



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE
GUAYAQUIL**

DEPARTAMENTO DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN CONSTRUCCIÓN
CIVIL SUSTENTABLE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:
MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN CONSTRUCCION
SUSTENTABLE**

TEMA:

**“LA DOMÓTICA Y SU IMPACTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN
UNA VIVIENDA DE CLASE MEDIA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”**

AUTOR:

Arq. Ronald Iván Moscoso Riera

TUTOR:

Ing. Pablo Paredes Ramos

GUAYAQUIL – ECUADOR

2023

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Guayaquil, 10 de febrero del 2023

Certifico que el trabajo titulado “la domótica y su impacto en la eficiencia energética en una vivienda de clase media de la ciudad de Guayaquil” ha sido elaborado por Ronald Iván Moscoso Riera bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el tribunal examinador que se designe al efecto.



Ing. Pablo Paredes Ramos.



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: “LA DOMÓTICA Y SU IMPACTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA VIVIENDA DE CLASE MEDIA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”	
AUTOR/ES: Arq. Ronald Ivan Moscoso Riera	REVISORES O TUTORES: Mg. Pablo Mario Paredes Ramos
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Magister En Ingeniería Civil Mención En Construcción Civil Sustentable
FACULTAD: Maestría en Ingeniería, Civil Sustentable	CARRERA: INGENIERIA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2023	N. DE PAGS: 81
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Sistema, domótica, confort, serviciabilidad, seguridad	
RESUMEN: En la actualidad el uso de elementos de domótica para optimizar recursos en el hogar con la finalidad de brindar confort en el hogar . Así mismo se espera contribuir metodológicamente una aportación de la mejora continua para la realidad que actualmente se vive en nuestra sociedad, de tal forma que sea un modelo que permita establecer un parámetro de medición para la empresa. La investigación se desarrolla en una vivienda de clase media de la ciudad de Guayaquil, la misma que consta de todos los elementos para satisfacer las necesidades de de la familia que habita esa vivienda. El presente proyecto de investigación plantea principalmente diseñar un sistema inteligente para optimizar recursos brindando a la familia que la habita comodidad y serviciabilidad y seguridad a la vivienda a través del presente trabajo se determinara como este sistema inteligente hará que el consumo energético disminuya y se convierta una herramienta de ahorro y así poder brindar más recursos al hogar..	
N. DE REGISTRO:	N. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL:	
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Erika Mabel González Tobar	Teléfono: 0989927836 E-mail: rmoscosor@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	PhD. Eva Guerrero López Directora Departamento Posgrado Teléfono: 042596500 Ext. 170 E- E-mail: eguerrerol@ulvr.edu.ec Mg. Kleber Moscoso Riera Coordinador de Maestría Teléfono: 042596500 Ext. 170 E-mail: kmoscoso@ulvr.edu.ec

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación con todo mi cariño a mí familia, a mis padres que desde el Cielo se alegran con este desafío alcanzado por su hijo; de manera especial a mi esposa Alexandra y a mis hijos Ale y Randy, por su apoyo incondicional, por ser el dínamo que convierte mi amor en energía; a mis hermanos por su constante motivación, y de forma singular a la vida, por darme la oportunidad de ampliar mi formación académica en beneficio de los demás.

Pon en manos del Señor todas tus obras, y tus proyectos se cumplirán. (Proverbios 16:3)

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, que con su infinito amor llena siempre mi vida y la de toda mi familia.

Mi agradecimiento a mis padres: Bolívar y Noemí por sus infinitas bendiciones y amor

Mi agradecimiento a mis hermanos: Virginia y Alberto.

Mi agradecimiento al Mg. Pablo Paredes, por su apoyo. “Le llaman suerte, pero es constancia, le llaman casualidad, pero es disciplina, le llaman genética, pero es sacrificio”.

A los buenos amigos que en todo el transcurso de esta carrera estuvieron brindando su amistad y apoyo.

Mi agradecimiento a todas las autoridades que conforman la unidad de posgrados de la carrera de Ingeniería Civil... y al personal docente quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

“LA DOMÓTICA Y SU IMPACTO EN LA EFICIENCIA
ENERGÉTICA EN UNA VIVIENDA DE CLASE MEDIA DE LA
CIUDAD DE GUAYAQUIL”

AUTOR:
RONALD IVAN MOSCOSO RIERA

Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

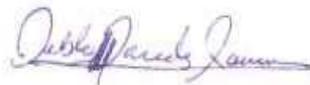
ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

5%

★ www.scielo.mec.pt

Fuente de Internet

Atentamente,



MG. PABLO MARIO PAREDES RAMOS
PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Guayaquil, 15 de junio 2023

Yo, RONALD IVAN MOSCOSO RIERA, declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo me corresponde totalmente y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo mis derechos de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establecido por las normativas Institucionales vigentes.



Arq. Ronald Iván Moscoso Riera

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DE LA TESIS

Guayaquil, 15 de junio 2023

Certifico que el trabajo titulado “LA DOMÓTICA Y SU IMPACTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA VIVIENDA DE CLASE MEDIA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”, ha sido elaborado por el señor ARQ. RONALD IVAN MOSCOSO RIERA bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el tribunal examinador que se designe al efecto.



Mg. Pablo Mario Paredes Ramos

RESUMEN EJECUTIVO

En algunas empresas ecuatorianas el concepto del proceso de mejora continua se ha convertido en su política de calidad, por lo tanto, con la finalidad de consolidar el SGSST en la organización e implementar el ciclo PHVA permitirá establecer las bases para que los empleados resuelvan en general cualquier problema. Así mismo se espera contribuir metodológicamente una aportación de la mejora continua para la realidad que actualmente se vive en nuestra sociedad, de tal forma que sea un modelo que permita establecer un parámetro de medición para la empresa. La investigación se desarrolla en una organización ubicada en la Zona 8 del Cantón Guayaquil de la Provincia del Guayas, con veinte años de trayectoria en el mercado, dedicada al diseño, construcción, mantenimiento de infraestructuras, servicios especializados en ingeniería y otros complementos, tomándose como parámetro de medición el índice de eficacia (IE) del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) y el grado de percepción que tienen los asegurados y el empleador sobre sus elementos, para ello es necesario el fortalecimiento de la Gestión Administrativa para el direccionamiento de la organización en materia de prevención de riesgos del seguro general de riesgos del trabajo, la propuesta de los mecanismos para el desarrollo de la Gestión Técnica, la elaboración de directrices de la Gestión del Talento Humano para la adopción de medidas de control, que prioricen la protección de los asegurados y al empleador, y desarrolle un esquema de los procedimientos y programas operativos básicos dirigido a la prevención de riesgos del trabajo. El presente proyecto de investigación plantea principalmente diseñar un SGSST para la prevención de riesgos del trabajo bajo los requerimientos del Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo “Resolución No. C.D.513”, se realiza el diagnóstico de la situación actual de la organización en relación al seguro general de riesgos del trabajo, la cual determina que tiene varias insuficiencias en cuanto a la prevención de riesgos del trabajo, por lo tanto, la implementación de un SGSST es el adecuado para la organización.

Palabras claves: Sistema, reglamento, prevención, riesgos, seguridad.

ABSTRACT

In some Ecuadorian companies the concept of the continuous improvement process has become their quality policy, therefore, in order to consolidate the SGSST in the organization, implementing the PHVA cycle will establish the bases for the employees to solve in general any problem. Likewise, it is expected to methodologically contribute a contribution of continuous improvement to the reality that currently exists in our society, in such a way that it is a model that allows establishing a measurement parameter for the company. The research is developed in an organization located in Zone 8 of the Guayaquil Canton of the Guayas Province, with twenty years of experience in the market, dedicated to the design, construction, maintenance of infrastructures, specialized engineering services and other accessories, taking as measurement parameter the efficiency index (IE) of the Occupational Health and Safety Management System (SGSST) and the degree of perception that the insured and the employer have about its elements, for this it is necessary to strengthen the Management Administrative for the direction of the organization in the matter of risk prevention of the general insurance of risks of the work, the proposal of the mechanisms for the development of the Technical Management, the elaboration of directives of the Management of the Human Talent for the adoption of measures of control, that prioritize the protection of the insured and the employer, and develop an outline of the procedures and basic operational programs aimed at the prevention of occupational hazards. The research is developed in an organization located in Zone 8 of the Guayaquil Canton of the Guayas Province, with twenty years of experience in the market, dedicated to the design, construction, maintenance of infrastructures, specialized engineering services and other accessories, taking as measurement parameter the efficiency index (IE) of the Occupational Health and Safety Management System (SGSST) and the degree of perception that the insured and the employer have about its elements, for this it is necessary to strengthen the Management Administrative for the direction of the organization in the matter of prevention of risks of the general insurance of risks of the work, the This research project mainly proposes to design an SGSST for the prevention of risks of the work under the requirements of the Regulation of the General Insurance of Risks of the Work "Resolution No. CD513", the diagnosis of the current situation of the organization in relation to the general occupational risk insurance, which determines that it has several shortcomings in terms of the prevention of occupational risks, therefore the implementation of an SGSST is appropriate for the organization.

KEYWORDS: System, regulation, prevention, risks, security.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Tema del trabajo de titulación.....	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Formulación del problema.....	5
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Justificación del trabajo de titulación	6
1.6. Delimitación y alcance	7
1.7. Hipótesis	7
1.8. Definición de las variables	7
1.8.1 Variable independiente	7
1.8.2 Variable dependiente	7
CAPITULO 2: MARCO TEORICO	8
2.1. Marco Teórico	8
2.1.1. Vivienda sostenible usando domótica	8
2.1.2. La domótica en el Ecuador.....	9
2.1.3. La Domótica durante la pandemia del COVID 19.....	12
2.1.4. Beneficios de la domótica	15
2.1.5. Componentes de una instalación domótica	17
2.1.6. Implementación de Sistema Domótico	23
2.1.7. Sistema Domótico Adecuado	24
2.1.8. Sistemas domóticos comerciales basados en el IoT (Internet of things).....	27
2.1.9. Eficiencia energética	32
2.1.10. Consumo energético del Sector productivo	34

2.1.11. Sistemas de eficiencia energética.....	35
2.1.12. Consumo energético en viviendas.....	37
2.2. Marco Conceptual.....	40
2.3. Marco Legal.....	43
2.3.1. Ley de Eficiencia Energética del Ecuador	43
CAPITULO III METODOLOGIA.....	49
3.2 Tipo de Investigación	49
3.3 Métodos y Técnicas de Investigación.....	49
3.4 Población.....	50
3.5 Muestra.....	50
3.6 Consumos energéticos y características generales de una vivienda de clase media.....	50
3.7 Seleccionar elementos a automatizar en la vivienda de clase media con el objeto de generar un ahorro energético	54
CAPITULO 4.....	56
4.1 Propuesta	56
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFIA.....	67

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativo de los protocolos más populares.....	26
Tabla 2. Consumo y emisiones de vivienda, anuales y por superficie.	37
Tabla 3. Distribución por estratos del consumo residencial de energía eléctrica.....	53
Tabla 4. Resultados de equipos de medición consumo de energía total de cada vivienda.....	53
Tabla 5. Presupuesto	61
Tabla 6. Servicios	62
Tabla 7. Calculo de consumo de energía.....	63
Tabla 8. Calculo de carga	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. La domótica gestiona elementos de control que contribuyen al ahorro.	4
Figura 2. Consumos de energía eléctrica en base a los usuarios abonados en el Ecuador.....	5
Figura 3. Sistema domótico.....	11
Figura 4. La domótica aportando a la seguridad.	15
Figura 5. Accesibilidad en la domótica.	16
Figura 6. Ejemplos de dispositivos de domótica.....	17
Figura 7. Ejemplos de sensores para seguridad de personas y bienes.....	20
Figura 8. Ejemplo de relé.....	22
Figura 9. Ejemplo de sistema más complejo de interfaz.....	22
Figura 10. Ejemplo de armario de infraestructura.....	23
Figura 11. Climatizador, cámara y enchufes inteligentes de HomeKit.....	28
Figura 12. Refrigerador inteligente. HUB de Smart Things y sensor de apertura de puertas de Samsung.	29
Figura 13. Amazon Echo y Amazon Echo Dot.....	31
Figura 14. Diagrama de componentes de Google Assistant.....	32
Figura 15. Consumo industrial de la energía generada en 2011.	34
Figura 16. Representación de la eficiencia energética en la industria.	35
Figura 17. Modelo de Sistema de Gestión de la Energía para la Norma ISO 50001.....	37
Figura 18. Matriz de consumo de energía eléctrica 2015,	38
Figura 19. Consumo de energía eléctrica por usos.....	39
Figura 20. La domótica y su campo de acción en el hogar.....	41
Figura 21. Consumo eléctrico y número de abonados sector residencial.....	51
Figura 22. Demanda eléctrica sector residencial.....	52
Figura 23. Consumo total de energía eléctrica en las viviendas de estudio por semana.....	54
Figura 24. Diseño del Sistema de domótica a implementar en planta baja de una vivienda ...	58
Figura 25. Diseño del Sistema de domótica a implementar en planta alta de una vivienda	59
Figura 26. Simbología del Sistema de domótica a implementar en una vivienda de clase media.....	60

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se ha establecido la normativa legal relativa a la seguridad y salud en el trabajo, la cual afecta a todos los rubros de la economía del país y especialmente a las actividades de alto riesgo como la construcción, en el caso de este sector, se establece el “Reglamento de seguridad y salud para la construcción y obras públicas”, puesta en vigencia en enero de 2008, la cual establece los lineamientos base para la elaboración de planes de seguridad para las obras de construcción. Por otra parte, El Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, en marzo del 2016, mediante Resolución No. C.D 513 aprobó el Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo, que protege al afiliado y al empleador, mediante programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo, acciones de reparación de los daños derivados de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales u ocupacionales, incluida la rehabilitación física, mental y la reinserción laboral.

En el ámbito de la prevención de riesgos del trabajo, integra medidas preventivas en todas las fases del proceso laboral, con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo, guardando concordancia con lo determinado en la normativa vigente y convenios internacionales ratificados por parte del Estado. Por lo antes expuesto, la normativa toma como referencia los requisitos y estructura de la norma ISO 45001 Norma Internacional para los Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

Frente al nuevo marco legal de SST, las empresas orientadas a la construcción civil optan por desarrollar o contratar a profesionales para que elaboren los planes de seguridad y salud de los proyectos de construcción que van a ejecutar, pero no implementan un sistema de mejora continua, las organizaciones son incapaces de evaluar su rendimiento y evolución en cuanto a la seguridad de sus actividades, así como de fomentar una cultura de prevención en sus trabajadores. Por último, la inobservancia a las disposiciones del presente Reglamento, causarán responsabilidades administrativas, civiles y penales a las que hubiere lugar.

Por lo descrito, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal identificar, medir y evaluar la prevención de riesgos del seguro general de riesgos del trabajo en una organización dedicada al diseño, construcción, mantenimiento de infraestructuras, servicios especializados en ingeniería y otros complementos ubicada en la Zona 8 Cantón Guayaquil de la Provincia del Guayas, para lo cual es oportuno el diseño de un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo para la prevención de riesgos del trabajo bajo los

requerimientos del Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo “Resolución No. C.D.513”.

El presente proyecto de investigación se estructuró de la siguiente forma:

Capítulo I, contiene el planteamiento del problema, formulación del problema, sistematización del problema, objetivos de la investigación, justificación, ideas a defender y definición de variables.

Capítulo II, desarrolla el marco teórico y el marco legal de la investigación.

Capítulo III, plantea el marco metodológico de la investigación, tipo, enfoque, técnica de la investigación, presentación y análisis de resultados, presenta el análisis situacional de la organización, el diagnóstico inicial de seguridad y salud en el trabajo, el control de riesgos en su origen, el nivel de cumplimiento de los procedimientos y programas operativos básicos, el cumplimiento general de los macroelementos, la eficacia de la prevención de riesgos del trabajo y los resultados obtenidos en las encuestas, para identificar qué acciones de seguridad y salud en el trabajo se reflejan y su efecto en la seguridad y salud de los trabajadores.

Capítulo IV, se establece la metodología para el desarrollo de la gestión técnica, identificación de los peligros, medición, evaluación y control de los riesgos en los ambientes laborables, estructuración de los procedimientos y finalmente el programa de evaluaciones periódicas de la prevención de riesgos del trabajo.

Conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO I: MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema del trabajo de titulación

La domótica y su impacto en la eficiencia energética en una vivienda de clase media de la ciudad de Guayaquil

1.2. Planteamiento del problema

Como primer problema a solucionar está que en la actualidad la dinámica productiva enfrenta a las personas e instituciones al desafío de la eficiencia, la velocidad y la ubicuidad; en el mundo moderno cualquier actividad que no pueda ser realizada en forma eficiente mediante herramientas remotas representa una enorme desventaja, tanto competitivamente como de calidad de vida. Dentro de esta perspectiva, la automatización de los espacios y su dinamización con la incorporación de herramientas y tecnologías de la información y las telecomunicaciones, es más que un capricho frívolo, una necesidad inminente. Tareas tan simples como controlar el acceso en entornos con elevados requerimientos de seguridad se convierte en la vertiginosa dinámica global en un problema, para aquellas instituciones y personas que no están preparadas (Viteri, 2019).

Son múltiples los factores que pueden caracterizar las formas de vida de las personas hoy en día, como ejemplo, adultos mayores que viven solos, población con algún tipo de discapacidad y que viven de forma independiente, incluso los mismos avatares de la modernidad que requieren todo con prontitud y ahorro del tiempo que no les permite siquiera descender del vehículo

Es así como, labores tan comunes como abrir o cerrar una ventana o una puerta se convierten en un problema; pero con la implementación de la domótica en el hogar se disminuye el grado de dificultad para realizar estas tareas. En el mercado actual se cuenta con un gran número de aplicaciones de muy alto nivel sobre el tema, las cuales en su mayoría tienen costos elevados y están pensadas más en generar una experiencia de lujo al cliente que en facilitar el desarrollo de una actividad específica a las personas

Como segundo problema y no menos importantes, está el de conseguir un Sistema de domótica que sea eficiente en el consumo energético de las viviendas. El ahorro energético es algo que debe preocuparnos a todos, principalmente por el futuro del planeta y conservación del medio ambiente, aunque también porque afectará a nuestra factura a final del mes.

El creciente consumo de energía y la limitación de los recursos energéticos generan efectos negativos en el medio ambiente que se reflejan en dos aspectos:

- Económico: los precios de la energía tienden a subir, por lo que un control del consumo energético incrementa significativamente el ahorro para el usuario.
- Ecológico: el usuario puede disminuir el impacto negativo sobre su entorno si disminuye su consumo de energía.

La domótica gestiona elementos de control que contribuyen al ahorro de agua, electricidad y combustibles (véase la figura 1), notándose sus efectos tanto en el aspecto económico (menos coste) como en el ecológico (menos consumo de energía). (CEDOM,2008) (Salavarría, 2018).



Figura 1. La domótica gestiona elementos de control que contribuyen al ahorro.
Fuente: CEDOM, 2008

En el 2019 el consumo de energía eléctrica en el Ecuador alcanzó 25.310 GWh, lo que significó un incremento de 4,5 % en comparación con la demanda de energía de 2018, cuando el consumo eléctrico alcanzó los 24.213 GWh, según el Operador Nacional de Electricidad (Cenace).

En Ecuador, la Eficiencia Energética se ha venido desarrollando a través de diferentes programas y proyectos promovidos por el actual Gobierno a nivel de sustitución tecnológica de gestión y con la transformación de los hábitos culturales de la población. Sin embargo, esto recién se está desarrollando y no alcanza todavía a la mayoría de los sectores de la población ecuatoriana.

El sector residencial es importante en el contexto energético del Ecuador, representando el 13 % del total de energía demandada. A nivel nacional se puede segmentar el sector residencial por rangos de consumo lo que permite verificar la población, objetivo en la que se puede intervenir con los planes de eficiencia. En la siguiente Figura, se observa que los sectores con mayor consumo e impacto son la clase media y media baja. Es aquí donde se debe enfocar dichos planos de eficiencia ya que estos grandes consumidores serán beneficiados (Vallejo, 2021).

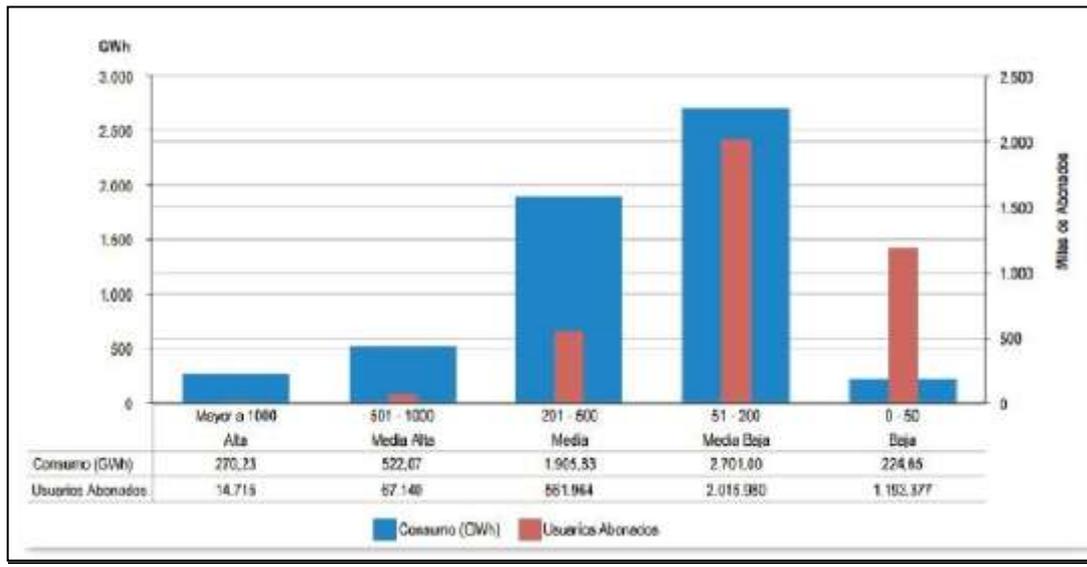


Figura 2. Consumos de energía eléctrica en base a los usuarios abonados en el Ecuador
Fuente: (CONALEC, 2013)

La Eficiencia energética consiste en el ahorro y uso inteligente de la energía, sin pérdidas ni desperdicios, utilizando la mínima energía y manteniendo la calidad de bienes y servicios, para conservar el confort (INER, 2015).

La domótica o ciencia de la innovación, está creciendo a niveles exponenciales, y hace referencia a la incorporación, en la vivienda, de un conjunto de tecnologías informáticas y de comunicaciones que permiten gestionar y automatizar, desde un mismo sistema, las diferentes instalaciones de uso cotidiano, proporcionando una mejor calidad de vida de los usuarios y una mejor conservación y cuidado del edificio (Camó, 2015)

1.3. Formulación del problema

¿Cuáles serían los beneficios de aplicar la Domótica reduciendo el consumo de energía eléctrica por ende mejorando la eficiencia energética en viviendas de clase media de la ciudad de Guayaquil?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Definir conceptualmente la implementación de la Domótica de bajo costo en la eficiencia energética en una vivienda de clase media en la ciudad de Guayaquil.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar los consumos energéticos y características generales de una vivienda de clase media.
- Seleccionar elementos a automatizar en la vivienda de clase media con el objeto de generar un ahorro energético.
- Elaborar protocolos de Sistemas de domótica más factibles a implementar.
- Evaluar el Internet de las cosas (Smart things) en base a asistentes virtuales con controladores de voz.

1.5. Justificación del trabajo de titulación

En términos de conducencia y pertinencia, la investigación gira en torno a la automatización de los espacios, no solamente como factor indicador de progreso, sino también como una necesidad claramente identificada en la dinámica global, las nuevas tendencias globales enfocan a la domótica como una de las tecnologías transversales de mayor importancia en el contexto del desarrollo sostenible, dado que en la actualidad se asocia a la automatización de los espacios con el mejoramiento de la calidad de vida, la comodidad y la seguridad de los hábitats. Se espera que en las próximas décadas la incorporación de herramientas de domótica en la industria y los hogares haga parte de los estándares de calidad y que las buenas prácticas hagan parte de la dinámica global.

Particularmente, la apropiación de la domótica en el mercado latinoamericano es incipiente, aunado a la dinámica cultural que ha caracterizado a los países latinoamericanos como consumidores de productos terminados en tecnología. Además, el deseo de fortalecer la eficiencia energética en nuestro país, a través de la implementación a bajo costo de la domótica en viviendas de clase media, haría que el efecto sea multiplicador en virtud de buscar la reducción de consumos eléctricos que año a año van incrementándose y que perjudican la estabilidad energética del Ecuador.

1.6. Delimitación y alcance

Se busca elaborar protocolos de Sistema domótico más factibles de implementar en viviendas de clase media. El alcance estará definido en base a la búsqueda de alternativas de Sistemas domóticos que favorezcan el incremento de la eficiencia energética local (a nivel micro) para luego ser proyectado por el Estado a un nivel macro.

1.7. Hipótesis

Con la Implementación de un Sistema de domótica de bajo costo en una vivienda de clase media se reducirán los consumos de energía eléctrica en la misma, y esto podría replicarse en varias viviendas de este tipo lo cual sería un beneficio para el Estado Ecuatoriano en virtud de buscar un ahorro energético.

1.8. Definición de las variables

1.8.1 Variable independiente

Desarrollar conceptualmente un Sistema de domótica de bajo costo en una vivienda de clase media en la ciudad de Guayaquil

1.8.2 Variable dependiente

Recopilación de información de reducción de consumos energético cuando se ha aplicado un Sistema de domótica en una vivienda.

Línea institucional

De Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción, siendo las líneas de Facultad correspondiente a Territorio y sub línea de facultad habitad y vivienda

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Vivienda sostenible usando domótica

Dos de los grandes retos a alcanzar en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son combatir el cambio climático y sus efectos (objetivo 13) y garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles (objetivo 12). Según informes de la Unión Europea, el sector de la construcción es responsable del 40 % de las emisiones de CO₂ y del consumo energético a nivel mundial; por lo tanto, es imposible alcanzar dichos objetivos si no se toman medidas urgentes en este sector, y se modifican los patrones de consumo de las viviendas.

Cuando se habla de cómo disminuir el consumo energético de una vivienda, siempre se piensa en la eficiencia energética de los electrodomésticos y en el uso de bombillas LED. ¿Tan importantes son de verdad estos consumos energéticos? Según datos de Eurostat, del consumo energético total de una vivienda, los electrodomésticos y la iluminación suponen el 33,2 % y el 66,8 % se debe a la climatización y producción de agua caliente sanitaria (Universidad de Zaragoza, 2019)

El desarrollo tecnológico que ha alcanzado la humanidad supone grandes ventajas, pero siendo realistas, también ha traído consecuencias no tan placenteras. Lo que se busca con la sostenibilidad es reducir el conjunto de consecuencias negativas en el medioambiente que traen consigo algunas construcciones.

Al desarrollar edificaciones sustentables, se busca también optimizar recursos naturales. De esta manera, la construcción de viviendas con materiales sostenibles, el uso de paneles solares, etc. conservan mejor la energía y la reducción en la emisión de carbono. Con todo esto, se pretende reducir el impacto de la contaminación a largo plazo.

En línea con la sostenibilidad, surge el concepto de domótica. Una casa domótica es aquella que está programada y automatizada para gestionar una serie de funciones, que contribuyen y facilitan el funcionamiento de los dispositivos y de todo lo que conviva dentro del hogar. Todo esto, aplicado desde lo remoto e inalámbrico. (Whithfor, 2020)

Los procesos de automatización de vivienda, brindan la certeza de mejorar la calidad de vida y la seguridad de los hogares. El entorno de la arquitectura moderna admite la aplicación directa de un sistema de seguridad a distancia, las tareas de control de datos residenciales y el manejo del consumo energético a través de métodos domóticos como los expuestos por Zamora, Santa, y Skarmeta (2010); sin embargo, Rosique, Sánchez y Jiménez (2010), argumentan que es necesario reorganizar los diferentes dominios en los que se ejecutan los sistemas domóticos en la actualidad, es decir, formular áreas específicas de control de las diferentes variables que pueda manejar un usuario, ya que sea en una domótica estándar o de un absoluto control.

2.1.2. La domótica en el Ecuador

La domótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, que aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el sistema.

La domótica o automatización de las casas, es un término del cual se habla desde los años '70, siendo recién en la década de los '90 donde se concreta esta idea y pasa de ser una investigación a una realidad, pasando de circuito y de dispositivos interconectados, vía internet, al control de viviendas desde una misma plataforma. A la automatización de los hogares se le conoce por el término el “Internet de las cosas”, lo cual significa la conexión a internet de dispositivos (Vivar Estrella, 2018).

La domótica, es una industria relativamente nueva, es por esto que el término domótica ha tomado varias formas de decirle, como hogares inteligentes, casas automatizadas, sin embargo, se termina en la idea central que es domótica. Según Wood, (2012) la palabra 'domótica' proviene del latín 'domus' que significa hogar y robótica, entonces significa 'robótica doméstica' en realidad. Sin embargo, esto no da una idea completa de lo que se pretende con la palabra domótica debido a que no se venden robots que planchen o arreglen la cama. La palabra robot proviene del checo 'robota' que significa 'trabajo pesado' o 'trabajo forzado'. Así que la domótica es una solución que puede hacer el trabajo pesado a su hogar, y hacerlo más fácil.

El Ecuador en la actualidad no posee mayores aplicaciones de domótica en la infraestructura de casas o edificios, Ecuador posee un gran atraso en cuanto a este tema se

refiere. Esta falta de aplicación se puede notar claramente por la falta de información disponible y las pocas empresas dedicadas a este mercado tecnológico.

Si se procede a realizar un enfoque más profundo o sencillo a la vez, se puede notar que no existen edificaciones llamadas inteligentes en el país, no existe una completa aplicación de domótica integral, más bien se podrá notar ciertas tareas automatizadas, de forma independiente con el resto de actividades dentro de la infraestructura. (Dueñas, 2018)

La aplicación de domótica en el Ecuador para elaborar casas inteligentes, claramente se encuentra desapercibida en el mercado actual.

En orden de ubicar diferentes aplicaciones de la domótica en el Ecuador, se procedió a realizar diferentes investigaciones, encontrando ciertos problemas de acuerdo a Navarrete (2005):

- Las entidades naturales o jurídicas que se dedican al diseño e implementación de sistemas domóticos, al no poseer una debida instrucción o planeación, no pueden generar un respectivo soporte o en algunos casos no es posible la correcta transferencia de información, debido a que, al momento de entregar una obra completa e implementada, el cliente compra el proyecto, en ese momento no se puede brindar información por parte de la empresa constructora sin autorización del cliente.
- No existe un registro de obras construidas en el tema de domótica, de acuerdo al Colegio de Arquitectos del Ecuador y es muy notable la falta de conocimiento del mismo dentro del área de la construcción, dificultando la recolección de información.
- Las construcciones que actualmente se hacen llamar inteligentes, son solamente sistemas independientes automatizados, lo que quiere decir que se realizan ciertas tareas básicas bajo un sistema único y no integral (Carbonell, 2023).



Figura 3. Sistema domótico.

Fuente: Flores (2016)

De forma muy lamentable, los sistemas y equipos domóticos, no poseen un gran impacto y acogida en el Ecuador, mayormente se podría deber a la falta de conocimiento de esta tecnología, demostrando la falta de educación tecnológica y la creencia que estos sistemas tienen como objetivo proveer un lujo a clases altas, siendo a su vez el factor económico una incidencia muy alta al momento de escoger estos tipos de implementaciones en el diseño del bien inmueble; sin embargo ante todos los factores, en el Ecuador de alguna manera se ha abierto un mercado para este tipo de producto, de este punto existen empresas que ofrecen equipamiento y servicio para los sistemas domóticos, aunque son escasos, existen en el mercado, por lo que también se refleja la falta de personas que poseen experiencia sobre el tema para una correcta implementación (Dueñas, 2018).

El tema de adquirir equipamiento tecnológico por internet, conlleva a la filosofía de “hágalo usted mismo”, lo que impacta directamente en la venta de productos tecnológicos, ya que el cliente llega prescindir de personal preparado para una correcta implementación; dentro de internet se puede conseguir diverso equipamiento domótico, en la mayoría de ocasiones los clientes, realizan sus propias configuraciones y debido a esto suelen sufrir malas experiencias con estos sistemas, estigmatizando el desarrollo de estos productos debido a la falta de mano profesional, impactando directamente en el mercado (Dueñas, 2018).

En la actualidad, no existen restricciones para venta y aplicación de sistemas domóticos, como se mencionó anteriormente, la falta de penetración en el mercado de esta tecnología, hace que pase totalmente desapercibida durante la implementación o construcción de un bien inmueble en el Ecuador. (Dueñas, 2018)

2.1.3. La Domótica durante la pandemia del COVID 19

En el presente documento se desea hacer un apéndice sui GENERIS muy importante, que deviene del tiempo que nos ha tocado enfrentar debido a la crisis de salud de Covid19, provocada por un virus denominado Sars CoV2, que se detectó por primera vez en la ciudad china de Wuhan en diciembre del 2019, con características iniciales de una especie de neumonía, tema que tomó dimensiones inimaginables a nivel mundial, y por lo cual la Organización Mundial de la Salud (OMS) debió declararla “pandemia” el 11 de marzo del 2021.

