



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DE FUNCIONES
DOMÓTICAS EN LAS RESIDENCIAS AP KACUNA**

César Carlos Cádiz Dkom

211331625980

José Luis Vargas Quintero

21131629458

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Electromecánica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Riohacha, Colombia

2022

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DE FUNCIONES
DOMÓTICAS EN LAS RESIDENCIAS AP KACUNA.**

César Carlos Cádiz Dkom

José Luis Vargas Quintero

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Electromecánico

Director (a):

Ing. Deisy Johana Cala Morales

Línea de Investigación:

Automatización y control

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Electromecánica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Riohacha, Colombia

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado: Estudio de Prefactibilidad para la Integración de Funciones Domóticas en las Residencias AP KACUNA, Cumple con los requisitos para optar al título de Ingeniero Electromecánico.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Riohacha, febrero 23 de 2022.

Contenido

	Pág.
Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
1. Marco teórico	21
1.1 Antecedentes	21
1.1.1 Sistemas domóticos en el contexto internacional	21
1.1.2 Sistemas domóticos en el contexto nacional.....	24
1.1.3 Estudios de prefactibilidad o factibilidad de proyectos de ingeniería ...	25
1.2 Bases teóricas	26
1.2.1 Arquitectura de sistemas domóticos	26
1.2.2 Sensores: detección de humo.....	31
1.2.3 Actuador domótico	33
1.2.4 Sensores y actuadores domóticos: climatización	34
1.2.5 Sensores y actuadores domóticos: alarmas.....	34
1.2.6 Controlador domótico	35
1.2.7 Composición de un proyecto de sistemas domóticos.....	36
1.3 Contexto y Variables	36
1.4 Líneas de investigación de la facultad en el programa Ingeniería Electromecánica de la UAN.....	38
2. Marco metodológico	39
2.1. Prefactibilidad de mercado	40
2.2. Prefactibilidad técnica	40
2.3. Prefactibilidad financiera.....	40
2.4. Prefactibilidad organizacional.....	41
3. Desarrollo del estudio de prefactibilidad	41
3.1. Estudio de mercado	41
3.1.1. Caracterización población AP KACUNA.....	42
3.1.2. Caracterización tecnológica y afinidades de los residentes de AP KACUNA	44
3.1.3. Caracterización mobiliaria y distributiva viviendas AP KACUNA	49
3.1.4. Caracterización de dispositivos en AP KACUNA con posible integración domótica.....	50
3.1.5. Oferentes de sistemas domóticos en el departamento de La Guajira (Colombia)	52
3.2. Estudio de técnico.....	54
3.2.1. Selección del tipo de hardware y software para el sistema domótico....	56
3.2.2. Establecer el consumo energético de las viviendas.....	59

3.2.3.	<i>Arquitectura del sistema domótico ajustado a las viviendas</i>	61
3.2.4.	<i>Comunicación</i>	63
3.3.	<i>Estudio de financiero</i>	66
3.4.	<i>Estudio de administrativo</i>	69
3.4.1.	<i>Ámbito legal</i>	70
3.4.2.	<i>Ámbito ambiental</i>	72
3.4.3.	<i>Ámbito organizacional</i>	74
3.4.4.	<i>Ámbito social</i>	76
4.	<i>Análisis de los resultados</i>	77
 <i>Conclusiones</i>		83
 <i>Recomendaciones</i>		85
 <i>Anexos</i>		86
 <i>Referencias Bibliográficas</i>		93

Lista de Figuras

Ilustración 1-1. Arquitectura centralizada DOMOSEC.....	27
Ilustración 1-2. Arquitectura distribuida con teléfonos celulares.	28
Ilustración 1-3. Arquitectura domótica DomoBus	29
Ilustración 1-4. Arquitectura basada en Android y ZigBee.....	30
Ilustración 1-5. Arquitectura domótica de referencia	31
Ilustración 1-6. Sensores domóticos más comunes	31
Ilustración 1-7. Detector de humo domótico.....	33
Ilustración 1-8. Actuadores: módulos de entradas y salidas digitales	33
Ilustración 1-9. Sistema Domótico de Climatización	34
Ilustración 1-10. Sistema domótico de alarmas	35
Ilustración 1-11. Controlador domótico con entrada táctil.....	35
Ilustración 1-13. Localización del municipio de Riohacha (Guajira).....	37
Ilustración 1-14. Fachada de una vivienda en AP KACUNA.....	38
Ilustración 2-1. Aspectos de un proyecto domótico.....	39
Ilustración 3-1. Rango de edad residente en AP KACUNA.	43
Ilustración 3-2. Configuración básica de la red domótica	44
Ilustración 3-3. Funciones domóticas según valoración de escala Likert (parte I)	46
Ilustración 3-4. Funciones domóticas según valoración de escala Likert (parte II).....	47
Ilustración 3-5. Funciones domóticas según valoración de escala Likert (parte III) ...	48
Ilustración 3-6. Implementación adicional: tipo de cocina.....	49
Ilustración 3-7. Implementación adicional: tipo de estacionamiento	50
Ilustración 3-8. Recursos electrónicos preexistentes	51
Ilustración 3-9. Distribución eléctrica planta 1 AP KACUNA, escala 1:50.....	55
Ilustración 3-10. Horno tostador estándar.....	59

Ilustración 3-11. Arquitectura centralizada general de la instalación	61
Ilustración 3-12. Arquitectura específica de la instalación.....	62
Ilustración 3-13. Condiciones de comunicación en las viviendas AP KACUNA	65
Ilustración 3-14. Tasa de mortalidad por IRA en Riohacha de 2006 a 2017	73
Ilustración 3-15. Potencial empresa prestadora de servicios domóticos	74

Lista de tablas

Tabla 3-1. Tipos de hardware	56
Tabla 3-2. Cuadro de carga promedio viviendas AP KACUNA.....	60
Tabla 3-3. Tipos Potencial de ahorro proyectado para la instalación domótica	63
Tabla 3-4. Costos unitarios y cantidades para domótica básica;Error! Marcador no definido.	
Tabla 3-5. Estudio sobre el retorno de la inversión. Bases de cálculo	68
Tabla 3-6. Proyecciones para retorno de la inversión R.O.I.	69
Tabla 3-5. Normas o leyes nacionales relacionados con domótica.....	71
Tabla 4-1. Preguntas resueltas con estudio de factibilidad por dimensiones.....	78
Tabla 4-2. Grado de cumplimiento de las dimensiones del estudio de prefactibilidad	81

Lista de Anexos

<u>Anexo A - Encuesta</u>	<u>78</u>
<u>Anexo B – Plano de Distribución Eléctrica, 1er Piso</u>	<u>80</u>
<u>Anexo C - Plano de Distribución Eléctrica, 2do piso</u>	<u>82</u>
<u>Anexo D – Fachada Principal de las Casas en la Residencia AP KACUN.</u>	<u>83</u>
<u>Anexo E – Área de Cocina Residencia AP KACUN</u>	<u>84</u>
<u>Anexo F – Área de Televisión Residencia AP KACUN.</u>	<u>85</u>
<u>Anexo G – Área de Sala Comedor Residencia AP KACUN.</u>	<u>86</u>

Dedicatoria

A Dios, por el regalo de la vida y la sabiduría para lograr esta meta profesional.

A nuestra familia, por estar en cada momento de nuestras vidas con paciencia y tolerancia en los momentos difíciles y darnos el apoyo siempre.

A todas las personas que directa e indirectamente han estado involucradas con nuestro proceso de formación profesional.

César Carlos Cádiz Dkom

José Luis Vargas Quintero

Agradecimientos

A Dios, por iluminar siempre nuestro camino. A la Universidad Antonio Nariño por abrir espacios académicos para nuestro crecimiento intelectual y profesional.

José Luis Vargas Quintero

Agradezco primeramente a Dios por este proyecto, porque gracias a él he logrado la culminación de mi carrera. A mis padres Luis Domingo y Raquel, por su creencia en mí. A mis hermanas, Liliana y Luisa por su apoyo incondicional. A mi esposa Imelda, por ser mi inspiración. A mis hijos Esther, Moshei y Elías, por ser mi motivación.

César Carlos Cádiz Dkom

Resumen

El presente trabajo de grado busca establecer los aspectos técnicos y financieros de la integración de sistemas domóticos en el conjunto residencial AP KACUNA y dimensionar el ahorro energético supervisado por una red de distribución de baja tensión hasta la instalación interior de la vivienda cumpliendo con todas las normativas legales vigentes. El objetivo fue Realizar un estudio de prefactibilidad para la integración de funciones domóticas en las residencias AP KACUNA.

La fundamentación teórica se basó en los aportes de Huaman (2018) Hijano (2011) Bautista (2011) entre otros. Metodológicamente se realizó un estudio de prefactibilidad y se aplicó como instrumento una encuesta para conocer si es posible integrar funciones domóticas en las viviendas. En los resultados encontrados, es posible ofrecer el confort dentro de cada vivienda con instalaciones domóticas específicamente en el ámbito de la iluminación, el control de todo sistema de seguridad, riego, persianas, audio y video, wifi, aunque el factor económico es fundamental para cada uno de los propietarios. Concluyendo, en base a los estudios técnicos y las encuestas realizadas e identificando las necesidades en los espacios determinados de la vivienda, el desarrollo del proyecto es factible para la integración de funciones domóticas en las residencias AP KACUNA.

Palabras claves: domótica, controles domóticos, tecnología de redes domótica, electrónica.

Abstract

This degree work seeks to establish the technical and financial aspects of the integration of home automation systems in the AP KACUNA residential complex and to dimension the energy saving supervised by a low voltage distribution network until the interior installation of the house, complying with all regulations current legal regulations. The objective was Carry out a pre-feasibility study for the integration of home automation functions in AP KACUNA residences.

The theoretical foundation was based on the contributions of Huaman (2018) Hijano (2011) Basutista (2011) among others. Methodologically, a pre-feasibility study was carried out and a survey was applied as an instrument to find out if it is possible to integrate home automation functions in homes. In the results found, it is possible to offer comfort within each home with home automation installations specifically in the field of lighting, control of the entire security system, irrigation, blinds, audio and video, Wi-Fi, although the economic factor is fundamental for each of the owners. Concluding, with the development of the project, that by identifying the needs in the determined spaces in the house there is th-e feasibility for the integration of home automation functions in AP KACUNA residences, the technical and financial alternatives that the home automation functions will perform in their homes.

Keywords: home automation, home automation controls, home automation network technology, electronics

Introducción

En la actualidad señala (Camó, 2015) que muchas personas alrededor del mundo, siguen la tendencia de utilizar en las viviendas artefactos controlados remotamente para obtener como beneficio principal ahorro de energía, mediante Silva (2008) la gestión inteligente, eficiente, segura y confortable de los tiempos, ciclos y modos de uso de luminarias, ventiladores, climatización y diversidad de electrodomésticos. Tal tendencia tiene acuñado el término *domótica*, que se puede referir a la unión de la palabra “*domus*” (casa en latín) con la palabra “robótica” (ejecutar acción sin intervención humana) (Barros, 2010). Cumple su objetivo al automatizar labores cotidianas dentro una vivienda a través de la integración de redes de comunicaciones cableado y/o inalámbrica, sistemas de control, Gateway e interfaces de usuario versátiles que incluyen comando de voz o movimientos corporales como órdenes al sistema domóticos (Hernández, 2007).

El consumo energético, es una preocupación de organizaciones y gobiernos alrededor del mundo, según Foster (2015) cerca del 80% de la solicitud actual de energía esencial proviene de fuentes no renovables como petróleo, carbón y gas natural. Según Gil (2019), los principales trabajos en este campo están encaminados a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero que se proyectan a la atmósfera, los cuales tienen la capacidad de progresar la temperatura de la tierra. Colombia se destaca como un país rico en recursos hídricos, los cuales son aprovechados para generar energía eléctrica con relativa baja huella de carbono (Huidobro, 2007). A pesar de esto, en el departamento de la Guajira (Colombia), dada la insuficiencia de recursos hídricos en sus más de 20 km² de extensión, se debe acudir en ciertas poblaciones principalmente a la quema

de combustibles fósiles, y aunque en menor medida el uso granjas eólicas. En el municipio de Riohacha (Guajira) se distribuye energía eléctrica que proviene de la central térmica Termo Guajira conformada por¹ dos unidades turbo vapor de 143 MW, con capacidad para generar electricidad con combustible gas y carbón, la cual suple las necesidades energéticas de la ciudad y de municipios aledaños con un promedio mensual de 185 kWh/persona.

Los residentes del conjunto residencial AP KACUNA, ubicado en Riohacha – Colombia requieren darle una gestión óptima al consumo energético, pues aunque en promedio el costo del kWh en la región es menor al promedio nacional², según Vides, et al. (2017) el tiempo de uso aires acondicionados es de alrededor de 18 horas para mitigar las condiciones medioambientales de humedad y temperatura que generan una sensación térmica media entre 35 – 37 °C bajo sombra a medio día y por encima de 30° el resto del día. Además, la presencia de niños y las rutinas ajetreadas de los integrantes de las familias conllevan muchas veces a descuidos como dejar encendido TV, luces, ventiladores, aires acondicionados o puertas abiertas de habitaciones climatizadas y del refrigerador. Ante tal situación, la concientización de los residentes para un adecuado uso de los electrodomésticos es una excelente medida, sin embargo, se plantea complementarla con el uso de tecnologías domóticas que además de ayudar a mitigar el uso inadecuado de la energía, permita mejorar las condiciones de confort, control, accesibilidad y seguimiento energético. Para ello los residentes de AP KACUNA requieren conocer la viabilidad del uso de esta tecnología dado que es poco común en la región.

¹Gecelca (2021), consultar en <https://www.gecelca.com.co/index.php/generacion>

²Minenergía (2019), consultar en <https://www1.upme.gov.co/InformacionCifras/Paginas/precios-energia-electrica-comparacion-paises.aspx>

Las condiciones mínimas para implementar un sistema domótico en una vivienda pueden ser tan sencillos como la presencia de redes eléctricas en buen estado, acceso a internet y la adquisición de los dispositivos de contacto, regulación, control o medición para su posterior montaje, integración, configuración y puesta en marcha. Ahora, para la instalación de sistemas domóticos más robustos y escalables a un conjunto de viviendas es necesario tener en cuenta otros factores que orienten correctamente los recursos a invertir y aumenten las probabilidades de éxito del proyecto. Como asegura Solarte (2001) se sugiere estudiar la viabilidad de un proyecto en dos etapas sucesivas: nivel de prefactibilidad y nivel de factibilidad. Dada las anteriores circunstancias, se plantea la pregunta de investigación: ¿Es viable la ejecución de un proyecto de sistemas domóticos en el conjunto residencial AP KACUNA?

La aplicación de un hogar inteligente para el control y monitoreo de cargas eléctricas residenciales en AP KACUNA se justifica en el hecho que ya ha sido implementada para ahorro energético y otros fines por varios autores, Chacón-Troyaet al. (2017), mostrando efectividad mediante la combinación de aplicaciones web y nativas, con la que han monitoreado voltaje, energía consumida, potencia, costo por consumo y el tiempo en el que se realizaron las mediciones. Los sistemas además permitieron encender y apagar luminarias, tomacorrientes y circuitos especiales, donde el administrador de la aplicación pudo establecer el límite mensual de energía a consumir, ver gráficos de la potencia y de la energía consumida. Por otro lado, los beneficios encontrados fueron el confort y la accesibilidad a personas con limitaciones físicas, ya que como expresa Errobidart (2017), si bien existen muchas opciones de automatización en el mercado, son pocas las opciones para centralizar el control de los equipos del hogar sin requerir necesariamente conexión a Internet, lo cual es una ventaja en regiones donde la Internet 4G móvil no está extendida. La accesibilidad se puede ofrecer con la interfaz de usuario que incluye módulos de

reconocimiento de voz que permite la identificación de comandos de diferentes usuarios. La domótica se junta al modelo tecnológico para los equipos (IoT, *Internet of Things*) el cual busca dar interconectividad a dispositivos comunes de nuestro entorno como lavadoras, relojes, neveras e incluso la ropa (*IoTwearable*). Mioriet al. (2014), ejecutó un aporte importante para el campo de la interoperabilidad entre tecnologías domóticas incompatibles de forma nativa, desarrollando un módulo de software para permitir que todos y cada uno de los dispositivos de automatización del hogar se interconecten e interactúen a través del protocolo de red IPv6, lo que muestra avances en esta área. Incluso, Casacciaetal. (2020), ha desarrollado algoritmos para que los sistemas domóticos ajusten sus funciones automáticamente según un análisis del comportamiento de los usuarios, encontrando errores del (32%) al (17%) para el asertividad de dichas predicciones.

Las anteriores ventajas y avances en el área de la domótica justifican la propuesta de proyecto de los residentes de AP KACUNA de querer implementar un sistema similar en sus hogares. Guerrero (2018) manifiesta que para la planeación y ejecución de un proyecto se requiere disponibilidad de información que permita su constitución, principalmente aquella que revele si es o no sostenible y viable desde todas sus dimensiones conexas. Para esto se requiere una base informativa que permita su planeación y ejecución, sin embargo, debido a que estos estudios contienen ítems muy específicos que dependen del lugar, momento y circunstancias con las que se planea ejecutar el proyecto, se encontró que no existen estudios de factibilidad sobre sistemas domóticos en AP KACUNA que proporcionen dicha información. Bajo estas circunstancias, Pazos (2001), sugiere una investigación con antecedente de la idea a elaborar, que establezca la base explicativa para estudios más fondo que conlleven a una apropiada planeación del proyecto, por lo tanto, se establece como objetivo general de este trabajo de grado:

- Realizar un estudio de prefactibilidad para determinar la viabilidad de la integración de funciones domóticas en el conjunto residencial AP KACUNA mediante un análisis multidimensional.

Para esto se requiere la consecución de los siguientes objetivos específicos:

- Determinar las condiciones del mercado domótico en Riohacha (Guajira) mediante el estudio de los oferentes locales, nacionales e internacionales disponibles, las características de sus productos y sus mecanismos de comercialización y distribución.
- Establecer las características técnicas para la instalación de sistemas domóticos en el conjunto residencial AP KACUNA.
- Estimar los costos del proyecto de implementación de domótica en AP KACUNA y plantear opciones de financiamiento.
- Estudiar los aspectos legales, ambientales y organizacionales implícitos en la cadena ejecución del proyecto de implementación de domótica en AP KACUNA.

Para alcanzar cada uno de estos objetivos se desarrolló una metodología basada en la investigación descriptiva, el objetivo fue; (Nieto, 2018) reunir datos e informaciones, como plantea mills (1996) “la investigación descriptiva, se entiende para recolectar datos y comprobar hipótesis o responder a preguntas referentes a la situación corriente de los sujetos del estudio. Una investigación descriptiva establece e informa los modos de ser de los objetos”. De manera específica como se constató en publicaciones de Guerrero (2018), Cifuentes (2018) & Pazos (2001) consiste en la resolución de interrogantes relacionados a cada objetivo específico los cuales apuntan a una dimensión del estudio de prefactibilidad. De esta forma para determinar las condiciones del mercado domótico en el conjunto residencia AP KACUNA se partió de

interrogantes como: ¿cuántos clientes pueden comprar o utilizar el servicio?, ¿quiénes compran?, ¿quiénes venden?, ¿cuáles son las particularidades que debe tener el producto?, ¿cuáles son las particularidades de los consumidores potenciales?, dispositivos de comercialización y estimación de precios potenciales. Esta información se recolectó mediante exploración del mercado, análisis, búsquedas, entrevistas, recolección de información secundaria.

