



UNIVERSIDAD CATÓLICA

DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TEMA:

**Diseño de una propuesta de sistema eficiente de climatización fotovoltaico en la
ciudad de Guayaquil**

AUTOR:

Alava Zavala, Frank Josué

**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO EN ELÉCTRICO – MECÁNICA CON MENCIÓN EN
GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TUTOR:

Ing. Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael

Guayaquil, Ecuador

9 de marzo 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA

DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Alava Zavala, Frank Josué** como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica con mención en gestión empresarial industrial**.

TUTOR

f. _____

Ing. Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M. Sc.

Guayaquil, a los 9 días del mes de marzo del año 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA

DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Alava Zavala, Frank Josué

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Diseño de una propuesta de sistema eficiente de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil**”, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Eléctrico Mecánica con mención en gestión empresarial industrial, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 9 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR

f. _____

Alava Zavala, Frank Josué



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

AUTORIZACIÓN

Yo, Alava Zaval, Frank Josué

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación “**Diseño de una propuesta de sistema eficiente de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 9 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR

f. 

Alava Zavala, Frank Josué

REPORTE URKUND

The screenshot shows the URKUND web interface. The document title is "TESIS FINAL FRANK ALAVA /06 de febrero 2021/L3/ docx (D96384900)". It was presented by orlandophilco_7@hotmail.com and received by orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com. The message indicates that 1% of the 35 pages contain text from 2 sources. The "Lista de fuentes" (List of sources) table is as follows:

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	https://docplayer.es/84631206-Tema-autor-mora-delgado-mateo-nicolas-1...
	http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11361/1/T-UCSG-PRE-FEC-1...
	http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11668/1/T-UCSG-PRE-ECO-C...
	ZambranoDaniel_AE_A13.pdf
	submission.pdf

The document content includes the title "Diseño de una propuesta de sistema eficiente de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil" by Alava Zavala, Frank Josué, and the tutor Ing. Hidalgo Aguilar Jaime Rafeel. The analysis shows a 1% coincidence rate.

Reporte Urkund del trabajo de titulación en Ingeniería en Eléctrico Mecánica titulado: **“Diseño de una propuesta de sistema eficiente de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil”** del estudiante **Alava Zavala, Frank Josué** el análisis de coincidencia indica el 1% de coincidencias.

Atentamente

Ing. Orlando Philco A. M.Sc.

Revisor

AGRADECIMIENTO

Inicio, agradeciendo a Dios por darme la fuerza, la paciencia y la sabiduría para poder realizar este trabajo de titulación como Ingeniero.

Agradezco a mis padres por su gran apoyo y perseverancia en mí, para salir adelante con mis metas y poder cumplirlas.

Agradezco a mi esposa e hijo que me daban siempre la confianza y la fuerza de poder alcanzar lo que siempre he querido y poder ser un ejemplo para mi hijo.

Agradezco profundamente a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil y cada uno de los docentes de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, que me enseñaron a enriquecer mi ámbito profesional.

A mi tutor Ing. Jaime Rafael Hidalgo Aguilar por todo su apoyo y colaboración.

Frank Alava Zavala

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico a Dios, mis padres, esposa e hijo ya que con todos ellos a mi lado pude tener esas fuerzas para alcanzar mis objetivos, prepararme para ser mejor y poder realizar mis propósitos como persona y profesional.

Frank Alava Zavala



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

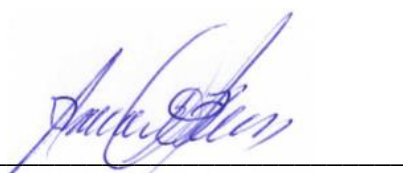
Ing. Romero Paz, Manuel de Jesús, M. Sc.

DECANO

f. 

Ing. Palacios Meléndez, Edwin Fernando, M. Sc.

COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. 

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M. Sc.

OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I.....	4
1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
1.1 Antecedentes del problema.....	4
1.2 Planteamiento del problema	5
1.3 Formulación del problema.....	7
1.4 Sistematización del problema.....	7
1.5 Objetivos de la investigación.....	7
1.5.1 Objetivo General.....	7
1.5.2 Objetivos Específicos	7
1.6 Justificación.....	8
1.7 Delimitación de la investigación	10
CAPÍTULO II.....	11
2 MARCO TEÓRICO	11
2.1 Marco Referencial	11
2.2 Bases Teóricas	16
2.2.1 Energías Renovables.....	16
2.2.2 Sistemas de climatización.....	22
2.3 Marco Contextual	32

2.3.1	Demografía de Guayaquil.....	32
2.3.2	Temperatura promedio en Guayaquil	34
2.4	Marco Legal.....	35
CAPÍTULO III.....		40
3	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	40
3.1	Diseño de investigación.....	40
3.2	Tipo de investigación	41
3.3	Método de investigación.....	42
3.4	Enfoque.....	42
3.5	Población y muestra	42
3.6	Técnicas para la recolección de datos	45
3.7	Resultados de la investigación.....	46
3.7.1	Resultados de la entrevista a expertos	46
3.7.2	Encuestas realizadas un grupo heterogéneo de clase media.....	52
3.8	Discusión de los resultados	57
CAPÍTULO IV.....		58
4	DISEÑO DE LA PROPUESTA	58
4.1	Criterios necesarios para la instalación de un Split con funcionamiento fotovoltaico en un hogar.....	58
4.2	Calculo para calcular paneles solares fotovoltaicos necesarios	60
CONCLUSIONES		63
RECOMENDACIONES		64
APÉNDICES		65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas de las energías renovables.....	18
Tabla 2. Estilo de Vida de los Guayaquileños de estratos sociales A, B y C+	33
Tabla 3. Marco legal del proyecto.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formas de radiación solar	20
Figura 2. Funcionamiento de la célula solar fotovoltaica	21
Figura 3. Ilustración del trabajo del funcionamiento de un acondicionador de aire ..	24
Figura 4. Ilustración del evaporador de un acondicionador de aire	24
Figura 5. Ilustración del condensador en sistemas de refrigeración	25
<i>Figura 6.</i> Ilustración del compresor de un acondicionador de aire.....	27
<i>Figura 7.</i> Ilustración de Capacitor en un aire acondicionado.	28
<i>Figura 8.</i> Ilustración del ventilador del condensador	28
<i>Figura 9.</i> Ilustración de la turbina del evaporador.....	29
<i>Figura 10.</i> Ilustración del tubo capilar.....	30
<i>Figura 11.</i> Ilustración de la válvula de expansión	31
<i>Figura 12.</i> Esquema del circuito frigorífico del climatizador.....	32
<i>Figura 13.</i> Variación de la temperatura en la ciudad de Guayaquil.	34
Figura 14. Nivel socioeconómico del Ecuador	44
<i>Figura 15.</i> Equipos de A/A que tiene en el domicilio	52
<i>Figura 16.</i> El A/A es el artefacto que más consume energía.....	52
<i>Figura 17.</i> Número de horas al día que tiene encendido el A/A.....	53
<i>Figura 18.</i> Personas que realizan teletrabajo	53
<i>Figura 19.</i> El consumo de energía se incrementó a raíz del teletrabajo	54
<i>Figura 20.</i> Interés por buscar alternativas que ayuden a reducir el consumo de electricidad	54
<i>Figura 21.</i> Tiene conocimiento sobre la energía solar.....	55
<i>Figura 22.</i> Conocían de sistemas de climatización que aprovechan energía solar....	55
<i>Figura 23.</i> Disposición de comprar un sistema eficiente de climatización	56
<i>Figura 24.</i> Inversión que estaría dispuesto a realizar por el climatizador de energía solar	56
<i>Figura 25.</i> Ilustración del funcionamiento del sistema de climatización solar.....	61

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de desarrollar una propuesta de sistema eficiente de climatización utilizando energía fotovoltaica en la ciudad de Guayaquil. Para lograrlo, fue necesario analizar los fundamentos teóricos relacionados con los sistemas de climatización eficiente y la energía solar fotovoltaica; además se abordaron aspectos sobre las energías renovables, la demografía de Guayaquil, su temperatura promedio y el marco legal bajo el cual se sustentan los equipos de climatización basados en tecnología solar fotovoltaica. Posteriormente, se hizo un análisis de campo, a través de una encuesta y entrevista para diagnosticar la percepción del mercado ecuatoriano referente al uso de un sistema eficiente de climatización fotovoltaico. Finalmente, se describió el modo de operación del sistema eficiente de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil; en este último apartado, se hizo un análisis de beneficio – costo para determinar la viabilidad económica de sustituir los climatizadores tradicionales por el propuesto, especialmente en materia de ahorro de costos energéticos.

Palabras claves: ENERGÍAS RENOVABLES, SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN, TEMPERATURA, PANEL FOTOVOLTAICO, EFICIENCIA.

ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of developing a proposal for an efficient air conditioning system using photovoltaic energy in the city of Guayaquil. To achieve this, it was necessary to analyze the theoretical foundations related to efficient air conditioning systems and photovoltaic solar energy; In addition, aspects of renewable energies, the demography of Guayaquil, its average temperature and the legal framework under which air conditioning equipment based on photovoltaic solar technology are supported were addressed. Subsequently, a field analysis was made, through a survey and interview to diagnose the perception of the Ecuadorian market regarding the use of an efficient photovoltaic air conditioning system. Finally, the mode of operation of the efficient photovoltaic air conditioning system in the city of Guayaquil was described; In this last section, a cost-benefit analysis was carried out to determine the economic viability of replacing traditional air conditioners with the one proposed, especially in terms of saving energy costs.

Keywords: Renewable Energies, Air Conditioning System, Temperature, Photovoltaic Panel, Energy Efficiency

INTRODUCCIÓN

El 30 de abril de 2020, el *Global Energy Review* presentó un informe donde analizaba la forma en que habían evolucionado los datos durante el primer trimestre del 2020, y de acuerdo con sus estimaciones, el informe argumenta que posiblemente exista una reducción importante de las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de la energía, como resultado de las medidas de confinamiento adoptadas para responder a los estragos de la pandemia Covid-19, manifestando que se aliviaría de forma paulatina para los próximos meses en la mayoría de naciones, acompañadas de una recuperación económica global (Fotovoltaica, 2020).

Desde la perspectiva de Velasco y Cabrera (2020) las medidas de confinamiento están promoviendo un cambio interesante respecto a las fuentes de generación eléctrica sin emisiones de CO₂, como el caso del aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica y la hidroeléctrica. Razón por la cual, se argumenta que las energías renovables pueden llegar a ser el único campo que crecerá para el año 2020, a causa del acceso prioritario a las redes y sus bajos costos.

El teletrabajo, el telestudio y todas las formas de comunicación que se valen de internet están haciendo que las empresas se replanteen sus estrategias corporativas, dado que muchas de estas labores ahora se realizan desde el hogar y eso incide directamente en el consumo de electricidad, por lo que las compañías deben contar con alternativas que garanticen un ahorro energético que no golpee tanto la economía familiar.

Por tal razón, la presente investigación determina que, más allá de una problemática en realidad existe una oportunidad de mercado para que la energía solar pueda ser accesible a sectores residenciales, y no únicamente al comercio o la industria, principalmente para ciudades de la costa ecuatoriana, como Guayaquil,

donde las altas temperaturas hace que la compra de un sistema de climatización más que un lujo sea una necesidad, como medida para aplacar el fuerte calor que azota a la urbe a lo largo del año, pero en particular, durante la estación invernal donde se registran las temperaturas más altas del año.

CAPÍTULO I.

1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes del problema

La ciudad de Guayaquil, localizada al suroeste del Ecuador, se caracteriza por presentar un clima cálido – seco, el cual se incrementa en la estación invernal, denominada así por tratarse de la época lluviosa de la ciudad, pero a lo largo del año se percibe una temperatura cálida que promedia los 28°C (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017). Además, entre diciembre y abril se registran los meses más calurosos del año, donde la temperatura llega con facilidad hasta los 38°C y 39°C. En este contexto, disponer de un acondicionador de aire es prácticamente una necesidad para los habitantes de la urbe porteña, debido a que las altas temperaturas registradas, obligan a la búsqueda de soluciones de climatización que permitan tener un ambiente agradable, en especial, en oficinas, comercios y zonas residenciales.