Con esta nueva situación ocasionada por el virus, muchos países a nivel global debieron extremar sus medidas de precaución, implementar normas de bioseguridad, y entre estas consecuencias, cambiar los hábitos rutinarios de la población mundial, tanto en salud, como en el aspecto social, de trabajo, familiar y demás.

Entre las medidas adoptadas por muchos países se dio la reducción al mínimo de la movilidad de las personas en la calle, trayendo como consecuencia el teletrabajo y la virtualidad de las clases de las diferentes entidades educativas a todo nivel (pre-primario, primario, secundario, universitario y niveles académicos superiores); esto conllevó a tener que coexistir mucho más tiempo de lo (hasta ese entonces –marzo 2021- habitual) en los espacios residenciales, generando una mayor demanda de los servicios básicos como agua, luz, teléfono (móvil y fijo), y generando una nueva corriente de demanda como internet, wifi, radiofrecuencia, bluetooth, debido a la creciente necesidad de comunicación, de la población, en medio del aislamiento físico; espectros que anteriormente en algunas sociedades podrían considerarse un valor agregado o “plus” en cuanto a satisfacción de necesidades y confort, pasó a ser un servicio (prácticamente) básico, ya que sin una efectiva comunicación nuestro trabajo, nuestras clases, y demás requerimientos se pueden ver seriamente afectados, no sólo en confort, sino en rendimiento y productividad (Garcia, 2020).

En esta esfera de nuevos requerimientos generados a partir de la pandemia global de Covid19, aparece en escena la Domótica, una vez más como herramienta programática y eficaz, como una aliada en la resolución de problemas cotidianos, esta vez caracterizados con menor importancia a su enfoque en la percepción social de lujo y confort, sino más bien enfocado a la cotidianidad y producción.

Con el COVID 19, la televisión ha batido el récord de consumo. La audiencia ha alcanzado picos que engloban al 77 % de la población, y si sumamos internet, streaming y videojuegos, la media de visionado es de 10 horas por espectador.

Una casa inteligente amplía las telecomunicaciones en todo nuestro hogar para potenciar, no solo nuestro ocio sino el control monitorizado de nuestra casa y sus servicios. De igual manera que se amplían las posibilidades para comunicarnos entre las personas, en la casa domótica se implementa la comunicación con “las cosas”. El control remoto de los dispositivos cobra un protagonismo absoluto, además de generar toda una red de transmisión de alarmas, intercomunicaciones, teleasistencia, o cualquier medio por el que emitir o recibir mensajes e información útil de nuestro día a día (García, 2020).

Actores y promotores de la domótica en GYE

En nuestra ciudad de Guayaquil, puerto de vanguardia a nivel nacional, se desarrollan varias empresas que tienen como objetivo el impulso de la Domótica e Inmótica, que manejan el mercado con características propias cada una, a saber:

Smart-home y domótica dentro de Guayaquil

Av smart

□ AV Smart es una empresa de domótica que ofrecen soluciones el cual permite crear y controlar a través de dispositivos inteligentes como televisiones, termostatos, cerraduras, iluminación, audio y sonido; según a la elección del cliente, contando con 8 000 consumidores de productos y sistemas electrónicos

□ Dirección: Víctor Manuel Rendón 808-809, entre Rumichaca y Riobamba, Guayaquil, Ecuador

Dexel smart devices

□ Dexel Smart Devices es una línea de productos desarrollados para brindar soluciones en el hogar, conectando al usuario con el mundo del internet de las cosas. Cuenta con iluminación, video vigilancia, cerraduras y equipos inteligentes.

□ Dirección: Gabriel José de Luque 325, Guayaquil 090313

Complexa

□ COMLEXA es una empresa online ecuatoriana especializada en productos de iluminación LED, exterior industrial y Smart Home, motivada a servir con excelencia e innovación a sus clientes.

□ Contacto: www.comlexa.ec

Corporación falcones

□ Es una compañía ecuatoriana especializada en IMAGEN, SONIDO, AUTOMATIZACIÓN Y SEGURIDAD, contando con soluciones tecnológicas en diferentes campos con un alto nivel profesional.

□ Dirección: CC. Aventura Plaza L12. Las Monjas y C.J. Arosemena.

Digital home

□ Digital Home, es una empresa importadora de productos y equipos que expenden la línea de electrónica analógica-digital, electromecánica, línea blanca y climatización.

□ Dirección: Av. Las Aguas Urbanor, diagonal a muebles el bosque

Reital

□ Reital es una empresa que brinda soluciones integrales de seguridad y automatización para la industria, construcción, comercial y residencial

□ Dirección: Sargento Dumont Solar 14 y Cosme Renela Sector La FAE

Telconet latam

□ Telconet es una compañía que desarrolla soluciones tecnológicas de Network, Connectivity, Cloud, Security, Collaboration y Transit para el segmento corporativo, basados en una sólida plataforma e infraestructura de Fibra Óptica.

□ Dirección: Sargento Dumont Solar 14 y Cosme Renela Sector La FAE

Arvitech controls s.a.

□ Es una compañía con un equipo de profesionales comprometidos con cada proyecto, especializados en diseño, instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos, sistemas de automatización, sistemas de climatización y sistemas de seguridad

□ Dirección: Urbanización Bosque del Salado Mz301 solar 8 Local 3. Frente a la entrada de la Cdla Ciudad Colón. Junto al edificio Coporsuper.

A la domótica

□ Reital es una empresa online que brinda servicios de automatización e instalación de productos inteligentes, configura y optimiza los ambientes de acuerdo a las necesidades del cliente.

□ Dirección: Km 11,5 vía a la costa

2.1.4. Beneficios de la domótica

Entre los principales beneficios de la domótica están:

➤ **Ahorro energético**

Este beneficio se lo apreciará en los sistemas de automatización aplicados a la climatización principalmente, ya que se tiene la tranquilidad de que una vez programados estos sistemas se encienden y apagan conforme el ambiente lo requiera, además la gestión eléctrica que realizan estos dispositivos sobre los elementos eléctricos varios que se encuentran en la edificación permite que los mismos no se encuentren encendidos innecesariamente, adicional a ello se debe considerar el bajo consumo que se requiere para el funcionamiento de estos sistemas. (Ruque, 2016)

➤ **Seguridad**

La seguridad es una de las ventajas principales de esta tecnología ya que la misma incrementa la seguridad personal, de bienes y contra incidentes varios. dentro de los sistemas que ofrecen esta ventaja a la tecnología se encuentran control de accesos, por medio de los cuales realiza una selección de personas a las cuales se les otorga permiso de acceso a áreas autorizadas y se le niega a quien no debe hacerlo, basado en técnicas de reconocimiento de clave, de rasgos faciales, corporales entre otros. Las alarmas anti intrusas, el cual tiene como objetivo alertar al administrador del edificio la presencia de personas en lugares no autorizados; alarma contra incendios, cuya función es alertar al personal y/o administrador autorizado la suscitación de algún evento que pueda desencadenar un incendio; circuito cerrado de televisión por medio del cual se puede capturar video de todo lo acontecido en la edificación en donde se encuentren instaladas cámaras de seguridad (Ruque, 2016).



Figura 4. La domótica aportando a la seguridad.
Fuente: (Carbonell, 2023).

➤ **Confort**

La implantación de esta tecnología en un edificio brinda al usuario final confort en su uso diario, tal es el caso de la facilidad de encendido y apagado de luces, así como su regulación, además brinda la capacidad de manejar los sistemas de calefacción acorde a las necesidades del usuario, y algunos otros sistemas que pueden incluso ser controlados por medio de internet desde la comodidad de la ubicación que tenga en el momento.

Finalmente, estos sistemas automatizados se pueden controlar de manera sencilla, con herramientas de fácil manejo y muy conocidas como es el caso de plataformas vía web. (Ruque, 2016)

➤ **Accesibilidad**

La domótica es accesible para todos los usuarios incluso para quienes presenten capacidades limitaciones, facilitando las condiciones de vida y permitiendo que las personas tengan autonomía (Tamayo, 2016)



Figura 5. Accesibilidad en la domótica.
Fuente: (Carbonell, 2023).

➤ **Fácil instalación**

El sistema de domótica es de fácil instalación y permite acoplarse a cualquier vivienda; existen protocolos en los cuales no existe la necesidad de realizar cambios significativos en la arquitectura (Tamayo, 2016)

➤ Comunicación

Al tratarse de sistemas centralizados todos estos dispositivos se encuentran comunicados entre sí, ofreciéndole al usuario una conexión con sistemas externos e internos de una manera simplificada. Por ejemplo, redes de datos, telefónicas y controlar por medio de ellas (Ruque, 2016)

2.1.5. Componentes de una instalación domótica

La domótica consta de algunos componentes que se dividen en central de gestión o controlador, sensores o detectores, actuadores y soportes de comunicación como puede ser la red eléctrica existente (Tamayo, 2016)



Figura 6. Ejemplos de dispositivos de domótica

Fuente: (Carbonell, 2023).

➤ Controlador

El controlador es un dispositivo que permite la gestión del sistema, este emite señales con la información que contiene las órdenes que se envían desde el equipo que se esté manejando, logrando así actuar sobre el sistema. Se le considera el elemento central de un sistema de domótica, ya que recoge la información enviada por los sensores y envía las órdenes para su ejecución.

Los conceptos de los controladores, indican que la funcionalidad de estos puede variar desde actuar como un temporizador, hasta poder generar escenarios en los cuales se puedan controlar todos los elementos en una casa, que estén integrados en el sistema de domótica. Se indica también que este al ser el elemento que recibe toda la información y la distribuye, debe ser capaz de trabajar con todas las posibles tecnologías de conectividad o protocolos. La interfaz que deben proporcionar estos también son importantes, con la característica de que se pueda adaptar fácilmente a las necesidades y preferencias del usuario, los servicios más comunes para manejarla son los que se ofrecen a través de la web o telefonía móvil. (Viteri, 2013)

Un sistema de control es el conjunto de dispositivos físicos capaces de recibir información de su entorno, procesarla, registrarla y actuar sobre dicho entorno en función de los datos almacenados o peticiones del usuario.

Una instalación de control es el sistema nervioso de la vivienda, edificio, entorno de uso y: es capaz de detectar un cambio en las instalaciones controladas, puede reaccionar a la detección de sucesos y almacena los eventos a lo largo de la vida de la instalación. (http://www.micronica.es/files/pdfs/SIHD/SIHD_Sens_Actu_EC.pdf)

Los tipos de sistemas de control, se tiene que en función de su arquitectura y también en relación con su tamaño se pueden dividir en:

- ✓ Sistemas centralizados: Un único módulo de control recibe todas las señales, las procesa, toma decisiones y controla todas las salidas y periféricos. Usado en pequeñas instalaciones para un control limitado y en hogar.
- ✓ Sistemas distribuidos: existen muchos módulos de control con tareas concretas que comunicados entre sí forman una red que se comporta como una sola entidad. Es latencia actual para grandes instalaciones y para hogar digital.

➤ **Sensores**

Según (Martín Domínguez & Sáez Vacas, 2016) “Los sensores o detectores son dispositivos capaces de recoger la información de los distintos parámetros que controlan (el nivel de presión de una tubería, la temperatura ambiente, el suministro de gas natural...) y de transmitir esta información para su procesamiento”.

El sensor percibe los cambios de la magnitud en cuestión, como temperatura, posición, nivel químico, fuerza, etc., y convierte estas mediciones en señales generalmente eléctricas para suministrar la información a instrumentos de lectura y registro o para un sistema de control que realizará acciones en función de las magnitudes medidas.

Estos dispositivos se instalarán en el lugar apropiado para medir esa magnitud, estado, nivel, etc. y es necesario conocer su modo de operación para poder instalar, configurar o mantener sistemas que los incorporen.

Existen gran cantidad de sensores para medidas de todo tipo y por tanto, se pueden clasificar de muchas formas distintas:

Según el tipo de salida que proporcionan:

- ✓ Analógicos: Entregan una salida de nivel variable en función del parámetro que midan, por ejemplo, un sensor de temperatura.
- ✓ Binarios: Entregan un nivel “todo” o “nada” (1/0), por ejemplo, el estado de una puerta. (abierta/cerrada)
- ✓ Digitales: Dan la información relativa a la medida con un protocolo de comunicaciones específico que el fabricante facilita: por ejemplo, el sensor de temperatura y humedad.
- ✓ Según su estructura interna, tipo de sensor:
- ✓ Pasivos: No precisan de alimentación: Resistencias que cambian de valor según luz o temperatura.
- ✓ Activos: Tienen circuitos electrónicos que alimentan y necesitan una fuente de energía.
- ✓ Según el tipo de parámetros que son capaces de detectar:
- ✓ Mecánicos: Detectan parámetros relacionados con acciones mecánicas, contactos, aceleración, etc.
- ✓ Ambientales: Medidas de temperatura, humedad, pluviometría, velocidad del viento, etc.

- ✓ Químicos: Niveles de CO₂, niveles de oxígeno, contaminación en el aire, azúcar en sangre, etc.



*Figura 7. Ejemplos de sensores para seguridad de personas y bienes.
Fuente: (Carbonell, 2023).*

➤ **Actuadores**

El autor (Martín Domínguez & Sáez Vacas, 2016) señala claramente que “Los actuadores son dispositivos capaces de recibir una orden procedente de un sistema de control y realizar una acción que modifique el estado de un determinado equipo o instalación: encendido o apagado, subida o bajada, apertura o cierre. Por ejemplo, al caer la noche puede automatizarse el cierre de las persianas. El sistema de control emitirá entonces una señal al relé de maniobra instalado en el motor de la persiana para que ésta descienda”.

Son dispositivos que permiten al sistema de control “actuar” sobre el mundo real para realizar las acciones deseadas, existen multitud de sistemas actuadores, aunque el mando y control de los mismos es más fácil, en general, que el manejo de sensores.

Un porcentaje muy elevado de actuadores solo tienen dos estados: marcha y paro, abrir y cerrar, etc, estos actuadores se manejan mediante señales digitales 0/1.

Otros actuadores requieren valores analógicos (grado de apertura de una trampilla, velocidad de rotación de un motor, etc), en este caso se suelen usar señales de mando del tipo 0-5 V, 0-10 V, 0-20 mA y 4-20 mA.

Otra forma de controlar actuadores es mediante P.W.M (modulación de anchura de impulsos), que está tomando auge con la iluminación LED, para controlar niveles de luz o mezcla de colores.

Aparte de estos tipos de formas de controlar actuadores, existen equipos que se comandan mediante órdenes y protocolos específicos por puertos serie, conexiones de red de datos o mediante buses especiales.

Los elementos más comunes para realizar el mando de equipos son los relés y los contactores. Estos dispositivos se gobiernan desde el control con tensiones y corrientes pequeñas propias de la electrónica y permiten el mando de tensiones diferentes (CC y AC) con intensidades superiores.

El relé es un componente con un electroimán que al aplicarle corriente produce un movimiento mecánico que cierra circuitos a los que podemos conectar equipos externos.

En caso de sistemas domóticos (persianas, luces, sirena, etc), suelen bastar con pequeños relés:

- ✓ Control iluminación de jardín, habitaciones, etc.
- ✓ Abrir o cerrar electroválvulas de riego, agua, gas, etc.
- ✓ Motores de persianas, toldos, bombas de agua, etc.
- ✓ Calefacción, aire acondicionado, etc.
- ✓ Sirena, alarma (luz y sonora)
- ✓ Monitorización video.

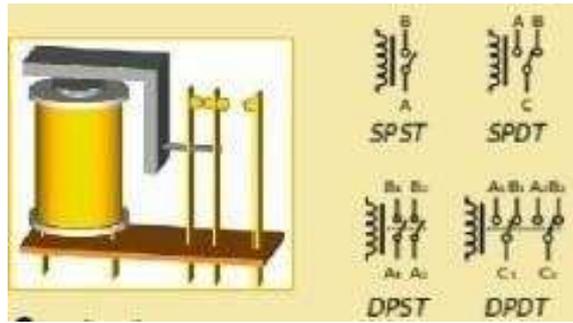


Figura 8. Ejemplo de relé.

Fuente: (Carbonell, 2023).

➤ Soportes de comunicación

Entre los soportes de comunicación se tienen: las interfaces y los medios de transmisión. Las interfaces son los dispositivos que muestran la información de los equipos que tenemos conectados, estos ayudan para poder interactuar de manera directa con el sistema, podemos realizar configuraciones, regularizar los dispositivos, enviar órdenes y comunicarnos con otros sectores de la casa (Viteri, 2013).