Con el fin de establecer las características técnicas para la implementación de sistemas domóticos en el conjunto residencial AP KACUNA, se parte de los interrogantes: ¿qué opciones técnicas, características y requerimientos presenta el conjunto residencial AP KACUNA?, ¿qué recursos hay disponibles?, ¿cuáles son los riesgos técnicos?, ¿cuánto es el costo? Por lo que se desarrollaron respuestas basadas en diseños técnicos preliminares, consultas bibliográficas, revisión de estado del arte, revisión de alternativas técnicas, producción de presupuestos principios, análisis de riesgos técnicos.

Por otro lado, para estimar los costos del proyecto de implementación de un sistema domótico en AP KACUNA y plantear opciones de financiamiento, se tuvieron en cuenta aspectos como el precio de la mano de obra, materiales, equipos, herramientas, alternativas, condiciones y riesgos de financiamiento. Para lo cual se estimó preliminarmente el presupuesto, se calculó la rentabilidad de forma estimada, se consultaron y compararon alternativas de financiación.

Por otro lado, para estudiar los aspectos organizacionales implícitos en la cadena ejecución del proyecto de implementación de domótica en AP KACUNA se indagó sobre las estructuras organizativas requeridas para desarrollar el proyecto, revisando su capacidad de ejecución de proyectos similares, estructura, clima organizacional, cambios requeridos. En la dimensión ambiental se determinaron los efectos ambientales del proyecto y los aspectos ambientales regulatorios aplicables en Colombia. Se revisaron las leyes nacionales y decretos locales

reglamentarios sobre la prestación del servicio de instalaciones domóticas, las normas que rigen las demás dimensiones del proyecto.

Finalmente, la información recolectada en cada dimensión estudiada se tabuló y se le asignó una categoría binaria: cumple o no cumple, a partir de lo cual se plantearon propuestas para dar corrección a los aspectos en los que no se cumplen las condiciones requeridas. En general el estudio de prefactibilidad arroja que existen altos indicios en promedio de (87% mediana = moda 100%) que la integración de funciones domóticas en el conjunto residencial AP KACUNA sea viable. Previo a iniciar el planteamiento de un proyecto de tal magnitud se deben determinar los riesgos técnicos que se corren al ejecutar un proyecto domótico mediante la consulta con expertos del gremio en campo, determinar posibles alternativas y condiciones de financiamiento a través de consultas con entidades del sector financiero como bancos, fiducias, etc. y establecer las modificaciones que requiere SEMI para la realizar el proyecto domótico empezando por mejorar las vías de comunicación con los funcionarios de SEMI.

Luego de lo planteado el desarrollo del presente documento de investigación se divide en 4 capítulos, que inicia con el marco teórico y la ubicación de la línea de investigación, la metodología, resultados, conclusiones, recomendaciones y la bibliografía.

1. Marco teórico

El presente capítulo es un resumen de los principales estudios referenciales con los cuales se sustenta este estudio de prefactibilidad del proyecto de integración de funciones domóticas en el conjunto residencial AP KACUNA mediante un análisis multidimensional. En este capítulo se demostrar también que no hay estudios de prefactibilidad domótica para el conjunto residencial AP KACUNA, lo cual es aporte de este estudio y sirve de base para otros estudios similares en la región de la Guajira y el desarrollo de un proyecto domótico. Esta sección está dividida en tres partes, iniciando por los antecedentes que aborda la revisión de proyectos de sistemas domóticos y estudios de prefactibilidad e información adicional para contextualizar el estudio. Luego se exponen las bases teóricas en que se sustentan los métodos para realizar estudios de prefactibilidad y el contenido de proyectos de sistemas domóticos. Finalmente se mencionan las variables en estudio y los factores medibles para evitar interpretaciones ambiguas.

1.1 Antecedentes

Este subcapítulo se fracciona en partes, primero se realiza una recopilación de los principales trabajos previos en el área de los proyectos domóticos a nivel internacional y nacional, la otra parte son los estudios de factibilidad o prefactibilidad conexos al tema.

1.1.1 Sistemas domóticos en el contexto internacional

Lozano (2020) realizó un proyecto de instalación eléctrica y domótica en una vivienda unifamiliar junto a la Universidad Politécnica de Catalunya. Se realiza la instalación de para una vivienda de tres pisos y el jardín. Se realiza un estudio previo de las instalaciones eléctricas en

cuanto al suministro del servicio prestado, la cantidad de potencia por cada equipo instalado en la vivienda para realizar cálculos de consumos. La novedad de la tesis propuesta es realizar un sistema de mando y protección para supervisión de los consumos de interruptores dentro del sistema eléctrico.

Otro estudio relacionado con la temática fue realizado por Monmeneu (2011) un proyecto de hogar digital en pro de la eficiencia energética y el uso de fuentes renovables en el año en la Universidad Politécnica de Nueva Granada de Valencia España. El objetivo fue; analizar los tres pilares fundamentales que son para desarrollo de las generaciones futuras, en la domótica como un gran paso a la mejora de los problemas ambientales y el desarrollo profesional de este sector de la industria de sistema de control para las viviendas, la misma se describió en tres capítulos.

También en España, Rodríguez (2017), publicó como trabajo de grado “Gestión domótica de una casa unifamiliar basada en Arduino”, un sistema basado en una tarjeta de desarrollo ampliamente utilizada en ambientes académicos. Para ello determinó las principales “características de los sistemas domóticos, su manejo mediante controladores, sensores y actuadores y la comunicación entre estos”. El proyecto lo puso en marcha al implementarlo en una vivienda, integrando cada componente a través de la tarjeta de Arduino, enfocado en una gestión eficaz y de fácil ejecución. Obtuvo como resultados la implementación de un sistema domótico con interfaz gráfica y comunicación I²C entre sensores – actuadores – Arduino, cumpliendo con los objetivos de controlar los sistemas de calefacción, alarma anti-intrusiones, persianas y apertura de la puerta del garaje. Las recomendaciones que da son, utilizar tarjetas con microcontroladores que tengas más pines I/O y realizar pruebas de escalabilidad aprovechando el protocolo I²C.

En el siguiente estudio publicado como “Sistema De Control De Iluminación Con Control Domótico Estandarizado” realizado por Gómez (2014) en la Universidad Nacional Autónoma de México. El autor expuso un diseño de un sistema de control de iluminación para el piso 1 de la torre de Ingeniería de la UNAM, atendiendo las características arquitectónicas de cada oficina, así como su tipo de uso y los itinerarios en los que se utilizan.

En Ecuador, Suárez (2021), diseñó un “*sistema de climatización mediante aplicación domótica para el área administrativa de la carrera ingeniería en computación y redes*”, cuyo objetivo fue mejorar el ambiente en el área administrativa del complejo universitario de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (Ecuador), mediante el diseño estructurado y un actuador de climatización. Destacó que la elaboración del proyecto también muestra una perspectiva de brindar bienestar y comodidad para convencer a futuro de la implementación de sistemas domóticos de una manera eficaz y segura. Mediante la aplicación domótica mostró la interfaz de disponibilidad de la climatización para su encendido y apagado, diagramas, gráficos y elementos de control del sistema que debe utilizar para entender la señal y que puedan intercambiar su información de una manera eficaz logrando cumplir los objetivos del diseño.

También en Ecuador, Reyes (2021), con su trabajo titulado “*Estudio de factibilidad técnica para el diseño de un laboratorio de domótica en la carrera de tecnologías de la información*” para implementar el programa académico de Tecnologías de la Información. Para ello revisa el estado del arte en factibilidad, características, topologías, y algunos estándares de los sistemas domóticos, tomando en cuenta sus antecedentes, ventajas y los dispositivos de sistemas que se pueden utilizar para una futura implementación. Describe la importancia de un laboratorio de domótica en la dicho programa, presupuesto proyectado y diseños preliminares.

1.1.2 *Sistemas domóticos en el contexto nacional*

En Colombia, Luengas (2019), motivado por el incremento en el número de personas de la tercera edad en varias partes del mundo, donde la edad es superior a los 65 años, y a la existencia de una alta cantidad de hogares monoparentales, realizó un trabajo titulado “*Domótica para asistir adultos mayores*”. Cuyo objetivo fue realizar aplicaciones de seguimiento, seguridad y confort para esta población probando la idea mediante la automatización de un hogar. Para ello utilizó la tarjeta de desarrollo Raspberry Pi “para procesar los datos que provienen de los sensores y la interfaz de conectividad desde los hogares. Además, la medición de entrada y salida para la seguridad y ambiente de los adultos que se encuentran en dichas casas.

Quintana (2015), presentó una investigación, titulada: “Automatización en el hogar: un proceso de diseño para viviendas de interés social”. Abordando dimensiones de un estudio de factibilidad como las ambientales, social, producción e instalación, identificando cuales son los factores que incrementan el precio, la finalidad es tomar en cuenta el sistema domótico para las viviendas en poblaciones menos vulnerables. Concluyendo con el diseño de un sistema asequible para la comunidad mencionada.

Otro proyecto domótico diseñado por los Caro et al. (2019) de la Universidad Piloto de Colombia en la Facultad de ingeniería Mecatrónica en la ciudad de Bogotá realizó un estudio llamado “*Caracterización de un sistema domótico para minimizar el consumo energético, basado en el internet de las cosas*”. Se observa la descripción del procedimiento para la caracterización de la domótica para disminuir el consumo de energía. Este proyecto esta direccionado más a dispositivos que estén línea con protocolos de comunicación y para lograrlo se utilizan Wifi, Zigbee y Zwave los cuales son los que aplican en este proyecto.

Finalmente, en la misma línea temática, Gómez y Daza (2016) realizaron un proyecto titulado “Gestión de control domótico basado en la plataforma Arduino para una vivienda”, en la Fundación Universitaria los Libertadores de la Facultad de Ingeniería del Programa de Ingeniería de Sistemas. Este proyecto basado en la domótica se relaciona como un estudio de la seguridad en las viviendas y es desarrollado en base como los hogares pueden ser vigilados con solo tener una plataforma conectada a la red de internet y ser monitoreada por el usuario en cualquier lugar donde esté siendo la base fundamental la plataforma de Arduino que fácil de trabajar y de crear. La aplicación del proyecto es realizada a una sola vivienda con demostraciones de su funcionalidad y siendo desarrollado en replicas en otras viviendas.

1.1.3 Estudios de prefactibilidad o factibilidad de proyectos de ingeniería

Mantilla (2018), para su disertación doctoral realiza un “*Estudio de prefactibilidad para el diseño de un sistema que permita la alimentación de mascotas basado en la tecnología domótica en la ciudad de Bogotá*”. El objetivo principal es determinar factibilidad de plantear un proyecto para el diseño de un sistema domótico que ayude a mejorar el cuidado alimenticio de las mascotas de hogares estratos 5 y 6 de la ciudad de Bogotá (Colombia), sustentando que los dueños de estos animales (perro o gato) no disponen de mucho tiempo para el cuidado y alimentación de las mismas. Encontrando que los potenciales clientes (población de las personas con perros y gatos de los estratos 5 y 6 de Bogotá) equivale a 7.120 personas, las principales características de este producto son: mediante un dispositivo móvil ya sea celular, Tablet o portátil, podrás alimentar y observar a tu mascota donde quiera que se encuentre y tenga conexión a internet. Programar alertas mediante configuraciones personalizadas para el recordatorio de alimentación de la mascota (perro o gato). Permite tener un control equilibrado de la alimentación que se suministra a la mascota,

adicional a esto da la certeza de que la mascota recibe su alimentación a la hora indicada. La inversión de este proyecto de pre factibilidad fue de \$30.000.000, los cuales fueron aportados de los recursos propios de los integrantes o socios del proyecto.

Finalmente, el “*Estudio de previabilidad para la creación de un startup de domótica en Colombia*” realizado por Gómez Ángel (2019) para la universidad de EAFIT. El objetivo de este trabajo fue; evaluar la previabilidad o pre factibilidad del proyecto de creación de una empresa emergente en Colombia dedicada al desarrollo de soluciones a la medida y de bajo costo de domótica. En efecto, la domótica es nueva en Colombia y la implementación no alcanza el (1%) de la población colombiana.

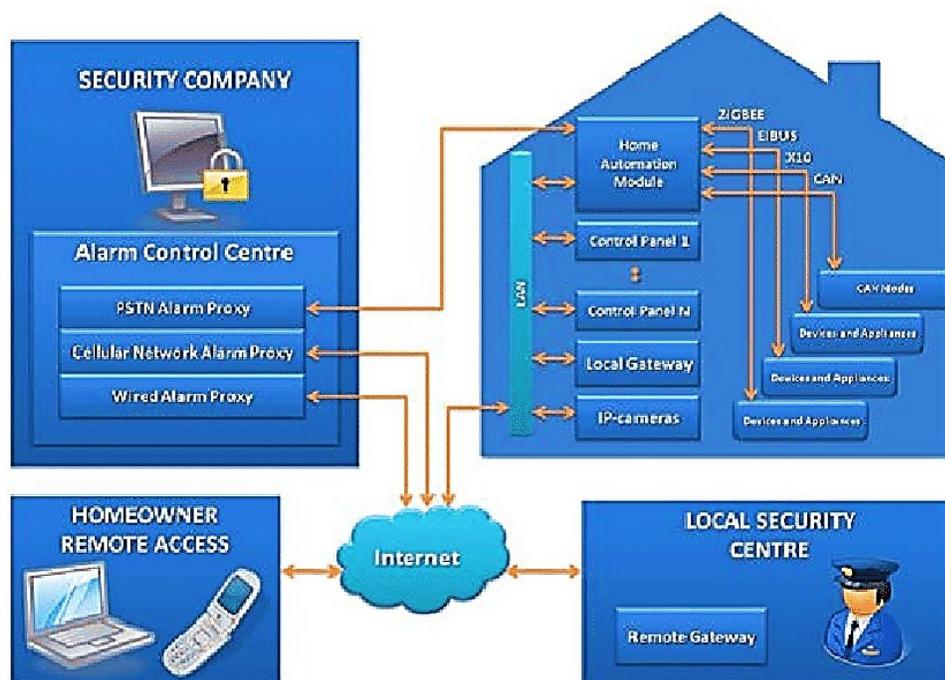
1.2 Bases teóricas

1.2.1 Arquitectura de sistemas domóticos

Los sensores del sistema domótico son competentes para el transporte de datos, estos emiten la información para procesarla como orden a los actuadores o salidas. Señala Huaman (2018) que entre las distintas arquitecturas para sistemas domóticos se destacan algunas por sus beneficios y sus aspectos por mejorar, y la forma en que se interconectan los elementos que la componen. La primera expuesta es la estructura centralizada de control, un ejemplo es DOMOSEC, publicado por Zamora-Izquierdo et al. (2010). Como se ve en la ilustración 1-1, el control está centralizado en un solo nodo que se conecta a todos los dispositivos. Este nodo se puede controlar localmente, a través de varios paneles de control en la casa, o de forma remota mediante un servidor HTTP. Al ser un sistema centralizado, su implementación y mantenimiento

se vuelve más costoso y complejo. Además, da como resultado un sistema menos flexible en términos de evolución y compatibilidad.

Ilustración 1-1. Arquitectura centralizada DOMOSEC.

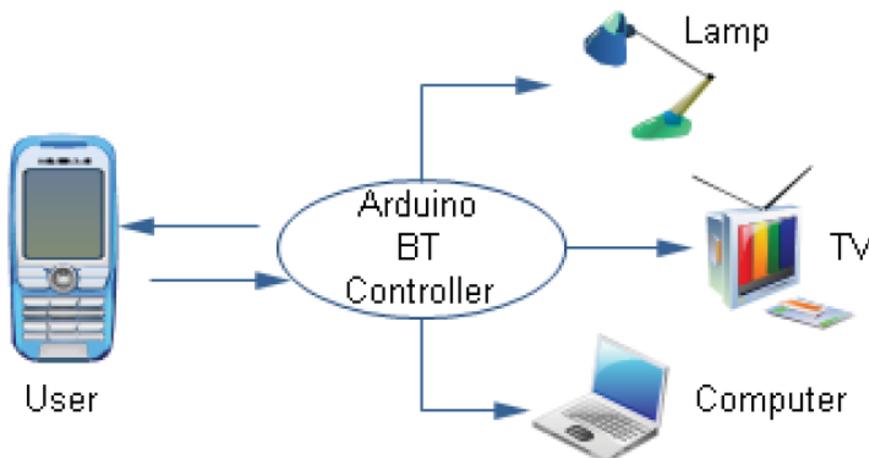


Fuente: tomado de Zamora (2010)

Los altos costos de implementación y mantenimiento conllevaron al desarrollo de otras arquitecturas conocidas como de estructura distribuida (Piyare et al., 2011), las utilizan como referencia la topología de la telefonía celular. El sistema está compuesto básicamente por nodos que se conectan directamente a los dispositivos, que solo realizan tareas sencillas. El control se realiza a través de uno o más teléfonos móviles que envían comandos inalámbricos (Bluetooth) a los nodos. El sistema es muy básico y solo le permite encender y apagar dispositivos. Además,

solo le permite controlar los nodos que están dentro del rango de Bluetooth. Todo esto contribuye en gran medida a reducir la flexibilidad y la capacidad de gestión del sistema

Ilustración 1-2. Arquitectura distribuida con teléfonos celulares.

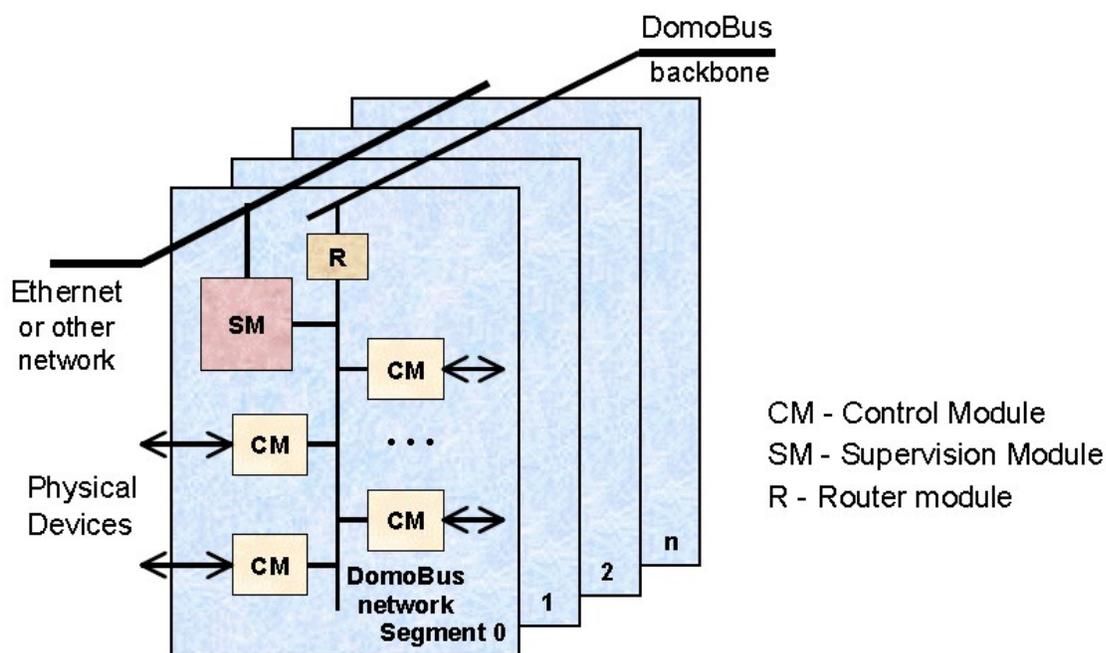


Nota: tomado de Piyare et al. (2011)

Dentro de las arquitecturas distribuidas, también se encontró DomoBus (Nunes, 2003). Como se ve en la Ilustración 1-3 el sistema compuesto por categorías de módulos: control y gestión-supervisión directos de los elementos gobernados. Los módulos de control y gestión-supervisión se comunican mediante el protocolo Ethernet para intercambio de información y apoyo en las acciones a ejecutar. Hay que destacar, que el sistema está conectado a un servidor local conectado a la web externa, con el fin de monitorear y programar por fuera de la vivienda todo el sistema domótico. El usuario cuenta con paneles táctiles ubicados en las habitaciones para revisar información del sistema y configurarlo. Este sistema es sumamente versátil y flexible, sin embargo, a pesar de tener una arquitectura distribuida, su gestión se basa en un solo nodo, lo que reduce su flexibilidad y aumenta su costo. Además, necesita un servidor local para definir

escenarios y permitir el control remoto del sistema, aumentando así el costo de implementación y mantenimiento.