Es evidente que, en el mercado nacional las soluciones de climatización se manifiestan en los grandes comercios que ofrecen acondicionadores de aire, ya sea tipo ventana o Split, entre rangos de potencia que van desde los 9.000 BTU hasta los 36.000 BTU, los cuales son diseñados para espacios más grandes, siendo el acondicionador de 12.000 BTU el que mayor demanda tiene por parte de los ciudadanos porque es la potencia ideal para habitaciones de tamaño estándar (Verdezoto, 2018). Asimismo, la mayor parte de estos equipos posee una tecnología *inverter*, cuya principal característica es ofrecer un menor consumo de energía eléctrica y, por tanto, supone un ahorro de dinero en el pago de la planilla de electricidad.

No obstante, en el mercado ecuatoriano aún se comercializan equipos que no poseen tecnología y son adquiridos por gran cantidad de usuarios, quienes se sienten

atraídos por un precio más accesible con relación al acondicionador *inverter*, sin considerar que luego habrá un incremento importante en la facturación eléctrica. De esta manera, el bajo precio de compra de estos equipos, luego incide en un alto consumo de electricidad y, por consecuencia, mayor desembolso de dinero.

Quizás, esta es una de las mayores disyuntivas que se presenta entre los habitantes de la ciudad de Guayaquil, pues, sea *inverter* o no, las soluciones de climatización tienen un impacto en la facturación eléctrica que puede variar, según las horas de uso que se le den en el día y, como tal, es una preocupación por gran cantidad de usuarios por la incertidumbre del costo de la planilla de electricidad; especialmente, en la época actual donde las medidas de distanciamiento y restricción vehicular, provocadas por la pandemia Covid-19, derivaron en una nueva modalidad de trabajo desde casa, conocida como teletrabajo.

Este nuevo estilo de vida que desarrollan tanto hogares como organizaciones, pone a prueba su capacidad de análisis y toma de decisiones, especialmente para el manejo de situaciones administrativas y operativas desde casa, a través de plataformas tecnológicas que sean amigables con el medio ambiente y supongan una reducción considerable del uso de la energía eléctrica; siendo la energía solar una alternativa que podría tener mayor impulso en este época de incertidumbre, como un aliado para generar ahorros importante en el consumo de electricidad.

1.2 Planteamiento del problema

Pero, más allá de la necesidad del mercado guayaquileño, por disponer de un sistema de climatización eficiente que aplaque el fuerte calor de la ciudad, es importante mencionar que, dentro de la industria energética del Ecuador, no se han desarrollado grandes proyectos que aprovechen la energía solar fotovoltaica y, de alguna manera, sea accesible para los ecuatorianos, partiendo del hecho que aún se

debate la definición precisa del término energía renovable dentro del pleno de la asamblea, y cómo distinguir esta energía de la no renovable, el mismo que se genera por las diferentes interpretaciones al momento de diseñar una política pública energética, que sirva como marco regulatorio junto con otros mecanismos legales para fomentar el uso de las energías renovables en el Ecuador.

Además, pese a que a nivel mundial los costos de producción de energías renovables no convencionales se han reducido a través del tiempo, aún Ecuador presenta ciertas limitaciones para que estas desempeñen un importante papel frente a la energía de fuentes convencionales, como la hidroelectricidad a gran escala o la energía termoeléctrica, la misma que también utiliza combustibles fósiles y le suman un impacto ambiental considerable, que frena la tendencia actual de las energías sustentables (Rosero & Chilibingua, 2011).

Y es que, muchas economías apuntan a que las energías renovables desempeñen un papel más importante dentro de la matriz energética, siendo una alternativa eficiente con relación a la energía convencional. Por ejemplo, en países de la Unión Europea se espera que en los próximos diez años las energías renovables aporten el 20% de la electricidad (Urdiales & Espinoza, 2015); mientras que, en Ecuador, el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, estima que al menos un 2% provenga de energía solar, eólica y biomasa; de manera que otra problemática sería la necesidad que dispone el mercado ecuatoriano por disponer de energías renovables alternativas que, poco a poco, sean más accesibles para los hogares de la ciudad de Guayaquil.

Podría decirse que, de todos los enseres del hogar, o de las empresas, los sistemas de climatización son los que mayor consumo de energía presentan, y esto se ve reflejado en los altos costos de energía que se deben pagar, llegando a un punto de

ser excesivamente alto en algunas zonas residenciales de Guayaquil, donde se vuelve insostenible tener un acondicionador de aire convencional, y ante lo cual surge la opción de requerir un sistema de climatización eficiente, donde aquellos que presentan una tecnología de aprovechamiento solar fotovoltaico podrían convertirse en una alternativa accesible y viable para los habitantes de la ciudad de Guayaquil.

1.3 Formulación del problema

¿Es viable una propuesta de sistema eficiente de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil?

1.4 Sistematización del problema

1. Los fundamentos teóricos se relacionan con los sistemas de climatización eficiente y la energía solar fotovoltaica.
2. Tenemos la percepción del mercado ecuatoriano referente al uso de un sistema eficiente de climatización fotovoltaico.
3. Podemos ver de qué manera operaría un sistema eficiente de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil.
4. Comprobamos cual es la relación beneficio – costo que tendrá un usuario al adquirir un sistema de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo General

Desarrollar una propuesta de sistema eficiente de climatización utilizando energía fotovoltaica en la ciudad de Guayaquil.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Analizar los fundamentos teóricos relacionados con los sistemas de climatización eficiente y la energía solar fotovoltaica.

2. Diagnosticar la percepción del mercado ecuatoriano referente al uso de un sistema eficiente de climatización fotovoltaico.
3. Describir el modo de operación del sistema eficiente de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil.
4. Evaluar la relación beneficio – costo de la adquisición de un sistema de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil, en temas de consumo energético y dinero.

1.6 Justificación

En la última década, la utilización de energías renovables se ha vuelto una tendencia y esto se evidencia en un crecimiento importante a escala global. Ecuador no es la excepción en este caso, dado la necesidad que tienen muchas compañías del sector manufacturero al momento de modernizar sus procesos productivos, empleando energías amigables con el medio ambiente, y aportando favorablemente en la disminución de la contaminación, para formarte parte de un marco de desarrollo sostenible y sustentable que sea capaz de aprovechar los recursos actuales, sin comprometer el de las generaciones futuras.

Varias compañías están interesadas en adquirir equipos tecnológicos para el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica, no sólo para bajar sus costos de operación, sino también porque pueden acogerse a incentivos tributarios que, desde la Carta Magna, se establecen para garantizar el derecho a la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el buen vivir (Constante Segura & Palacios Chacón, 2014). De esta forma, las energías renovables poseen ventajas porque se tratan de fuentes de energía infinitas, silenciosas y limpias porque no emplean combustibles, ni generan residuos nocivos para el planeta.

Además, el uso de paneles solares garantiza bajos costos de mantenimiento porque estos presentan una gran durabilidad frente a condiciones climáticas adversas, y con el aumento de la demanda, la compra de estos equipos se vuelve cada vez más asequible, a tal punto que el gobierno nacional incluye algunos beneficios tributarios como desgravaciones fiscales, cero aranceles, entre otras, al momento de adquirirlos (Eras & Barragán, 2013).

En este contexto, la investigación es importante porque los países están comprometidos en aprovechar las energías renovables, partiendo de la energía fotovoltaica, no sólo por tratarse de la más económica, sino también porque es infinita y amigable con el medio ambiente. Además, en un país como Ecuador se recibe una radiación prácticamente perpendicular, la misma que se mantiene constante durante todo el año, gracias a su privilegiada ubicación en el centro del planeta, lo que hace de este país un candidato perfecto para la realización de proyectos que aprovechen este tipo de energías limpias.

Esta energía se logra cuando la luz solar se convierte en electricidad, a través de una tecnología basada en el efecto fotoeléctrico; es decir, cuando la radiación recae sobre una de las caras de la célula fotoeléctrica produce una diferencia de potencia eléctrica entre ambas caras permitiendo que los electrones se muevan de un lugar a otro generando una corriente eléctrica (Fraga & Martínez-Ageitos, 2007).

Además, existe liberación de aranceles para la importación de equipos relacionados con la generación de energía eléctrica fotovoltaica, estos estarán libres de aranceles con el fin de abaratar costos lo cual genera mucho interés a medida que se va conociendo este beneficio. Entre los beneficios que se pueden mencionar se tiene: (a) Paneles Solares gravan tarifa 0% del IVA: el consumidor final no se verá afectado en su bolsillo debido a la tarifa del 0% del Impuesto al Valor Agregado que gravan

estos productos y (b) Deducción adicional del 100% en depreciación y amortización de equipos para generación de energía de fuente renovable (solar): se deduce el 100% de forma adicional para la determinación de la base imponible para el cálculo del impuesto a la renta, dando origen a un ahorro significativo en el pago de este impuesto principalmente a las personas jurídicas. Es importante mencionar que este beneficio será válido durante la vida útil de estos equipos.

1.7 Delimitación de la investigación

El desarrollo de este proyecto se enmarca en la utilización de la energía solar para la climatización en viviendas, el diseño e implementación de acondicionadores de aire con funcionamiento en energía solar o fotovoltaica que beneficien con la disminución en costos de mantenimiento y consumos energéticos, sobre todo en avances que favorezcan al medio ambiente con uso de recursos renovables.

CAPÍTULO II.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Referencial

Una vez que se ha explicado la problemática de investigación, como punto de partida de la presente propuesta, es importante analizar los principales fundamentos teóricos que permitan establecer un marco de referencia de la temática de estudio, a fin de establecer las directrices de un buen enfoque en la investigación, tomando como base estudios previos, y conceptos claves que justifican la realización del trabajo. A continuación, se presentan estudios que han tratado acerca de alternativas que aprovechen la energía solar como y los resultados que han obtenido.

Velasco y Cabrera (2017) realizaron un estudio acerca la generación solar fotovoltaica. El propósito del trabajo es aportar a la difusión sobre el estado de arte en la puesta en marcha de proyectos basados en energía fotovoltaica conectados a la red, y considerado los altos niveles de irradiación en el Ecuador, cuya media diaria es 4.2 kWhm²; es posible el aprovechamiento de la energía solar, razón por la cual el trabajo propuso masificar el conocimiento de los fundamentos de la tecnología solar, su configuración básica y las oportunidades de ahorro en materia energética.

Desde la perspectiva de estos autores, los generadores fotovoltaicos conectados a la red tienen gran potencial para el mejoramiento de la matriz energética, pues, ayuda a reducir los picos de demanda cuando existe cierto grado de coincidencia entre el perfil de generación fotovoltaica y el perfil del consumo del inmueble o alimentador; alivio térmico a equipos de distribución; hace posible una disminución de pérdidas por transmisión y distribución; soporte de voltaje en alimentadores; compensación de potencia reactiva en el alimentador; y el consumidor podrá percibir un ahorro importante en la facturación por concepto de consumo de electricidad, debido al

reemplazo del uso del sistema eléctrico por la energía solar. De esta forma, por tratarse de una energía limpia y renovable los autores consideran que se trata también de un sistema que resulta económicamente viable, inclusive que demanda un reducido costo de mantenimiento en la instalación y, además, por la ubicación geográfica del Ecuador, y en este caso, de la provincia de Imbabura existe un enorme potencial de radiación solar que puede ser aprovechada para el proyecto propuesto.

El trabajo concluye que las pequeñas centrales solares ofrecen una alternativa económicamente viable y limpia al consumidor, pero hace falta que se realice mayor difusión de las enormes ventajas que tienen los sistemas energéticos basados en energías limpias, debido a que también el costo de instalación de una conexión a red es amortizable en un plazo de 12 años o menos, si se analiza el rendimiento propio de la planta, por lo que sugieren que a través del Ministerio del ramo se promuevan proyectos que aprovechen la energía solar, tanto para el sector industrial como para el sector residencial, donde la instalación de una planta fotovoltaica conectada a red no genera contaminación química ni electromagnética, ni acústica, siendo muy recomendable para la conservación del medio ambiente.

Por otra parte, Eras y Barragán (2019) realizaron una investigación acerca de los mecanismos de promoción y financiación de las energías renovables en el Ecuador, partiendo del hecho que, la matriz energética del Ecuador está compuesta en un 46% por fuentes de origen renovable, como el caso de las centrales hidroeléctricas que existen en el país, pero que, en los últimos años, la producción de energía basada en la generación térmica también presentó un aumento considerable siendo del 47% aproximadamente. A esta cifra se complementa el dato de consumo de energía eléctrica, siendo de 1.590 kWh per cápita anual; estando por debajo de la media de consumo de electricidad en América Latina, que es 2.000 kWh.