Se podrían describir como los elementos que permiten a los usuarios entregar y recibir información del sistema de control, es decir que hacen de enlace entre el usuario y el sistema para: informar, configurar, establecer parámetros, dar avisos, etc. Existen muy simples y más complejos, normalmente dependiendo de la complejidad de la instalación. En instalaciones de inmótica o Smartcities es común que sea necesario la monitorización y control de cientos o miles de puntos, en estos casos, se suele recurrir a programas más potentes para implementar el interfaz (HMI), SCADA (Supervisor y control and data acquisition). Suelen estar instalados en ordenadores dedicados y bajo la supervisión de responsables de mantenimiento/control.



Figura 9. Ejemplo de sistema más complejo de interfaz.

Fuente: (Carbonell, 2023).

Mientras que los medios de transmisión son las redes con las que logramos la integración de los equipos, dependen de la tecnología que escojamos para nuestro sistema, hay distintos medios con los que contamos actualmente como fibra óptica, red eléctrica, línea telefónica, red inalámbrica, etc (Viteri, 2013)

Otro elemento es la infraestructura que la constituyen todos los elementos que dan soporte a la instalación y permiten su despliegue como: cableado de comunicaciones, cableado de alimentación, canalizaciones, cuadros y armarios eléctricos, fuentes de alimentación equipos, protecciones eléctricas, equipos de soporte, protocolo de comunicaciones, sistemas de enlace y pasarelas, etc.



Figura 10. Ejemplo de armario de infraestructura.

Fuente: (Carbonell, 2023).

2.1.6. Implementación de Sistema Domótico

Al momento de implementar un sistema de domótica se debe seguir las recomendaciones indicadas por el fabricante, ya que en su mayoría siguen estándares propietarios, por otro lado, aquellos sistemas que no especifican instrucciones de instalación recomiendan el estándar que se debe seguir para su correcto funcionamiento (Navarrete Quiroz, 2005).

En este punto cabe aclarar que dependiendo de la aplicación las recomendaciones van variando su complejidad, por ejemplo, los sistemas X10 cuya aplicación va orientada a

viviendas unifamiliares, es de sencilla instalación, mientras que, por ejemplo, los sistemas LonWorks presentan un alto nivel de complejidad para su implementación (Navarrete Quiroz, 2005).

En lo que se refiere al sistema de cableado estructurado casi todos los fabricantes sugieren la norma o recomendación internacional que mejor se adapta a sus dispositivos y al medio que utilizan para así asegurar el correcto funcionamiento de sus productos.

Podría darse el caso de que el equipo adquirido venga sin recomendación alguna, para ello se debe tomar en cuenta el tipo de medio que utiliza y luego consultar la norma internacional que mejor se adapte a los requerimientos del usuario (Navarrete Quiroz, 2005).

2.1.7. Sistema Domótico Adecuado

Para la correcta elección de un sistema domótico, es muy importante analizar el tipo de arquitectura de la construcción donde se requiere implementar domótica.

En el caso de una construcción nueva, se debe planificar el sistema domótico y su equipamiento, acorde al uso o aplicaciones que se desea llegue a poseer la red, una edificación nueva facilita habilitar un conveniente y adecuado sistema de cableado, una optimización respecto a la posición de los equipos y elementos, de esta manera maximizando el uso y ayudando a la estética mediante mimetización en el entorno, sin embargo la gran oportunidad de trabajar en estructuras nuevas no siempre suele presentarse.

El trabajo de diseñar una red domótica en una estructura ya existente, dificulta la practicidad del trabajo, se debe aprender y conocer la estructura, donde comúnmente no se cuenta con planos de canalización ni distribución, siendo una implementación a ciegas.

Debido a este problema en las estructuras existentes, varias implementaciones se dejan de lado, aun siendo una gran cantidad de solicitantes existentes en el mercado, observando esta gran problemática se crearon diferentes estándares diseñados para ser integrados sin necesidad de una red de cableado estructurado, evitando realizar la inspección previa para conocer toda la canalización y distribución de la estructura existente, evitando así problemas para la implementación.

Protocolos de domótica

- ✓ Para casos así existen los equipos que funcionan bajo la norma X10, que utiliza como medio de transmisión el cableado eléctrico, otros que utilizan medios inalámbricos, como el ZIGBEE, y otros que requieren de una sencilla instalación, como las redes DOMOLON, pensadas para ser instaladas en nueva construcción (Navarrete Quiroz, 2005); citaremos algunos de los protocolos más utilizados
- ✓ IN Bus es un protocolo de comunicación que permite la comunicación entre distintos módulos electrónicos, no solo con funciones para la domótica, sino de cualquier tipo.
- ✓ X10: Protocolo de comunicaciones para el control remoto de dispositivos eléctricos, hace uso de los enchufes eléctricos, sin necesidad de nuevo cableado. Puede funcionar correctamente para la mayoría de los usuarios domésticos. Es de código abierto y el más difundido. Poco fiable frente a ruidos eléctricos
- ✓ KNX/EIB: Bus de Instalación Europeo con más de 20 años y más de 100 fabricantes de productos compatibles entre sí.
- ✓ ZigBee: Protocolo estándar, recogido en el IEEE 802.15.4, de comunicaciones inalámbrico.
- ✓ OSGi: Open Services Gateway Initiative. Especificaciones abiertas de software que permita diseñar plataformas compatibles que puedan proporcionar múltiples servicios. Ha sido pensada para su compatibilidad con Jini o UPnP.
- ✓ LonWorks Protocolo abierto estándar ISO 14908-3 para el control distribuido de edificios, viviendas, industria y transporte.
- ✓ Universal Plug and Play (UPnP): Arquitectura software abierta y distribuida que permite el intercambio de información y datos a los dispositivos conectados a una red.
- ✓ Modbus Protocolo abierto que permite la comunicación a través de RS-485 (Modbus RTU) o a través de Ethernet (Modbus TCP). Es el protocolo libre que lleva más años en el mercado y que dispone de un mayor número de fabricantes de dispositivos, lejos de desactualizarse, los fabricantes siguen lanzando al mercado dispositivos con este protocolo continuamente.
- ✓ BUSing es una tecnología de domótica distribuida, donde cada uno de los dispositivos conectados tiene autonomía propia, es “útil” por sí mismo.
- ✓ INSTEON: Protocolo de comunicación con topología de malla de banda doble a través de corriente portadora y radio frecuencia.
- ✓ BACnet: Protocolo perteneciente a la comunicación de los datos cuyo objetivo es realizar la comunicación entre los distintos dispositivos electrónicos que se encuentran en

una gran mayoría de edificios modernos. Fue diseñado por ASHRAE y en la actualidad es un estándar de la ANSI e ISO.

Tabla 1. Comparativo de los protocolos más populares

Protocolo	Red eléctrica	Radiofrecuencia	¿Código abierto?	¿Necesita cableado neutral?
inBus	no	sí	sí, a través de CI preprogramados	no
Protocolo	Red eléctrica	Radiofrecuencia	¿Código abierto?	¿Necesita cableado neutral?
C-Bus	no	sí	sí	no (usa category-5UTP)
Insteon	sí	sí	sí	Generalmente
KNX	sí	sí	sí	no
UPB	sí	no	no	no
X10	sí	sí	sí	no
ZigBee	no	sí	sí	no
Z-Wave	no	sí	no	Generalmente lista Z-wave que necesita Neutral

Fuente;(Hernandez,2021)

Un punto adicional a considerar es el tamaño de la construcción en la que se pretende integrar el sistema domótico, debido a que los equipos suelen trabajar con protocolos orientados para funcionar en viviendas unifamiliares, como son el caso de X10, HomePlug, HomeAPI, HomePNA, entre otros; se realizó el diseño de protocolos especializados para edificios grandes y de diversos ambientes, de esta elección se puede definir la dificultad de la implementación de un sistema domótico, no se puede integrar un red compleja sobre una estructura sencilla y viceversa, por factores económicos y de optimización.

Ante lo mencionado es muy importante conocer el ambiente sobre el cual se va a diseñar el sistema, realizar una previa inspección y diagnóstico de las necesidades tiene un gran impacto financiero y por supuesto en el desenvolvimiento de la red, es imperativo

derrocar la mala práctica que abunda en la construcción, la cual es primero hacer, construir y posterior verificar el diseño y las posibles mejoras en la edificación, se puede aprovechar el hecho que las construcciones en Ecuador no son de gran tamaño, en comparación a las de orden internacional donde se aplica domótica (Dueñas, 2018).

2.1.8. Sistemas domóticos comerciales basados en el IoT (Internet of things)

El Internet de las cosas (Internet of things) fue un término introducido en 1999 por Kevin Ashton, que ha crecido mucho en los últimos años. Este término se refiere a dispositivos conectados a través de Internet, y por dispositivos nos referimos a sensores, actuadores y recursos computacionales en la nube. De esta forma, el concepto de IoT es crear una conexión virtual, entre una red y dispositivos electrónicos, que le permite controlar y monitorear estos dispositivos. Las aplicaciones de IoT se vuelven cada vez más populares debido principalmente a la evolución de Internet y a los teléfonos inteligentes. Se espera que el IoT tenga gran importancia en la vida cotidiana y actualmente se utiliza para implementar ciudades inteligentes, automóviles y hogares inteligentes. Sin embargo, actualmente el mercado de IoT incluida la domótica está muy fragmentado en términos de plataformas, así como en términos de protocolos, no hay un estándar esto hace que actualmente se le haga difícil al consumidor final, así como para los desarrolladores que también tienen que elegir para sus proyectos. Y, aunque existen varias propuestas para solucionar este problema, ninguna de ellas ha destacado. (Meneses, 2019)

De la misma forma que se puede construir un sistema domótico con ayuda de elementos open source, también existen sistemas comerciales que realizan la misma función. Los más populares son:

Apple Homekit

Es un sistema creado por Apple (como su propio nombre indica) que permite controlar los dispositivos domóticos desde una misma aplicación para iOS y de forma remota.

Actualmente “HomeKit” no es compatible con tantos dispositivos como Google Home o Alexa, pero cada día la cifra de los que sí lo son aumenta. Para instalar Apple “Homekit” en una vivienda tan solo es necesario comprar dispositivos compatibles con este, descargarse la aplicación “Home” en el dispositivo iOS (iPhone, iPad, etc) y configurar la vivienda

configurando cada una de las habitaciones con sus dispositivos pertinentes. La conexión entre estos dispositivos se establece vía WiFi o Bluetooth y el Smartphone actúa como un mando a distancia desde el cuál controlar todos los dispositivos domóticos. Se puede controlar la vivienda de forma remota, pero es necesario que en la casa se encuentre otro dispositivo de Apple (por ejemplo, si el usuario saca su iPhone a la calle necesitará que en la vivienda haya un iPad o una Apple TV con el cuál comunicarse a través del iPhone y mande las órdenes pertinentes a los dispositivos inteligentes instalados). Apple HomeKit posee todo tipo de dispositivos: cámaras de seguridad, sensores de inundación, termostatos, detectores de humo y por supuesto enchufes y bombillas inteligentes (Chin M., Chang A., 2019).



En la siguiente figura se muestran algunos dispositivos de este sistema:

Figura 11. Climatizador, cámara y enchufes inteligentes de HomeKit.

FUENTE: (Carbonell, 2023).

Smart Things

Smart things son un grupo de dispositivos que pueden ser monitoreados y controlados a través de un dispositivo concentrador (procesadores centrales) y servicios webs. Smart things agrega soporte para productos populares conectados como la familia de dispositivos Belkin WeMo, las bombillas Philips Hue que cambian de color y el sistema de música en casa Sonos. La idea de objetos inteligentes y del Internet de las cosas (IoT) se popularizó recientemente. Al igual que con esos productos, los usuarios de Smart Things ahora son capaces de controlar y automatizar las adiciones de hoy directamente a través de las

aplicaciones Smart Things. El mundo de los frigoríficos inteligentes, lavadoras inteligentes, televisores inteligentes y teléfonos inteligentes ya están en uso, pero la práctica de la experiencia es todavía un nuevo concepto. El internet de las cosas son un concepto bastante nuevo. Smart things es una última tecnología que ha lanzado innovaciones de Kickstarter. (Madakam, 2015)

Samsung Smart Things

Es un sistema domótico creado por Samsung que permite crear casas inteligentes, que desde cualquier Smartphone Android y mediante una aplicación controla los dispositivos instalados en el hogar. La gran ventaja de Samsung SmartThings es que es compatible con gran cantidad de dispositivos inteligentes, ya que es un sistema abierto incluso es compatible con los de la competencia: Amazon, Apple, Google, etc. Esto es gracias a que Samsung creó un protocolo de software llamado “Smart Home Software Protocol” al que estos fabricantes también se acogen. Se puede conectar a prácticamente todos los productos del mercado que sirvan para la domotización de la vivienda: enchufes y luces, neveras, alarmas, etc. Para la instalación de SmartThings es necesario poseer una unidad central o HUB que se conecta al router de la casa y provee de WiFi al resto de dispositivos. Desde la app se controlan los sensores y dispositivos, se añaden los nuevos y se reciben las notificaciones pertinentes. Al ser compatible con los dispositivos de Google Home permite usar los altavoces de este sistema para controlar la casa mediante órdenes habladas. Entre los dispositivos que se pueden utilizar para Samsung Smart Home destacan los electrodomésticos inteligentes como neveras o lavadoras



En la siguiente figura se muestran algunos dispositivos de este sistema:

Figura 12. Frigorífico inteligente. HUB de Smart Things y sensor de apertura de puertas de Samsung.

Fuente(Carbonel,2023).

Alexa Voice Service (AVS)

Alexa Voice Service (AVS) es el conjunto de servicios de Amazon basado en su asistente de inteligencia artificial controlado por voz para el hogar y otros ambientes. AVS y Alexa se presentaron por primera vez con “echo”, el altavoz inteligente permite la interacción por medio de la voz con varios sistemas del medio y en línea. Alexa está disponible para un número creciente de otros dispositivos, incluidos teléfonos inteligentes, tabletas y controles remotos. Amazon Alexa Voice Service (AAVS) proporciona servicios de control de voz para dispositivos de hardware integrados como Alexa, entre otros, la línea de productos de la familia Echo de Amazon y dispositivos domésticos inteligentes como termostatos y cámaras de seguridad. En 2017, Amazon anunció un refrigerador LG compatible con Alexa y Volkswagen anunció que incrustaría Alexa directamente en sus sistemas de automóviles. Alexa Voice servicios no se limitan a productos de consumo. En noviembre 2017, Amazon anunció Alexa for Business, que es una extensión de Alexa Voice Services en el calendario corporativo, reuniones de mercado, llamadas de conferencia y gestión de tareas. Se predice que 60 millones de dispositivos integrados de Alexa serán vendidos al 2020 y, con la integración actual de Alexa con más de 50 productos individuales de la empresa, parece que esta predicción se alinea con la visión estratégica de Amazon de Alexa para estar en todas partes.

Alexa es un programa de software basado en la nube que realiza los deberes de un asistente personal inteligente mientras la Línea de productos Echo de Amazon (Echo Dot, Echo Tap o Echo Show) es el hardware conectado a Internet (altavoz, micrófono y cámara) siempre escuchando la frase de activación del usuario conocida como la palabra de activación, cuando un usuario dice “Alexa, ¿qué hora es?”, la palabra de activación Alexa le indica al Echo que grabe y transmita el siguiente comando de voz a Alexa Voice Services. Usando una interfaz de programa de aplicación (API), AVS luego pasa los comandos de voz a Alexa, que utiliza reconocimiento de voz y del lenguaje natural para el procesamiento y formulación de las respuestas de Alexa. Alexa, entonces, responde a los comandos del usuario con los altavoces integrados de Echo,” La hora es las 3:15 pm.” y envía una copia del comando de voz y la respuesta de Alexa a la aplicación Alexa ubicada en la nube de Amazon. Las copias de los comandos de audio del usuario y las respuestas de Alexa se conocen como tarjetas de respuesta. Se puede acceder a las tarjetas de respuesta a través de la aplicación Alexa del teléfono inteligente (Ford & Palmer, 2019). AVS está integrado con el entorno de comercio electrónico de Amazon, lo que significa que hace que las compras sean rápidas y simples.