Ilustración 1-3. Arquitectura domótica DomoBus

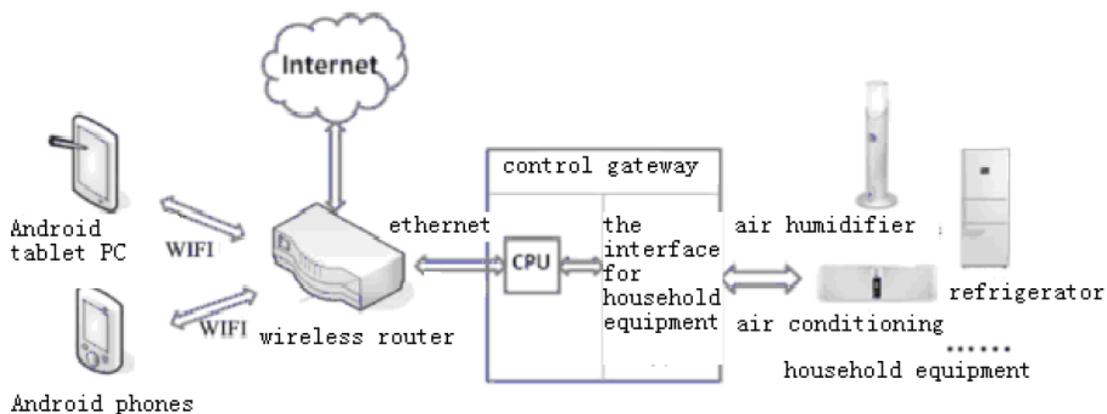


Fuente: tomado de Nunes (2003).

El sistema para hogares inteligente que se presenta ahora utiliza el control inalámbrico para todos los dispositivos eléctricos interiores mediante terminales inteligentes Zhenghua (2014). Como se ve en la Ilustración 1-4 la tecnología de comunicación inalámbrica incluye Wifi, Zigbee y comunicaciones móviles. Los dispositivos se basan en sensores y el chip CC2530. La conexión entre diferentes dispositivos se puede completar mediante las interfaces estándar RS232 y RS485. El software se puede instalar en tabletas, computadores personales o Smartphone. Se puede utilizar plataforma abierta de Android o Eclipse. Se destaca que la confiabilidad de la transmisión de

información de detección tiene muy pocos errores de Internet. Fue probado con un prototipo que genera información gráfica en tiempo real en lugar de un escenario de banco de pruebas.

Ilustración 1-4. Arquitectura basada en Android y ZigBee.



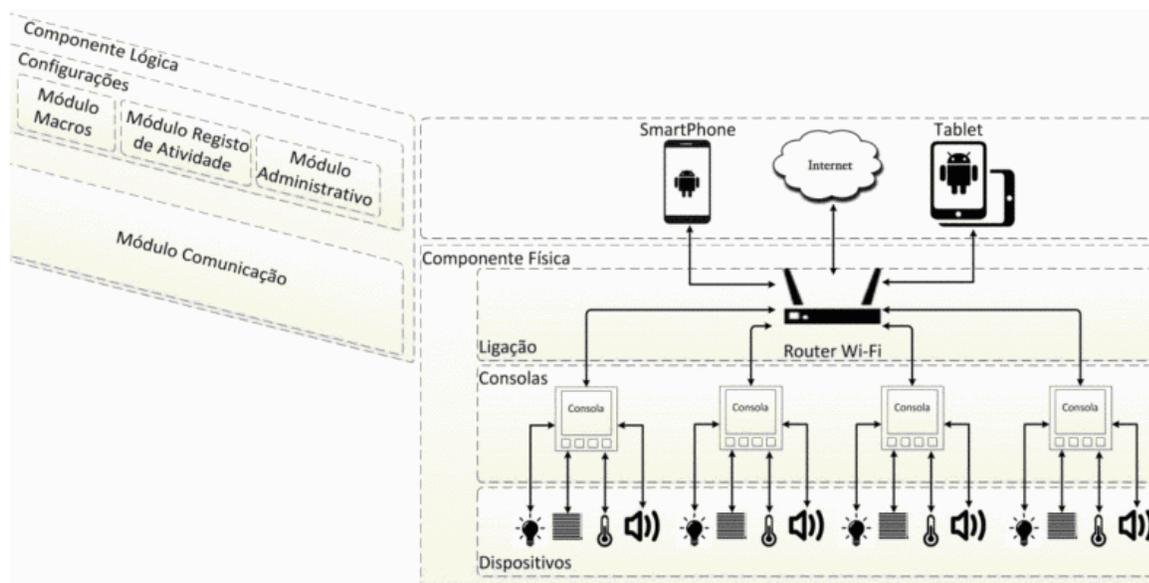
Fuente: tomado de Zhenghua (2014).

Finalmente, la arquitectura de un sistema de control domótico distribuido y autónomo es presentada por Monteiro (2015). La misma muestra una interesante relación entre el costo de adquisición y propiedad, la flexibilidad, la capacidad de administración y la seguridad. El sistema está compuesto por una consola autónoma e inteligente por habitación que controla los dispositivos en esa habitación. A pesar de que las consolas son completamente autónomas, se pueden controlar de forma remota. Como resultado de esto, el usuario puede controlar el sistema domótico, no solo en la consola, sino también mediante un dispositivo móvil con conexión Wifi.

Como se puede observar en la Ilustración, las aplicaciones desarrolladas para El usuario están incluidas en el componente lógico. El componente físico interactúa con el componente lógico a través del módulo de comunicación. El componente físico reúne todos los elementos físicos del

sistema. Las siguientes subsecciones describen cada uno de los elementos de la arquitectura en detalle.

Ilustración 1-5. Arquitecturadomótica de referencia

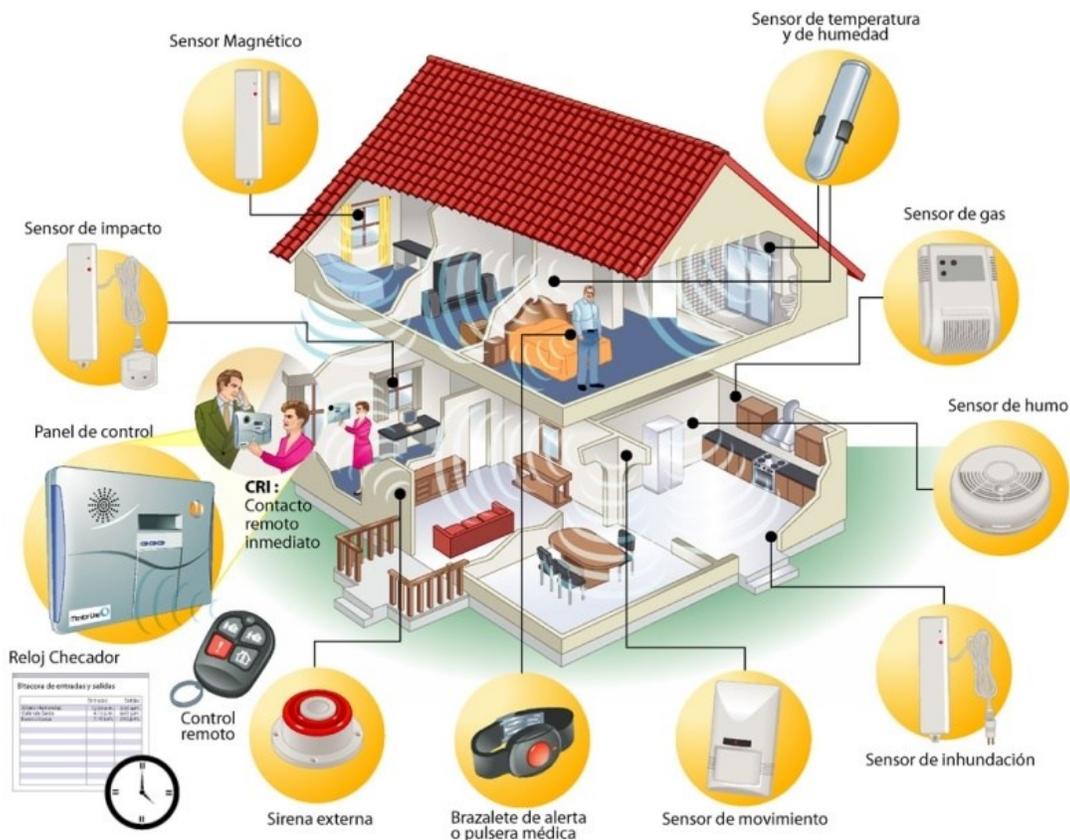


Fuente: tomada de Domotics control systemarchitecture, Monteiro (2015).

1.2.1 Sensores: detección de humo

Según Ramírez (2011), los detectores de humo son dispositivos que agrupan la información de los parámetros a controlar. Tales como: luminosidad, temperatura, fugas de agua o gas, ofrecen la seguridad para detección de intrusos, ejecutando las tareas automáticamente para actuar. En la Ilustración 1-6 se pueden observar varios de ellos.

Ilustración 1-6. Sensores domóticos más comunes



Fuente: tomada de slideshare (2014)

Para controlar la presencia de humo en el ambiente, se cuenta con el sistema de detección de partículas de combustible. Ver en la Ilustración 1-7. Este sistema utiliza sensores para detectar mediante la corriente iónica, los posibles efectos contaminantes del aire y mejora las alarmas en cuanto a diferenciar cuando es humo por cigarro. (FirstAlert, 2006).

Ilustración 1-7. Detector de humo doméstico.



Fuente: recuperado de Syscom Colombia.

1.2.2 Actuador domótico

El actuador según Huaman (2019) es un dispositivo que realiza la acción del control domótico en los hogares. En algunas ocasiones puede ser un conmutador para el encendido o apagado de los electrodomésticos o para cambiar la intensidad de las luces. Ver ilustración 1-8.

Ilustración 1-8. Actuadores: módulos de entradas y salidas digitales



Fuente: tomada de catálogo de vimar energía positiva (2021)

1.2.3 Sensores y actuadores domóticos: climatización

Cuando un usuario desea controlar la climatización de su hogar explica Huidobro (2010), que estos sensores son útiles y seguro. Además, se puede programar en un horario cómodo manual o automáticamente.

Ilustración 1-9. Sistema Domótico de Climatización



Fuente: tomada de Unitecnica (2016).

1.2.4 Sensores y actuadores domóticos: alarmas

Para (Harke, 2010) estos sistemas de alarma actúan de forma segura y neutral ante cualquier situación de riesgo, indicando eficientemente a través de alarma lo que sucede. En efecto, es un sistema con resultados efectivo en sus funciones dentro de los hogares u organizaciones. Expresa por su parte, Domoticlive (2020) las funciones de los elementos de la alarma domótica, la cual puede detectar personas extrañas, apagar o encender las luces, y detección de fuga de agua o gas.

Ilustración 1-10. Sistema domótico de alarmas



Fuente: tomado de Domoticlive (2020).

1.2.5 Controlador domótico

El controlador para (Harke, 2010) es el sistema central de una instalación domótica, recoge toda la información y ordena para actuar lógicamente, en las funciones de tiempo para electrodomésticos, termostato, refrigeración, temperatura, humedad entre otros. Cabe señalar, que estos sistemas tienen una batería de 24 horas de duración y pueden funcionar sin línea telefónica.

Ilustración 1-11. Controlador domótico con entrada táctil.



Fuente: Domóticas sistemas (2020).

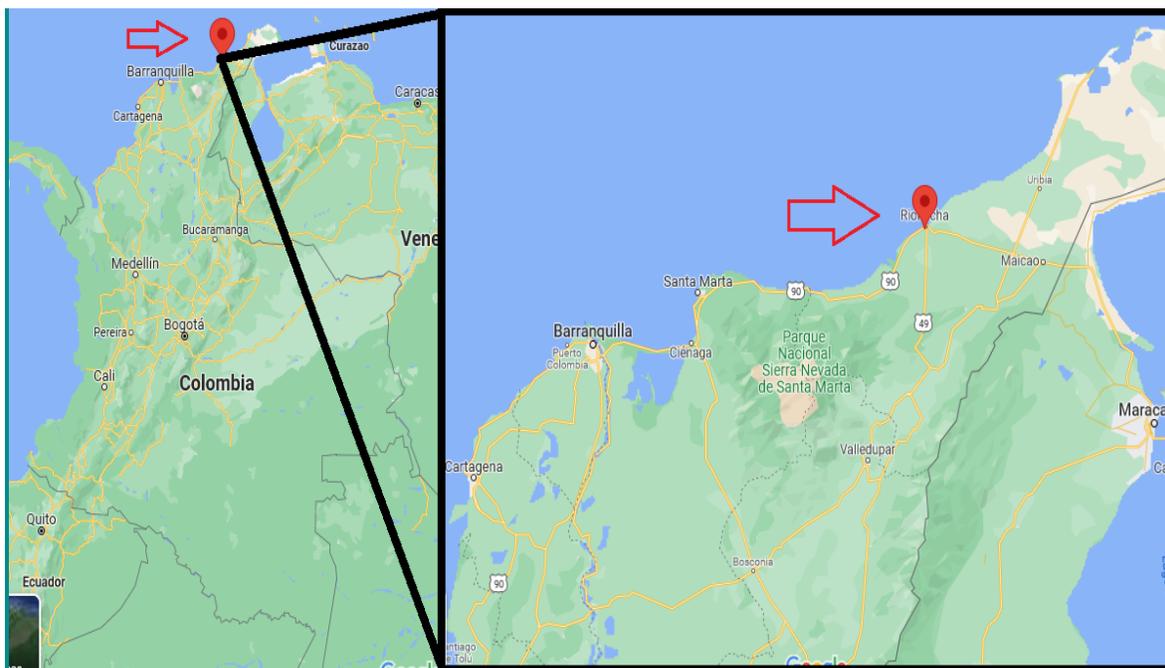
1.2.6 *Composición de un proyecto de sistemas domóticos*

Señala Huaman (2019) que el sistema domótico lleva efectivamente los datos de las redes exteriores. En efecto es útil para los requerimientos de las tendencias en los hogares y los cambios de la sociedad en la calidad de vida que están dirigidas a todo tipo de viviendas y población según sus posibilidades, con una extensa variedad de equipo para la satisfacción del usuario. Por otro lado, los instaladores de los equipos domóticos se actualizan para estar a la altura de la tecnología y modelos perfeccionados. Garantizando un servicio eficiente y de calidad.

1.3 Contexto y Variables

Dentro de las variables a considerar se debe tener en cuenta las características para la realización del proyecto por lo que se hará una breve descripción del contexto geográfico, cultural, económico, demográfico, histórico, social en el que se encuentra la población que impacta los resultados de este estudio, estos son los residentes del conjunto residencial AP KACUNA. También se destacarán algunas variables a tener en cuenta para establecer la ejecución de un proyecto de domótica. Como se observa en la Ilustración 1-12 el distrito de Riohacha se encuentra localizado en el extremo noroccidental del centro del departamento de La Guajira (Colombia), La superficie total del distrito de Riohacha es de 3084 km², de los cuales la parte urbana ocupa un área aproximada de 25 km², siendo un (0,08 %) del área total del distrito. Está rodeada del Mar Caribe y la Sierra Nevada de Santa Marta.

Ilustración 1-12. Localización del municipio de Riohacha (Guajira).



Fuente: adaptado de Google Mapas (2021)

El conjunto residencial AP KACUNA por motivos de privacidad no se revela su ubicación dentro del municipio sin embargo, para que el lector tenga una idea de su aspecto, la Ilustración 1-13 muestra una foto de la fachada. En cuanto a modelos de indicadores de medición para un proyecto de domótica, para que el sistema se desempeñe con disponibilidad, agilidad, seguridad y eficacia desde su implementación hasta su puesta en marcha en hogares domóticos se debe tener en cuenta aspectos como: el tiempo en la disposición para la utilidad y el proceso de los datos. La precisión mide el porcentaje de errores y fallas en los procedimientos cuanto al dinamismo a la emisión de reportes.

Ilustración 1-13. Fachada de una vivienda en AP KACUNA.



Fuente: Foto tomada por autores de este documento.

1.4 Líneas de investigación de la facultad en el programa Ingeniería Electromecánica de la UAN
La presente investigación se encuentra orientada en la línea de investigación de automatización y control, relacionado con el uso de la domótica en viviendas unifamiliares, paralelamente beneficiarías a la disminución de la crisis del calentamiento global, buscando un sentido social, ambiental, humanístico, técnico y tecnológico para establecer una estrategia que genere un impacto positivo en el contexto y poder dar solución a las necesidades requeridas en el entorno en mención; fundamentándonos en la línea investigativa: análisis y solución de problemas que permitan aplicar conocimientos y/o adquirir nuevas experiencias en los campos específicos del saber emanado por el reglamento de la FIMEB.

2. Marco metodológico

Para alcanzar cada el objetivo general se desarrolló una metodología basada en la investigación descriptiva, cuyo objetivo principal (Nieto, 2018) es compilar datos e informaciones, como dice Mills (1996) el tipo de investigación descriptiva, puede probar hipótesis, enumerar datos, y dar respuesta a las preguntas realizadas a los sujetos del estudio, el cual describe a los objetos. En efecto, para este proyecto se describe como integrar el sistema domótico a las residencias AP KACUNA, con sus diferentes contextos y situaciones económicas para los hogares. De manera específica como se constató en publicaciones de Guerrero (2018), Cifuentes (2018) & Pazos (2001) consiste en la resolución de cuestiones relacionados a cada objetivo específico los cuales apuntan a una dimensión o aspecto del estudio de prefactibilidad, como se ve en la Ilustración 2-1.

Ilustración 2-1. Aspectos de un proyecto domótico



Fuente: elaboración de los autores basado en Huaman (2018).