Además, los autores manifiestan que según la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), el país tiene como premisa una transformación de la matriz energética, basada en la utilización de energías limpias, a través de un Plan Maestro de Electrificación, que impulse proyectos de aprovechamiento de otras energías renovables, entre las que se destaca la geotermia, la biomasa, la eólica y la solar. Sin embargo, se deja abierto el debate respecto a la conveniencia de utilizar este tipo de energías tanto para el sector industrial, comercial, así como también para el sector residencial, y establece que, pese a que la tecnología encargada de aprovechar las energías renovables pudiera demandar un alto costo de inversión al inicio, existen mecanismos e incentivos de carácter fiscal para compensar.

Entre los aspectos más importantes, se puede manifestar que la regulación económica permite fijar ciertas medidas que plantean internalizar en el precio de la energía dichos costos, incluyendo mecanismos de distribución que se fundamentan en incentivos y garantía de compra de la energía producida. En este contexto, algunos de los incentivos de carácter fiscal tienen que ver con los impuestos a la energía o a las emisiones de contaminantes atmosféricos, o de vertidos, a través de exenciones fiscales. En cuanto a incentivos económicos, se pueden aplicar instrumentos de mercado como el comercio y los derechos de emisión y el comercio de certificados verdes.

De esta forma, los autores concluyen que a través de estos incentivos fiscales es posible que se promueva un cambio en la matriz de generación eléctrica que, en la actualidad, depende en gran medida de los recursos fósiles, los mismos que deben ser reemplazados para mitigar las emisiones de CO₂, y alivianar una carga al Estado en el pago del subsidio a los combustibles, garantizando la diversificación de las fuentes de generación eléctrica. Es decir, que si se incrementa el número de proyectos enfocados

en aprovechar las energías renovables, como el caso de la solar, no solo que el consumidor verá una reducción favorable de la facturación por consumo eléctrico, sino que también el Estado podrá disponer de mayores recursos económicos para la ejecución de obras públicas, como consecuencia de una reducción del monto asignado a subsidios a los combustibles que, en la actualidad, también son utilizados para la generación de energía, y aumentan el déficit fiscal.

Finalmente, Arla, Martínez, Asitimbay y Tapia (2017) también hicieron un estudio que tuvo como propósito proveer información real acerca del recurso energético solar, mediante una medición de la radiación global que se realizó en diferentes estaciones meteorológicas localizadas a lo largo del trayecto del oleoducto de crudos pesados (OCP) que abarca provincias como Sucumbíos, Napo, Pichincha y Esmeraldas. El resultado de esta investigación establece datos confiables acerca la radiación solar global que existe en los tramos analizados, para que los diseñadores de los sistemas de energía solar en Ecuador pudieran conocer el nivel de error existente al emplear estos procedimientos, a través de modelos de simulación y de correlación con los medidos en la superficie.

El estudio parte de la premisa de que el gobierno es responsable de promover una nueva gestión de la energía solar en el país, a través de políticas públicas que den prioridad al desarrollo de proyectos que aprovechen la energía solar, por encima de aquellas que provienen de los combustibles fósiles. Asimismo, consideran que para la puesta en marcha de proyectos solares exitosos se necesita de una media y alta temperatura solar, la misma que es viable en entornos con radiación directa de al menos 3 horas por día y valores que se mantengan en intervalos entre 500 y 1000 W/m², situación que determina que el Ecuador tiene un gran potencial para el uso de este recurso como una energía alternativa a la producida por combustibles fósiles.

Luego de realizar el estudio, los autores concluyeron que la evaluación del recurso solar con menor incertidumbre se manifiesta en la observación en superficie, mediante las estaciones meteorológicas automáticas, en segundo término, también se apoyaron en la base de datos de la NASA, y a través del software informático CENSOLAR, para la aplicación de un modelo matemático denominado Angstrom – Page, el cual está asociado con la validación de las temperaturas y niveles de radiación que ayuden a concluir la viabilidad de proyectos solares; en este sentido, durante la aplicación se determinó que los lugares con mayor potencial para la aplicación de estos proyectos solares son: la parroquia Yaruquí en Pichincha; Lumbaquí en Sucumbíos, San Francisco de Borja y Papallacta en Napo y Nueva Loja; de manera que a lo largo de la ruta del OCP, es posible diseñar proyectos solares porque los niveles de irradiación cumplen con los parámetros establecidos como exitosos.

Con base en los tres estudios previamente analizados, se puede establecer que Ecuador, por su ubicación geográfica, ofrece las condiciones propicias para el aprovechamiento de la energía solar, debido a que la irradiación diaria es superior a 4.0 kWh/m² por día, inclusive, hay sitios donde es superior a 5 kWh/m². En este contexto, es viable la explotación de tecnología fotovoltaica, a fin de aportar de manera crucial con los requerimientos energéticos del país.

Asimismo, el rápido crecimiento de los sistemas de distribución conectados a la red, hacen posible la instalación de módulos fotovoltaicos en todo tipo de edificaciones, sean de carácter industrial o residencial, por lo que la propuesta de ofrecer sistemas de climatización eficientes basado en la energía solar, podrían tener una importante aceptación en el mercado de Guayaquil, tomando en cuenta que se trata de una ciudad que presente una temperatura que promedia entre los 25 y 28 grados, así como una irradiación solar prácticamente durante más de 5 horas diarias, durante todo

el año, en época de invierno y verano. Por esta razón, desde el punto de vista teórico se considera que el proyecto de un sistema de climatización eficiente, capaz de aprovechar la energía solar fotovoltaica podría tener un gran impacto en los habitantes de Guayaquil, no sólo porque en materia económica representaría una reducción sustancial del costo de la planilla eléctrica, sino porque también se trataría de una alternativa de bajo impacto ambiental.

2.2 Bases Teóricas

Luego de haber analizado diversos estudios que han tratado previamente acerca del aprovechamiento de energía solar en el Ecuador, es importante caracterizar las bases teóricas desde dos perspectivas: (1) energías renovables o limpias y (2) sistemas de climatización.

2.2.1 Energías Renovables

2.2.1.1 *Conceptualización de las energías renovables*

Se conoce como energía renovable a aquellas que son producidas continuamente y son infinitas a escala humana, debido a que se renuevan constantemente, a diferencia de los combustibles fósiles, de los que se dispone de cantidades limitadas, y cuyas reservas se pueden agotar en un plazo determinado, como es el caso del petróleo. De esta manera, entre las principales energías renovables se puede mencionar: la biomasa, la hidráulica, la eólica, la solar, la geotérmica y las energías marinas. Según García (2018), las energías renovables provienen de forma directa o indirecta de la energía del sol, salvo la geotérmica y la del mar.

No obstante, Peláez y Espinoza (2015) manifiestan que en el Ecuador aún se debate la definición correcta o precisa del término energía renovable, y cómo esta se distingue de la no renovable, pero la discusión radica en el aspecto legal, pues, la forma en que se establezcan políticas públicas en el campo energético podría impactar a los

marcos regulatorios, y los diversos mecanismos que se emplean para impulsar el cambio de la matriz energética en un país o comunidad. Mientras que, la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2015) define a las energías renovables como “aquella energía derivada de procesos naturales que son sustituidos a una velocidad mayor de lo que puede ser consumido por el hombre” (p. 1) y las clasifica de la misma forma previamente mencionadas.

Entonces, con estas definiciones se puede entender que la energía solar es quizás la principal fuente de energía renovable porque, además de provenir de la naturaleza, su consumo es prácticamente ilimitado y en todo momento se puede disponer de la energía que proviene del sol, especialmente, en ciudades como Guayaquil, donde el sol prácticamente está presente casi 12 horas. No obstante, el aporte de las energías renovables con relación al consumo total de la energía primaria, en todo el mundo, no llega ni al 10%. En países de la Unión Europea, por ejemplo, el alcance es apenas del 6% en cuando a energía hidráulica y biomasa. Pero debido a los cambios climáticos y problemas del calentamiento global, se evidencia una creciente concienciación a escala global, en materia energética, la cual se fundamenta en los siguientes aspectos:

- Existe una gran dependencia energética del exterior de los países industrializados.
- Hay un aumento del costo de los recursos energéticos provenientes de los fósiles, debido a que las reservas se están agotando.
- Y como ya se manifestó, hay un origen antropogénico del cambio climático; es decir que las prácticas que se están realizando en países industrializados, y la contaminación excesiva en algunos casos, está impactado la atmósfera y con esto se perciben cambios climáticos muy bruscos.

2.2.1.2 *Ventajas de las energías renovables*

Bajo este contexto, el aprovechamiento de las energías renovables es prácticamente una necesidad para muchos países, especialmente, aquellos considerados como industrializados por la gran demanda energética que requieren, pero también para países pequeños como el Ecuador, que se destaca por la abundancia de sus recursos naturales, y al estar ubicado en la mitad del mundo, existen condiciones propicias para el aprovechamiento de la energía solar. Asimismo, este tipo de energía son fuentes de abastecimiento energético con bajo o nulo impacto ambiental, y al producirse de manera continua es inagotable. Por esta razón, las ventajas que presenta su aprovechamiento se pueden describir de la siguiente manera:

Tabla 1. *Ventajas de las energías renovables*

Ventajas Medioambientales	Ventajas Estratégicas	Ventajas Socioeconómicas
<ul style="list-style-type: none">• No producen emisiones de CO₂.• No generan residuos de difícil tratamiento.• Son infinitas.	<ul style="list-style-type: none">• Son autóctonas.• Evitan la dependencia exterior.	<ul style="list-style-type: none">• Crean fuentes de trabajo, cinco veces mayor que las formas convencionales.• Aporta al equilibrio interterritorial, ya que, por lo general, se instalan en zonas rurales.• Hacen posible el desarrollo de tecnologías propias.

2.2.1.3 *Energía solar*

La energía solar forma parte de las energías renovables, debido a que constituyen una fuente inagotable de energía, y su aprovechamiento se da a partir de

la radiación electromagnética que proviene del sol. Actualmente, el calor y la luz solar pueden aprovecharse mediante recursos captadores conocidos como células fotovoltaicas, heliostatos o colectores térmicos, que permiten la transformación de la energía solar en electricidad. De esta forma, el aprovechamiento de la energía solar puede ser a partir de dos tipos de tecnología: (1) Energía solar pasiva; y (2) Energía solar activa (térmica y fotovoltaica).

Sin embargo, el sol es el origen directo e indirecto de que casi todas las energías renovables disponibles, a excepción de la geotérmica y la del mar. La energía solar se desplaza a través del espacio en una manifestación de radiación electromagnética, de la cual, una parte es absorbida en la atmósfera y en el suelo, y otra se refleja directamente al espacio desde el suelo. Podría decirse que hay tres maneras en que la energía solar llega al planeta Tierra:

- Radiación directa: como su nombre lo indica, la energía del sol llega directamente sin que haya ningún tipo de desvío. Básicamente, es la que se manifiesta en un día soleado.
- Radiación difusa: en este caso, la energía llega después de que algún elemento de la atmósfera ha intervenido, por ejemplo, el polvo, las nubes, o algún contaminante, entre los que se puede decir. En concreto, es la que se puede recibir en un día mayormente nublado.
- Radiación reflejada: es la que se da en zonas que pueden ser reflejadas por la superficie terrestre, como los océanos, los nevados y otras zonas donde la reflexión pueda ser importante. En la siguiente ilustración se puede apreciar las formas de radiación como se contempla en la Figura 1.



Figura 1. Formas de radiación solar

Una vez que la energía solar es aprovechada, sus usos pueden ser diversos, ya sea en el campo agrícola, en la industria o en la ingeniería civil o arquitectura. Pero, básicamente, son dos las formas más predominantes: (1) como fuente de calor y (2) como fuente de generación eléctrica. Esta última es posible a través de las células fotovoltaicas, o a través de captadores solares térmicos; sin embargo, por efectos del presente trabajo, se enfocará en el análisis del funcionamiento de las células fotovoltaicas.