El sistema puede funcionar como un centro de automatización del hogar, lo que permite al usuario poder controlar los sistemas de calefacción e iluminación. Por ejemplo, Alexa también se conecta con servicios de transmisión en línea y admite If This Then That (IFTTT), un servicio en línea que automatizar las tareas basadas en la web para que cuando los eventos ocurridos, las tareas de seguimiento se activan y gestionan. En el entorno AVS, los servicios se conocen como habilidades. El Centro de Huracanes, por ejemplo, es una habilidad de Alexa que proporciona información constantemente actualizada sobre sistemas de tormentas, basado en datos de agencias gubernamentales. Una habilidad llamada virtual el bibliotecario es un motor de recomendaciones que sugiere libros, basado en nominaciones a premios, listas de bestsellers y reseñas de usuarios. Alexa Skills Kit, un kit de desarrollo de software (SDK, por sus siglas en inglés), está disponible gratuitamente para desarrolladores y las habilidades están disponibles para descarga instantánea desde Amazon. (Calvopiña, Tapia & Tello- Oquendo, 2019)



*Figura 13. Amazon Echo y Amazon Echo Dot.
Fuente: (Carbonell, 2023).*

Google Assistant

Es una tecnología desarrollada con inteligencia artificial, su principal característica es la conversación bidireccional entre los usuarios y Google, donde las preguntas y respuestas se pueden complementar sin restringirse a un solo tema. Brinda la posibilidad de comunicación bidireccional en forma de una conversación real. El usuario puede interactuar con Google Assistant (GA) con la ayuda de comandos de voz gracias a sus algoritmos de procesamiento de lenguaje natural, además, realizar búsquedas en Internet, programar citas, configurar alarmas y hasta administrar la capa de sesión de medios, también se encuentra como un servicio disponible en la nube (<https://developers.google.com/actions/glossary>).

Es una plataforma para desarrolladores que permite crear software para ampliar la funcionalidad de Google Assistant, en más de 500 millones de dispositivos, incluidos altavoces inteligentes, teléfonos, automóviles, televisores, auriculares y más. Los usuarios entablan conversación con el asistente de Google para hacer las cosas, como comprar comestibles o reservar un viaje. (<https://developers.google.com/actions/extending-theassistant>).

Esto es posible utilizando como parámetros los siguientes términos:

- ✓ **Intención:** un objetivo o tarea que los usuarios desean realizar, como pedir un café o encontrar una pieza musical. En acciones en Google Assistant, esto se representa como un identificador único y las expresiones de usuario correspondientes que pueden desencadenar la intención.
- ✓ **Acción:** Interacción que se construye para el asistente que respalda una intención específica y tiene un cumplimiento correspondiente el cual procesa.
- ✓ **Cumplimiento:** un servicio, aplicación, fuente, conversación u otra lógica que maneja un intento y lleva a cabo la acción correspondiente.

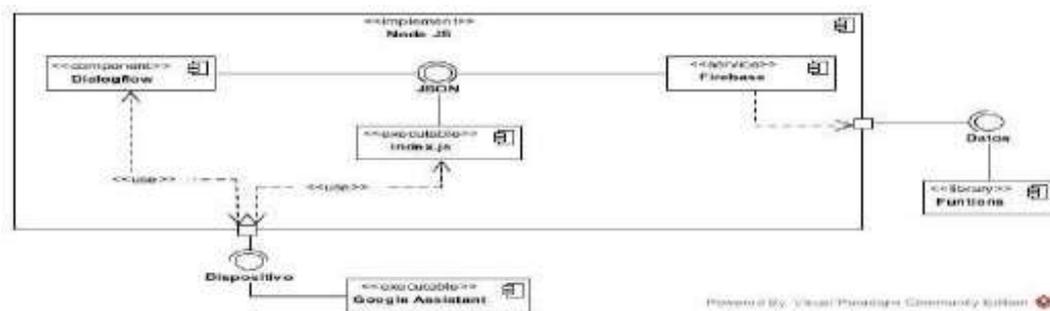


Figura 14. Diagrama de componentes de Google Assistant

Fuente: (Hernández, 2020)

2.1.9. Eficiencia energética

La reducción del impacto ambiental causado por el sector productivo es una preocupación mundial que en la actualidad ha despertado el compromiso de muchos gobiernos para direccionar sus leyes en función del desarrollo sostenible. El alto costo de las tecnologías no convencionales y renovables que en la actualidad podrían disminuir la contaminación ambiental, no permiten el cambio de las tecnologías convencionales, además del tiempo que este cambio de tecnología requiere. De esta forma, se debe buscar un

equilibrio sostenible entre las nuevas tecnologías y el adecuado uso de las convencionales; es aquí donde la eficiencia energética surge como una buena alternativa para disminuir la contaminación ambiental, además de mejorar la competitividad y productividad de las empresas por la disminución del consumo de energía que se refleja en menores costos de operación y como afirma Cicone et al. (2007) es una medida fundamental para mantener un crecimiento saludable en las empresas a través de instalaciones más eficientes. Sin embargo, las medidas necesarias para lograr la eficiencia energética requieren inversión, pueden ser grandes inversiones de capital para la adquisición de nueva tecnología o poca inversión como las mejoras en el proceso productivo, manutención de los equipos e inclusive capacitación del personal para concientizarlo de la necesidad de hacer un uso racional de la energía, pues de acuerdo con Russell (2003), una gran cantidad de los ahorros de energía se puede obtener de las prácticas aplicadas en el día a día, lo que significa que la empresa no necesita de grandes inversiones y por tanto de fuentes de financiamiento tradicionales como el mercado de acciones o los préstamos bancarios de largo plazo (CICONE et al., 2007).

La eficiencia energética (EE) es definida como el volumen de energía consumida por unidad de producida (RUSSELL, 2003), Sorrell & Dimitropoulos (2008) la definen como la relación entre las salidas (producción) y la energía de entrada; ya ICRA (2004) dice que la EE significa utilizar menos energía para alcanzar una misma producción además de identificar los desperdicios de energía y tomar las acciones necesarias para eliminarlos, sin perjudicar la calidad.

Resumiendo, las definiciones anteriores, puede decirse que la EE es la relación entre producción y consumo energético y que el aumento de la EE se puede alcanzar manteniendo un mismo nivel de producción, pero con un menor consumo energético o un mayor nivel de producción con igual consumo energético sin afectar la calidad del producto final.

De acuerdo con Taylor et al. (2008) la EE trae mejoras para la industria, pues mejora su rentabilidad, productividad y competitividad a través de la disminución de los costos, además de que reduce los impactos que causan cambios climáticos. Para Bennett & Wells (2002) la EE mejora la competitividad de las empresas toda vez que con su implementación se pueden planificar y controlar los potenciales efectos de la disponibilidad de la energía y su costo. Según Rusell (2003) la importancia de la eficiencia energética no está basada solamente en la disminución de los costos de producción, sino también en el uso racional de

la energía, pues la falta de ella junto con los desperdicios de materia prima y los recursos ociosos, puede detener la producción y afectar la rentabilidad de la empresa. Cicone et al. (2007) presenta la EE como una medida fundamental para mantener un crecimiento sustentable en las empresas a través de instalaciones más eficientes. De este modo, las actividades de monitoreo, medición y verificación del flujo de energía (RUSSELL, 2003) ganan importancia, lo que significa que se debe mantener un proceso de mejora continua de la EE, la cual también se puede asegurar con la renovación permanente de la tecnología a través de la reinversión de las economías generadas por la EE (PYE 1998).

2.1.10. Consumo energético del Sector productivo

El consumo de energía en el sector industrial ha sido clasificado por la Administración de Información de Energía (EIA), en manufactura intensiva en energía, manufactura no intensiva en energía y actividades consumidoras de energía, que no son de manufactura. De la industria, que es responsable aproximadamente por el 50 % del consumo de energía generada mundialmente (Napp, Gambhir, Hills, Florin & Fennell, 2014), se espera una contribución importante para el desarrollo de programas de eficiencia energética.

Los procesos industriales como la fabricación de acero, cementos y sectores de refinería son particularmente intensivos de energía. Juntos generan aproximadamente 30 % o más del consumo total de energía (Napp, Gambhir, Hills, Florin & Fennell, 2014). De acuerdo con las proyecciones de la agencia EIA para el 2035 la industria cementera, entre otras, se mantendrá intensiva en consumo de energía, lo cual fue proyectado a partir de los datos que se observan en la siguiente Figura.

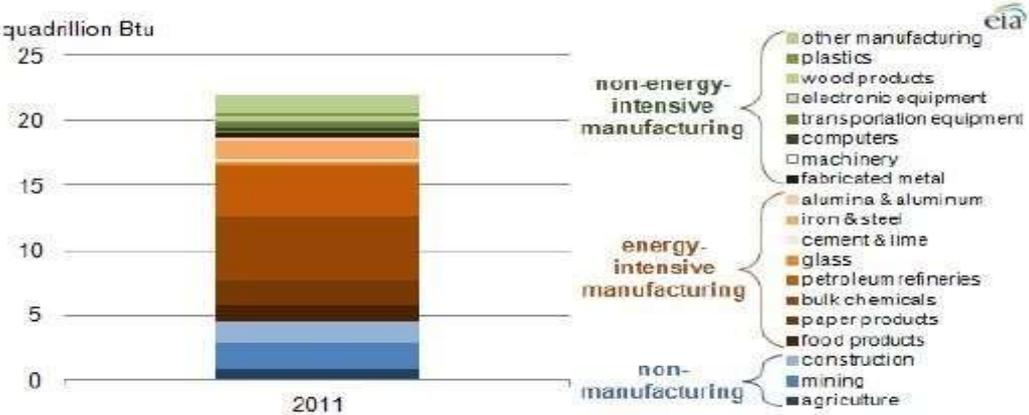


Figura 15. Consumo industrial de la energía generada en 2011.
Fuente: U.S. Energy Information, 2012

Estudios encabezados por la EIA identificaron oportunidades para mejorar eficiencia energética interviniendo tecnologías y tomando medidas para diferentes sectores. En el caso de la industria, se propuso intervención a través de tecnologías que permitieran generar una base de eficiencia energética, con unos costos de inversión adecuados. Los sectores y subsectores y las tecnologías a intervenir, se encuentran en la Figura 14. La eficacia de la utilización de la energía varía con operaciones industriales específicas debido a la diversidad de los productos y los procesos necesarios para su fabricación. (Sánchez y Fuguen, 2014)



Figura 16. Representación de la eficiencia energética en la industria.
Fuente: Administración de Información de Energía—EIA, 2012)

2.1.11. Sistemas de eficiencia energética

Los sistemas de gestión de la energía enmarcan un conjunto de elementos relacionados que interactúan para establecer una política, unos objetivos energéticos y los procesos y procedimientos que le permitan al sistema funcionar de manera coherente y práctica. El punto de partida de los sistemas de gestión de la energía radica en la definición de la política energética, que se define como la declaración por parte de la dirección de sus intenciones y direcciones globales en relación con su desempeño energético. Esta política se debe traducir en un objetivo energético y una planificación para cumplir con la política de la organización relacionando la mejora del desempeño energético. Adicionalmente, este tipo de sistemas empresariales usan modelos de gestión, definidos como conjunto de procedimientos y

actividades, conceptuados para ser integrados al modelo de gestión organizacional de la empresa, como guía para ser implementados (Universidad del Atlántico y Universidad Autónoma de Occidente, 2008)

Cada organización requiere el desarrollo de un sistema diseñado particularmente tanto para sus procesos como para su cultura organizacional, de manera que con ayuda de agentes externos como equipos de consultoría en fases iniciales del desarrollo del programa y con la intervención diferentes áreas de la compañía, pueda iniciarse un proceso de implementación de un modelo o programa de gestión de energía. Sin embargo, para que el programa de gestión de la energía esté bien planificado, organizado y ejecutado se requiere un fuerte compromiso por parte de la alta dirección. (Kreith & Goswami, Handobook of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2007)

Los Sistemas de Gestión de la Energía, como el propuesto en la Norma NTC ISO 50001, involucran una continua verificación de las acciones implementadas, un proceso de realimentación y corrección de la política energética para una mejor gestión de los recursos dentro de las organizaciones.

En el Modelo de la Figura 15, se puede ver la integración de procesos desde la política energética, su planificación e implementación, hasta esquemas de mejora continua en los cuales hay procesos de verificación, seguimiento y medición, identificación y corrección de no conformidades con el fin de facilitar un mejor desempeño energético. El sistema establecido, dados los procesos de seguimiento y control, facilitarán adicionalmente que la estrategia del sistema se alimente constantemente, facilitando las correcciones a la política y la planeación (Sánchez y Fuguen, 2014)



Figura 17. Modelo de Sistema de Gestión de la Energía para la Norma ISO 50001.

Fuente: Norma ISO 50001

2.1.12. Consumo energético en viviendas

El uso energético de la vivienda se suele dividir en aspectos energéticos: calefacción, ACS (agua caliente sanitaria), electrodomésticos, cocina, iluminación, climatización y otros. El consumo total de una vivienda se suele presentar por el consumo de energía final que la vivienda necesita durante un año expresado en kWh. Las emisiones totales se presentan en kg de CO₂ emitidos a la atmósfera. Según la fuente, estas emisiones pueden contabilizar únicamente las emisiones directas o también incluir las indirectas, como las que se generan por el uso de electricidad.

Tabla 2. Consumo y emisiones de vivienda, anuales y por superficie.

	Consumo [kWh]	Emisiones [kgCO ₂]	Superficie [m ²]	Consumo [kWh/m ²]	Emisiones [kgCO ₂ /m ²]
MMA	12 212	1 132	93	131	12
WEC		1 300	93		14
ICAEN	8 486		90	94	
CRANA	12 213	6 100	99	123	62
Cuchi	11 837	3 059	90	132	34
Rodrigo	9 300		90	103	
INE	8 323		101	82	

Fuente: Centro de Recursos Ambientales de Navarra (2006); Cuchi et al. (2003); Institut Catala d'Energia (2010); Instituto Nacional de Estadística (2010); Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2009 a); Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2009b); Rodrigo et al. (2008); World Energy Council (2008)

Según Cuchi et. Al (2003), los datos sobre el estado actual de consumo se pueden definir de tres maneras: el consumo medio de la población en el sector doméstico, el consumo real obtenido de la lectura de una muestra de viviendas y el consumo de una vivienda estándar. De las publicaciones analizadas en la tabla 1, las cuatro primeras estiman el consumo medio de todo el parque residencial de una región, las dos siguientes analizan una vivienda estándar y la última es un cálculo propio sobre los datos reales de una muestra de viviendas.

Los datos del consejo mundial de energía (World Energy Council, 2008) muestran que las emisiones totales anuales son 1,3 Ton CO₂, resultando en unas emisiones específicas de 14 Kg CO₂/m², para una superficie media de 93 m².

ICAEN (Institut Català d'Energia, 2010) considera el consumo anual en el año 2007 de una vivienda en Cataluña en 8486 kWh y dado que según IDESCAT (Institut de estadística de Catalunya, 2010) la superficie media de una vivienda es de 90 m², el consumo específico resulta 94 kWh/m².

En el caso del Ecuador, el sector residencial de viviendas consume el 36 % de energía eléctrica a nivel nacional, como se puede ver en la siguiente Figura.

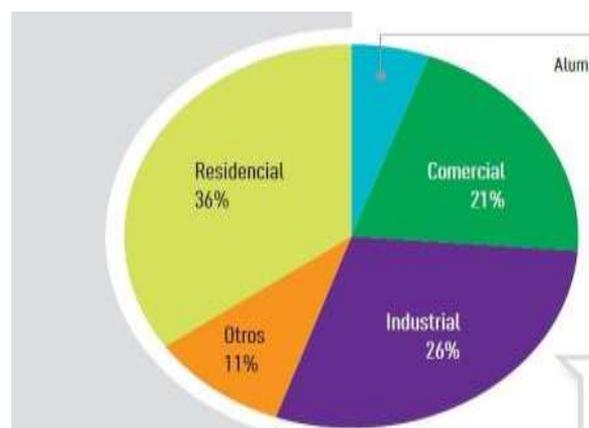


Figura 18. Matriz de consumo de energía eléctrica 2015, Fuente: (Carbonell, 2023).

En el 2014, el consumo medio de electricidad de una vivienda en el Ecuador fue de 1553 kWh/año. Por su parte, en la región Sierra el consumo medio fue de 1035 kWh/año, y en las regiones Costa, Oriente e Insular fue de 1600 kWh/año, 1400 kWh/año y 2100 kWh/año,

respectivamente. En las regiones Costa, Oriente e Insular los valores más altos de consumo están ligados principalmente al uso de equipos de refrigeración y climatización.