2.1.Prefactibilidad de mercado

De esta forma para determinar las condiciones del mercado doméstico en Riohacha (Guajira) se partió de interrogantes como: ¿cuántos compran o utilizan el servicio?, ¿quiénes compran?, ¿quiénes venden?, ¿cuáles son las características que debe tener el producto?, ¿cuáles son las características de los compradores potenciales?, dispositivos de comercialización y distribución, estimación de precios potenciales. Esta información se recolectó mediante exploración del mercado, observación, encuestas, entrevistas, recolección de información secundaria.

Prefactibilidad técnica

Con el fin de establecer las características técnicas para la instalación de sistemas domésticos en el conjunto residencial AP KACUNA, se parte de los interrogantes: ¿qué opciones técnicas, características y requerimientos presenta el conjunto residencial AP KACUNA?, ¿qué recursos hay disponibles?, ¿cuáles son los riesgos técnicos?, ¿cuánto es el costo? Por lo que se desarrollaron respuestas basadas en diseños técnicos preliminares, consultas bibliográficas, revisión de estado del arte, revisión de alternativas técnicas, elaboración de presupuestos preliminares, análisis de riesgos técnicos.

2.2.Prefactibilidad financiera

Por otro lado, para estimar los costos del proyecto de implementación de un sistema doméstico en AP KACUNA y plantear opciones de financiamiento, se tuvieron en cuenta aspectos como el costo de la mano de obra, materia prima, materiales, equipos, herramientas, alternativas, condiciones y riesgos de financiamiento. Para lo cual se estimó preliminarmente el presupuesto, se calculó la rentabilidad de forma estimada, se consultaron y compararon alternativas de financiación.

2.3. Prefactibilidad organizacional

Por otro lado, para estudiar los aspectos organizacionales implícitos en la cadena ejecución del proyecto de implementación de domótica en AP KACUNA se indagó sobre las estructuras organizativas requeridas para desarrollar el proyecto, revisando su capacidad de ejecución de proyectos similares, estructura, clima organizacional, cambios requeridos. En la dimensión ambiental se determinaron los efectos ambientales del proyecto y los aspectos ambientales regulatorios aplicables en Colombia. Se revisaron las leyes nacionales y decretos locales reglamentarios sobre la prestación del servicio de instalaciones domóticas, las normas que rigen las demás dimensiones del proyecto.

3. Desarrollo del estudio de prefactibilidad

La prefactibilidad se diferencia de la factibilidad por su complejidad. Por lo tanto, en el desarrollo de esta fase exploratoria se describen los aspectos generales que pueden afectar el estudio, con el riesgo de no continuar con él, por razones evidentes y justificables, sin necesidad de gastar recursos adicionales en estudios más complejos. Este capítulo está dividido en 4 partes: estudio de mercado, estudio técnico, estudio financiero, estudio administrativo: que comprende lo legal, ambiental y organizacional.

3.1. Estudio de mercado

La integración de las funciones domóticas va estrechamente ligada a múltiples factores que determinan tanto su utilidad, como su alcance. A modo de alinear las propuestas realizadas con los deseos y expectativas de los residentes, se realizó un censo ($n = 22$) entre ellos, respecto a la implementación, que, una vez analizado, mostrará sistemáticamente si: se cumplen las condiciones

primordiales para la implementación; si las utilidades (o funciones) seleccionadas van acorde con la percepción de la población beneficiada respecto a los esfuerzos de automatización; si la disposición de sus hogares facilita la introducción de determinadas tecnologías y si se hace uso efectivo de los recursos electrónicos preexistentes en la vivienda.

3.1.1. Caracterización población AP KACUNA

Para tales fines, se elaboró un instrumento de recolección de datos tal como se muestra en el Anexo A de la investigación, para brindar un refuerzo estadístico a las selecciones realizadas. En dicho instrumento, se evalúa como aspecto demográfico el rango de edad de la población censada, a modo de control. Posteriormente, se realiza una consulta de configuración básica, donde los encuestados responden si cuentan con conexión a internet, teléfonos inteligentes y si acuerdan la instalación de cableado interno.

Consecutivamente, se emplea una escala de Likert (o método de evaluaciones sumarias), que son resultado de evaluar³ el acuerdo de cada participante con respecto a los reactivos del censo, utilizando para cada ítem una escala que incluye totalmente en desacuerdo; en desacuerdo; ni de acuerdo, ni en desacuerdo; de acuerdo; y totalmente de acuerdo con 15 indicadores correspondientes a las funciones domóticas aplicables dentro de las viviendas, a fin de determinar, por medio de un análisis binario, con cuáles de ellas los habitantes percibirían una mejora para su calidad de vida.

³Robbins y Heiberger (2011). Graficando Likert y otras escalas de calificación (Original: *Plotting Likert and Other Rating Scales*). Sección sobre Métodos de Encuestas para Investigación, Temple University, Philadelphia, PA. Disponible en: http://www.asasrms.org/Proceedings/y2011/Files/300784_64164.pdf

Por último, se realizan selecciones de función adicional, inherentes al estilo de vida de los habitantes, que exploran las posibilidades de configurar nativamente sensores de cierto tipo e integrar los recursos electrónicos preexistentes a un ambiente de tipo *IoT*, incluyendo los teléfonos móviles, fijos, televisores inteligentes, dispositivos de streaming, reproductores multimedios, videojuegos y ordenadores. A continuación, se detallan los resultados obtenidos en el estudio.

Ilustración 3-1. Rango de edad residente en AP KACUNA.



Fuente: tomada autores de este documento

Inicialmente, como método de control estadístico descriptivo no-correlacional, se estudió la distribución demográfica de la población beneficiada, entre los respondientes a la encuesta realizada. El (36 %) de la muestra se encuentra en el rango etario entre 35 y 45 años; junto con el (32%) del rango entre 25-35 años representan la mayoría de la muestra, distribuida en ambas pluralidades. Minoritariamente se encuentran en orden de frecuencia, el grupo de 45-55 años con

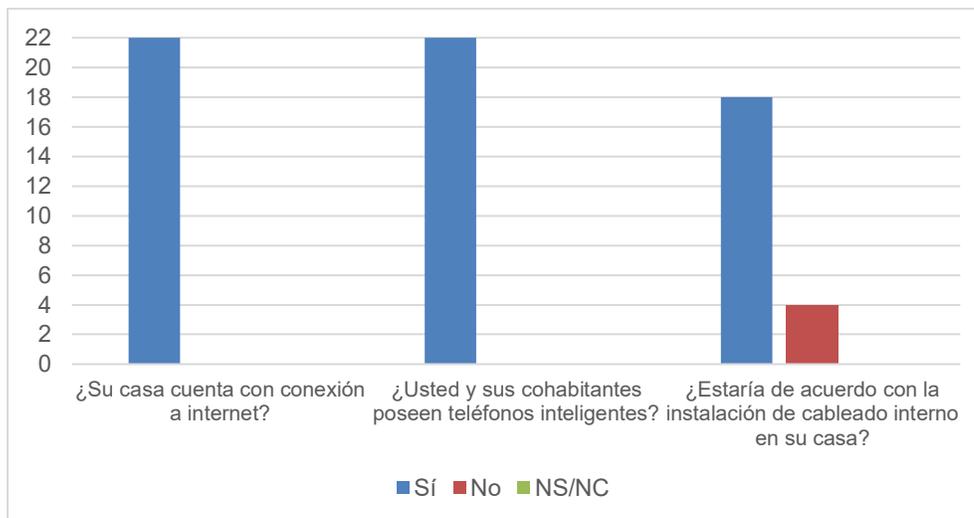
un (14%), el grupo de mayores de 55 años (con 9%) y los grupos entre 15-20 y 20-25 años con (5%) de la muestra cada uno. Por tanto, se considera como rango base para la adopción de la propuesta el parámetro ampliado entre 25 y 45 años de edad.

3.1.2. Caracterización tecnológica y afinidades de los residentes de AP KACUNA

Para garantizar el funcionamiento integrado de las redes domóticas, debe procurarse la existencia de una conexión a internet estable y el uso frecuente de teléfonos inteligentes, que tomarían la función de módulos para control de las utilidades instaladas. En ese sentido, la totalidad de la población censada cumple con estas especificaciones, dando paso a las posibilidades de implementar dichas tecnologías sin la necesidad expresa de inversiones extra particularmente dirigidas al pleno funcionamiento del sistema.

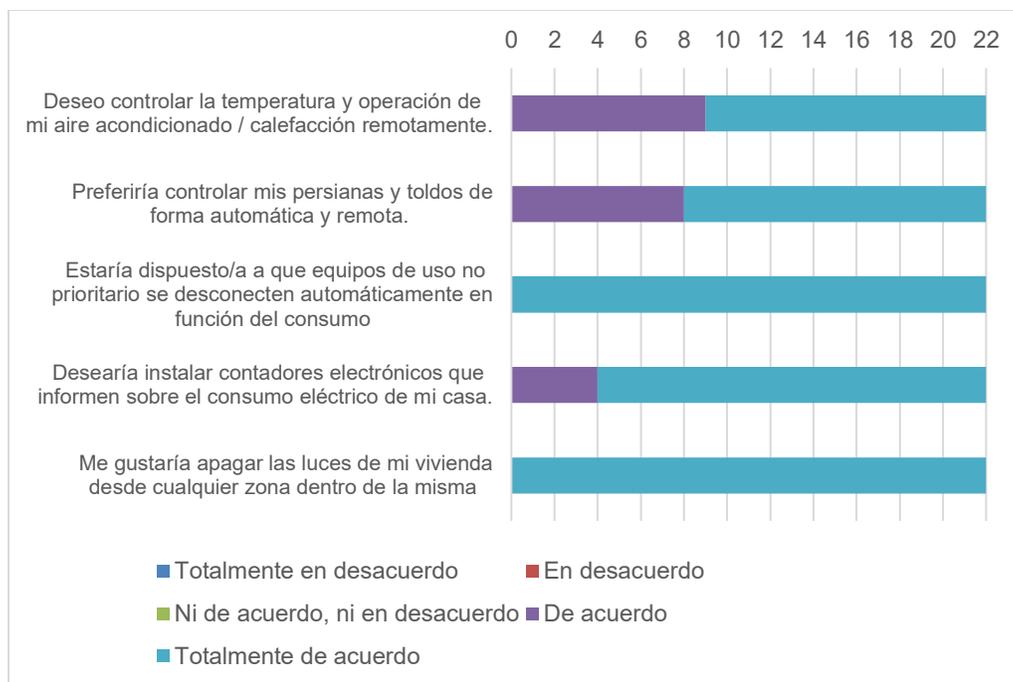
Por otro lado, resulta de amplia relevancia determinar si los habitantes de las residencias están de acuerdo con instalar cableado interno en sus hogares, lo que implica una inversión propia de la construcción civil para el armado de los paneles de control, sensores, el paso de tuberías con cables de poder y transmisión, entre otros. Para dichos fines, el (82%) entre los censados declara que estaría de acuerdo con que dicha implementación se efectúe en conjunto con una obra civil para ocultar el cableado adicional y hacer de la instalación domótica algo más discreto, mientras que el (18%) se manifestó en contra de la idea, dando paso a la posibilidad de instalaciones inalámbricas con igual utilidad, pero discernible en cuanto a costos.

Ilustración 3-2. Configuración básica de la red domótica



Fuente: tomada por autores de este documento

Ilustración 3-3. Funciones domóticas según valoración de escala Likert (parte I)



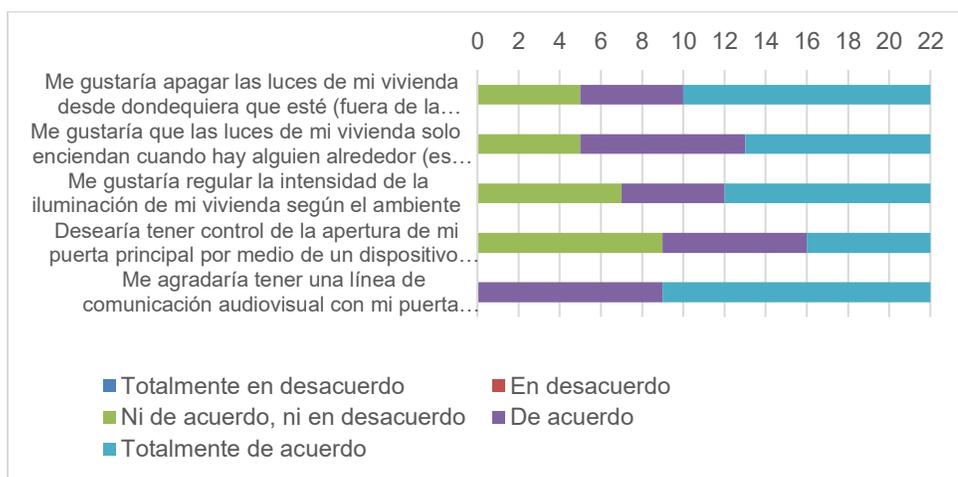
Fuente: tomada por autores de este documento

Los primeros 5 indicadores reactivos evalúan respectivamente la implementación de módulos de control de temperatura (aire acondicionado/calefacción), con un resultado predominantemente positivo, siendo el (41%) de respuestas “de acuerdo” y (59%), “totalmente de acuerdo”; los módulos para automatización de persianas cuentan con un (36%) de aceptación generalizada y (64%) de aceptación absoluta, resultando definitivamente a favor de su inclusión.

Para el caso del ítem sobre contadores electrónicos de consumo eléctrico, se obtuvo un (18%) de personas “de acuerdo” y un (82%) que están “totalmente de acuerdo”, garantizando su plena inclusión dentro de las proyecciones, y sirviendo como punto de partida para el

establecimiento de parámetros de rendimiento, tales como el retorno de la inversión respecto a las facturas de servicio eléctrico. En ese sentido, dos implementaciones clave obtuvieron el (100%) de aceptación absolutamente positiva, aquella donde los equipos de uso no prioritario se desconectan automáticamente en función de su consumo, y la instalación de equipos para poder apagar las luces de la vivienda desde cualquier zona dentro de la misma.

Ilustración 3-4. Funciones domóticas según valoración de escala Likert (parte II)



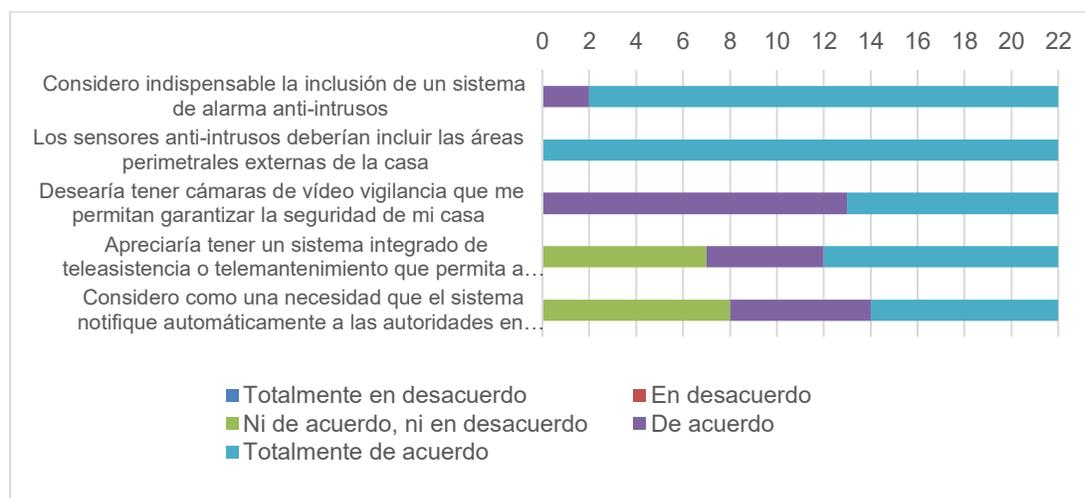
Fuente: tomada por autores de este documento

Posteriormente, los 5 indicadores siguientes del instrumento evalúan funciones de valor agregado en cuanto a iluminación y seguridad; estableciendo primeramente las posibilidades de apagar las luces de la vivienda desde cualquier sitio o dependiendo de si encuentra o no movimiento en la habitación. En ambas, se obtuvo un (23%) de respuestas neutrales y una pluralidad variable de aceptación absoluta, del (55%) y (41%), respectivamente; mientras que la aceptación general obtuvo el restante (23%) y (36%) para cada caso; generando así una respuesta predominantemente positiva respecto a las tecnologías. Aún dentro del apartado de iluminación, el siguiente reactivo abarcó el control de intensidad lumínica en función del ambiente (que,

naturalmente, también puede ser considerado como método para ahorro), y fue valorado con respuestas neutrales en un (32%), positivas en un (23%) y totalmente positivas en (45%).

El apartado de seguridad inicia con el control de apertura por medio de dispositivos móviles, que recibió un 41 % de respuestas neutrales y un 59 % de binomiales positivas (32%) de acuerdo y (27%) totalmente de acuerdo, entendiendo analíticamente su uso como algo opcional.

Ilustración 3-5. Funciones domóticas según valoración de escala Likert (parte III)



Fuente: tomada por autores de este documento

Ofreciendo continuidad al apartado de seguridad, la población censada considera indispensable la inclusión de un sistema anti-intrusos, estableciendo un acuerdo total del (91%) de la muestra y generalizado del (9%). Asimismo, de manera unánime la muestra afirma que dichos sensores deben incluir las áreas perimetrales de la vivienda. Con respecto a las cámaras de vigilancia, existen percepciones positivas generales (59%) y absolutas (41%), que favorecen la inclusión de las mismas en la red domótica.

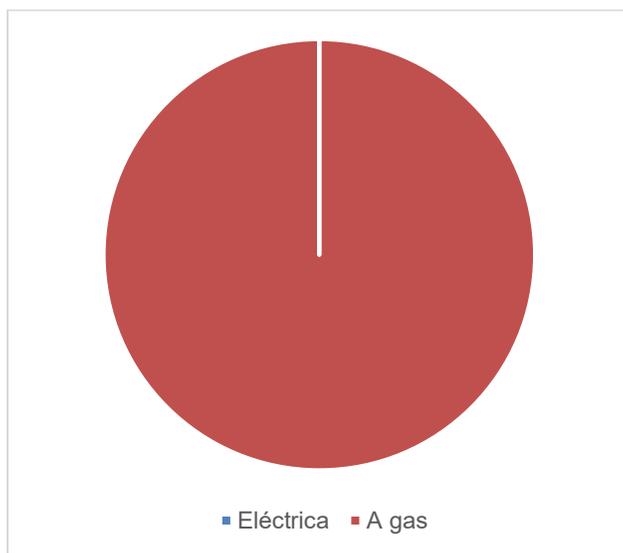
Al final de la sección, se consultó sobre la posibilidad de inclusión de sistemas de teleasistencia, obteniendo respuestas mixtas con una pluralidad hacia la percepción positiva; en

términos numéricos, un (36%) se mostró neutral, (23%) estuvo de acuerdo y (45%) completamente de acuerdo. Dicho resultado fue ratificado para las notificaciones automáticas a un centro de control y a las autoridades, cuando se considere necesario en caso de dispararse la alarma, obteniendo un (36%) de neutralidad, (27%) de acuerdo generalizado y (36%) de acuerdo absoluto.

3.1.3. Caracterización mobiliaria y distributiva viviendas AP KACUNA

Para las implementaciones en cocina, la consulta fue generada a partir de una selección simple respecto al tipo de instalación doméstica. La totalidad de la población encuestada respondió que su cocina utiliza gas natural como combustible, lo que habilita el uso de funciones de regulación y detección de fugas particular para cocinas de esta clase.