2.2.1.4 *La energía solar fotovoltaica*

Este tipo de energía es posible a través del uso de una célula fotovoltaica, que es un diodo de gran superficie, compuesto por un cristal de silicio con impurezas de boro en una gran parte de su espesor y con impurezas de fósforo en su superficie, de tal forma que la reacción que se manifieste por la radiación solar, permita la generación de un campo eléctrico dentro de la célula que, uniéndose estas caras mediante un circuito externo, produzca una corriente eléctrica. Para su efectividad, el módulo debe ser

ensamblado en varias células en serie, para generar una capacidad de voltaje que haga funcionar a los artefactos eléctricos. En este sentido, un módulo que produce 20W en una hora, bajo una radiación de 1000W/m^2 a $25\text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura, la cual fácilmente puede ser captada en la mayoría de las regiones del Ecuador, especialmente, en la ciudad de Guayaquil.

Un panel fotovoltaico se compone de varias células fotovoltaicas que están interconectadas, y alojadas en un mismo marco, en serie, en paralelo o en serie – paralelo, dependiendo de los valores de tensión que se desee, a fin de formar un módulo fotovoltaico, y generar la electricidad deseada. De esta forma, la energía solar fotovoltaica es una de las preferidas por su fácil instalación; por tener una larga vida útil (alrededor de 30 años o mayor); requiere mantenimientos mínimos; las células son muy fiables; no contaminan el medio ambiente; y son muy silenciosas.

La configuración básica de este tipo de instalaciones solares fotovoltaicas se genera a partir de los siguientes bloques: (1) el módulo fotovoltaico, (2) una estructura de soporte, (3) un inversor que transformará la corriente, (4) un armario general de protección y medida, y (5) toma de tierra de la instalación; tal como se ilustra en la siguiente figura 2:

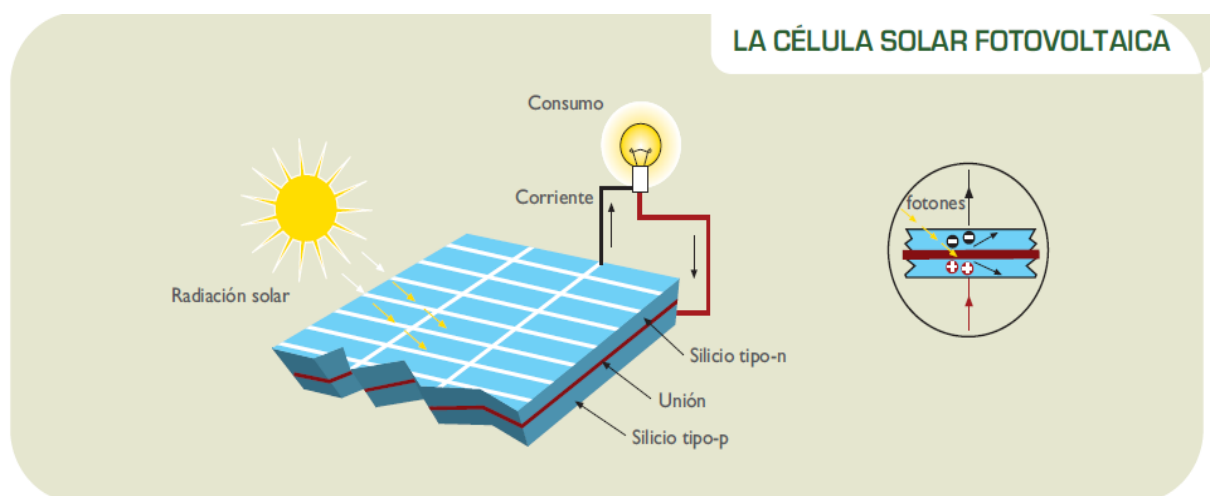


Figura 2. Funcionamiento de la célula solar fotovoltaica

De esta manera, las células fotovoltaicas hacen posible el aprovechamiento de la energía del sol para la transformación de corriente continua; estas células almacenan la electricidad que se genera en una batería para poder utilizarlas en horas donde la energía de consumo es mayor a la generada por los módulos, particularmente, en la noche donde no hay luz solar. En este sentido, los inversores hacen posible la transformación de la energía solar en corriente eléctrica, y así poder utilizarla normalmente en los hogares. Para la ejecución de un proyecto solar, sea de tipo industrial, comercial o residencial, es importante que se calculen algunos aspectos, previo la instalación de los paneles solares: (1) la demanda energética en meses desfavorables; y (2) la radiación máxima que está disponible en dicho mes; ya que según esto también dependerá la colocación e inclinación de las células fotovoltaicas. No obstante, para el presente trabajo se proponen sistemas de climatización que utilicen este método de aprovechamiento, a fin de reducir el consumo de electricidad.

2.2.2 Sistemas de climatización

Tomando en cuenta que el proyecto está dirigido a Guayaquil, como una de las ciudades que presenta las temperaturas más altas del Ecuador, es importante mencionar que la mayoría de los hogares, principalmente, de clase media y alta disponen de sistemas de climatización basados en acondicionadores de aire; mientras que en sectores socioeconómicos bajos el uso del ventilador de ventana o techo es el más común. Pero basándonos en el acondicionador de aire, los más comunes son los tipos ventana y los Split, los mismos que garantizan una mayor cobertura de enfriamiento, en menor tiempo, y son los más utilizados a nivel doméstico.

Todo acondicionador Split requiere de una unidad exterior que se instala en la parte exterior de la vivienda o edificio, que es donde se observa el condensador, mientras que en la parte interior se coloca la parte que envía el aire. Si bien, estos

acondicionadores son altos consumidores de energía, existen algunos que presentan una tecnología conocida como inverter, que garantizan una mayor eficiencia del consumo eléctrico, y por consecuencia, un ahorro en la facturación eléctrica, y no solo eso, sino que también reducen las emisiones al medio ambiente. A continuación, se presenta una explicación del funcionamiento de los acondicionadores de aire y sus partes.

2.2.2.1 *Funcionamiento y componentes del acondicionador de aire*

Todo acondicionador de aire se compone de un cuerpo exterior, donde se ubica el compresor que se trata de un motor que comprime el gas, a fin de convertirlo en estado líquido, y posteriormente, impulsarlo a través de un radiador que, en forma de serpentín le roba calor, para lograr un proceso de sub-enfriamiento. El serpentín, es un tubo con forma espiral, empleado para el enfriamiento de los vapores que provienen de un calderín, para su condensación en forma líquida. Generalmente, el serpentín está compuesto de cobre o de otro material conductor de calor. En los sistemas de climatización, el serpentín es una parte esencial porque funciona como equipo intercambiador de calor, es decir, cuando está en contacto con el aire de retorno (caliente), hace posible que éste se enfríe gracias al refrigerante que circula en su interior, y eso es lo que genera un aire fresco en los sistemas de climatización presentado en la Figura 3.

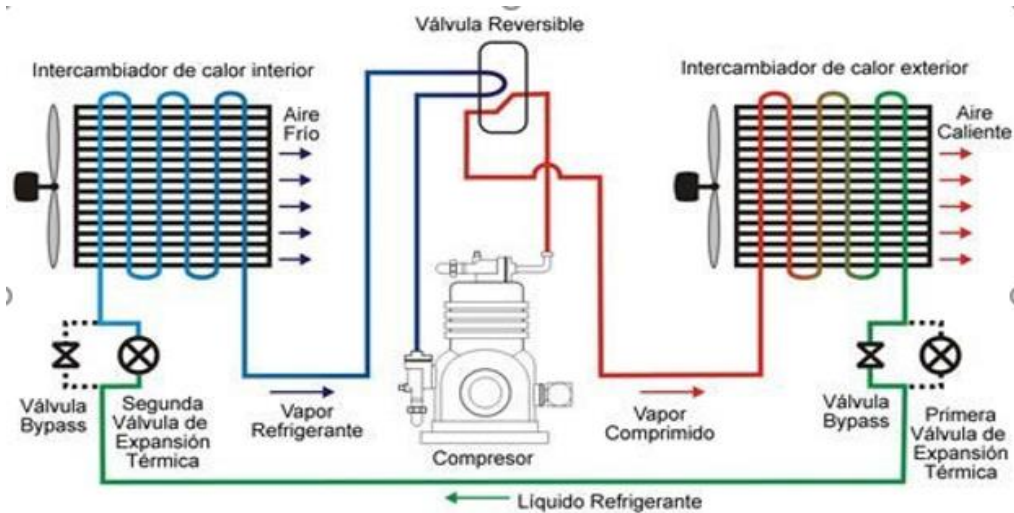


Figura 3. Ilustración del trabajo del funcionamiento de un acondicionador de aire

Pero para que el serpentín pueda enviar el aire enfriado, necesita de otro elemento que es el evaporador como lo podemos apreciar en la Figura 4, el mismo que permite que la caída de presión y de temperatura se ejecute; en este contexto, la misión del evaporador es permitir el intercambio entre el refrigerante con el área a enfriar. De esta forma, se logra que la temperatura que fue absorbida por el refrigerante, mediante el compresor, envíe vapor en lugar de líquido, dejando un espacio libre para que más refrigerante pudiera ingresar. Los requisitos esenciales del evaporador funcional son:

- Mantener un volumen de intercambio constante.
- Permitir el flujo de refrigerante con una mínima caída de presión.
- Tener un diseño apropiado para garantizar el flujo de calor al refrigerante de forma ágil y rápida.

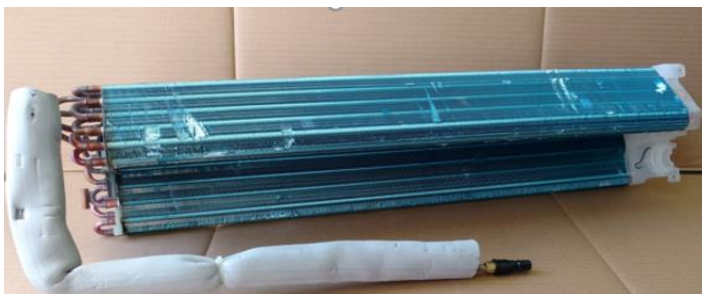


Figura 4. Ilustración del evaporador de un acondicionador de aire

2.2.2.2 *El condensador en sistemas de refrigeración*

El condensador es otro de los elementos importantes de los sistemas de climatización, debido a que cumple una función inversa a la del evaporador; por lo tanto, una vez que el vapor refrigerante es comprimido en el compresor, ingresa al condensador en estado gaseoso (gas refrigerante) a una presión y temperatura elevada para realizar el intercambio de la temperatura con el aire, el agua o cualquier fluido del que se disponga; esto permite que todo el calor absorbido por el evaporador ceda y se deseche al medio ambiente.

De esta manera, el condensador hace posible que el refrigerante pase de vapor a líquido saturado, con el propósito de hacer fluir el líquido de forma eficiente en su camino al evaporador. En este contexto, los condensadores más comunes son: (1) enfriado por aire; (2) enfriado por agua; (3) tubos concéntricos; (4) carcasa y tubos y (5) agua de torre. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que los condensadores deben cumplir tres factores muy importantes a la hora de garantizar un funcionamiento óptimo: (1) presentar una suficiente área de intercambio; (2) lograr una caída de presión lo más bajo posible; y (3) facilitar la transferencia del calor. En la siguiente Figura 5 se observa una ilustración del condensador:



Figura 5. Ilustración del condensador en sistemas de refrigeración

2.2.2.3 *Características de los compresores para acondicionadores de aire*

El compresor es otro de los componentes que están presentes en los sistemas de climatización lo podemos ver en la Figura 6, y es un elemento clave para el funcionamiento de este, ya que de este artefacto depende el comportamiento energético del equipo. Básicamente, el compresor es una especie de bomba de calor reversible que se encuentra localizado en la unidad instalada en la parte externa del habitáculo que se desea refrigerar. En los acondicionadores de aire, el compresor hace posible que el gas se comprima (fluido refrigerante) para lograr un ciclo de compresión/descompresión que genera una transferencia de calor de una parte a otra de un circuito frigorífico.

De esta manera, el compresor emplea una fuerza al momento de comprimir el gas que llega en estado gaseoso desde el evaporador; la fuerza con que se ejerce dicha presión permite un aumento de la temperatura del gas que vuelve a su estado líquido y se calienta. Pero para su funcionamiento, el compresor requiere de electricidad y, por consecuencia, mientras más eficiente sea el compresor, más eficiente será el acondicionador de aire, en temas de ahorro de consumo eléctrico; de ahí que hay sistemas de climatización que consumen gran cantidad de electricidad y elevan el consumo de la planilla de facturación eléctrica, con relación a otros que tienen un consumo más eficiente, por ello, debe analizarse el coeficiente de rendimiento al momento de hacer una instalación para determinar el consumo estimado del equipo.