La siguiente Figura 17, toma como referencia el estudio “Determinación de los Usos Finales de la Energía en el Sector residencial (2012)” y que contiene escenarios de sustitución de equipos eficientes en el hogar para la ciudad de Quito, permite tener una referencia del consumo de energía eléctrica. (Guía Práctica para el uso eficiente de la Energía Eléctrica en el Ecuador, 2015)

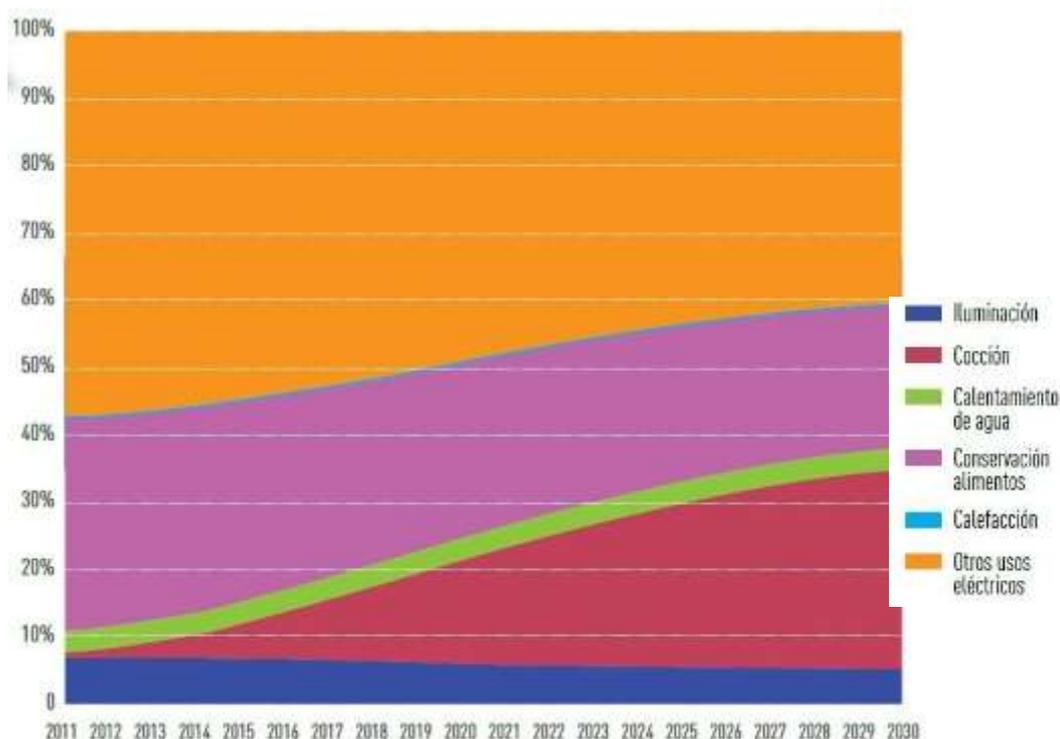


Figura 19. Consumo de energía eléctrica por usos.

Fuente: Empresa Eléctrica Quito (2015)

El Gobierno del Ecuador realizó estrategias emprendidas para mejorar la eficiencia energética en las viviendas. Dichas iniciativas promueven la adopción de nuevos hábitos de consumo en la ciudadanía y traen consigo beneficios al medioambiente a través de la disminución de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), cuya presencia en la atmósfera genera el denominado efecto invernadero.

Entre tales iniciativas están: focos ahorradores, alumbrado público con luminarias más eficientes, sustitución de refrigeradoras ineficientes, reemplazo de cocinas a gas por cocinas de inducción, aplicación de Sistemas de gestión de energía en industrias, elaboración de normas y reglamentos para el uso eficiente de la energía, elaboración de la norma ecuatoriana de la construcción (NEC), elaboración de la norma para vehículos eléctricos. (Guía Práctica

para el uso eficiente de la Energía Eléctrica en el Ecuador, 2015) Además, en las viviendas se está poniendo de moda tener soluciones domóticas de instalación simple y corte vida útil. Ejemplos de estos productos son sensores de humedad para plantas (Xiaomi Mijia), Amazon Echo, bombillas Hue de Philips, etc.

Existen varios asistentes de voz que hoy en día se encuentran compitiendo entre ellos, sin un claro ganador en el corto plazo.

Entre ellos se encuentran Siri, Google Assistant o Alexa, además de motores de IA para poder integrar servicios web multipropósito (IBM Cloud). Habiendo tantas opciones y sin un estándar de facto, en la actualidad se está construyendo lo que en el futuro puede ser el estándar domótico que los conecta a todos, o que simplemente todos estos dispositivos se integren en una suite futra IoT, algo similar a lo que ocurre en la actualidad con la suite de protocolos TCP/IP.

2.2. Marco Conceptual

Domótica: El término domótica proviene de la unión de las palabras “domus”, que significa casa en latín y “tica” (de automática, palabra en griego, “que funciona por sí sola”). Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar. Se podría definir como la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto.

La domótica es una tecnología diseñada y programada, para hacer más fácil la vida de las personas trabajando en los siguientes aspectos:

Conseguir un alto nivel de confort. El empleo de un sistema integrado de comunicaciones permite disponer de comodidades para el usuario, como el control por mando a distancia, programación de escenas y automatización de tareas como la subida/bajada de persianas, entre otras muchas.

Aumentar la seguridad de bienes y personas. Seguridad, tanto en lo referente a alarmas técnicas (alarmas de incendio, inundación, humos, escape de gas, etc.), como protección de las personas contra robos (simulación de presencia, detección de intrusos)

Gestión de la energía. La domótica trabaja en este aspecto en la optimización del consumo eléctrico y de la climatización (modos de tarificación nocturna, prevención de situaciones de consumo innecesario, como corte de la calefacción con las ventanas abiertas, ...). Todo ello se lleva a cabo mediante programaciones horarias, termostatos, detectores de presencia, etc. Con todo esto se consigue un uso más racional de la energía, y por lo tanto, un ahorro económico.

Comunicación. Es posible la conexión con el sistema a distancia, de forma que se pueda modificar y conocer el estado de funcionamiento de la instalación. En este campo está produciéndose una verdadera revolución en los últimos años, y muchos de los fabricantes de dispositivos están comercializando componentes que permite el control mediante las últimas tecnologías, entre ellas el control por Internet y mediante teléfonos móviles (SMS y WAP). (Villaverde, 2017)



Figura 20. La domótica y su campo de acción en el hogar
Fuente: (Villaverde, 2017)

Eficiencia Energética: Se define como el cociente entre la energía requerida para desarrollar una actividad específica, y la cantidad de energía primaria usada para el proceso. Se considera una parte esencial del futuro de la energía sustentable, ya que permite la disminución del consumo de energía, los gases de efecto invernadero y las emisiones, y a la vez genera oportunidades de inversión, facilitando la creación adicional de nuevos puestos de trabajo (Administración de Información de Energía –EIA, 2012). El incremento en la

eficiencia puede ampliar la productividad de los recursos básicos de energía. (Kreith y otros, 2007). Este cociente de eficiencia energética se integra a un concepto más amplio, conocido como desempeño energético, el cual incluye adicionalmente el uso de la energía, su consumo y su intensidad. (Sánchez y Fuguen, 2014)

Protocolos y Sistemas de Domótica: El protocolo de comunicaciones que utiliza un sistema domótico es el formato en el que vienen los mensajes empleados por los dispositivos y elementos del control del sistema para comunicarse entre sí de tal forma que todos puedan entenderse para intercambiar información (Huidobro, 1997).

De acuerdo a su estandarización, los protocolos pueden ser:

- ✓ Estándar: Son aquellos protocolos que ya existen y cuyas empresas utilizan para desarrollar productos compatibles con estos.
- ✓ Propietarios: Son propios de una empresa. Son desarrollados por ellas, fabricando productos propios capaces de comunicarse entre sí. (Huidrobo, 1997)

Internet de las cosas (IoT): Es una red que interconecta objetos físicos usando Internet (Ma & Liu, 2017). Los objetos mencionados anteriormente utilizan sistemas embebidos o, en otras palabras, hardware especializado que no solo permite la conectividad a Internet, sino que también permite establecer eventos específicos de acuerdo con las tareas que se le dictan de forma remota (González García, Meana Llorián, Pelayo García- Bustelo, & Cueva Lovelle, 2017).

Las cosas se pueden clasificar como objetos que funcionan como sensores y objetos que realizan acciones activas. Cada uno de los objetos conectados a Internet tiene una dirección específica de protocolo de Internet (IP), y a través de esa dirección IP se puede acceder para recibir instrucciones. También puede contactar a un servidor externo y enviar los datos que recopila (Hipertextual, 2018). En un hogar inteligente, aparatos y dispositivos como luces, cerraduras, alarmas, refrigeradores, aspiradoras, televisores e incluso lavadoras se pueden manejar desde un smartphone, tablet o por voz y ser configurados para funcionar de forma automatizada (Calvopiña, Tapia & Tello-Oquendo, 2019)

Asistente virtual: Es un dispositivo programado que está en la capacidad de interactuar con los distintos usuarios del hogar, utilizando varias interfaces visuales, permitiendo al usuario manipular todos los recursos o dispositivos implementados. (Meneses & Pesántez, 2017)

2.3. Marco Legal

2.3.1. Ley de Eficiencia Energética del Ecuador

Que los artículos 313 y 314 de la Constitución de la República del Ecuador, definen a la energía en todas sus formas como un sector estratégico del que el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar; y determina que el Estado garantizará su provisión basada en principios de eficiencia, responsabilidad, accesibilidad y calidad, entre otros;

Que, el artículo 413 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que el Estado debe promover la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto;

Que, los artículos 74 y 75 de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía

Eléctrica – LOSPEE- establecen los objetivos que persigue la eficiencia energética a nivel nacional y definen los principios de la política en eficiencia energética que deberá promover el gobierno nacional. Que, es imperioso contar con un nuevo marco jurídico acorde con las disposiciones de la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, el Código Orgánico del Ambiente, la realidad nacional, los instrumentos internacionales sobre materia ambiental y mitigación del cambio climático, con el fin de establecer metas y mecanismos de acción, seguimiento y control para alcanzar la reducción de emisiones de gases efecto invernadero y reemplazar el consumo de combustibles fósiles por energía renovable y limpia; y,

Que, la eficiencia energética, como principal herramienta de una sociedad para la mitigación de los efectos del cambio climático, tiene una naturaleza de acción e impacto transversal en todas las actividades humanas, y que su regulación influye en los derechos: a vivir en un ambiente sano, a tener un hábitat seguro y sano, a la salud, y de la naturaleza.

Artículo 1.- Objeto y ámbito. - La presente Ley tiene por objeto establecer el marco legal y régimen de funcionamiento del Sistema Nacional de Eficiencia Energética – SNEE,

Artículo 2.- Declaración de Interés Nacional. - Se declara de interés nacional y como política de Estado, el uso eficiente, racional y sostenible de la energía, en todas sus formas, como elemento clave en el desarrollo de una sociedad solidaria, competitiva en lo productivo y preocupada por la sostenibilidad económica y ambiental.

El Plan Nacional de Desarrollo debe contemplar dentro de sus procesos y lineamientos, elementos destinados específicamente a la política nacional de eficiencia energética y al uso racional de la energía.

La ley tiene principios que emanan de la Constitución de la Republica

1. Racionalización del consumo energético y preservación de recursos energéticos, renovables y no renovables;
2. Promoción de energía limpia y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero;
3. Fomento de una cultura nacional orientada al uso eficiente de los recursos energéticos;
- y,
4. Transparencia e información adecuada para los consumidores y tomadores de decisión.
- 5.

8.- Uso racional y eficiente de la energía: Son las prácticas conscientes de los individuos y la adopción de hábitos y cambios tecnológicos que intentan evitar el desperdicio en el uso de la energía en la cadena energética, conveniente en términos económicos, asegurando un igual o superior nivel de calidad y una reducción del impacto ambiental negativo.

CAPITULO II DEL SISTEMA NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGETICA

Artículo 5.- Sistema Nacional de Eficiencia Energética. - Se establece el Sistema Nacional de Eficiencia Energética como el conjunto de instituciones, políticas, planes y

programas de inversión estructurados para el cumplimiento de los objetivos y metas establecidos en el Plan Nacional de Eficiencia Energética – PLANEE.

El Ministerio rector de las políticas públicas de eficiencia energética, a través del Comité Nacional de Eficiencia Energética, CNEE, vigilará que el Sistema Nacional de Eficiencia Energética en todos sus ejes de acción esté funcionando de forma articulada para alcanzar las metas del PLANEE.

Artículo 6.- Competencia.- El Ministerio rector de las políticas públicas de eficiencia energética será competente para presidir la institucionalidad del SNEE, llevar el sistema nacional estadístico sobre eficiencia energética, liderar las estrategias entre el sector público y privado para el fomento de la eficiencia energética asociada a la competitividad, con criterios de sostenibilidad y sustentabilidad; y establecer mecanismos para que la ciudadanía cuente con información clara y detallada que, en la adquisición de bienes o servicios energéticos, le permita tomar decisiones eficientes, responsables y económicas.

Artículo 7.- Comité Nacional de Eficiencia Energética. - Para la coordinación interinstitucional en materia de eficiencia energética, se conforma el Comité Nacional de Eficiencia Energética–CNEE, como un órgano técnico constituido por los siguientes miembros:

- ✓ La o el ministro rector en materia de eficiencia energética o su delegado permanente, quien presidirá el Comité.
- ✓ La o el ministro rector de la industria y productividad o su delegado permanente.
- ✓ La o el ministro rector del transporte o su delegado permanente.
- ✓ La o el ministro rector del desarrollo urbano y la vivienda o su delegado permanente.
- ✓ La o el ministro rector del ambiente o su delegado permanente,
- ✓ La o el ministro rector de la economía y las finanzas o su delegado permanente.
- ✓ La o el Presidente de la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas o su delegado permanente.
- ✓ Un delegado de las instituciones de educación superior con carreras acreditadas en las ramas afines a la eficiencia energética, nombrado por la Asamblea del Sistema de Educación Superior.

- ✓ Un delegado de las cámaras de la producción y comercio.
- ✓ Priorizar, con base a la metodología establecida en el reglamento de la ley, los proyectos y/o programas de eficiencia energética y uso racional de la energía, a ser financiando por el fondo nacional para inversión en eficiencia energética;

Artículo 10.- Elaboración del Plan Nacional de Eficiencia Energética. -

Conforme al artículo 13 de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, el PLANEE será elaborado por el ministerio rector de las políticas de eficiencia energética, tendrá un horizonte de 10 años y será actualizado con una periodicidad de dos (2) años.

Podrá ser actualizado dentro de dicho período cuando el Ministerio rector lo considere necesario o a sugerencia del CNEE.

El cumplimiento del PLANEE será obligatorio para el sector público e indicativo para el sector privado, conforme a lo establecido en el artículo 13 de la Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica.

Artículo 13.- Eficiencia energética en la construcción. - El Ministerio rector de la política de construcción y vivienda coordinará con el INEN y los GAD, como parte del SNEE la emisión de políticas y normativa orientadas a que en las edificaciones destinadas al uso industrial, comercial, recreativo, residencial y equipamientos se observe el cumplimiento de las metas sectoriales de eficiencia energética; dicha normativa será de obligatorio cumplimiento por parte de los diseñadores, constructores, propietarios y usuarios de las edificaciones, según corresponda.

La normativa incluirá un proceso de evaluación de cumplimiento y calificación sobre el consumo energético de las edificaciones nuevas y de aquellas que sean objeto de remodelación, ampliación o rehabilitación. Los constructores informarán al comprador sobre la calificación energética de las edificaciones en venta y los beneficios que obtendrá en su inversión en el futuro consumo de energía.

El Gobierno Nacional a través de los ministerios competentes, crearán un plan de chatarrización para los vehículos de trabajo de personas naturales y del transporte público que salgan de servicio y que se reemplacen por vehículos de medio motriz eléctrico.

A partir del año 2025 todos los vehículos que se incorporen al servicio de transporte público urbano e interparroquial, en el Ecuador continental, deberán ser únicamente de medio motriz eléctrico. En el caso de la región Insular, esta medida será evaluada por el CNEE. El rector de las políticas públicas de hidrocarburos incorporará dentro de su planificación y como anexo al PLANEE las políticas y acciones necesarias para garantizar la calidad de los combustibles necesaria para que se cumpla con la mejora progresiva de la eficiencia, niveles de consumo y emisiones en vehículos automotores. Además, incluirá también, las políticas necesarias para el fomento de la producción y consumo de biocombustibles a nivel nacional, así como las políticas, mecanismos e infraestructura necesaria para promover la movilidad eléctrica.

Artículo 16.- De los consumidores de energía. -

El Reglamento a esta Ley podrá contemplar obligaciones en materia de eficiencia energética, para los grandes consumidores de energía.

Capítulo IV De La Información, Seguimiento E Información

Artículo 18.- Sistema de Información. - Como parte del SNEE el Ministerio rector de la eficiencia energética creará una base de datos estadística y de indicadores de eficiencia energética, de acceso público, que disponga de toda la información sobre fuentes y usos finales de energía, además de la información necesaria para construir un conjunto de indicadores nacionales y sectoriales que permitan evaluar la evolución, desempeño y cumplimiento de los objetivos y metas del PLANEE.

Artículo 20.- Investigación y desarrollo tecnológico. - El Estado ecuatoriano favorecerá la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el ámbito de la eficiencia energética y uso racional de la energía a nivel de universidades, escuelas politécnicas, centros de investigación, y pudiendo contar con la participación de empresas nacionales que se involucren en los proyectos de investigación. La Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación en coordinación con el CNEE será el ente encargado de coordinar

las actividades de investigación en esta materia que sean financiadas por el Estado ecuatoriano.