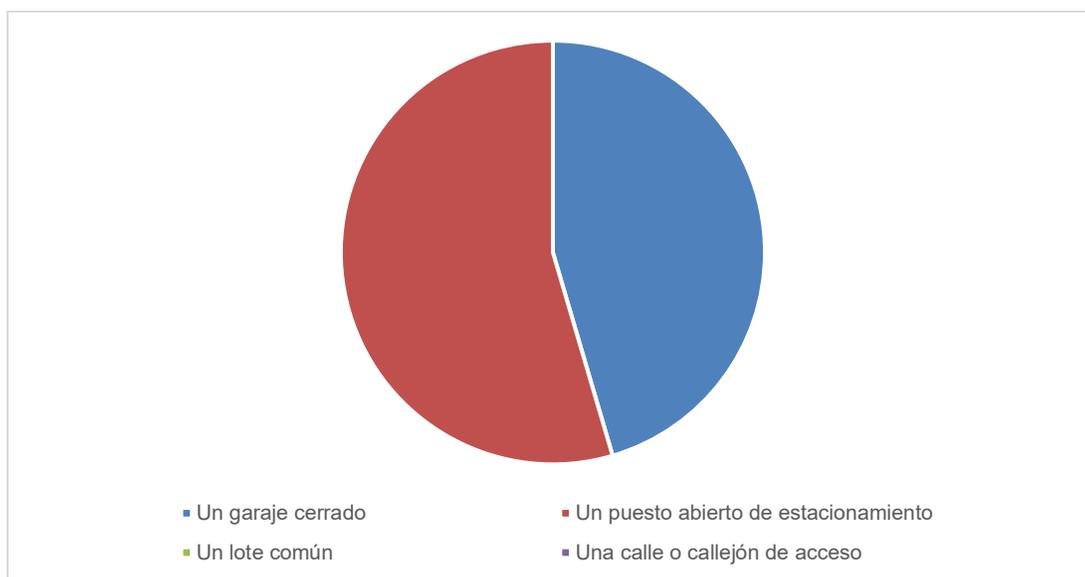
Ilustración 3-6. Implementación adicional: tipo de cocina.



Fuente: tomada por autores de este documento

Análogamente, se consultó sobre el tipo de estacionamiento de las residencias, obteniendo en un (55%) de los casos la variante de puesto abierto para los vehículos, y en un (44%) la presencia de garajes cerrados. Por tanto, el caso de los garajes cerrados deberá ser manejado con instalaciones propias para el control de emisiones del vehículo.

Ilustración 3-7. Implementación adicional: tipo de estacionamiento



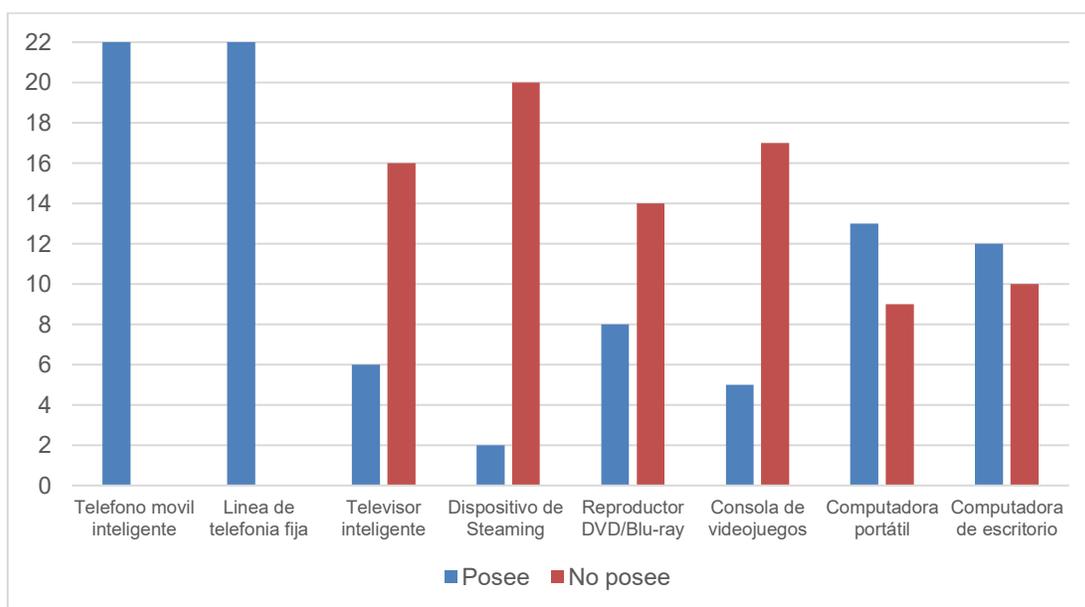
Fuente: tomada por autores de este documento

3.1.4. Caracterización de dispositivos en AP KACUNA con posible integración domótica

En el último apartado de la recolección de datos, se determinan los recursos existentes que pueden favorecer, pero no son propios de la instalación domótica. Para tal fin se consideró primeramente al teléfono móvil inteligente, que resultó ser común para todos los casos encuestados, al igual que las líneas de telefonía fija; pudiendo emplearse ambos para el aprovechamiento de las conexiones preexistentes con el exterior, y a modo de automatizar o permitir el acceso remoto a ciertas funciones domóticas de la vivienda.

Respecto a equipos multimedia, los televisores inteligentes solo fueron seleccionados en el (27%) de los casos, entendiendo que un (73%) de la población censada no cuenta con este tipo de electrónicos en su vivienda. Los reproductores DVD/Blu-ray resultaron ligeramente más comunes, con un (36%) de incidencia y (64%) de ausencia; y en contraposición, las consolas de videojuegos, con resultados positivos de (23%) y (77%) negativos, junto con los dispositivos de streaming, con (9%) y (91%) respectivamente, resultaron ser los menos comunes entre los recursos electrónicos de las viviendas.

Ilustración 3-8. Recursos electrónicos preexistentes



Fuente: tomada por autores de este documento

Los ordenadores, portátiles o de escritorio, forman parte de la mayoría de los hogares, obteniendo un 59-41 y 55-45 en resultados porcentuales, respectivamente, resultando en la apertura de ciertas posibilidades en cuanto a los métodos de control de las funciones domóticas

dentro del hogar, que pueden centralizarse sobre cierto módulo y posteriormente transferir la información en tiempo real a estos equipos.

3.1.5. Oferentes de sistemas domóticos en el departamento de La Guajira (Colombia)

Al conocer las necesidades del público objetivo para la implementación del proyecto domótico, y su opinión al respecto, puede determinarse objetivamente que el producto a brindar, en este caso, el emplazamiento de un sistema domótico, será bien recibido por el segmento de mercado que es objeto de la investigación. Partiendo de principios que potencien estrategias funcionales tanto para proveedores como para consumidores, es clave elegir, con base en las respuestas recolectadas, equipos y sistemas que brinden claras ventajas tanto funcionales como económicas a los potenciales compradores, analizando cuidadosamente cada una de sus necesidades y entendiéndolas como fundamento para los procesos de selección. Los habitantes de las residencias AP KACUNA, en el Municipio Riohacha, específicamente.

En el nicho de mercado de las soluciones domóticas, también publicitadas como “Hogares Inteligentes”, la región de La Guajira posee pocos proveedores activos de dichas tecnologías, especialmente en comparación con otros departamentos de Colombia, partiendo del hecho que las contadas empresas (pequeñas o medianas) como Sistel, cuentan con un catálogo de productos limitado, superditado a sus propios canales de distribución y la disponibilidad de sus expertos para las asesorías e instalaciones. Al contrastar dicha información sobre el segmento con un área demográfica más amplia, se evidencia un claro aumento en las alternativas empresariales, incluyendo algunos proveedores que realizan asesorías remotas y distribución de equipos a nivel nacional, como es el caso de LifeSmart, Domocol, GVS, Schallertech y Mainframe

Telecomunicaciones; si bien, por cuestiones logísticas y técnicas, pueden acarrear algunos costos adicionales al momento de instalar.

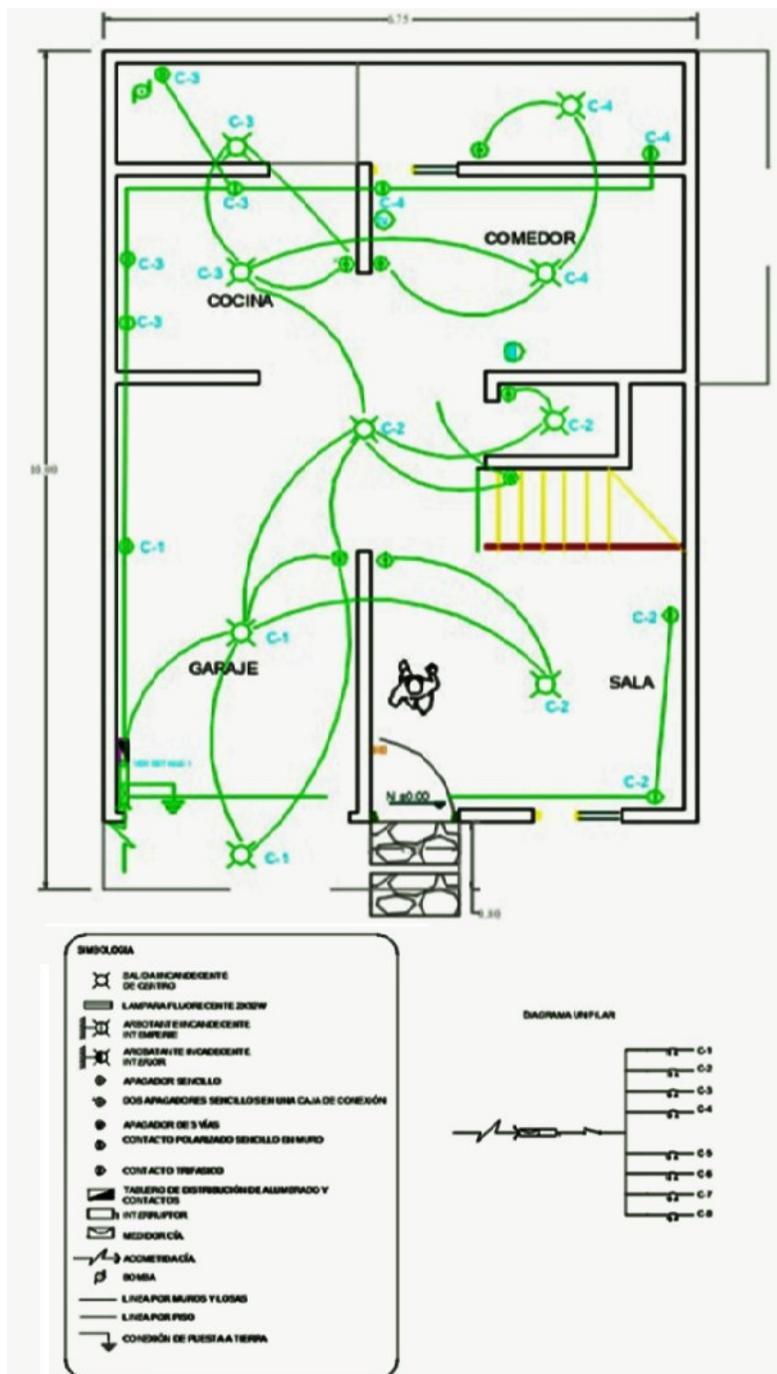
Por tanto, entendiendo que el mercado se encuentra en crecimiento, diversificado en cuanto a alternativas, pero no saturado, y con una demanda efectiva que ha sido personalizada para la población de estudio; pueden elaborarse estrategias que potencien la proyección de los sistemas domóticos dentro de las viviendas residenciales AP KACUNA, que hagan hincapié sobre lo innovador de dichas tecnologías, así como sus ventajas a nivel general, que van desde beneficios sobre el estilo de vida hasta ahorro, sostenibilidad y eficiencia energética.

3.2. Estudio de técnico

Para el desarrollo del estudio técnico de prefactibilidad para la integración de funciones domóticas en las residencias AP KACUNA, se solicitó un plano de la distribución espacial de las viviendas que incluyera una descripción de las conexiones de luminarias, tomacorrientes y switches como se muestra en la Ilustración 3-9.

A partir de aquí se realizó una serie revisiones, indagaciones, búsqueda de dispositivos, métodos, arquitecturas y condiciones que se deben tener en cuenta para la realización de un proyecto de sistemas domóticos en AP KACUNA.

Ilustración 3-9. Distribución eléctrica planta 1AP KACUNA, escala 1:50



Fuente: Adaptado de documentos del constructor de las residencias AP KACUNA.

3.2.1. Selección del tipo de hardware y software para el sistema domótico

A partir de lo anteriormente planteado, y empleando como referencia la habilidad eléctrica de las viviendas, se determinan los tipos de funciones, categorizadas respectivamente y ordenadas de acuerdo a su prioridad dentro de la implementación. Como protocolo para comunicación, se empleará Zigbee, por ser gratuito, de código abierto, alta escalabilidad y aceptación en el mercado, a la vez que para las interacciones en paneles de control (módulo central y sistema de seguridad) se emplea HomeAssistant y OpenHAB, ambos programas de código abierto compatibles con el protocolo mencionado y los equipos a procurar dentro de la instalación.

El hardware se diferenciará según el uso objetivo que se desee durante la instalación, permitiendo determinar la inversión de la casa inteligente a partir de las necesidades particulares de cada caso. Para tales fines, se diferencia la selección en grupos de: controladores base, funciones de ahorro, funciones de eficiencia, funciones de seguridad y funciones para entretenimiento, como se detalla en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1. Tipos de hardware

Base	Panel de control principal (HMI)		
	Enrutador tipo AC		
	Extensor de enrutador tipo Mesh		
	Controlador tipo puente		
Ahorro	Contador de consumo eléctrico	Seguridad	Módulo alarmas casa
	Bombillas inteligentes		Módulo alarmas garaje
	Tomacorrientes inteligentes		Módulo apertura garaje
	Módulo Hue Bridge		Control remoto garaje
Eficiencia	Sensores de movimiento		Cerradura inteligente
	Sensores de proximidad		Módulo keyfob
	Sensores de humo		Módulo ojo de pez

	Sensores de gases orgánicos		PLC seguridad en puerta
	Sensores de acceso		Alarmas de seguridad
	Fotoceldas		Cámara externa seguridad
	Termostatos		Cámara tipo floodlight
	Módulo control de ventilación	Entretenimiento	Teatro casero
	Control remoto ventilación		
	Válvula digital reguladora gas c/control fugas		Hub Amazon Echo
	Módulo control de persianas		

Fuente: tomada por autores de este documento

Los controladores base, incluyen:

1	Panel de control principal
2	Enrutador tipo AC que regula la conexión inalámbrica que contiene al protocolo
2	Extensores tipo mesh, para llevar una señal fuerte de la conexión inalámbrica principal a cualquier rincón de la vivienda;
1	Controladores tipo puente, que organizan las conexiones físicas entre las plantas alta y baja de la vivienda.

Para maximizar la cuota de ahorro energético, se tiene en cuenta la instalación de:

1	Contador de consumo eléctrico (KWh), para monitorear efectivamente el consumo del hogar;
15	bombillas inteligentes GE Wink, con 1 módulo WinkHub 2, para controlar la iluminación en función del ambiente y del consumo promedio de la vivienda;
6	tomacorrientes inteligentes que funcionarían como módulos de apagado remoto y para monitorear la eficiencia energética

El apartado de eficiencia, por su parte, tiene como finalidad integrar los esfuerzos de ahorro con la rutina de los habitantes, procurando a la vez garantizar seguridad en todos los espacios, comprendiendo:

4	sensores de movimiento
2	sensores de proximidad
2	sensores de acceso
8	sensores de interacción
3	sensores de humo
1	sensor de gases orgánicos
1	regulador de gas natural con control de fugas
2	fotoceldas para iluminación externa
2	termostatos inteligentes, uno en cada planta (caso A/A central)
4	módulos y remotos para ventilación
5	módulos y remotos de persianas

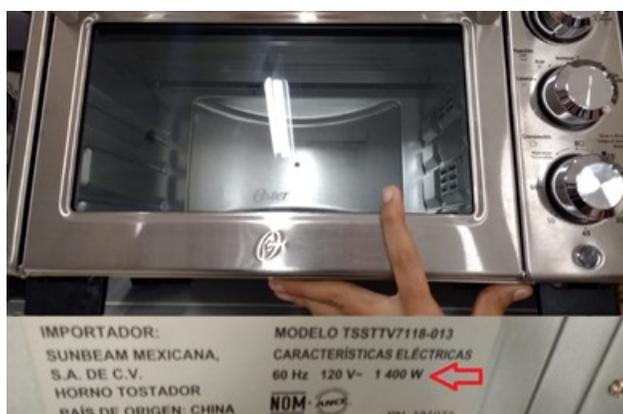
Posteriormente, el equipamiento de seguridad se conforma por:

1	alarmas domésticas
1	alarma para garaje
1	módulo electrónico para apertura del garaje con remoto
1	cerradura inteligente tipo PIN/NFC/Llave de emergencia
1	módulo keyfob
1	módulo ojo de pez
1	PLC de seguridad en puerta, permite controlar el acceso con toda la información de seguridad integrada sobre la pantalla
1	alarma centralizada
1	controlador remoto de bajo voltaje, para garantizar la operación del PLC en puerta
1	reproductor/grabador de video
1	cámaras de seguridad perimetrales
1	cámara floodlight perimetral
1	teatro casero o sistema de sonido
1	hub Amazon Echo que funcionen como controladores

3.2.2. Establecer el consumo energético de las viviendas

Mediante un levantamiento de información realizado en las viviendas de AP KACUNA, se determinaron los electrodomésticos más habituales (al menos se repetían 2 veces entre todas las viviendas), su frecuencia promedio de uso semanal o diaria y el tiempo en horas por cada uso.

Ilustración 3-10. Horno tostador estándar



Fuente: tomada por autores de este documento

Además, se estimó la potencia los electrodomésticos por inspección de su placa característica (placa de datos) o comparación con artículos comerciales similares como se muestra en la Ilustración 3-10 cuando no era posible ingresar a las viviendas bajo estudio o la información se había borrado del electrodoméstico. Toda esta información se utilizó para organizar el cuadro de cargas de la Tabla 3-2, en el que se estimó el consumo mensual en kWh de cada electrodoméstico y su representación porcentual aproximada en el total del consumo de las viviendas.