Por ello, un compresor rotativo es más conveniente, debido a que, al incluir menor cantidad de componentes, con relación a otros tipos de tecnología, ofrecen una alternativa más eficiente para varias aplicaciones; sus características más relevantes son: (1) posee una dimensión compacta; (2) tiene un motor monofásico; (3) su peso

promedio puede variar entre 13 kg y 32 kg, dependiendo del modelo; y (4) su rendimiento es de 1926 Kcal/hora a 8772 Kcal/hora, de acuerdo con el modelo.



Figura 6. Ilustración del compresor de un acondicionador de aire

2.2.2.4 El capacitor

Se trata de un dispositivo que tiene la función de almacenar y liberar energía eléctrica. Según su función pueden ser de dos tipos: (1) capacitores de arranque y (2) capacitores de trabajo; estos últimos operan a través de la liberación de energía continuamente, mientras los condensadores de arranque lo hacen de una forma más puntual y durante un corto tiempo, según un componente conocido como relevador que es el encargado de accionar su operación. La capacidad de un capacitor está medida en microfaradios (μF o MFD).

Los capacitores de arranque, como lo indica su nombre y lo podemos observar en la figura 7, operan al inicio del proceso y de manera intermitente, debido a que está conectado al embobinado de arranque, pues, es responsable de lograr que el motor alcance una mayor velocidad de funcionamiento en un corto lapso. El capacitor de arranque posee un valor mayor con relación al capacitor de trabajo, y estos pueden generar un rango de operación que va desde los 21 a los 1,200 (μF o MFD). Normalmente, los capacitores describen en su etiqueta la siguiente información: (1)

capacidad en microfaradios (μF o MFD); (2) tolerancia; (3) voltaje y (4) temperatura de ambiente de trabajo.



Figura 7. Ilustración de Capacitor en un aire acondicionado.

2.2.2.5 Ventilador del condensador

Este componente se encarga de enfriar la alta presurización, mientras el gas refrigerante es calentado hasta que se obtenga una condensación en el interior de la bobina del condensador y generar un líquido de enfriamiento, tal como lo indica su funcionamiento de trabajo la figura 8.

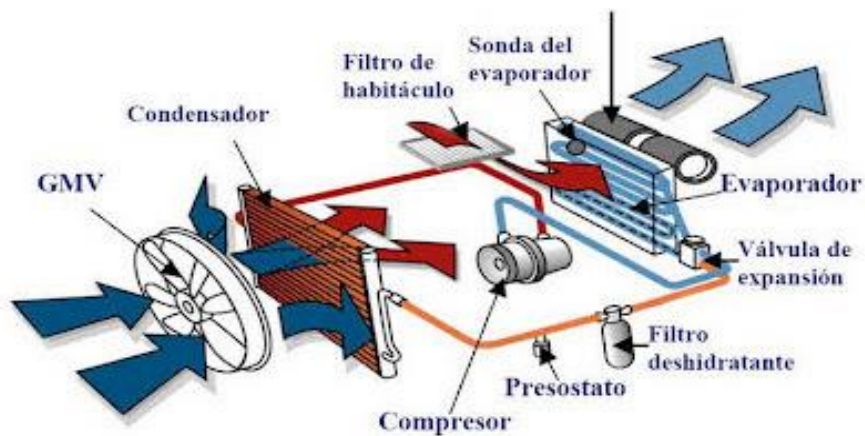


Figura 8. Ilustración del ventilador del condensador

2.2.2.6 *Turbina del evaporador*

En los sistemas de climatización tipo Split, la turbina es un componente alargado como se lo presenta en la figura 9 y que se ubica en la parte inferior interna, y va desde un extremo a otro del equipo; se caracteriza por presentar unas paletas que impulsan el aire al momento que gira el motor que se conecta en una de las puntas que posee, y donde está conectada por un buje con un tornillo que hace la función de prisionero; por tanto, su función es hacer que el aire circule a través del panel o serpentín evaporador, y además cubre las aspas que se abren y cierran al momento de encender o apagar el equipo.



Figura 9. Ilustración de la turbina del evaporador

2.2.2.7 *Tubo Capilar*

Se trata de un elemento de conducción de fluido muy estrecho, ver figura 10 y que ocupa un pequeño espacio circular, su nombre se debe a que es tan fino como la hebra de un cabello, de ahí que estos tubos suelen presentar fenómenos de capilaridad. En cuanto a su composición, esta puede variar según el material, debido a que algunos son metálicos, de cobre, de vidrio, entre otros.



Figura 10. Ilustración del tubo capilar

2.2.2.8 Válvula de expansión

Estas válvulas tienen como propósito regular la inyección del refrigerante líquido que se dirige a los evaporadores; en este proceso, siempre debe haber un elemento termostático que es el que se sitúa en la parte superior de la válvula de expansión, la misma que es controlada en función del recalentamiento del refrigerante. En cuanto a su funcionamiento, esta válvula dispone de un elemento termostático que se encuentra separada del cuerpo, a través de una membrana; luego, el elemento termostático entra en contacto con el bulbo a través del tubo capilar; y finalmente un cuerpo con un asiento y orificio y un muelle o resorte como se presenta en la figura 11.

De esta forma, cuando la válvula regula, existe un balance entre la presión del bulbo por la parte superior de la membrana y en contra se tendrá la presión del evaporador y la del resorte, a fin de encontrar el sobrecalentamiento más idóneo para la operación. La finalidad de este componente es abastecer al evaporador con la

cantidad de líquido necesaria para tener una buena eficiencia y proteger al compresor contra posibles daños.

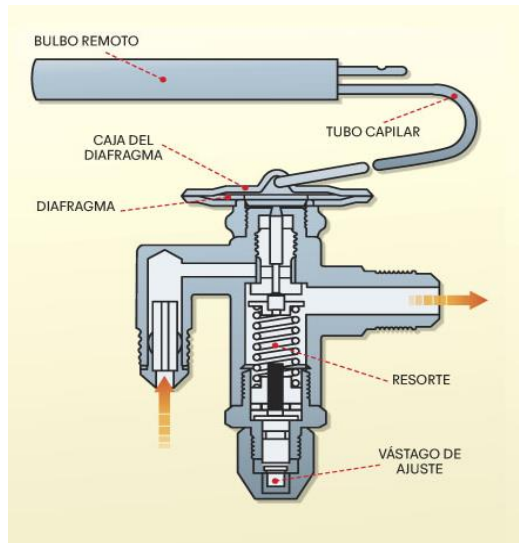


Figura 11. Ilustración de la válvula de expansión

2.2.2.9 El termostato

Este componente tiene como función regular la operación de enfriamiento del equipo, a fin de apagarlo cuando se alcanza la temperatura deseada. Podría decirse que es una pieza clave para que el acondicionador de aire funcione eficientemente, ya que manda el aire frío con más fuerza cuando realmente es necesario. Hay dos tipos de termostatos, entre los cuales unos tienen funciones relativas a la programación de horarios; ajustes de temperatura; regulación por zonas; modos de día y de noche, entre otros. Su correcto desempeño favorece a que el consumo de electricidad se reduzca hasta un 30%, lo que a la vez se traduce en menor costo en la facturación y, por tanto, es un ahorro para el usuario. De esta manera, una vez que se han explicado los principales componentes de los sistemas de climatización, en la siguiente figura 12 se presenta un diagrama del circuito de refrigeración de un sistema de climatización.

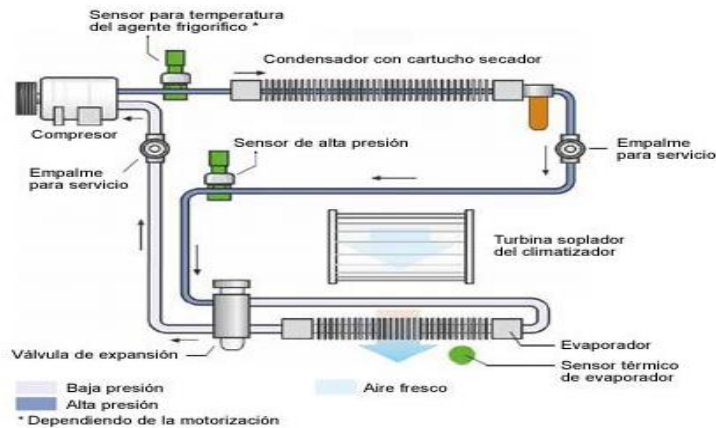


Figura 12. Esquema del circuito frigorífico del climatizador

2.3 Marco Contextual

2.3.1 Demografía de Guayaquil

Luego de haber analizado las bases teóricas que implica la energía solar fotovoltaica y los componentes esenciales de un sistema de climatización, es importante hacer una descripción de la ciudad donde se pretende introducir un sistema de climatización eficiente que utilice la energía solar fotovoltaica, como una fuente de generación de electricidad, para garantizar un ahorro en el consumo de la planilla eléctrica.

Guayaquil es una ciudad de la provincia del Guayas, ubicada en la costa del Pacífico Sur, cuya población oficial corresponde a 2'644.891 habitantes; el 65% de ciudadanos está enmarcado dentro de un estrato socioeconómico medio bajo (C-) y bajo (D), mientras que un 35% forma parte de los estratos socioeconómicos medio típico (C+), medio alto (B) y alto (A). Sin embargo, dada la magnitud del proyecto, las personas que tienen el poder adquisitivo para adquirir un acondicionador de aire estarían dentro del 35% de la población; de manera que ese sería considerado como el nicho de mercado. De esta forma, se describe un poco el estilo de vida de los habitantes de Guayaquil que pertenecen a estratos sociales A, B y C+

Tabla 2. *Estilo de Vida de los Guayaquileños de estratos sociales A, B y C+*

Condiciones	A (1.9% población)	B (11.2% población)	C+ (22.8%)
Características de Vivienda	Vivienda de cemento de 1 o 2 plantas, con 4 o más habitaciones, con piso de duela, parquet, tablón o piso flotante.	Vivienda de cemento de 1 o 2 plantas con 3 o 4 habitaciones, con piso flotante, parquet o cerámica.	Vivienda de cemento de 1 o 2 plantas de 2 o 3 habitaciones, con piso de cerámica, baldosa, vinil o marmetón.
Bienes	El 95% de hogares tienen teléfono fijo, teléfono móvil, cocina bien equipada y al menos 2 TV de última generación. Tienen 2 o más vehículos de alta gama para uso exclusivo del hogar.	El 80% de hogares tienen teléfono fijo, teléfono móvil, cocina bien equipada y al menos 1 TV de última generación. Tienen 1 auto de alta gama para uso exclusivo del hogar.	El 75% de hogares tienen teléfono fijo, teléfono móvil, cocina bien equipada y al menos 1 TV de última generación. Tienen 1 auto de gama media para uso exclusivo del hogar.
Tecnología	99% de hogares tienen acceso a internet. Disponen de computador de escritorio o portátil.	80% de hogares tienen acceso a internet. Disponen de computador de escritorio o portátil.	70% de hogares tienen acceso a internet. Disponen de computador de escritorio o portátil.
Hábitos de consumo	El 95% de hogares compran vestimenta en centros comerciales. El 90% usa redes sociales. El 76% ha leído libros o manuales de estudio en los últimos meses. Viajan al exterior por lo menos 1 o 2 veces al año.	El 80% de hogares compran vestimenta en centros comerciales. El 80% usa redes sociales. El 50% ha leído libros o manuales de estudio en los últimos meses. Viajan al exterior 1 vez al año.	El 50% de hogares compran vestimenta en centros comerciales. El 75% usa redes sociales. El 30% ha leído libros o manuales de estudio en los últimos meses. Viajan al exterior cada 2 años.
Educación	Estudios de instrucción superior y posgrado.	Estudios de instrucción superior.	La mayoría tiene bachillerato completo y estudios universitarios sin ser titulados.
Economía	Tienen un alto poder adquisitivo, se desempeñan como empresarios, científicos, médicos, intelectuales, funcionarios del gobierno, cuerpo legislativo, o en la administración pública. Tienen seguro social voluntario y seguro social privado.	Tienen un alto poder adquisitivo, se desempeñan como profesionales independientes de nivel medio, científicos, médicos, intelectuales, funcionarios del gobierno.	Tienen un poder adquisitivo medio, se desempeñan como trabajadores, comerciantes, operadores de instalación de máquinas y montadores, técnicos, etc.