CAPITULO III METODOLOGIA

3.1 Enfoque de la Investigación

El estudio relacionado acerca de la domótica, se abordó como modelo de investigación científica, mediante el enfoque mixto cualitativo – cuantitativo.

Con el diseño cuantitativo se obtiene la información de los consumos energéticos de una vivienda de clase media.

Con un diseño cualitativo se examinó la situación actual de la domótica y su impacto en la eficiencia energética en una vivienda de clase media.

La investigación se respalda fundamentalmente de teorías, obtenidas de medios como libros, artículos científicos, tesis, entre otros documentos que proporcionan el conocimiento adecuado para la realización del presente trabajo.

3.2 Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo debido a que se evaluó el impacto de implementar un sistema domótico para reducir los consumos energéticos de una vivienda de clase media.

El diseño de la investigación es de tipo no experimental debido a que se evaluara el cumplimiento en la eficiencia energética en una vivienda de clase media al incorporar un sistema domótico.

3.3 Métodos y Técnicas de Investigación

El método de investigación que se aplicó fue el inductivo, este método permitió realizar la observación de los hechos y eventos que suscitan en una vivienda de clase media relacionado con la implementación de un Sistema domótico.

Las técnicas de investigación que se emplearon para el cumplimiento del objetivo general en esta investigación son las siguientes:

Revisión documental. - La técnica que se empleó como fuente de información para extraer diferentes casos sobre impactos en la eficiencia energética al implementar un sistema de domótica en una vivienda de clase media.

Observación directa. - La técnica de recolección de información se basa en la observación directa de los resultados de los consumos energéticos en una vivienda al implementarse un Sistema de domótica.

3.4 Población

Todas las viviendas que poseen la capacidad adquisitiva para implementar un Sistema de domótica.

3.5 Muestra

Recopilación de información acerca de casos exitosos de reducción de consumos energéticos al incorporarse un Sistema de domótica en sus viviendas.

3.6 Consumos energéticos y características generales de una vivienda de clase media

No existe mucha información en el Ecuador acerca de consumos energéticos de una vivienda específica de clase media, lo que existe es información acerca de consumos eléctricos del sector residencial en el Ecuador.

El sector residencial, representó en el 2012, el 35 % de la demanda de energía, por lo cual, su incidencia como actor del consumo eléctrico, es de un alto impacto en la demanda total. Para focalizar las acciones a mejorar este sector, se debe tener el conocimiento de los usos finales de la energía dentro del mismo.

Haciendo una estimación en la distribución por regiones, tanto en el consumo eléctrico como en la cantidad de abonados en el sector residencial, en la siguiente figura se observa que, a pesar de tener casi la misma cantidad de abonados entre Sierra y Costa, el consumo en la región Costa es mayor, esto como consecuencia del uso de sistemas de refrigeración de alimentos y aire acondicionado, éste último no utilizado en forma intensa en la Sierra.

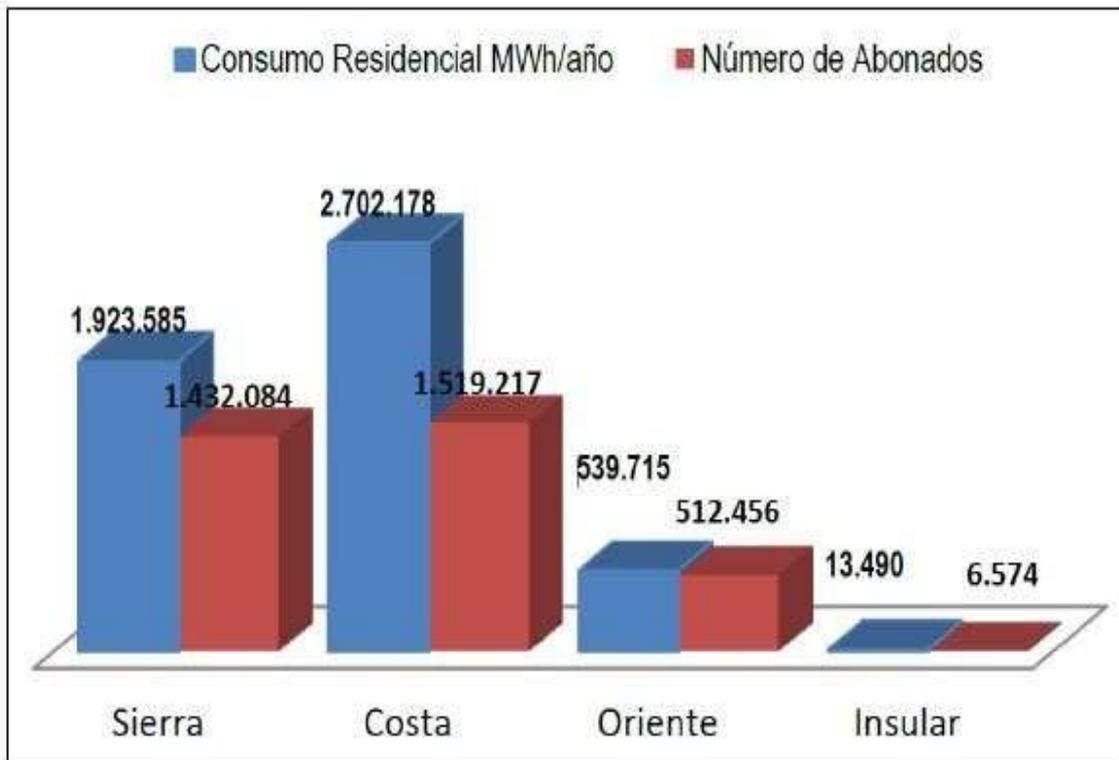


Figura 21. Consumo eléctrico y número de abonados sector residencial
Fuente: (Conelec, 2013)

El comportamiento de la demanda eléctrica a nivel nacional, en el periodo de demanda máxima u horas pico, está influenciado por el consumo del sector residencial, esto debido principalmente al uso de la iluminación, representado en la Costa el 43 % y en la Sierra el 55 % del consumo total residencial. El segundo uso más importante en términos de incidencia en la punta es la refrigeración de alimentos con el 23 % en la Costa y el 14 % en la Sierra. El tercer uso más importante en la Costa constituía el aire acondicionado con el 13 %, mientras que en la Sierra era el calentamiento de agua, que aportaba con el 7 %. La información corresponde a datos publicados por el ex INECEL en el año 1993, véase la siguiente figura.

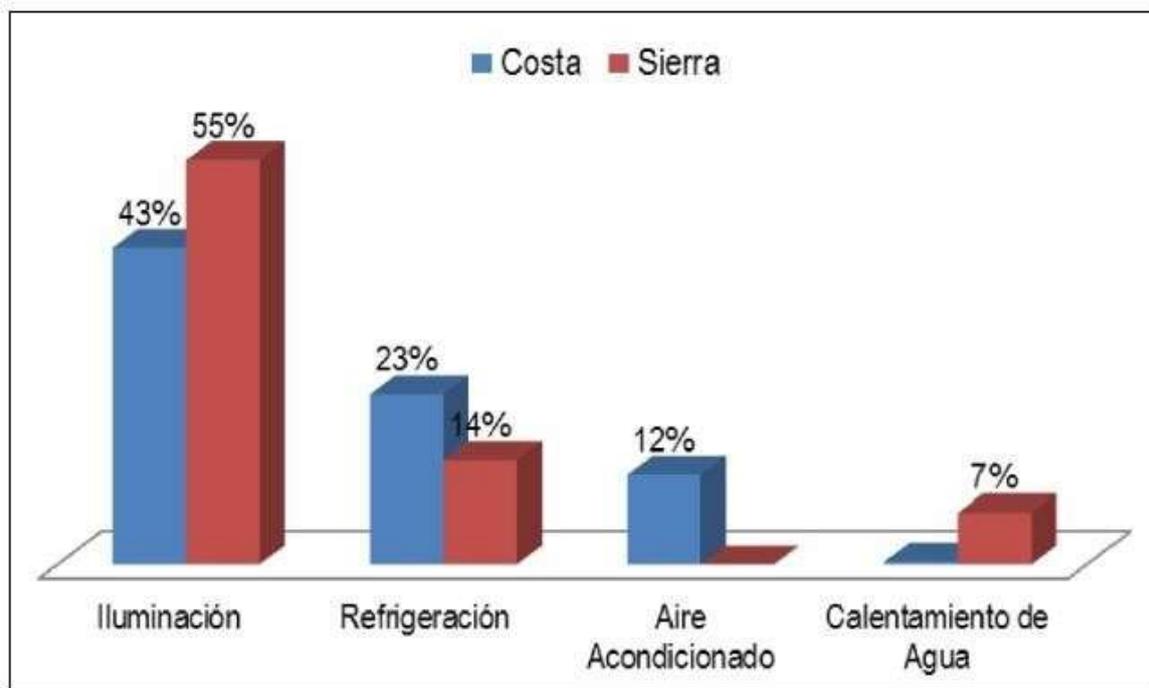


Figura 22. Demanda eléctrica sector residencial

Fuente: (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013)

En el año 2010 se presentó información sobre lo concerniente al número de clientes, consumos y facturación del sector residencial por regiones, segmentos sociales y estratos de consumo. Del análisis de esta información, la mayoría de los clientes de este sector, tanto en la Sierra cuanto, en la Costa, se encuentran en la clase media baja (consumos entre 50 y 200 kWh/mes).

En la siguiente tabla se visualiza que la concentración de clientes residenciales se encuentra en los estratos sociales: bajo y medio bajo, ya que juntos representan cerca del 84 % de los usuarios del sector residencial. La clase media baja es la que presenta el mayor consumo con un 43 %, seguida de la clase media 33 %. (Ulloa, 2015)

Tabla 3. Distribución por estratos del consumo residencial de energía eléctrica

Segmento Social	Estrato kWh/mes	Usuarios Abonado	%	Consumo GWh	%	Facturación (millones USD)	%
Alta	Mayor a 1000	19.427,0	0,6	423,54	8,3	39,05	8,3
Media Alta	501 - 1000	63.196,0	1,8	509,24	10,0	46,95	10,0
Media	201 - 500	483.111,0	13,9	1685,65	33,0	155,42	33,0
Media Baja	51 - 200	1.615.158,0	46,5	2215,45	43,3	204,26	43,3
Baja	0 - 50	1.289.439,0	37,2	280,31	5,5	25,84	5,5
TOTAL		3.470.331,0	100	5114,19	100	471,52	100

Fuente:(Total nacional-2010) (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021. 2013)

Según Baquero M. y Quesada M. en su investigación llamada Eficiencia energética en el sector residencial de la ciudad de Cuenca, Ecuador del 2016, indican como resultados de medición de consumo eléctrico en 6 viviendas de estudio, los resultados en la tabla y figura siguientes.

Tabla 4. Resultados de equipos de medición consumo de energía total de cada vivienda

Vivienda	Promedio mensual (kWh mes ⁻¹)	kWh año ⁻¹	kWh m ⁻² año ⁻¹
1	242.00	2,904.00	19.40
2	304.50	3,654.00	9.61
3	269.12	3,229.44	27.72
4	36.39	436.70	5.95
5	164.00	1,968.00	19.67
6	192.40	2,308.80	28.41
Prome- dio	201.40	2,416.82	18.46

Fuente: (Hernández, 2021)

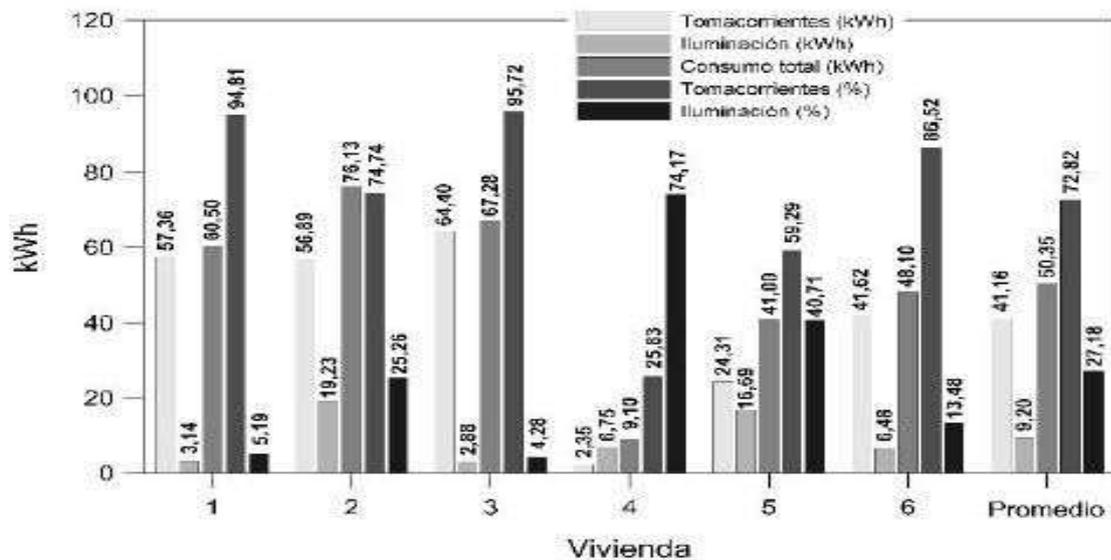


Figura 23. Consumo total de energía eléctrica en las viviendas de estudio por semana
Fuente:(Hernandez,2021)

Como se puede observar en la Figura anterior los porcentajes de consumos de iluminación con respecto al consumo total están entre 4 a 75 %. Es decir, si existe influencia en caso de que se implemente un Sistema de domótica en busca de reducir los consumos eléctricos al implementarlo en el Sistema de iluminación de una vivienda.

3.7 Seleccionar elementos a automatizar en la vivienda de clase media con el objeto de generar un ahorro energético

Mediante la incorporación de sistemas domóticos en su hogar, podrá gestionar inteligentemente la iluminación, climatización, agua caliente sanitaria, el riego, los electrodomésticos, etc, aprovechando mejor los recursos naturales, utilizando las tarifas horarias de menor coste, y de esta manera reducir la factura energética mientras gana en confort y seguridad.

La domótica gestiona elementos de control que contribuyen al ahorro de agua, electricidad y combustible, notándose sus efectos tanto en el aspecto económico (menos coste) como en el ecológico (menos consumo de energía).

En la iluminación, se puede implementar Sistemas de iluminación eficientes donde se adapte el nivel de iluminación en función de la variación de la luz solar, la zona de la casa o la presencia de personas, ajustándola a las necesidades de cada momento.

Por ejemplo, detectan la presencia de personas en zonas de paso, como los pasillos de la vivienda o de las zonas comunes de un edificio, y las iluminan sólo cuando es necesario. También, puede haber un control automático de toldos, persianas y cortinas de la vivienda para permitir aprovechar al máximo la luz solar. Un control automático del encendido y apagado de todas las luces de la vivienda que permite evitar el dejarse luces encendidas al salir de casa. Y un control de forma automática del encendido y apagado de luces exteriores en función de la luz solar.

En la climatización, implementar sistemas de regulación de la calefacción que permita adaptar la temperatura de la vivienda en función de la variación de la temperatura exterior, la hora del día, la zona de la casa o la presencia de personas. Haber un control automático inteligente de toldos, persianas y cortinas de la vivienda para permitir aprovechar al máximo la energía solar.

En los electrodomésticos, implementar un control o secuenciado de la puesta en marcha de electrodomésticos programando su funcionamiento en horarios en los que el precio de la energía es menor, en la detección y gestión del consumo en espera de los electrodomésticos y en la programación de la desconexión de circuitos eléctricos no prioritarios como por ejemplo el aire acondicionado, antes de alcanzar la potencia contratada. (CEDOM, 2008)

CAPITULO 4

4.1 Propuesta

Desarrollar un Sistema de domótica de bajo costo en una vivienda de clase media sobre la base del ahorro energética.

Se realizó la implementación de un Sistema de domótica de opción personalizada, en una vivienda clase media, en una urbanización Vía a la Costa en la ciudad de Guayaquil, que incluye lo siguiente:

- 2x iluminación interior (sala, comedor)
- 5x iluminación exterior frontal (garaje, jardín, ingreso, escalones y elemento vertical de hormigón)
- 6x iluminación exterior frontal (dos apliques de pared, tres luces de piso para plantas y terraza)
- 3x persianas (sala, comedor/terraza, dormitorio máster)
- 3x aire acondicionado (sala/comedor, dormitorio máster y sala de audio y video)
- 1x audio en terraza posterior Además, la opción personalizada incluye lo siguiente: Funciones centrales:
 - Modo “Buenas noches”
 - Modo “Ausente”
 - Simulación de presencia
 - Botón de pánico en dormitorio
 - Acceso remoto vía App

Cree y gestione desde la App sus reglas automáticas y escenas de funcionamiento.