Tabla 3-2. Cuadro de carga promedio viviendas AP KACUNA

Electrodoméstico	Potencia (W)	Uso diario (veces)	Uso semanal (veces)	Tiempo de uso (h)	Uso mensual (h)	Energía consumida estimada (kWh)	Consumo mensual (%)
2 x Aires acondicionado Habitaciones	2700	1	7	12	336	907,2	79,32%
Neverano inverter	400	1	0	12	360	144	12,59%
11 luces	330	1	0	3	90	29,7	2,60%
Abanico hab. 1	66	1	0	8	240	15,84	1,38%
DVR/Cámaras	20	1	0	24	720	14,4	1,26%
Televisor sala	97	1	0	2	60	5,82	0,51%
Lavadora	1078	0	1	1,33	5,33	5,75	0,50%
Abanico hab. 2	35	0	5	8	160	5,6	0,49%
Laptop	17	1	0	8	240	4,08	0,36%
Laptop persona 1	45	0	5	4	80	3,6	0,31%
Televisor hab. 1	75	0	5	2	40	3	0,26%
Modem Internet	3,5	1	0	24	720	2,52	0,22%
Licuada	290	2	0	0,03	2	0,58	0,05%
Cargador Celular 1	8	1	0	2,4	72	0,58	0,05%
Cargador Celular 2	8	1	0	1,6	48	0,38	0,03%
Moto eléctrica	4,7	0	4	5	80	0,38	0,03%
Horno Tostador	1400	0	3	0,02	0,2	0,28	0,02%
Filtro de Agua	10	1	0	0,07	2	0,02	0,00%
TOTAL						1143,73	

Fuente: mediciones tomadas por los autores

Lo que se observa es que el conjunto de aires acondicionados y la nevera representan el (90%) del total de kWh estimados al mes, y esto se debe a tres factores importantes, el primero es su elevado tiempo de uso, le sigue su elevada potencia de operación, y además son de los electrodomésticos que habitualmente se les da un mal uso como dejarlos encendidos sin usuario que se beneficie, dejar la puerta abierta, ventanas abiertas. Además, hay que tener en cuenta que ambos electrodomésticos funcionan con ciclos de operación de apagado y encendido no son inverter lo cual genera picos de potencia al inicio de cada arranque del sistema.

3.2.3. Arquitectura del sistema domótico ajustado a las viviendas

Debido al tamaño de la instalación domótica, y con un fin intrínseco de mantener las operaciones tan simplificadas como sea posible, se seleccionó una instalación de arquitectura centralizada, donde, por medio de puertas de enlace en el estándar IEEE 802.11 o de la señal propia del controlador domótico, enmarcada en el sistema Zigbee y el protocolo IEEE 802.15.4, los sensores envían parámetros o instrucciones (descriptivas o binarias) que el controlador interpreta, antes de enviar una señal directa al actuador.

Ilustración 3-11. Arquitectura centralizada general de la instalación



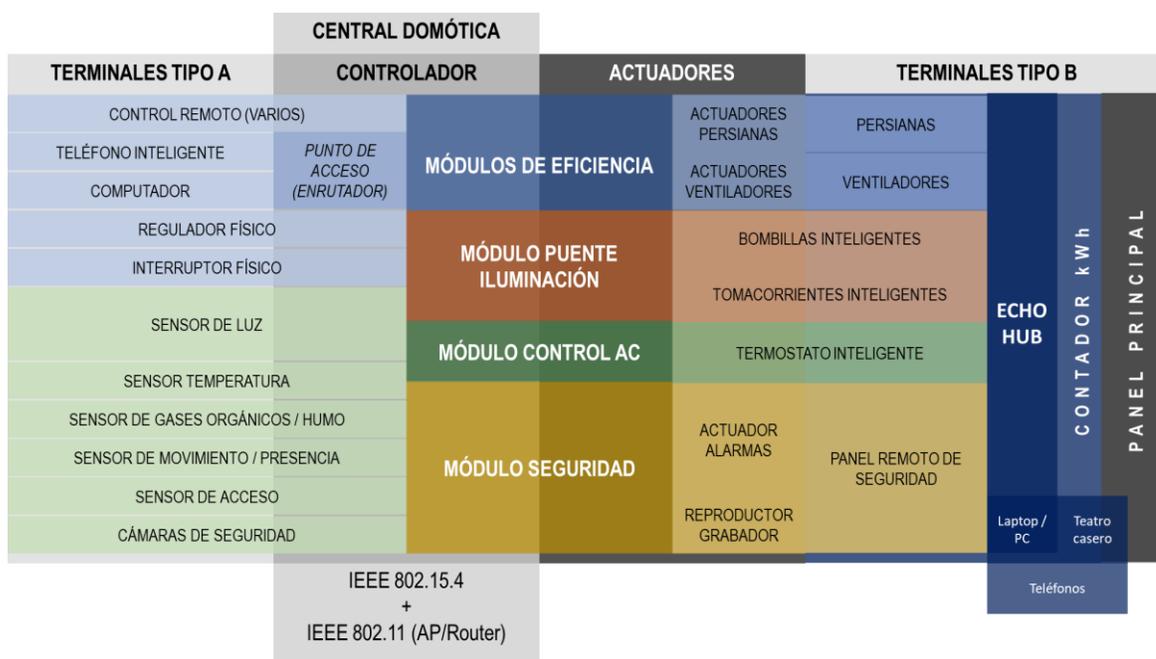
Fuente: tomada por autores de este documento

Es importante resaltar que algunas de las instalaciones terminales poseen actuadores y controles independientes, como es el caso de bombillas, tomacorrientes o termostatos. A modo de ilustrar eficientemente la interacción entre los sistemas, se muestra el siguiente diagrama, que diferencia la mayoría de elementos y su disposición dentro del sistema.

Para efectos de arquitectura, se entienden como terminales tipo “A” aquellos que envían directamente la información a los respectivos módulos del controlador general, a través de cualquiera de los estándares de comunicación. El controlador recibe inmediatamente dicha información y reenvía una acción directa hacia los actuadores físicos en cada una de las funciones

domóticas especificadas, con la excepción de las cámaras IP, que envían su información al VCR y posteriormente al panel remoto de seguridad.

Ilustración 3-12. Arquitectura específica de la instalación



Fuente: Tabla realizada por autores

Como terminales tipo “B” se entienden aquellos que interactúan directamente con los individuos en la instalación domótica, como lo son las persianas, ventiladores, equipos inteligentes, el Echo Hub, los dispositivos de entretenimiento y movilidad, y el panel principal. Para garantizar que el objetivo esencial de la instalación domótica se encuentra en reducir el

consumo eléctrico, se emplea un contador que agrupa el gasto general de la vivienda y de los emplazamientos adicionales.

En ese sentido, la tabla a continuación detalla el potencial de ahorro de la instalación domótica, basándose en 4 categorías fundamentales, de acuerdo con lo previamente detallado; iluminación, eficiencia, seguridad y climatización (abreviado HVAC):

Tabla 3-3. Tipos Potencial de ahorro proyectado para la instalación domótica

	Unidades	Actual (kWh)	
		Consumo	Total
Ahorro	11	10,22	112,5
Eficiencia	6	11,67	72,03
Seguridad	21	0,98	52
HVAC	1	907,2	907,2
			1143,73

Fuente: Realizada por autores de este documento

Llevando a cabo efectivamente la instalación domótica, la reducción de consumo eléctrico llegaría hasta el 19%, reflejando dicho valor también en la facturación eléctrica promedio, que podría bajar desde un 23% hasta un 31%, dependiendo del consumo máximo nominal proyectado.

3.2.4. Comunicación

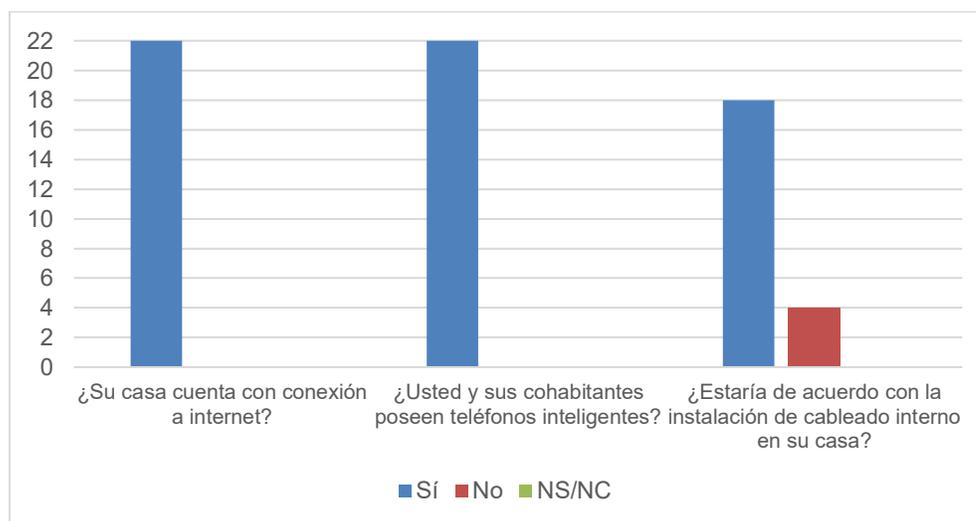
“La Domótica tiene una característica principalmente, que es la integración de sistemas, por eso hay nodos que interconectan la red domótica con diferentes componentes, video telefónico, como la red telefónica, etc. Como nueva ciencia, redes domóticas están preparadas para la

conexión a servicios como por ejemplo la compra vía de internet, servicios avanzados de telefonía, TV por satélite, etc. (Domótica Solución Integrales, 1999, p. 27). La Domótica Integra, grupo de sistemas capaz de automatización un domicilio, brindando servicios de gestionar energético, bienestar, seguridad y comunicaciones, pueden estar compuestos por medios de redes internas y exteriores de comunicaciones, inalámbricas o cableadas, cuyo control disfruta de cierta audiencia, desde dentro y fuera del domicilio.” (SiegeniaComfort, 2017, p. 68).

Para garantizar el funcionamiento integrado de las redes domóticas, debe procurarse la existencia de una conexión a internet estable y el uso frecuente de teléfonos inteligentes, que tomarían la función de módulos para control de las utilidades instaladas. En ese sentido, la totalidad de la población censada cumple con estas especificaciones, dando paso a las posibilidades de implementar dichas tecnologías sin la necesidad expresa de inversiones extra particularmente dirigidas al pleno funcionamiento del sistema.

Por otro lado, resulta de amplia relevancia determinar si los habitantes de las residencias están de acuerdo con instalar cableado interno en sus hogares, lo que implica una inversión propia de la construcción civil para el armado de los paneles de control, sensores, el paso de tuberías con cables de poder y transmisión, entre otros. Para dichos fines, el 82 % entre los censados declara que estaría de acuerdo con que dicha implementación se efectúe en conjunto con una obra civil para ocultar el cableado adicional y hacer de la instalación domótica algo más discreto, mientras que el 18 % se manifestó en contra de la idea, dando paso a la posibilidad de instalaciones inalámbricas con igual utilidad, pero discernible en cuanto a costos.

Ilustración 3-13. Condiciones de comunicación en las viviendas AP KACUNA



Fuente: Realizada por autores de este documento

3.3. Estudio de financiero

La instalación domótica incluye un proceso dedicado de procura especializada que incluye varias categorías, y que debe llevar consigo los costos de instalación y configuración, que no superan el 6% del costo total de la vivienda Realizando consultas de precios en ferreterías, cadenas distribuidoras materiales locales y búsquedas por internet.

Tabla 3 4. Costos unitarios y cantidades para domótica básica

Categoría	Producto	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Eléctrico	Cable 12	110	mts	\$ 0.18	\$ 19.80
	Tomacorrientes	2	Und.	\$ 3.50	\$ 7.00
Civil	Cajón metálico 6x6	1	Und.	\$ 25.00	\$ 25.00
	Tubería cuadrada p/cables	85	mts	\$ 0.12	\$ 10.20
Software	Home Assistant	1	Lic.	\$ 52.23	\$ 52.23
	Open HAB	1	Lic.	\$ 48.69	\$ 48.69
	Zigbee	1	Lic.	\$ 50.26	\$ 50.26
Hardware base	Panel de control principal (HMI)	1	Und.	\$ 250.00	\$ 250.00
	Enrutador tipo AC	1	Und.	\$ 55.00	\$ 55.00
	Extensor de enrutador Mesh	2	Und.	\$ 35.00	\$ 70.00
	Controlador tipo puente	2	Und.	\$ 21.50	\$ 43.00
Ahorro (Iluminación)	Contador de consumo eléctrico	1	Und.	\$ 79.00	\$ 79.00
	Bombillas inteligentes	15	Und.	\$ 15.00	\$ 225.00
	Toma corrientes inteligentes	6	Und.	\$ 18.00	\$ 108.00
	Módulo WinkHub 2	1	Und.	\$ 99.00	\$ 99.00
Eficiencia	Sensores de movimiento	4	Und.	\$ 39.00	\$ 156.00
	Sensores de proximidad	2	Und.	\$ 35.00	\$ 70.00
	Sensores de humo	3	Und.	\$ 30.00	\$ 90.00
	Sensores de gases orgánicos	1	Und.	\$ 45.00	\$ 45.00
	Sensores de acceso	2	Und.	\$ 29.00	\$ 58.00
	Fotoceldas	2	Und.	\$ 7.00	\$ 14.00
	Termostatos	2	Und.	\$ 41.00	\$ 82.00
	Módulo control de ventilación	4	Und.	\$ 14.00	\$ 56.00
	Control remoto ventilación	4	Und.	\$ 8.00	\$ 32.00
	Válvula digital reguladora gas	1	Und.	\$ 68.00	\$ 68.00
	Módulo control de persianas	5	Und.	\$ 45.00	\$ 225.00
Seguridad	Módulo alarmas casa	2	Und.	\$ 26.00	\$ 52.00
	Módulo alarmas garaje	1	Und.	\$ 38.00	\$ 38.00
	Módulo apertura a garaje	1	Und.	\$ 45.00	\$ 45.00
	Control remoto garaje	1	Und.	\$ 6.00	\$ 6.00
	Cerradura Smart PIN/NFC/Llave	1	Und.	\$ 95.00	\$ 95.00
	Módulo keyfob	1	Und.	\$ 58.00	\$ 58.00

	Módulo ojo de pez	1	Und.	\$ 85.00	\$ 85.00
	PLC seguridad en puerta	1	Und.	\$ 220.00	\$ 220.00
	Alarmas de seguridad	1	Und.	\$ 39.00	\$ 39.00
	Controladores remotos	1	Und.	\$ 13.00	\$ 13.00
	Cámara externa seguridad	3	Und.	\$ 75.00	\$ 225.00
	Cámara tipo floodlight	1	Und.	\$ 199.00	\$ 199.00
Entretenimie nto	Teatro casero	1	Und.	\$ 179.00	\$ 179.00
	Hub Amazon Echo	2	Und.	\$ 99.00	\$ 198.00
TOTAL, USD					\$3,490.18
TOTAL, COP					\$13.611.102

Fuente: tabla realizada por los autores de este documento

Se completó cuadro de precios promedio. Además, estimando las cantidades de materiales para un sistema domótico que incluyera aspectos como: 1. ahorro (iluminación), 2. Eficiencia, 3. Seguridad, y 4. Entretenimiento, considerando elementos implícitos como elementos eléctricos, obras civiles, software y hardware base, como se ve en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se llegó a un cuadro de costos unitarios y totales por elementos.

Considerando que todo el sistema trabajaría basado en las instalaciones preexistentes, especialmente aquellas detalladas en los anexos B y C de la investigación, la inversión calculada en USD por razones de consistencia y convertida a COP para su fácil entendimiento tendría un costo inicial estimado de COP 12.855.150,00; aumentando la valoración de mercado del inmueble hasta en un 20% y ofreciendo oportunidades de rentabilidad a largo plazo que justifican su aplicación eventual.

Instalaciones reducidas, como aquellas de base, ahorro y eficiencia minimizan la inversión inicial en un amplio porcentaje, manteniendo hasta cierto punto la posibilidad de ahorro. En este caso, el total en USD es de 1.887,00 y en COP 7.264.950,00 Dicho costo si se le incluyen los módulos de entretenimiento, asciende hasta USD 2.264,00 COP \$8.716.400,00 pudiendo ser completamente factible para su implementación.

Para la rentabilidad, el retorno de la inversión se calcula únicamente con base en el ahorro energético ajustado al valor presente, los costos totales de la inversión, el porcentaje de subsidio y el consumo nominal mensual (de base ponderable 12h), según lo especificado a continuación, y válido para los tres tipos de paquetes domóticos, como se muestra en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4. Estudio sobre el retorno de la inversión. Bases de cálculo:

Inversión Inicial		
Instalación completa	\$	3,339.00
Base + Ahorro + Eficiencia	\$	1,887.00
Base + Ahorro + Eficiencia + Entretenimiento	\$	2,264.00
Bases retorno de inversión		
Costo kWh (USD)	\$	0.14
Subsidio		15%
Consumo kW Instalación completa	Actual	190.60
	Proyectado	154.80
Consumo kW Instalación B+A+E	Actual	181.30
	Proyectado	145.70
Consumo kW Instalación B+A+E+E	Actual	184.30
	Proyectado	148.80

Fuente: tomada por autores de este documento

En ese sentido, se calcula un costo actual de la energía, y sin tener en cuenta el aumento de valor del inmueble, se calcula el retorno de la inversión para una base de 10 años, si bien la instalación podría tener una vigencia de hasta 30 años (sobre dicho punto, todos los retornos habrán alcanzado su valoración máxima). Para efectos de la Tabla, se entiende ROI como retorno de la inversión, C.A.E. como Costo Actual de la Energía, C.P.E. es Costo Proyectado de la Energía y C.M.E. Costo Mínimo de la Energía.

Basado en lo que se plantea anteriormente, puede afirmarse que la selección de la instalación dependerá de las necesidades particulares de cada vivienda, estableciendo una especial preferencia sobre la instalación completa, puesto que incluye importantes subestructuras de seguridad que maximizarían la calidad de vida de los cohabitantes del conjunto residencial; si bien las implementaciones reducidas también ofrecerían un significativo aumento del nivel de confort en la vivienda así como su valoración en el mercado, y permiten la completa escalabilidad del sistema, pudiendo realizar mejoras progresivas al proceso, sin restringir su funcionalidad general.

Tabla 3-5. Proyecciones para retorno de la inversión R.O.I.

Proyecciones ROI					
Inst. completa		B+A+E		B+A+E+E	
C.A.E.	\$26.68	C.A.E.	\$25.38	C.A.E.	\$25.80
C.P.E.	\$21.67	C.P.E.	\$20.40	C.P.E.	\$20.83
C.M.E.	\$18.42	C.M.E.	\$17.34	C.M.E.	\$17.71
Mensual	Anual	Mensual	Anual	Mensual	Anual
\$8.26	\$99.15	\$8.04	\$96.52	\$8.09	\$97.14
\$8.54	\$102.43	\$8.31	\$99.71	\$8.36	\$100.34
\$8.82	\$105.81	\$8.58	\$103.00	\$8.64	\$103.65
\$9.11	\$109.30	\$8.87	\$106.40	\$8.92	\$107.08
\$9.41	\$112.90	\$9.16	\$109.91	\$9.22	\$110.61
\$9.72	\$116.63	\$9.46	\$113.54	\$9.52	\$114.26
\$10.04	\$120.48	\$9.77	\$117.28	\$9.84	\$118.03
\$10.37	\$124.45	\$10.10	\$121.15	\$10.16	\$121.92
\$10.71	\$128.56	\$10.43	\$125.15	\$10.50	\$125.95
\$11.07	\$132.80	\$10.77	\$129.28	\$10.84	\$130.10
	\$1,152.52		\$1,121.95		\$1,129.08
	35%		59%		50%

4. Fuente: tomada por autores de este documento

3.4.1 Estudio de administrativo

Aplicando efectivamente lo esquematizado previamente, se entienden tres necesidades a nivel administrativo para la correcta implementación del hogar domótico; en primer lugar, la capacitación técnica del personal que realice las instalaciones es clave para operar de forma adecuada, pudiendo enmarcarse dentro de un plan específico al momento de gestionar el proyecto como un plan de acción; en segundo lugar, el pleno cumplimiento de la legislación vigente y finalmente, el compromiso de contar con los recursos necesarios inherentes a la logística de la implementación (p.e.: instrumentación, transporte de personal y equipos...).