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2019

2.3.2 Temperatura promedio en Guayaquil

Por estar ubicado en la costa del Pacífico Sur, el clima de la ciudad de Guayaquil es muy cálido, durante casi todo el año, presentando dos estaciones: invierno, que se caracteriza por ser la época lluviosa entre diciembre y abril; y el verano que se caracteriza por presentar un clima seco, pero a la vez fresco entre los meses de mayo hasta finales de noviembre.

De esta manera, la temperatura promedio oscila entre los 21 °C y 31 °C; sin embargo, rara vez suele salirse de estos rangos, presentando temperaturas mínimas de hasta 17 °C, y la máxima de 35 °C. Sin embargo, el promedio anual se mantiene dentro de un rango de 28°C la mayor parte de los días, siendo entre las 12 del día y las 4 de la tarde los horarios de mayor temperatura, y en la madrugada, los horarios de temperaturas más bajas, tal como se aprecia en la siguiente ilustración Figura 13, al 9 de septiembre 2020.



Figura 13. Variación de la temperatura en la ciudad de Guayaquil.

Por esta razón, al presentar una temperatura cálida prácticamente todo el año, y debido a la intensidad con la que el sol irradia su energía en la urbe porteña y sus alrededores, es conveniente desarrollar propuestas que aprovechen esta energía, a fin de satisfacer ciertas necesidades básicas de la población, como la necesidad de

disponer de un climatizador que ayude a mitigar en parte el calor abrumador que se genera en la ciudad, especialmente, en la época de verano donde el sol está en todo su esplendor.

2.4 Marco Legal

Desde el 2013, el gobierno nacional del Ecuador empezó a promover el cambio de la matriz productiva, y con esto también la transformación de la matriz energética que busca aprovechar de forma masiva a las energías renovables, siendo la solar una de las más viables por la forma en que la irradiación del sol se manifiesta en casi todo el territorio continental del Ecuador. Es así como en la Ley del Régimen del Sector Eléctrico, en su art. 5, presenta los objetivos nacionales de la política nacional en materia de generación, transmisión y distribución de la electricidad, la cual tiene como premisa “fomentar el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales, haciendo énfasis en la eólica, la biomasa, la fotovoltaica, la geotérmica y otras de características similares.

En este artículo se explica que el Estado a través del régimen del sector eléctrico debe proteger los derechos de los consumidores y garantizar la aplicación de tarifas preferenciales para los sectores de escasos recursos económicos; reglamentar y regular la operación técnica y económica del sistema, así como garantizar el libre acceso de los actores del servicio a las instalaciones de transmisión y distribución, asegurando tarifas que sean justas tanto para los inversores como para los consumidores; por esta razón, se debe impulsar el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales, a través de los organismos públicos, las universidades y las instituciones privadas, normativa que aún sigue en vigencia y es responsabilidad del Ministerio de Energía y Minas, la rectoría y coordinación de la política nacional

de este sector, así como la elaboración del Plan Maestro de Energía del País, a través del CONELEC, como ejecutor de la política pública en el ámbito energético.

Particularmente, para esto se han establecido ciertos incentivos donde la energía renovable pudiera ser aprovechada en zonas rurales, donde a veces es limitado el acceso de la red eléctrica pública, y como tal, la energía solar podría ser una alternativa viable para presentarse en estos sectores campesinos. Es así como el Reglamento para el Fondo de Electrificación Rural Urbano Marginal (FERUM) establecía que, dicho fondo puede emplearse para la construcción de sistemas de generación que utilicen energías renovables no convencionales, destinados al servicio exclusivo de la zona rural. En la regulación CONELEC -008/0 (Resolución No. 121/08, del 23 de octubre de 2008) “procedimientos para presentar, calificar y aprobar los proyectos FERUM, se indicaba que los proyectos con energías renovables podrán ser presentados por organismos de desarrollo ante el CONELEC, cuando dicho proyecto no pudiera ser atendido mediante redes, ni haya sido considerado por la empresa distribuidora como proyecto de energía no renovable.

No obstante, el Reglamento para el FERUM fue derogado el 20 de agosto de 2019 por la Disposición Derogatoria Única del Reglamento General de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica: Deróguense todas las normas de igual o menor jerarquía que se opongan o no guarden conformidad con las disposiciones del presente Reglamento.

Por otra parte, de acuerdo con el artículo 23 del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI), las empresas se pueden acoger a la reducción progresiva de tres puntos porcentuales en el impuesto a la renta, pero también hay deducciones para aquellas empresas que le apuesten a la innovación de sus procesos operativos, y facilidades en el pago de impuestos por concepto de

comercio exterior, uno de ellos, el impuesto a la salida de divisas (ISD) para transacciones que demandan de financiamiento externo (Asamblea Nacional, 2010); y si se trata de una inversión nueva, hay la posibilidad de acogerse a la exoneración del impuesto a la renta por cinco años.

Estos incentivos tributarios aún se mantienen vigentes y tienen como propósito conseguir un impulso en los emprendimientos nacionales, convirtiéndose así en un factor a tomar en consideración por la oportunidad de obtener beneficios y ahorrar dinero en el pago de impuestos. Además, existe liberación de aranceles para la importación de equipos relacionados con la generación de energía eléctrica fotovoltaica, estos estarán libres de aranceles con el fin de abaratar costos lo cual genera mucho interés a medida que se va conociendo este beneficio. Entre los beneficios que se pueden mencionar se tiene:

- (a) Paneles Solares gravan tarifa 0% del IVA: el consumidor final no se verá afectado en su bolsillo debido a la tarifa del 0% del Impuesto al Valor Agregado que gravan estos productos.
- (b) Deducción adicional del 100% en depreciación y amortización de equipos para generación de energía de fuente renovable (solar): se deduce el 100% de forma adicional para la determinación de la base imponible para el cálculo del impuesto a la renta, dando origen a un ahorro significativo en el pago de este impuesto principalmente a las personas jurídicas. Es importante mencionar que este beneficio será válido durante la vida útil de estos equipos.

En este contexto, la Resolución No. ARCONEL -042/18 (Regulación No. ARCONEL -003/18) establece la regulación denominada “Micro generación fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica”

cuyo propósito es establecer las condiciones para el desarrollo, implementación y participación de consumidores que cuenten con sistemas que presenten estas condiciones, hasta 100kw de capacidad nominal instalada, ubicados en techos, superficies de viviendas o en edificaciones para las categorías residencial y general, determinados en el pliego tarifario en bajo o medio voltaje.

La regulación establece: (a) las condiciones técnicas y comerciales para la instalación de los sistemas fotovoltaicos hasta 100kw de capacidad nominal instalada, (b) los requisitos y procedimientos para la conexión a las redes de la empresa distribuidora y la autorización de instalación y operación de μ SFV, (c) las condiciones para la medición, (d) la operación en sincronismo con la red de distribución, y (e) el tratamiento comercial de la energía producida, de la energía consumida y eventuales excedentes de generación entregados al sistema de distribución.

Posteriormente, la Resolución No. ARCONEL -057/18 reformó la regulación mencionada, estableciendo parámetros vinculados con el uso de energías renovables no convencionales, donde el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable es el ente encargado para fomentar el uso de tecnologías limpias y energías alternativas, según manda la Constitución, para el desarrollo de un sistema eléctrico sostenible, sustentado en el aprovechamiento de los recursos renovables de energía. Asimismo, en esta regulación se reforma el término a “Generación fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica”.

Además, junto con las resoluciones establecidas, existen diversos mecanismos que el país dispone para incentivar el aprovechamiento de las energías renovables, los que se pueden establecer los siguientes mecanismos según el carácter fiscal, económico, de mercado y operativo, tal como se resume en la siguiente tabla:

Tabla 3. Marco legal del proyecto

Tipo de incentivo	Normativa	Descripción
Incentivo fiscal	Código Orgánico de la Producción	<ul style="list-style-type: none"> • Exoneración del impuesto a la renta por cinco años, a las nuevas inversiones que se desarrollen en el sector de energías renovables. • Deducción del 100% de la depreciación y amortización de equipos de generación de energía renovable.
Incentivos económicos	Regulación No. CONELEC - 004/11 y 003/11	<ul style="list-style-type: none"> • Establece los precios, su vigencia, y la forma de despacho para la energía eléctrica entregada al Sistema Nacional Interconectado. • Se establecen los límites de potencia para la energía hidroeléctrica, que consideran como renovable, menor a 50 MW. • Los auto generadores de energías renovables pueden acogerse a precios definidos para el efecto.
Instrumentos de mercado	Protocolo de Kyoto y Decreto Ejecutivo No. 1815	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de certificados de reducción de emisiones, mediante el uso de tecnologías limpias y eficientes. • Posibilidad de ser considerado como proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).
Portafolio Estándar de Energía Renovable	Estrategia para el cambio de la matriz energética del Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> • Lograr que para el 2020 el 80% de la electricidad provenga de fuentes hidroeléctricas, y el 10% corresponde a energías renovables.
Objetivos de interés nacional	Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021	<ul style="list-style-type: none"> • En el objetivo 5, del eje 2, se establece impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria, en especial, enfatizando el aprovechamiento de energías renovables, como las ya mencionadas.

CAPÍTULO III.

3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de investigación

Con la finalidad de establecer la aceptación del sistema de climatización eficiente a través de paneles solares fotovoltaicos en la ciudad de Guayaquil, se realizó un estudio de campo, donde se combinen las opiniones de expertos en materia de electricidad, así como también del mercado objetivo que sería el interesado en adquirir este producto; es decir, los habitantes de la ciudad de Guayaquil. Por esta razón, en este apartado se describe el marco metodológico o directriz que se siguió para la recolección y análisis de los datos.

Partiendo de este punto, el diseño de investigación más apropiado fue “No experimental”, ya que de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) estos diseños se caracterizan porque no hay una manipulación deliberada de las variables de estudio, sino que se describen tal como se manifiestan en su entorno natural. En este caso, al hablar de variables se refiere al patrón de comportamiento del posible comprador referente a la conducta que este tendrá al momento de adquirir un sistema de climatización; así como también, la opinión de los expertos referente a la viabilidad del proyecto; por lo que estos datos no son manipulados, sino que se presentan de la forma en que fueron expuestos por los participantes del estudio.

Pero, asimismo, es de corte transversal porque los datos se recopilaron en un mismo período de tiempo, y no en varios, por ello, los diseños de corte transversal se fundamentan en analizar la información que se recopila una sola vez, y no hace contrastes de un período u otro, sino que describe el comportamiento de los individuos que fueron objeto de estudio, en un momento determinado. De esta forma, la recopilación y análisis de datos se hizo en la ciudad de Guayaquil, a un grupo de

personas homogéneas en su nivel económico, a fin de evaluar su interés por adquirir un sistema de climatización basado en paneles solares fotovoltaicos.

3.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación o alcance determina hasta qué punto la información recogida será analizada; en este caso, se podría decir que hay una combinación de tipos de estudio, dado que, por un lado, es exploratorio porque si bien hay información acerca de las energías solares y su aprovechamiento, no se identificó un estudio que de forma específica haga referencia a la utilización de este recurso para sistemas de climatización; y por ende, se tuvo que hacer un levantamiento de datos desde cero, prácticamente, para conocer la opinión de expertos y posibles clientes, sobre el interés de adquirir estos equipos. Entonces, como no se tiene un marco de referencia específico o un estudio estadístico que sirva de base, se considera que la investigación fue exploratoria.

Pero también es descriptiva, porque una vez que esta información se recoge, los resultados se presentan de forma clara y concreta, como se manifiestan en su entorno; es decir, sin ningún tipo de alteración. Dzul (2016) considera que los estudios descriptivos se justifican al momento de presentar las características más relevantes de un grupo de individuos que formaron parte de un estudio, y cuyas opiniones son válidas para cumplir con el propósito de la investigación; en este sentido, miden o evalúan varios factores, dimensiones, o partes del fenómeno a investigar. Por ejemplo, al momento de hacer la investigación al mercado de consumo, se intenta descubrir si están interesados o no en reemplazar su sistema de climatización actual, por uno que aproveche la energía solar, por otro lado, el experto que formará parte del estudio, también aporta con su criterio sobre la forma en que este proyecto podría ser viable.