Personalización de la App

Sombreado:

- Automático según posición del sol y temperatura.
- Despertador.
- Control desde touch y App.
- Protección de privacidad automatizada en función del crepúsculo.

- Reactivación del modo automático al salir de casa o de la estancia.

Iluminación:

- Encendido y apagado según horarios, luz de día.
- Creación de escenas de luminarias.
- Simulación de presencia.
- Control mediante pulsador y App.

Función “Habitación off” y Casa “off”. Intensidad regulable en área social.

Audio:

- Audio Multiroom.
- Control de la música con pulsador y App.
- Text-to-Speech.

Función de alarma sonora integrada Despertador personalizable.

Acceso:

- Control de puerta de ingreso principal.
- Control remoto de apertura y cierre.
- Control desde App.
- Sistema de videovigilancia

Clima

- Control de aire acondicionado Control desde App.
- A continuación, se presenta el diseño del Sistema de domótica en una vivienda de clase media sobre la base del ahorro energético.



Figura 24. Diseño del Sistema de domótica a implementar en planta baja de una vivienda
Elaboración: Moscoso, R (2021)

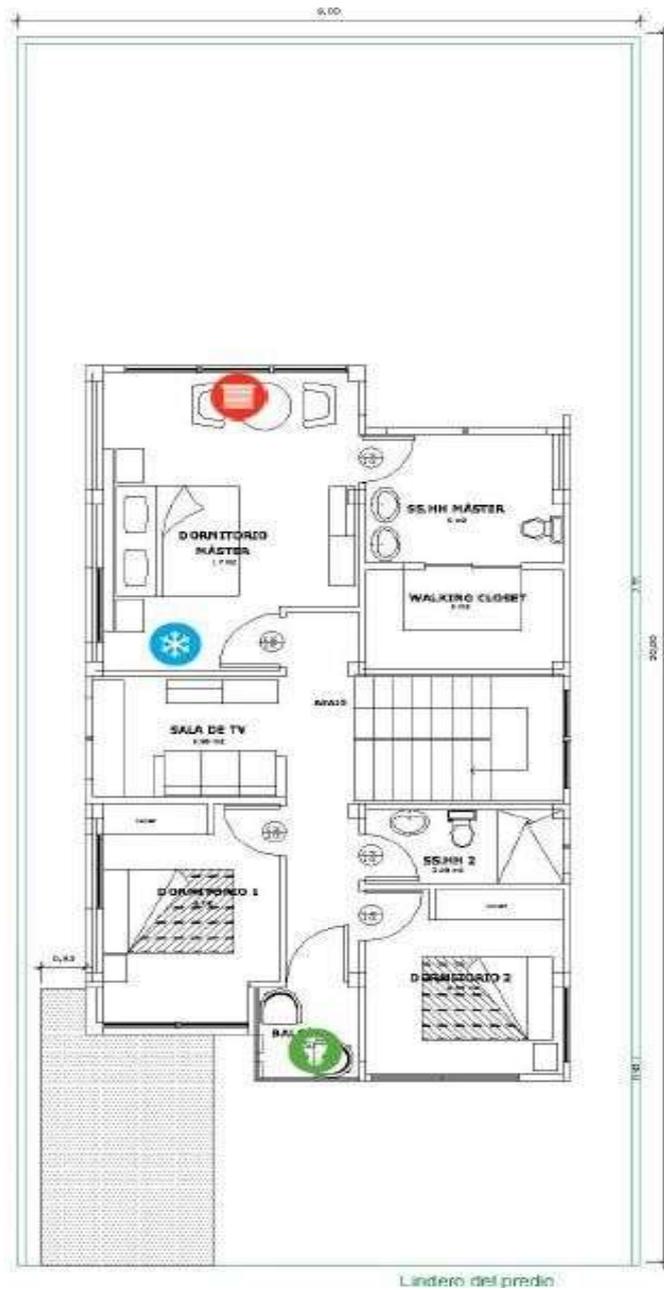


Figura 25. Diseño del Sistema de domótica a implementar en planta alta de una vivienda
 Elaboración: Moscoso, R (2021)

- 
 - 2x Iluminación interior (sala, comedor)
- 
 - 5x Iluminación exterior frontal (Garaje, jardín, ingreso, escalones y elemento vertical de hormigón)
- 
 - 6x Iluminación exterior frontal (Dos apliques de pared, tres luces de piso para plantas y terraza)
- 
 - 3x Persianas (Sala, comedor/terrace, dormitorio máster)
- 
 - 3x Aire acondicionado (Sala/comedor, dormitorio máster y sala de audio y video)
- 
 - 1x Audio en terraza posterior

Figura 26. Simbología del Sistema de domótica a implementar en una vivienda de clase media
 Elaboración: Moscoso, R (2021)

A continuación, se presenta el costo referencial del Sistema de domótica en una vivienda de clase media sobre la base del ahorro energético.

Tabla 5. Presupuesto

PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE DOMOTICA		
DETALLE	CANTIDAD	CANTIDAD
ILUMINACION ON/OFF	U	8
ILUMINACION DIMMER	U	2
PULSADORES ESTANDAR	U	4
CAMARAS SEGURIDAD 4MP	U	4
CERRADURA INTELIGENTE	U	1
SOMBREADO CONTROLADOR	U	4
SPEAKER TECHO	U	2
SPEAKER PARED	U	2
CONTROLADOR IR PARA AIRE ACONDICIONADO	U	3
TOUCH PURE	U	1
	COSTO	\$9.490,00
	TOTAL	

Elaborado por Moscoso, R (2021)

CALCULO DE CONSUMO DE ENERGÍA

CONSUMO CON INSTALACIONES ELÉCTRICAS CONVENCIONALES

Tabla 6. Servicios

CIRCUITO	PUNTOS	SERVICIOS	DEMANDA MÁXIMA		ENERGÍA MENSUAL PARA CONSUMIR		Wattshora .Diario
			C/Unidad (Watts)	Total (Watts)	Horas Diarias	Factor Coincidencia	
1	16	ALUMBRADO SALA, COMEDOR, TERRAZA, INGRESO	12	192	6	0.5	576
2	14	ALUMBRADO SALA DE TV, COCINA, PATIO.	12	168	6	0.5	504
3	15	ALUMBRADO PLANTA ALTA.	12	180	6	0.5	540
4	8	TOMACORRIENTES SALA, COMEDOR, BAR, TERRAZA.	150	1,200	4	0.25	1,200
5	2	TOMACORRIENTES COCINA.	500	1,000	4	0.25	1,000
6	1	REFRIGERADORA	800	800	8	1	6,400
7	1	COCINA DE INDUCCIÓN.	2,000	2,000	1.0	1	2,000
8	1	LAVADORA	1,000	1,000	0.50	1	500
9	1	BOMBA DE AGUA	373	373	0.25	1	93
10	1	BOMBA DE JACUZZI.	746	746	0.10	1	75
11	6	TOMACORRIENTES DORMITORIO MASTER, SALA DE TV	150	900	4	0.25	900
12	7	TOMACORRIENTES DORMITORIOS 1 Y 2	150	1,050	4	0.25	1,050
13	1	SPLIT SALA - COMEDOR	2,400	2,400	2	1	4,800
14	1	SPLIT DORMITORIO MASTER	1,200	1,200	3	1	3,600
15	1	SPLIT DORMITORIO 1	900	900	2	1	1,800
			Watts Total Instalados	14,109	Total KW- H/diario		25.04
					# Dias x mes		30
					KW-H/mes.		751.14

Nota: COSTO KW-H, CNEL GYE TARIFARIO 2022, (DE 701 A 1000 KW-H) \$0.145
 CONSUMO DE ENERGÍA DE LA RESIDENCIA ROMO LEROUX \$108.91 ALUMBRADO PUBLICO \$ 7.44 SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PUBLICO \$116.36

Elaborado por Moscoso, R (2021)

Se ha realizado el cálculo de la demanda energética mensual de una vivienda de clase media con el fin de contabilizar el consumo cotidiano de los electrodomésticos de la vivienda con instalaciones eléctricas convencionales.

CALCULO DE CONSUMO DE ENERGÍA

CONSUMO CON INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMOTIZADAS

Tabla 7. Calculo de consumo de energía

			DEMANDA MÁXIMA		ENERGÍA MENSUAL PARA CONSUMIR			
CIRCUITO	PUNTOS	SERVICIOS	C/Unidad (Watts)	Total (Watts)	Horas Diarias DOMOTIZADAS	Factor Coincidencia	Wattshora. Diario	
1	16	ALUMBRADO SALA, COMEDOR, TERRAZA, INGRESO	12	192	4	0.5	384	
2	14	ALUMBRADO SALA DE TV, COCINA, PATIO.	12	168	4	0.5	336	
3	15	ALUMBRADO PLANTA ALTA.	12	180	4	0.5	360	
4	8	TOMACORRIENTES SALA, COMEDOR, BAR, TERRAZA.	150	1,200	4	0.25	1,200	
5	2	TOMACORRIENTES COCINA.	500	1,000	4	0.25	1,000	
6	1	REFRIGERADORA	800	800	8	1	6,400	
7	1	COCINA DE INDUCCIÓN.	2,000	2,000	1.0	1	2,000	
8	1	LAVADORA	1,000	1,000	0.50	1	500	
9	1	BOMBA DE AGUA	373	373	0.25	1	93	
10	1	BOMBA DE JACUZZI.	746	746	0.10	1	75	
11	6	TOMACORRIENTES DORMITORIO MASTER, SALA DE TV	150	900	4	0.25	900	
12	7	TOMACORRIENTES DORMITORIOS 1 Y 2	150	1,050	4	0.25	1,050	
13	1	SPLIT SALA - COMEDOR	2,400	2,400	1.5	1	3,600	
14	1	SPLIT DORMITORIO MASTER	1,200	1,200	2.5	1	3,000	
15	1	SPLIT DORMITORIO 1	900	900	2	1	1,800	
			Watts Total Instalados	14,109	Total, KW- H/diario		22.70	
			# Días x mes					30
			KW-H/mes.					680.94
Nota: COSTO KW-H, CNEL GYE TARIFARIO 2022, (DE 501 A 700 KW-H)							\$ 0.1285	
CONSUMO DE ENERGÍA DE LA RESIDENCIA ROMO LEROUX							\$ 87.50	
ALUMBRADO PUBLICO							\$ 5.98	
SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PUBLICO							\$ 93.48	
AHORRO PORCENTUAL							19.66%	

Elaborado por Moscoso, R (2021)

De acuerdo con el nuevo cálculo de demanda energética en el cual se implementa el sistema de domótica, se obtiene un ahorro porcentual de 19.66% con respecto al sistema eléctrico convencional.

CALCULO DE CARGA PANEL DE DISTRIBUCIÓN RESIDENCIA; (PD-A)

Tabla 8. Calculo de carga

CIRCUITO	PUNTOS	SERVICIOS	P (w)	F. Mult.	Subtotal	F. Dem.	Total
1	16	ALUMBRADO SALA, COMEDOR, TERRAZA, INGRESO	12	1	192	100%	192
2	14	ALUMBRADO SALA DE TV, COCINA, PATIO.	12	1	168	100%	168
3	15	ALUMBRADO PLANTA ALTA.	12	1	180	100%	180
4	8	TOMACORRIENTES SALA, COMEDOR, BAR, TERRAZA.	150	1	1,200	70%	840
5	2	TOMACORRIENTES COCINA.	500	1	1,000	70%	700
6	1	REFRIGERADORA	800	1	800	50%	400
7	1	COCINA DE INDUCCIÓN.	2,000	1	2,000	50%	1,000
8	1	LAVADORA	1,000	1	1,000	50%	500
9	1	BOMBA DE AGUA	373	1	373	50%	187
10	1	BOMBA DE JACUZZI.	746	1	746	50%	373
11	6	TOMACORRIENTES DORMITORIO MASTER, SALA DE TV	150	1	900	70%	630
12	7	TOMACORRIENTES DORMITORIOS 1 Y 2	150	1	1,050	70%	735
13	1	SPLIT SALA - COMEDOR	2,400	1	2,400	92%	2,208
14	1	SPLIT DORMITORIO MASTER	1,200	1	1,200	92%	1,104
15	1	SPLIT DORMITORIO 1	900	1	900	92%	828
CARGA INSTALADA (W):					14,109		
						DEMANDA MÁXIMA:	10,045

Nota: PD-A, 12/24 Espacios => 2P-60 A. => 1 Ø 1" => 2F # 6 + N # 8 + T # 10 AWG.

RESUMEN:	(PD-A) = (W)	10,045
	RESERVA:	1,004
	SUBTOTAL DEMANDA (W):	11,049
	FACTOR COINCIDENCIA:	70%
	TOTAL, DEMANDA (KW):	7.73
	FACTOR POTENCIA:	92%
	TOTAL, DEMANDA (KVA)	8.41

Un Tablero de Medidor con un breaker principal de 60A-2P, Ø - 2" RIGIDA; ACOMETIDA CNEL 2F TTU # 4 + N # 6 + T # 8 AWG y 1 Medidor Monofásicos Clase 100.

Elaborado por Moscoso, R (2021)

CONCLUSIONES

Se concluye que en base al consumo eléctrico considerando la implementación del sistema domótico en una vivienda de clase media en la ciudad de Guayaquil, se obtuvo un ahorro porcentual del 19,66%, en comparación con el consumo eléctrico convencional.

Se concluye que todos los elementos seleccionados a ser implementados en la automatización de una vivienda de clase media en la ciudad de Guayaquil generan un mayor ahorro energético. Sin embargo, existe unos elementos que influyen de mejor manera en el ahorro energético que son: la iluminación ON/OFF, la iluminación DIMMER, los pulsadores estándar, y los controladores IR para aire acondicionado.

Se concluye que el protocolo seleccionado y, que fue con el cual se realizó la propuesta de automatización de una vivienda de clase media en la ciudad de Guayaquil fue la más factible de implementarse.

Se concluye que se realizó la evaluación del Internet de las cosas (Smart things), y en base a lo que oferta la compañía que fue consultada también es posible incorporar en la cotización presentada el costo de la implementación de la conexión del sistema domótico a una red de dispositivos electrónicos con el fin de monitorear el mismo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda al Gobierno Nacional que se promueva la implementación de estos sistemas de domótica en los sectores de clase media de la población ecuatoriana, con esto se ahorraría un consumo energético que iría en beneficio del erario nacional.

Se recomienda a la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil promueva en base una ordenanza municipal la creación de incentivos por ejemplo de reducción de impuesto predial a las viviendas que incorporen un sistema de domótica.

Se recomienda a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte que siga desarrollando más investigación en este campo de la domótica, pues en base a los resultados obtenidos en esta Tesis se observa que no sólo es factible de implementarse en viviendas sino también en Instituciones Académicas con el mismo porcentaje de ahorros en su implementación.

BIBLIOGRAFIA

- Camó, H. W. (2015). *Sistema domótico como aplicación a la eficiencia energética, para gestionar el uso de la energía eléctrica en los hogares*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/35291967.pdf>
- Salavarría, O. O. (2018). *SMART CITY: DIAGNOSTICO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL (ECUADOR) SMART CITY: DIAGNOSIS OF THE CITY GUAYAQUIL*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/98485/Smart%20City.%20Diagnostico%20de%20la%20ciudad%20de%20Guayaquil%20%28Ecuador%29.pdf>
- Vallejo, C. (2021). *Importancia de la categorización del consumo eléctrico del sector residencial en Ecuador*. Obtenido de <https://www.petroenergia.info/post/importancia-de-la-categorizaci%C3%B3n-del-consumo-el%C3%A9ctrico-del-sector-residencial-en-ecuador>
- Viteri, P. I. (2019). *MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA DE LAS INSTALACIONES DE UNA INSTITUCIÓN UTILIZANDO APLICACIÓN INMÓTICA*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9022/1/04%20MEL%20045%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Hernández N., (2020) Tesis de Maestría en Sistemas Computacionales. Tecnológico Nacional de México.
- Huidrobo, (1997) Edificios Inteligentes y Domótica. Monografías.com, 1997.
- Unwala I., (2018) IEEE Green Technologies Conference
- Wieland K., (2016) Iot experts fret over fragmentation.
- Wallace M., (2016) Fragmentation is the enemy of the internet of things.
- Bauer H., (2015) Internet of things: Opportunities and challenges for semiconductor companies,
- S., (2015) International Journal of Future Computer and Communication
- Meneses M., (2019) Tesis de Maestría en Ingeniería Electrónica y de Computadores.
- Meneses G., (2017) Diseño e implementación de un Asistente virtual para control y monitoreo de una casa inteligente, Tesis de pregrado, Universidad del Azuay.