En América Latina, a la fecha de presentación del documento, no existen disposiciones legales específicas que puedan considerarse como bases para las viviendas domóticas, por tanto, en cuanto a reglamentos nacionales, es únicamente necesario reunir condiciones esenciales para asegurar el funcionamiento, la seguridad y habitabilidad del hogar. Ahora bien, existen estándares de ámbito internacional que hacen parte como garantías profesionales del trabajo realizado, como es el caso del Reglamento Electrotécnico para Bajar la Tensión (Comisión Europea 2006/95/CE), Norma UNE-EN 50090 para Sistemas Electrónicos de Viviendas y Edificios, Norma UNE-EN 50491 para Sistemas de Automatización y Control de Edificios, entre otras, cuyo objeto contempla la correcta aplicación del control de sistemas de comunicación abiertos para dispositivos electrónicos domóticos, su disposición y combinación.

3.4.2 *Ámbito legal*

En Colombia aún no existen normas definen claramente el concepto de sistemas inteligentes o de domótica (Baguera, 2020, p.93), ni definiciones relacionadas. Aunque, motivado por el programa Colombia Inteligente del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, a través del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación

(ICONTEC) se ha estado revisando algunas normas y reglamentos internacionales ya vigentes en otros países, con el fin de adaptarlas al contexto nacional. Sin embargo, se mencionan las normas vigentes para las instalaciones eléctricas, además de las disposiciones legales.

Tabla 3-6. Normas o leyes nacionales relacionadas con domótica

Normas/Disposiciones	Descripción
Técnicas de ensayo y de medida de la calidad de suministro.	Esta norma se encuentra en proceso de consulta pública, entre el 15 de septiembre y el 15 de noviembre de 2012
NTC- IEC- 61000-4-30	"define el método de medición, la precisión y la agregación de tiempo a la veracidad de los parámetros de calidad de potencia en 3 clases de rendimiento para obtener resultados repetibles y comparables. Además, la IEC 62586-1 define los requisitos de EMC, seguridad y medio ambiente para analizadores de calidad de energía en diferentes condiciones de instalación y el IEC 62586-2 define el requisito de prueba e incertidumbre para cumplir con IEC 61000-4-30 clase A." ⁴
Decreto 2746: ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, es el organismo nacional de normalización de Colombia.	Conocido como "Nuevo Estatuto de Normas y Calidades". En este decreto se reconoció a ICONTEC como Organismo Nacional de Normalización (ONN). ⁵
Ley 1341 de 2009. Políticas públicas sector de las TIC.	Se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC establece que, en desarrollo de los principios de intervención contenidos en la Constitución Política, el Estado intervendrá en el sector las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, entre otros ⁶

⁴ Tomado de: <https://www.elspec-ltd.com/conociendo-la-norma-iec-61000-4-30-clase-a/?lang=es>

⁵ <https://www.icontec.org/nuestra-historia/>

⁶ <https://www.crcom.gov.co/es/pagina/funciones-y-deberes-de-la-crc>

Ley 142 de 1994 complementado con Artículo 19, Ley 1341 de 2009: Comisión de regulación de comunicaciones (CRC)	Entidad orientada a promover la competencia y la inversión mediante la construcción de mercados competitivos en el sector de TIC, con el objetivo de generar condiciones que permitan que la población tenga acceso a la sociedad de la información y se apropie de sus beneficios.
RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público) (Ministerio de Minas y Energía, 2012) y la norma RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) (Ministerio de Minas y Energía, 2012). Modelo OSI: (Open System Interconnection) Modelo de referencia de interconexión de Sistemas Abiertos creado por	Marco normativo para el desarrollo de las funciones domóticas. Modelo OSI: Norma ISO universal para protocolos de comunicación y dividiendo las tareas de la red en siete niveles. RETIE: establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.
RETIQ: El Reglamento Técnico de Etiquetado	Tiene por objeto establecer medidas tendientes a fomentar el Uso Racional y Eficiente de la Energía – URE en equipos que usan Energía Eléctrica y Gas Combustible, mediante el uso de etiquetas informativas que permitan reducir o eliminar la inducción a error en los consumidores.

Fuente: tomada por autores de este documento.

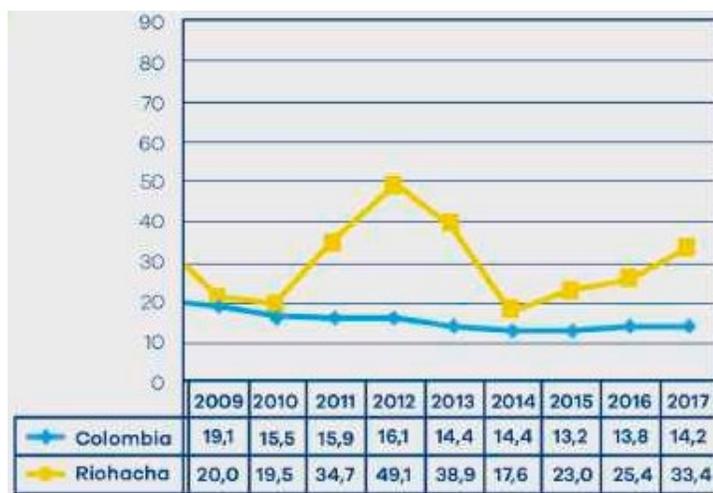
3.4.3 Ámbito ambiental

Hoy en día para lograr desarrollar cualquier proyecto de aspecto tecnológico se hace necesario hacerlo sostenible en lo ambiental, para contribuir a afrontar los desafíos de nuestra sociedad. De acuerdo con la Alcaldía de Riohacha (2018), la calidad del aire en el Distrito de Riohacha, según fuentes registradas por la autoridad ambiental, no se ve alterada, de acuerdo con los límites máximos permisibles de concentración de promedio anual de PM10⁷. Sin embargo,

⁷PM10: partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10 µm (1 micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro)

como se observa en la Ilustración, la tasa de mortalidad por Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), entre los años 2009 y 2017, en Riohacha se encuentran por encima del promedio nacional.

Ilustración 3-14. Tasa de mortalidad por IRA en Riohacha de 2006 a 2017



Fuente: DANE, 2018

Por lo tanto, teniendo en cuenta las obras civiles que se deban realizar para la instalación del sistema domótico, se debe establecer un plan de manejo de partículas contaminantes resultante del escombros retirado, el polvo levantado por los vehículos de la carga y el personal técnico.

La Ley 1549 de 2012 resalta la necesidad de articular los esfuerzos de todas las entidades a través de los Comités Municipales Técnicos Interinstitucional de Educación Ambiental (Cidea municipal), para formular e implementar el Plan de Educación Ambiental del municipio. Cabe destacar que Corpoguajira, mediante Contrato de Consultoría No. 061 de 2018, formuló el Plan Distrital de Educación Ambiental, al cual se puede vincular el proyecto para socializar sus impactos en la comunidad y darles un adecuado manejo a los residuos. En América del Sur, Lebreton (2017) estimó que en el 2015 hubo una entrada anual de 38.900 toneladas/años de

plásticos provenientes del río Amazonas, el río más grande del mundo por descarga de agua, con afluentes en Perú, Colombia, Ecuador y Brasil. Y en particular pronosticó una contribución significativa del río Magdalena en Colombia con 16.700 toneladas/año que ingresaron al Golfo de México por el mar Caribe al que también llega el Rio Ranchería que nace en la Sierra Nevada de Santa Marta, y desemboca en el mar Caribe. Eso ubica a Colombia en el puesto 7 (río Amazonas, puesto compartido) y puesto 16 (río Magdalena) de las regiones con los ríos más contaminantes de los océanos en el mundo. Por este motivo los residuos plásticos derivados de la planeación o ejecución del proyecto se les debe dar algún manejo amigable con el medio ambiente, como reciclar o reutilizar.

3.4.4Ámbito organizacional

Se trata de verificar la existencia de empresas del sector eléctrico o tecnologías que tengan la capacidad de ejecutar un proyecto de sistemas domóticos. Uno de los autores es socio de la empresa “Servicios Electromecánicos Industriales”, ver Ilustración 3-15.

Ilustración 3-15. Potencial empresa prestadora de servicios domóticos



Fuente: tomada por autores de este documento

La misión de la empresa SEMI es “ofrecer soluciones integrales en el área electromecánica cubriendo todas las especialidades que proyectos de índole comercial, habitacional, industrial e institucional puedan requerir”.

Portafolio de servicios generales está distribuido así:

Sistemas Eléctricos

- Suministro e instalación de transformadores de potencia.
- Acometidas principales y secundarias.
- Suministro en instalación de ducto barra.
- Instalación de paneles de medidores y tableros de potencia.
- Sistemas de puesta a tierra y pararrayos.
- Sistemas fotovoltaicos.
- Sistema de tomacorrientes y tomacorrientes especiales.
- Sistema de respaldo de emergencia (generadores y ups).
- Sistemas de iluminación general y de emergencia.
- Sistemas de control general (control de iluminación, aire acondicionado y bms).

Sistemas Mecánicos

- Moto generadores reparaciones y instalaciones

- Mantenimientos preventivos y correctivos

3.4.5 Ámbito social

¿Cuáles son las características de los grupos sociales que tiene que ver con el proyecto en forma directa o indirecta?, la población del conjunto residencial AP KACUNA, son personas de clase trabajadora, que componen un núcleo familiar en su mayoría por hombres y mujeres que laboran en el sector minero o comercial. ¿Cuáles son las expectativas de la población con respecto a su desarrollo social y económico?, en referencia a esta interrogante, los usuarios les gusta la calidad de vida y apuestan por la tecnología dentro su comunidad. ¿Afecta el proyecto intereses de la población o grupos sociales relacionados?, este proyecto, busca mejorar la calidad de vida de los residentes de AP KACUNA, al instalar las funciones domóticas en sus hogares según sea su presupuesto. Por lo tanto, no afecta ningún interés de la población en estudio ni de los alrededores. ¿Cuáles son las expectativas de la población con relación al proyecto? Al realizar la encuesta la gran mayoría de habitantes se mostró interesado en conocer las funciones domóticas y algunos expusieron interés por instalar esta tecnología en sus hogares. ¿Requiere el proyecto algún tipo de participación de la población? El presente estudio de prefactibilidad para instalar funciones domóticas en las residencias AP KACUNA, solo se requiere que proporcionen información anónima en encuestas o consultas para el desarrollo del proyecto. ¿Cuáles son las características del proyecto con respecto a las políticas sociales del gobierno? Las funciones domóticas no son necesidades primarias en los hogares, sin embargo, el gobierno apoya bajo normativas el uso de la tecnología para el beneficio de la población, en este caso la seguridad al instalar alarmas, cámaras u otros equipos que protejan la vida de las familias y sus hogares.

4. Análisis de los resultados

La información de fuente primaria se recogió por medio de inspecciones de campo, encuestas y entrevistas con los residentes de AP KACUNA, para identificar las condiciones presentes en la comunidad. Por otro lado, la información de fuente secundaria será recogida de

libros especializados, de las clases aprendidas de ingeniera electromecánica, así como de artículos científicos o académicos de Internet, de revistas científicas y tesis de grado. Por lo tanto, tal y como se explicó en la metodología en la Tabla 0-1 se condensan todas esas preguntas permitirán determinar preliminarmente si es o no es factible un proyecto de sistemas domóticos en AP KACUNA, mediante el contero de la casilla de “Cumple/No cumple”, la cual resumirá si se encontraron condiciones óptimas o desfavorables para el proyecto.

Tabla 0-1. Preguntas resueltas con estudio de factibilidad por dimensiones

Dimensión del estudio	Pregunta	Respuesta corta	Sección en este documento para verificación	Cumple/No cumple
Prefactibilidad de Mercado	¿Cuántos compran o utilizan el servicio?	El 100% de la población de AP KACUNA	Sección 3.1.1.	Cumple
	¿Quiénes compran?	El 91% de la población de AP KACUNA son potenciales compradores a los económicamente activos.	Sección 3.1.1	Cumple
	¿Quiénes venden?	Se identificaron 3 oferentes dentro de la Guajira y más de 6 a con distribución nacionales	Sección 3.1.5	Cumple
	¿Cuáles son las características que debe tener el producto?	Ser compatible con alguna de las arquitecturas de sistemas domóticos, cumplir con RETIE, NTC 2050 o RETILAP, costo ajustado al presupuesto	Secciones 1.2.1 a la 1.2.7, 3.4.1, 3.3.	Cumple
	¿Cuáles son las características de los compradores potenciales?	Se identificó población económicamente activa, son afines con la tecnología, cuentan con espacios para la	Secciones de la 3.1.1 a la 3.1.4.	Cumple

		implementación, poseen dispositivos integrables con sistemas domóticos,		
	Posibles mecanismos de comercialización y distribución	Riohacha es la capital de la Guajira, tiene puerto marítimo, aéreo, vías primarias.	Secciones 1.3, 3.1.5	Cumple
	Estimación de precios potenciales.	Se estimó un el costo de un sistema domótico en COP \$12.855.150, menor al 6% del valor de las viviendas de AP KACUNA.	Sección 3.3	Cumple
Prefactibilidad técnica	¿Qué información se tiene sobre opciones técnicas - características, requerimientos?	Se conocen las arquitecturas, proyectos similares, sensores, actuadores, caracterización mobiliaria, distributiva y de dispositivos viviendas, opciones para el tipo de hardware y software, se conoce el estimado del consumo energético de las viviendas y sistemas de comunicación viables.	Secciones 1.2, 3.1.3, 3.1.4, 3.2	Cumple
	¿Hay disponibilidad de recursos?	Se tiene la caracterización de dispositivos existentes en las viviendas que son compatibles con sistemas domóticos	3.1.4	Cumple
	¿Qué riesgos técnicos se corren?	No se contó con la asesoría de un experto en instalaciones domóticas		No cumple
	¿Cuánto es el costo?	Se estimó un el costo de un sistema domótico en COP \$12.855.150, menor al 6% del valor de las viviendas de AP KACUNA.	Sección 3.3	Cumple

Prefactibilidad Financiera	¿Costo de mano de obra, la materia prima, materiales, etc.?	Se estimó un el costo de un sistema domótico en COP \$12.855.150, menor al 6% del valor de las viviendas de AP KACUNA.	Sección 3.3	Cumple
	¿Cuáles son las posibles alternativas de financiamiento?	Sólo se identificó pago directo de la población económicamente activa		No cumple
	¿Cuáles son las condiciones de financiamiento?	Sólo se identificó pago directo de la población económicamente activa		No cumple
	¿Cuáles son los riesgos financieros?	Al contrario, se identificó que aumentaría la valoración de mercado del inmueble hasta en un 20%, se prevé un ROI en 10 años, con vida útil del sistema de 30 años	Sección 3.3	Cumple
Prefactibilidad administrativa: ámbito Social	Población afectada, expectativas, participación de la población	El proyecto no afectaría negativamente a la población en general y aporta en los ideales de crecimiento.	Sección 3.4.4	Cumple
Prefactibilidad administrativa: ámbito Organizacional	¿Qué estructuras organizativas se requieren para desarrollar el proyecto?	Empresas del sector de instalaciones eléctricas y tecnológicas como SEMI	Sección 3.4.3	Cumple
	¿Tiene la organización la capacidad instalada de realizar el proyecto?	Tienes dentro de su portafolio servicios compatibles con sistemas domóticos	Sección 3.4.3	Cumple
	¿Qué modificaciones en la organización se requieren para realizar el proyecto?	No identificados por falta de entrega de información de parte de SEMI		No cumple
Prefactibilidad administrativa: ámbito Ambiental	Determinar qué efectos ambientales produce el proyecto	Se identificaron aspectos ambientales por contexto geográfico manejables	Sección 3.4.2	Cumple
Prefactibilidad administrativa: ámbito Legal	¿Qué tipo de leyes reglamentan la producción y comercialización del producto o servicio?	Aún no existe un marco legal específico, se identificaron leyes que reglamentan este tipo de instalaciones.	Sección 3.4.1	Cumple

Fuente: tomada por autores de este documento

La Tabla 0-2 resume el grado de cumplimiento en porcentaje de las diferentes dimensiones estudiadas en el proyecto, los aspectos por mejorar cumplan al 100% y las acciones que se proponen llevar a cabo para subir el porcentaje al 100% si es posible.

Tabla 0-2. Grado de cumplimiento de las dimensiones del estudio de prefactibilidad

Dimensión	Grado de cumplimiento	Aspectos por mejorar	Posibles acciones de mejora
Prefactibilidad de Mercado	100%	n/a	n/a
Prefactibilidad técnica	75%	Determinar los riesgos técnicos se corren al ejecutar un proyecto domótico	Consulta con expertos del gremio en campo
Prefactibilidad Financiera	50%	Determinar posibles alternativas y condiciones de financiamiento	Consulta con entidades del sector financiero como bancos, fiducias, etc.
Prefactibilidad administrativa: ámbito Social	100	n/a	n/a
Prefactibilidad administrativa: ámbito Organizacional	67%	Establecer las modificaciones que requiere SEMI realizar el proyecto domótico	Mejorar vías de comunicación con los funcionarios de SEMI
Prefactibilidad administrativa: ámbito Ambiental	100%	n/a	n/a
Prefactibilidad administrativa: ámbito Legal	100%	n/a	n/a
	84.5%	PROMEDIO	

Fuente: tomada por autores de este documento

De la anterior tabla se calculan ciertas medidas de tendencia para obtener una guía que permita sacar conclusiones. Por un lado, el promedio del grado de cumplimiento es del 84.5%, un porcentaje significativamente alto. Esto lo muestra la mediana que es 100% reforzando el indicio anterior. Los cuartiles del 1/2 y 3/4 marcan el grado de cumplimiento de 100%

- Tamaño de la población: 7
- Primer cuartil (x_L): 67
- Mediana (x_m): 100
- Tercer cuartil (x_U): 100

La moda es 100% para los grados de cumplimiento. Sin embargo, estos sólo son números orientadores que hay que complementar con un juicio cualitativo. El mismo consiste en tener claro que si uno de los aspectos no se cumple puede poner en riesgo la ejecución del proyecto. Por ejemplo, si no se determinan las fuentes alternativas de financiación, es posible que los clientes potenciales (residentes de AP KACUNA) no puedan contratar a la empresa que ejecutará el proyecto o una vez iniciado se quede sin liquidez.

Conclusiones

Se determinó que si existen las condiciones de mercado domótico en Riohacha (Guajira), dado que se encontraron oferentes locales, nacionales e internacionales disponibles, mecanismos de comercialización y distribución que incluyen a la ciudad, además la oferta de dichos oferentes se ajusta las características de los productos requeridos para los sistemas domóticos proyectados.

Se establecieron las características técnicas para la instalación de sistemas domóticos en el conjunto residencial AP KACUNA, contemplando opciones, características de productos, carga eléctrica, consumos, dispositivos preexistentes compatibles con sistemas domóticos. Sin embargo, se deben estudiar los riesgos técnicos que implica el proyecto.