3.3 Método de investigación

Con base en los diseños y tipos de estudio previamente establecidos, se determina que la metodología empleada se basa en los métodos inductivo – deductivo; ya que, por un lado, la información es recogida y analizada de forma individual, para conocer más acerca del fenómeno de estudio (inductivo), pero luego esta información se procesa, analiza e interpreta de manera general para establecer una conclusión, entonces, se llega a una deducción del problema o fenómeno estudiado.

3.4 Enfoque

Para efectos de esta investigación, se considera que el enfoque más apropiado es el mixto, debido a que el trabajo se compone de datos cuantitativos y cualitativos. En este sentido, una de las herramientas cualitativas que se utilizó fue la revisión documental o de literatura, basada en las aportaciones académicas de las investigaciones que sirvieron de base para armar el marco teórico, pero también, de la opinión de los expertos que se recogió mediante una entrevista.

Y, por otro lado, la investigación cuantitativa se vale de herramientas que permiten hacer una medición numérica de los resultados, y los categoriza en frecuencias absolutas y relativas, a fin de tener mayor precisión de los datos. Esto por lo general se evidencia en el análisis estadístico, cuando se hace una encuesta, pero también cuando se analizan correlaciones y otros tipos de análisis más profundos; sin embargo, para efectos de este trabajo, sólo se utilizó herramientas de la estadística descriptiva.

3.5 Población y muestra

De acuerdo con Arias (2016) la población es un conjunto total de individuos que forman parte de un estudio, debido a que presentan características que los hacen similares, y cuyas opiniones son pertinentes para cumplir con el propósito del estudio;

por lo general, esta población debe estar segmentada en criterios que ayuden a delimitar la población, y no hacerla tan extensa para evitar sesgos, sino datos que sean fiables. En este contexto, hay dos tipos de poblaciones: (1) finita, cuando se conoce con precisión el número de individuos que la conforman, y (2) infinita, cuando se desconoce el tamaño de la población.

En cualquiera de los dos casos, se recomienda hacer un muestreo para que sea más accesible la toma de datos. Por esta razón, una muestra se trata de un subconjunto o pequeña porción que forma parte de la población previamente descrita, pero que mediante un cálculo determina el número idóneo para que dicha porción sea representativa, según los márgenes de error y confiabilidad pertinentes.

En este caso, la población estaría conformada por los habitantes de Guayaquil, la cual tiene oficialmente 2'644.891 habitantes, lo que la convierte en la segunda ciudad más poblada del Ecuador, sólo superada por la capital Quito con 2.8 millones de habitantes; no obstante, para delimitar a una cifra más accesible, se consideró la población económicamente activa (PEA) oficial de Guayaquil que corresponde al 51.2%. De esta forma, mercado objetivo estaría integrado por los habitantes de Guayaquil pertenecientes a los estratos socioeconómicos A, B y C+ que, en conjunto, totalizan el 35.9% de la PEA de Guayaquil (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2019), según se aprecia en la siguiente figura.

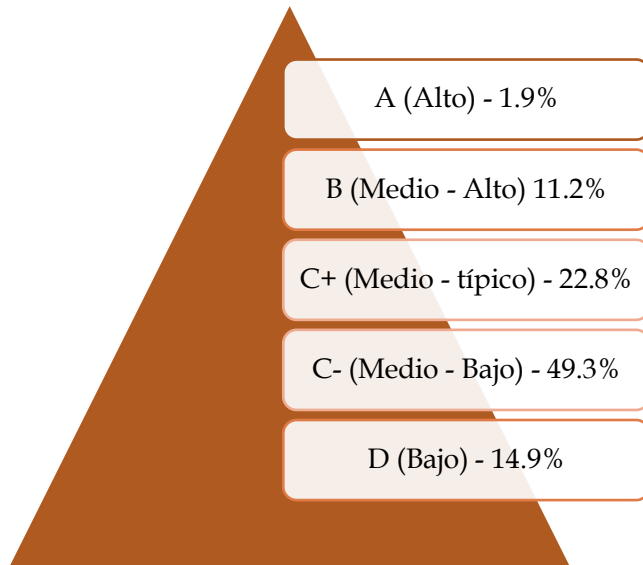


Figura 14. Nivel socioeconómico del Ecuador
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2019

En consecuencia, la población objetivo se calcula de la siguiente forma:

Habitantes de Guayaquil:	2' 644.891 habitantes
PEA:	51.2%
NSE A,B y C+:	35.9%
Población objetivo:	486.152 habitantes

Para el presente caso, teóricamente se aplicaría la fórmula estadística para hallar la muestra de poblaciones finitas, la cual contempla los siguientes parámetros:

n/c=	92%	n =	$\frac{Z^2 (p)(q)(N)}{(N-1) e^2 + Z^2 (p)(q)}$
z=	1.75		
p=	65%		
q=	35%		
N=	486,152	n =	$\frac{(1.75)^2 (0.65) (0.35) (486\ 152)}{(486\ 152 - 1) (0.08)^2 + (1.75)^2(0.65)(0.35)}$
e=	8%		
n=	?		
		n =	$\frac{338711.21}{3112.06}$
		n =	109

Variables	Nomenclaturas
n/c=	Nivel de confianza
z=	Desviación estándar
p=	Porción favorable
q=	Porción desfavorable
N=	Población
e=	Error
n=	Muestra

En donde:

Si fijamos como margen de error el 8%, se deberían haber entrevistado a un mínimo de 109 personas de una población conformada por 486.152 personas de la ciudad de Guayaquil. Si bien, dadas las circunstancias y los recursos disponibles, se optó por un muestreo por conveniencia o bola de nieve, donde los encuestados iniciales recluten a otros participantes para responder la encuesta. La realización de la encuesta se hizo a través del correo electrónico utilizando la plataforma Google Forms.

3.6 Técnicas para la recolección de datos

En cuanto a las técnicas que se emplearon para la recolección de datos se pueden mencionar las siguientes:

La revisión documental es una técnica que consiste en el desarrollo de un marco teórico a través de la utilización de fuentes bibliográficas para justificar el alcance de un estudio, en este caso, se aplicó al momento de analizar los fundamentos teóricos, el marco referencial, contextual y legal que sirve de soporte para el presente proyecto. Debido a que no aplicó ningún tipo de medición numérica, se trata de una herramienta de enfoque cualitativo.

Asimismo, otra de las técnicas cualitativas empleadas fue la entrevista, la cual consiste se trata de una herramienta que, más que un simple interrogatorio, se fundamenta en el diálogo o conversación cara a cara entre un entrevistado, quien es el

encargado de responder, y el entrevistador quien formula las preguntas, acerca de un tema en particular, previamente establecido; en este caso, referente a la perspectiva que estos expertos tienen referente a la viabilidad de llevar a cabo un proyecto de sistema de climatización eficiente basado en el aprovechamiento de la energía solar mediante células fotovoltaicas. Para efectos de este trabajo se consideró la opinión de dos expertos en la rama de Ingeniería Eléctrica, pero especializados en el sector de energías renovables.

Y finalmente, la encuesta que vendría a ser la única técnica de enfoque cuantitativo fue empleada, como una herramienta que permite obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos, acerca de sí mismos o con relación a un tema en particular. En este caso, la encuesta fue tomada a un grupo de habitantes de la ciudad de Guayaquil que, en total sumaron 110 personas, a fin de conocer varios aspectos: (1) su patrón de comportamiento actual referente al uso de sistemas de climatización, especialmente, acondicionador de aires en sus hogares; y (2) la disposición de adquirir un sistema de climatización basado en la energía solar; dentro de este apartado se analizaron varias dimensiones relativas al precio, y otros factores asociados a su decisión de compra de este equipo. Vale destacar que la encuesta fue realizada entre los meses noviembre y diciembre del año 2020, de manera telefónica y digital a través de Google Docs.

3.7 Resultados de la investigación

3.7.1 Resultados de la entrevista a expertos

Las entrevistas estuvieron dirigidas a dos expertos en la rama de la electricidad y energías renovables, el objetivo de esta fue diagnosticar la percepción del mercado ecuatoriano referente al uso de un sistema eficiente de climatización fotovoltaico. A continuación, se presenta el resultado de la primera entrevista.

Dirigido a: Ing. Hugo Coronel.

Empresa: Cabaña Las Palmeras - Isla Puná.

1. ¿Cree usted que en el Ecuador hay potencial para el desarrollo y aprovechamiento de energías renovables? – (argumente su respuesta).

Indudablemente que sí, nuestro país, el Ecuador está ubicado en un entorno natural que tiene las condiciones para producir energía renovable, brevemente podemos explicarlo:

Energía hidráulica con las olas del mar.- La fuerza hidráulica que producen las olas del mar pueden servir para producir energía eléctrica, está ya se ha probado y puede ser una alternativa.

Energía hidráulica con los ríos de las cordilleras. - Casi toda la energía que consume nuestro país es producida por las hidroeléctricas ubicadas en los ríos que nacen en la cordillera de los andes, tanto es así que en los momentos actuales hay excedentes de energía que es vendida a los países vecinos.

Energía eólica producida por el viento. - Los vientos que llegan a nuestro País principalmente desde el Océano Pacífico y también desde la Selva amazónica son otra alternativa para generar energía eléctrica a través de los molinos de viento, como ejemplo tenemos los molinos generadores ubicados en el Cerro de Villonaco en la Provincia de Loja. También existen estudios realizados en el Cerro de Zambapalla de la Isla Puná en donde llegan fuertes vientos desde el Océano Pacífico.

Energía solar producida con paneles solares. - Otra alternativa de producir energía eléctrica renovables es a través de los paneles solares, esta alternativa se puede producir en la costa debido a la mayor cantidad de luz solar durante el día, aquí en Ecuador hay pequeños proyectos en el sector rural de la costa.

2. En el contexto de la energía fotovoltaica ¿Cómo ve usted el mercado de comercialización de productos como paneles solares fotovoltaicas en la ciudad de Guayaquil?

Podemos decir que su crecimiento es mínimo, existe poca demanda, el mercado consumidor está cubierto por las redes de energía que produce el sistema nacional interconectado, hay un mercado insatisfecho en ciertos sectores rurales como son los poblados asentados en las riveras del Golfo de Guayaquil.

3. En la época actual, mucha gente está haciendo teletrabajo ¿cuál es la expectativa del sector de energías renovables referente a la implementación de proyectos que aprovechen la energía solar?

Podemos mirarlo como una oportunidad de abrir un mercado, especialmente en los sectores rurales y apartados de la cobertura del internet, pero podría durar hasta que se termine esta disposición y se vuelva al trabajo y educación presencial.

4. ¿Cuáles son los equipos que mayor consumo de energía eléctrica presentan en un hogar?

Podemos decir que todos los artefactos que tienen motor, refrigeradoras, congeladores, bombas de agua, acondicionadores de aire entre otros.

5. ¿Cree usted que es viable la comercialización de un sistema de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil? – ¿Considera que hay un nicho de mercado? Argumente su respuesta

Primero tendríamos que saber hasta qué punto lo permiten las leyes y reglamentos que regulan al sector eléctrico del País, hasta donde conozco existen las llamadas concesiones a las unidades de distribución del sector eléctrico, esto quiere decir que son ellas las únicas obligadas a prestar el servicio eléctrico a un determinado

sector del País. Pero si fuese factible y permitido tendría un nicho de mercado grande, lo importante es saber entrar, saber llegar al mercado, en base a propaganda en base a concientizar al consumidor que sus costos por consumo de energía se van a reducir.

6. ¿Qué factores se deben considerar para garantizar la viabilidad del proyecto de comercializar un sistema de climatización fotovoltaico en Guayaquil?

Debemos considerar lo siguiente: 1.- Que las autoridades que regulan el sector eléctrico lo permitan; 2.- Hacer un estudio de mercado; 3.-Invertir en Marketing Publicitario, promoción y propaganda.

7. ¿Cómo cree que se puede llegar a las personas para que conozcan más acerca de los beneficios de sistema de climatización fotovoltaico?

Hacer uso de las redes sociales creando una página bien manejada por profesionales del Marketing publicitario.

Dirigido a: Ing. Joshimar Delgado

Empresa: Importadora de Tecnología y Electrodomésticos - TRADEVISEC

1. ¿Cree usted que en el Ecuador hay potencial para el desarrollo y aprovechamiento de energías renovables? – (argumente su respuesta).

Si existe una buena oportunidad de desarrollo, en base al factor radiación que existe en nuestro sector geográfico. Esta variable es una de las más importante en esta tecnología y Ecuador cuenta en una de las posiciones más altas del continente americano.

