para hogar digital*. <https://orcid.org/0000-0003-0438-7073>
- Quintana G, B. A., Pereira Poveda, V. R., & Vega S, C. N. (2015). Automatización en el hogar: Un proceso de diseño para viviendas de interés social. *Rev. esos.adm.neg*(78), 108-121.
- Ramos Guardarrama, J., Hernández Areu, O., & Silverio Freire, R. C. (2019). Sistema de supervisión para el monitoreo de redes eléctricas inteligentes. *Ingeniería Energética*, 40(3), 264-272. <http://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE>
- Ray, A. K., & Bagwari, A. (26 de Julio de 2018). Study of smart home communication protocol's and security & privacy aspects. Ghaziabad, India. <https://doi.org/10.1109/CSNT.2017.8418545>
- Raynal, A. (9 de octubre de 1998). *Biblio 3W*. (U. d. Barcelona, Editor) Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales: <https://www.ub.edu/geocrit/b3w-117.htm>
- Rodríguez, M. Á. (15 de 05 de 2020). Controlador Domótico Auto-Configurable Basado en Inteligencia Artificial. Bogota D.C, Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77663>
- Sánchez Álvarez, M. (17 de octubre de 2019). Desarrollo de un sistema domótico de bajo coste y aplicación móvil de control con interfaz conversacional integrada. Leganés, Madrid, España. <http://hdl.handle.net/10016/30382>
- Sánchez Martínez, J. A., & García López, F. O. (01 de Diciembre de 2021). Sistema de automatización para el control, gestión y monitoreo de edificios inteligentes, por medio de un desarrollo web y una plataforma de transmisión de eventos, para ser integrado en un entorno de Smart Cities. Sevilla, España. <http://hdl.handle.net/11349/29362>
- Sánchez Martínez, J. A., & García López, F. O. (Diciembre de 01 de 2021). Sistema de automatización para el control, gestión y monitoreo de edificios inteligentes, por medio de un desarrollo web y una plataforma de transmisión de eventos, para ser integrado en un entorno de Smart Cities. Bogotá, Colombia. <http://hdl.handle.net/11349/29362>
- Sánchez, C. A. (2015). La computación ubicua: omnipresencia en los sistemas de información. *Tecnura*, 19, 121-128. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.SE1.a10>
- Sarasúa Loboguerrero, J. (2011). Domótica. Un factor importante para la arquitectura sostenible. *Revista Módulo*, 1(10), 6. <http://hdl.handle.net/11323/2728>
- Sharda R. Katre, D. V. (2017). Home automation: Past, Present and Future. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(10), 343-346.
- Soto Latorre, A. C., & Velasquez Duque, D. (2012). Control de iluminación y temperatura por medio de un sistema domótico para habitaciones del hospital. Envigado, Antioquia, Colombia. <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/414>
- Spicer, D. (2016). The ECHO IV home computer: 50 years later. *Computer History Museum*, 31, 6.
- Stefan Junstrand, X. P. (2005). *Domótica y hogar digital*. Madrid, España: Thomson Ediciones Spain.
- Tapias Cruz, W. M. (2015). Solución domótica para la automatización de servicios del hogar basado en la plataforma arduino. Trujillo, Perú.
- Tomala Cuenca, D. G. (Enero de 2018). Sistema domótico controlado por voz para personas con discapacidad en extremidades superiores, utilizando tarjeta raspberry pi. Guayaquil, Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15141>

Velasco, F. J. (2021). Sistema IoT basado en el control y monitoreo de una red ZigBee. Aplicación en servicio domótico. Sevilla, España. <https://hdl.handle.net/11441/127378>