Se estimaron los costos del proyecto de implementación de domótica en las residencias AP KACUNA mediante una proyección de costos basada en revisión de precios de oferentes en el mercado y se calculó el retorno de inversión ROI a 10 años, considerando una vida útil del sistema domótico de 30 años. Se debe consultar con entidades del sector financiero como bancos, fiducias, entre otras para Determinar posibles alternativas y condiciones de financiamiento.

Al estudiar los aspectos legales, ambientales, sociales implícitos en la cadena ejecución del proyecto de implementación de domótica en el conjunto residencial AP KACUNA se encontró que cumplen al 100%. Por otro lado, el aspecto organizacional cumple al 67%, habiendo que mejorar las vías de comunicación con los funcionarios de SEMI (posible contratista), para establecer las modificaciones que requiere dicha empresa para realizar el proyecto domótico.

En general el estudio de prefactibilidad arroja que existen altos indicios (en promedio de 87%, mediana = moda = 100%) que la integración de funciones domóticas en el conjunto residencial AP KACUNA sea viable. Previo a iniciar el planteamiento de un proyecto de tal magnitud se deben determinar los riesgos técnicos que se corren al ejecutar un proyecto domótico

mediante la consulta con expertos del gremio en campo, determinar posibles alternativas y condiciones de financiamiento a través de consultas con entidades del sector financiero como bancos, fiducias, etc. y establecer las modificaciones que requiere SEMI realizar el proyecto domótico empezando por mejorar las vías de comunicación con los funcionarios de SEMI.

Recomendaciones

Se debe estudiar los riesgos técnicos que implica el proyecto, se debe consultar con entidades del sector financiero como bancos, fiducias, entre otras para Determinar posibles alternativas y condiciones de financiamiento, previo a iniciar el planteamiento de un proyecto de tal magnitud se debe determinar los riesgos técnicos se corren al ejecutar un proyecto domótico mediante la consulta de expertos del gremio en instalaciones, y realizar las modificaciones de instalaciones según la empresa SEMI que es la empresa consultora para la instalaciones domóticas.

Anexos

Anexo A - Ecueta

IMPLEMENTACION DOMOTICA RESIDENCIAS AP KACUNA

Indique su rango de edad

15 - 29 años	<input type="checkbox"/>	25 - 35 años	<input type="checkbox"/>	45 - 55 años	<input type="checkbox"/>
20 - 25 años	<input type="checkbox"/>	35 - 45 años	<input type="checkbox"/>	+55 años	<input type="checkbox"/>

¿Su casa cuenta con conexión a internet?

Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	NS/NC	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------	-------	--------------------------

¿Usted y sus cohabitantes poseen teléfonos inteligentes?

Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	NS/NC	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------	-------	--------------------------

¿Estaría de acuerdo con la instalación de cableado interno en su casa?

Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	NS/NC	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------	-------	--------------------------

Indique una escala para cada afirmación

	1 - Totalmente en desacuerdo	2 - En desacuerdo	3 - Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	4 - De acuerdo	5 - Total ment e de acuer do
Deseo controlar la temperatura y operación de mi aire acondicionado / calefacción remotamente.					
Preferiría controlar mis persianas y toldos de forma automática y remota.					
Estaría dispuesto/a que equipos de uso no prioritario se desconecten automáticamente en función del consumo					
Desearía instalar contadores electrónicos que informen sobre el consumo eléctrico de mi casa.					
Me gustaría apagar las luces de mi vivienda desde cualquier zona dentro de la misma					
Me gustaría apagar las luces de mi vivienda desde dondequiera que esté (fuera de la vivienda o de la ciudad)					
Me gustaría que las luces de mi vivienda solo enciendan cuando hay alguien alrededor (es decir, que detecten el movimiento)					
Me gustaría regular la intensidad de la iluminación de mi vivienda según el ambiente					

Desearía tener control de la apertura de mi puerta principal por medio de un dispositivo móvil					
Me agradaría tener una línea de comunicación audiovisual con mi puerta principal					
Considero indispensable la inclusión de un sistema de alarma anti-intrusos					
Los sensores anti-intrusos deberían incluir las áreas perimetrales externas de la casa					
Desearía tener cámaras de vídeo vigilancia que me permitan garantizar la seguridad de mi casa					
Apreciaría tener un sistema integrado de teleasistencia o tele mantenimiento que permita a mis proveedores de servicios atender mis necesidades remotamente					
Considero como una necesidad que el sistema notifique automáticamente a las autoridades en caso de dispararse la alarma					

Mi cocina es...

Eléctrica

A gas

Mi vehículo se encuentra estacionado en...

Un garaje cerrado

Un puesto abierto de estacionamiento

Un lote común

Una calle o callejón cercano

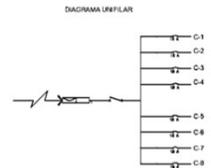
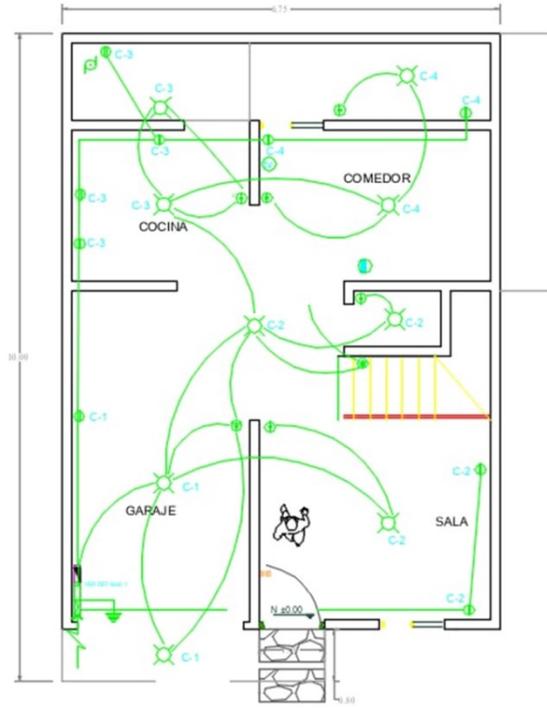
Terraza garaje

No tengo

Seleccione los dispositivos de ocio/trabajo/entretenimiento que tiene en su hogar

	Posee	No posee
Teléfono móvil inteligente		
Línea de telefonía fija		
Televisor inteligente		
Dispositivo de Streaming (Apple TV, Roku, Fire TV, Mi Box...)		
Reproductor DVD/Blu-ray		
Consola de Videojuegos		
Computadora portátil (laptop netbook, notebook, ultrabook)		
Computadora de escritorio		

Anexo B – Plano de distribución eléctrica, 1er Piso

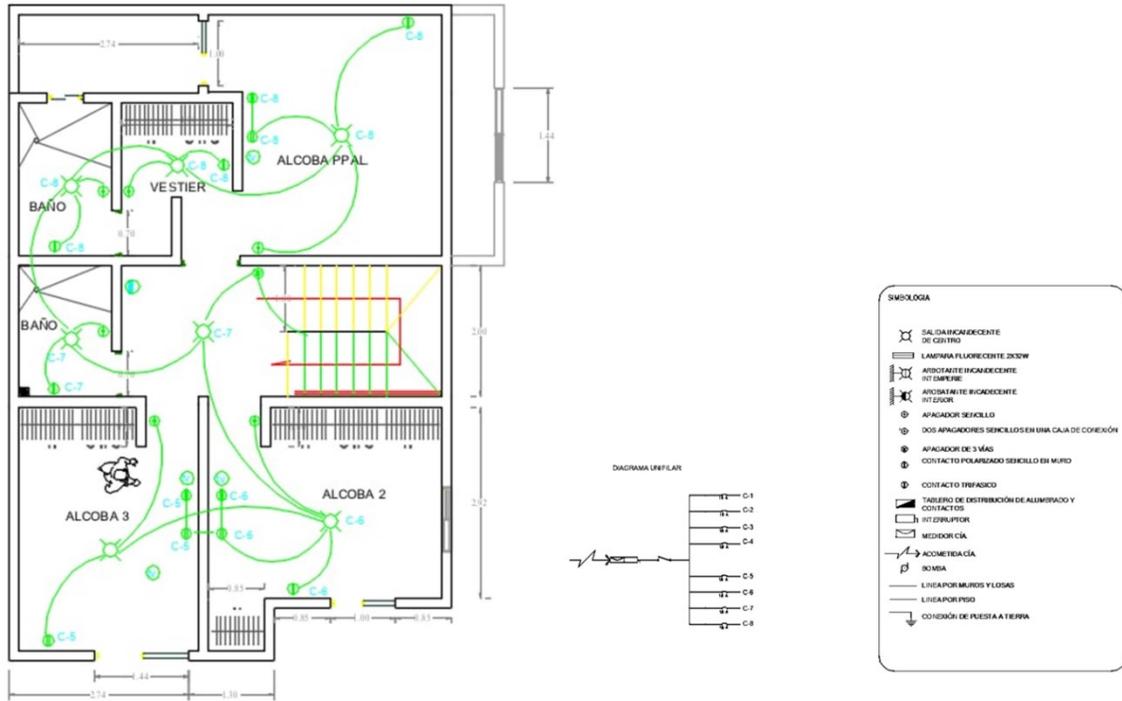


LEGENDA

-  SALIDA/INTERRUPTOR DE CENTRO
-  LAMPARA FLUORESCENTE 2x30W
-  APARATO E INCANDESCENTE 2x100W/100W
-  APARATO E INCANDESCENTE INTERIOR
-  APAGADOR SENCILLO
-  DOS APAGADORES SENCILLOS EN UNA CAJA DE COHEIÓN
-  APAGADOR DE 3 VÍAS
-  CONTACTO POLARIZADO SENCILLO EN MURO
-  CONTACTO TRIFÁSICO
-  TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO Y CONTACTOS
-  MEDIDOR C.A.
-  ACOMETIDA C.A.
-  BOMBA
-  LINEA POR MUROS Y LOSAS
-  LINEA POR PISO
-  CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA

PLANTA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
1er piso
Escala: 1:50

Anexo C - Plano de Distribución Eléctrica, 2do piso



PLANTA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
2 do piso
Escala: 1:50

Anexo D – Fachada Principal de las Casas en la Residencia AP KACUN.



Fuente: tomada por autores de este documento

Anexo E – Área de Cocina Residencia AP KACUN



Fuente: tomada por autores de este documento

Anexo F – Área de Televisión Residencia AP KACUN.



Fuente: tomada por autores de este documento

Anexo G – Área de Sala Comedor Residencia AP KACUN.



Fuente: tomada por autores de este documento

Referencias Bibliográficas

- CamóCojóm, H. W. (2015). Sistema domótico como aplicación a la eficiencia energética, para gestionar el uso de la energía eléctrica en los hogares (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Baguera, L. (2020). Estudio, análisis y modelamiento de los sistemas eléctricos de distribución en el contexto de redes eléctricas inteligentes industria 4.0 y automatización dentro de convenio marco de cooperación interinstitucional 080 de 2019 entre la universidad distrital francisco José de caldas y la rape (región administrativa y de planeación especial). Semillero de Investigación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Barros, A. (2010). Edificios Inteligentes e a Domótica Proposta de umProjecto de Automação Residencial utilizando o protocolo X-10 (Doctoral dissertation, Universidade Jean Piaget de Cabo Verde).
- Basutista, J. (2011). Obtenido de “Un Hogar Digital En Pro De La Eficiencia Energética Y El Uso De Fuentes Renovables” Tesis la Universidad Politécnica de Nueva Granada de Valencia: España
- Caro, D., Prieto, E., & Silva, M. (2019). Obtenido de Caracterización De Un Sistema Domótico Para Minimizar El Consumo Energético, Basado En El Internet De Las Cosa s. Tesis (la Universidad Piloto de Colombia.) : Bogotá - Colombia.
- Casaccia, S., Romeo, L., Calvaresi, A., Morresi, N., Monteriu, A., Frontoni, E., ... & Revel, G. M. (2020). Measurement of users' well-being through domotic sensors and machine learning algorithms. *IEEE Sensors Journal*, 20(14), 8029-8038.

- Chacón-Troya, D. P., González, O. O., & Campoverde, P. C. (2017, November). Domotic application for the monitoring and control of residential electrical loads. In 2017 IEEE 37th Central America and Panama Convention (CONCAPAN XXXVII) (pp. 1-6). IEEE.
- Chávez, V. (2015). Obtenido de Domótica, El Jugoso Negocio del Confort y la Seguridad: <https://esemanal.mx/2015/05/domotica-el-jugoso-negocio-del-confort-y-la-seguridad/>
- Cifuentes Castillo, E. E., Román Rodríguez, W. F., & Romero Zipa, S. M. (2018). Estudio de prefactibilidad para implementar sistemas domóticos en las casa del sector de La Española en la ciudad de Bogotá para potenciar el bienestar humano y el medio ambiente (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).
- Edo Lozano, J. J. (2020). Instalación eléctrica y domótica de una vivienda unifamiliar.
- Errobidart, J., Uriz, A. J., Gonzalez, E., Gelosi, I. E., & Etcheverry, J. A. (2017, August). Offline domotic system using voice comands. In 2017 Eight Argentine Symposium and Conference on Embedded Systems (CASE) (pp. 1-6). IEEE.
- Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de investigación.
- FirstAlert, PROGRAMAR, G. P. A. P. P. (2006). MANUAL DEL USUARIO.
- Foster, S. y Elzinga, D. (2015). El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible. United Nations. <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>
- Gil-Monsalve, D. (2019). Obtenido de Inmersión domótica casas inteligentes (Tesis de pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá. 2019: <http://repository.ucc.edu.co/handle/ucc/10831>

- Gómez Angel, R. (2019). Estudio de previabilidad para la creación de una startup de domótica en Colombia (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).
- Gomez, J. R., & Daza, L. E. (2016). La gestión de control domótico basado en la plataforma Arduino para una vivienda vinar.
- Gómez, R. (2019). Obtenido de Estudio De Previabilidad Para La Creación De Una Startup De Domótica. Tesis de grado. la Universidad de EAFIT: Medellín 2019.
- Gómez, V. (2014). Obtenido de Sistema De Control De Iluminación Con Control Domótico Estandarizado. Tesis (La Universidad Nacional Autónoma de México La Universidad Nacional Autónoma de México) : México UNAM 2014.
- Guerrero Chanduví, D. A. (2018). Prefactibilidad de un proyecto.
- Harke, W. (2010). Domótica para viviendas y edificios. Marcombo.
- Hernández, J. (2007). Obtenido de La domótica Como solución del futuro Madrid vive ahorrando energía : (pp 15,16)
- Hijano, A. (2011). Obtenido de “Instalación Eléctrica Y Domótica En Una Vivienda Unifamiliar” Tesis (Universitaria Politécnica de Catalunya (UPC): Barcelona
- Huaman Ugarte, O. A. (2018). Desarrollo de un prototipo de domótica para el control y monitoreo del condominio los parques de villa el Salvador II.
- Huidobro, J. M. (2010). Manual de domótica. Creaciones Copyright SL.
- Luengas, L. A., Díaz, M. F., & Castellanos, M. (2019). Domótica para asistir adultos mayores. Ingenio Magno, 10(1), 79-88.
- Mantilla Méndez, A., Miranda Pedraza, D. P., & Padilla Ramírez, E. (2017). Estudio de prefactibilidad para el diseño de un sistema que permita la alimentación de mascotas

basado en la tecnología domótica en la ciudad de Bogotá (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).

Martínez, J. (2014). Obtenido de Instalación domótica y ahorro energético en el pabellón A de la Universidad Nacional Tecnológica del Cono sur de Lima: <http://repositorio.untels.edu.pe/handle/UNTELS/126>

Mills, G. E., & Gay, L. R. (2019). Educational research: Competencies for analysis and applications. Pearson. One Lake Street, Upper Saddle River, New Jersey 07458.

Miori, V., & Russo, D. (2014, May). Domotic evolution towards the IoT. In 2014 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (pp. 809-814). IEEE.

Monmeneu Martí, JB. (2011). Proyecto de un hogar digital en pro de la eficiencia energética y el uso de fuentes renovables. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/14233>

Monteiro, P., Tomé, P., & Albuquerque, D. (2015, June). Domotics control system architecture. In 2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) (pp. 1-6). IEEE.

Nunes, R. (2003, July). DomoBus-A new approach to home automation. In Proceedings of the 8th International Congress on Electric Engineering, Portugal (Vol. 19).

Ojeda. (2017). Obtenido de Uso de electricidad de las comunidades indígenas según el umbral de subsistencia en La Guajira, Colombia. *Revistas espacios*. 38 (57): <https://www.revistaespacios.com/a17v38n57/a17v38n57p31.pdf>

- Piyare, R., & Tazil, M. (2011, June). Bluetooth based home automation system using cell phone. In 2011 IEEE 15th International Symposium on Consumer Electronics (ISCE) (pp. 192-195). IEEE.
- 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. *Revista Escuela De Administración De Negocios*, (78), 108–121.
<https://doi.org/10.21158/01208160.n78.2015.1193>
- Ramirez, C. D., Sanabria Bocanegra, R., & Suarez Sierra, M. (2011). Integración de sensores inalámbricos y domótica.
- Reyes López, D. S. (2021). Estudio de factibilidad técnica para el diseño de un laboratorio de domótica en la carrera de tecnologías de la información (Bachelor's thesis, Jipijapa. UNESUM).
- Rodríguez Diego, M. (2017). Gestión domótica de una casa unifamiliar basada en Arduino.
- Rodríguez, E. (18 de Octubre de 2020). Obtenido de La nueva conexión entre las compañías y sus clientes para obtener mayores beneficios en ambas direcciones:
<https://www2.deloitte.com/u>
- SEN 2.0. (2015). Obtenido de La Guajira. Documento en línea:
<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/201215-InfoDane-La-Guajira-Riohacha.pdf>
- SILVA, L. (2008). Automação em ambientes residenciais (Doctoral dissertation, Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica orientada por José Paulo Santos e co-orientada por Rui Moreira, apresentada à Universidade de Aveiro, em).

- Solarte Pazos, L. (2001). Manual Resumido Gestión de Proyecto. Notas del curso - Factibilidad, Grupo de Investigación en Gestión y Evaluación de Programas y Proyectos, Santiago de Cali, Colombia. <https://gyepro.univalle.edu.co/>
- Suarez Muñiz, A. D. (2021). Diseño de un Sistema de Climatización Mediante Aplicación Domótica para el Área Administrativa de la Carrera Ingeniería en Computación y Redes (Bachelor's thesis, Jipijapa. UNESUM).
- Vides-Prado, A., Camargo, E. O., Vides-Prado, C., Orozco, I. H., Chenlo, F., Candelo, J. E., & Sarmiento, A. B. (2018). Techno-economic feasibility analysis of photovoltaic systems in remote areas for indigenous communities in the Colombian Guajira. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 4245-4255.
- Zamora-Izquierdo, M. A., Santa, J., & Gómez-Skarmeta, A. F. (2010). An integral and networked home automation solution for indoor ambient intelligence. *IEEE Pervasive Computing*, 9(4), 66-77.
- Zhenghua, X., Guolong, C., Li, H., Song, Q., Lei, C., Yaqi, S., & Gang, W. (2014). THE IMPLEMENTATION FOR THE INTELLIGENT HOME CONTROL SYSTEM BASED ON THE ANDROID AND ZIGBEE. *International Journal on Smart Sensing & Intelligent Systems*, 7(3).