2. En el contexto de la energía fotovoltaica ¿Cómo ve usted el mercado de comercialización de productos como paneles solares fotovoltaicas en la ciudad de Guayaquil?

Este mercado se ha mantenido en una línea reducida de crecimiento los últimos 4 años. Sin embargo, el 2019 tuvo un crecimiento importante no solo en apertura comercial sino también en el sector residencial debido a la gran capacidad de ahorro en consumo eléctricos.

3. En la época actual, mucha gente está haciendo teletrabajo ¿cuál es la expectativa del sector en energías renovables referente a la implementación de proyectos con energía solar?

En cuanto al cambio de modalidad a teletrabajo, no existe un gran incremento en cuanto a consumo eléctrico en casa debido a que las laptops o computadores tienen un consumo mínimo de energía, es por ello que, implementar un proyecto (home) en base a esta variable no es factible.

4. ¿Cuáles son los equipos que mayor consumo de energía eléctrica presentan en un hogar?

En mi opinión los artefactos que mayor consumo generan son: lavadora, secadora, refrigerador y los aires acondicionados

5. ¿Cree usted que es viable la comercialización de un sistema de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil? – ¿Considera que hay un nicho de mercado? Argumente su respuesta

Efectivamente los aires acondicionados solares es una de las tecnologías de mayor avance en este último año, con la apertura de impuestos a la tecnología solar se logró mejorar costos de importación lo que permitió ubicar precios en el mercado no

muy distanciados de los Inverter, dándole una ventaja competitiva importante a este producto.

6. ¿Qué factores se deben considerar para garantizar la viabilidad del proyecto de comercializar un sistema de climatización fotovoltaico en Guayaquil?

La tecnología de climatización Solar se compone de los mismos equipos que un Inverter con la principal diferencia en su compresor y su metodología de energización, así que los factores o variables importantes que se deben tomar en consideración son:

- Espacio físico para instalación de estructuras
- La no presencia de edificios altos en los costados que puedan crear sombra que afecten a la recepción de iones solares.
- La instalación del panel de estar a unos 45° hacia el Oeste

7. ¿Cómo cree que se puede llegar a las personas para que conozcan más acerca de los beneficios de sistema de climatización fotovoltaico?

Este tipo de tecnología tiene mayormente un impacto en el sector residencial por la importante participación en el consumo mensual de este tipo de electrodomésticos, por ello recomiendo:

- Campañas en redes sociales
- Material Digital para publicidad
- Estrategias de marketing presencial una vez se reactive todo
- Visitas y elaboración de ferias tanto en ciudadelas como en eventos masivos dependiendo de los presupuestos
- Adquirir equipamiento DEMO, para pruebas y ferias

3.7.2 Encuestas realizadas un grupo heterogéneo de clase media

La encuesta se realizó a un grupo de 110 personas, a través de un formulario de Google, el mismo que fue enviado por correo electrónico, WhatsApp y compartido en diferentes redes sociales como Facebook, para tener un mayor alcance. La recolección de datos se realizó durante la primera quincena del mes de noviembre a diciembre 2020. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

1. ¿Cuántos equipos de A/A tiene en su domicilio?
110 respuestas

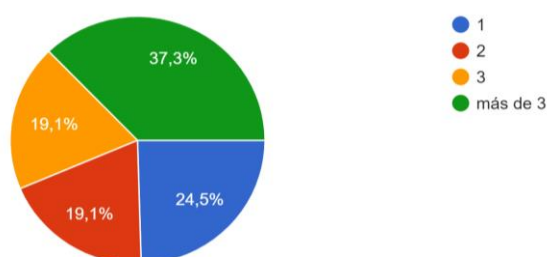


Figura 15. Equipos de A/A que tiene en el domicilio

De acuerdo con la figura 15, el 37.3% de los encuestados posee más de 3 acondicionadores de aire convencionales o de tecnología inverter, lo que representa un alto consumo de electricidad y determina su interés por optar por nuevas tecnologías limpias.

2. ¿Considera Ud. que el equipo de A/A es el artefacto que más consume energía en su hogar?
110 respuestas

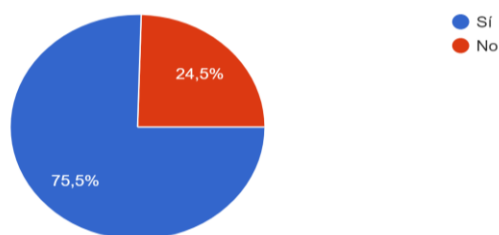


Figura 16. El A/A es el artefacto que más consume energía

Es evidente que, al poseer más de 3 acondicionadores de aire, el 75.5% de encuestados determine que estos equipos le representan el mayor consumo de energía del hogar.

3. ¿Cuántas horas al día tiene encendido su acondicionador de aire?

110 respuestas

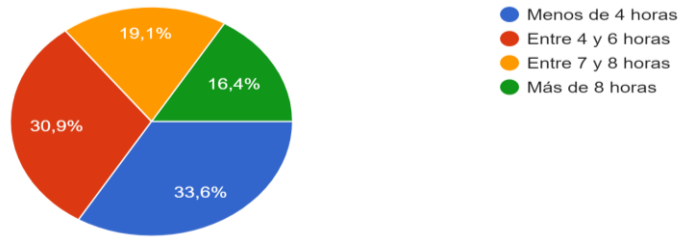


Figura 17. Número de horas al día que tiene encendido el A/A

Gran parte de este consumo se justifica en el hecho de que los encuestados manifestaron tener encendido este equipo al menos en una jornada entre 4 y 6 horas (30.9%), inclusive mayor a 8 horas. Sólo el 33.6% alegó utilizarlo menos de 4 horas al día, por lo que el 67% lo usa con bastante frecuencia y lo tienen encendido casi todo el día

4. ¿Usted está realizando sus labores bajo la modalidad de teletrabajo?

110 respuestas

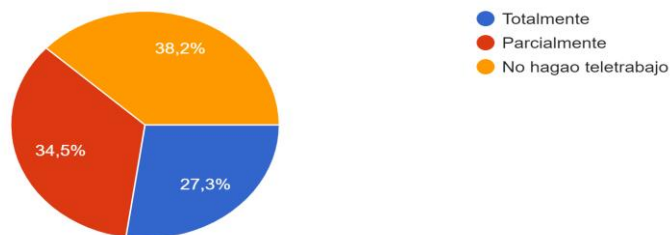


Figura 18. Personas que realizan teletrabajo

No obstante, el motivo principal por el que estas personas tienen encendido estos equipos durante todo el día, prácticamente, se debe a que el 62% está realizando teletrabajo de forma total o parcial, pero esto implica un alto consumo de energía, por lo que estarían muy interesados en disponer de alternativas que sean más económicas o que representen un bajo consumo energético.

5. ¿Considera usted que el consumo de energía se incrementó a raíz de hacer teletrabajo?
110 respuestas

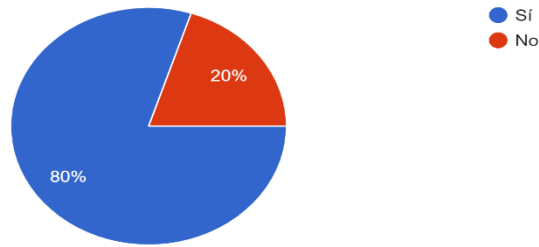


Figura 19. El consumo de energía se incrementó a raíz del teletrabajo

De hecho, el 80% manifiesta que el consumo de energía se incrementó a raíz del teletrabajo, por lo que demandan un sistema de climatización eficiente.

6. ¿Estaría interesado en buscar alternativas que le ayuden a reducir el consumo de electricidad en sus equipos de acondicionadores de aire?
110 respuestas

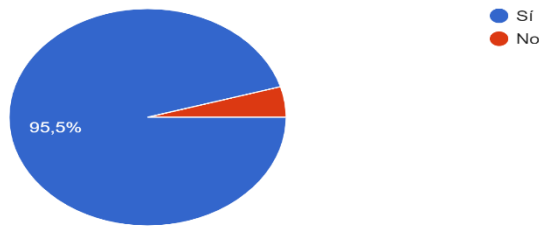


Figura 20. Interés por buscar alternativas que ayuden a reducir el consumo de electricidad

En esta pregunta se revela el interés de disponer de alternativas que le ayuden a reducir el consumo de electricidad, a tal punto que el 95.5% estuvo muy interesado en adquirir algún acondicionador eficiente, de bajo consumo eléctrico. De manera que, la propuesta de un sistema de climatización que funcione con energía solar fotovoltaica les puede resultar atractivo.

7. ¿Tiene conocimiento acerca de la energía solar?
110 respuestas

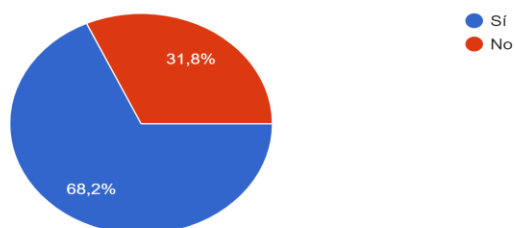


Figura 21. Tiene conocimiento sobre la energía solar

En esta pregunta, se determinó que el 68% sí conoce de forma total o parcial en qué se basa la energía solar, por lo que saben que se trata de una fuente ilimitada de energía, que a su vez requiere de bajos costos de mantenimiento y presentan una larga vida útil.

8. ¿Sabía usted que hay sistemas de climatización que aprovechan la energía solar?
110 respuestas

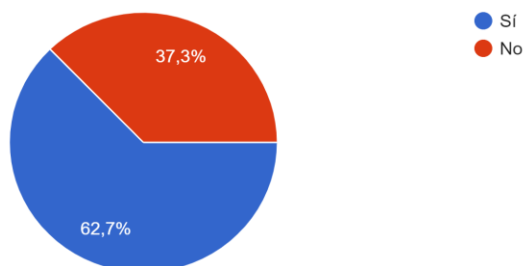


Figura 22. Conocían de sistemas de climatización que aprovechan energía solar

Un aspecto interesante es determinar que el 62% sí conocía acerca de sistemas de climatización que aprovechan la energía solar, sin embargo, no lo había adquirido porque en el mercado local no existen empresas que ofrezcan este producto. Por lo que se puede ser pionero en este campo y aprovechar la alta demanda de acondicionadores de aire en ciudades muy calurosas como Guayaquil, donde más que un lujo se trata de una necesidad para aplacar las altas temperaturas.

9. ¿Estaría dispuesto a comprar un sistema eficiente de climatización aprovechando la energía solar, si le garantiza una reducción en la facturación de la energía eléctrica de su domicilio?

110 respuestas

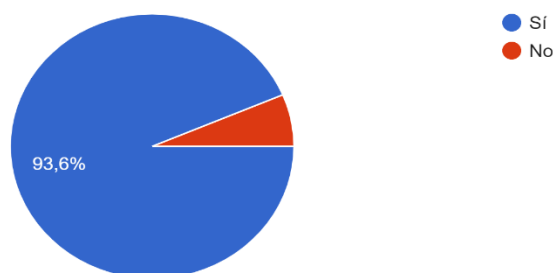


Figura 23. Disposición de comprar un sistema eficiente de climatización

El ahorro de dinero es un punto vital para que la propuesta sea aceptada por el mercado meta, de tal forma que se debe demostrar con hechos cuál sería el retorno de la inversión realizada con relación a la factura de energía eléctrica que reciben mensualmente.

10. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir por un sistema eficiente de climatización con energía solar?

110 respuestas

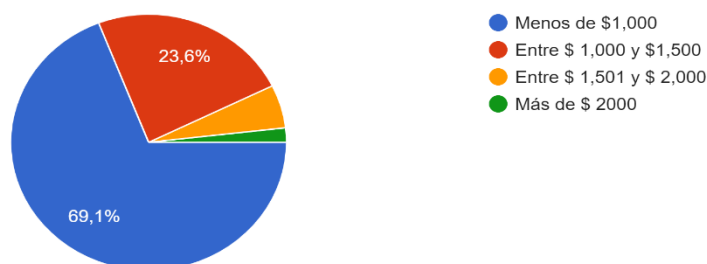


Figura 24. Inversión que estaría dispuesto a realizar por el climatizador de energía solar

Esta última pregunta deja en evidencia que las personas siempre optan por el precio más bajo, aunque el valor más razonable para comercializar este producto en el mercado nacional podría fluctuar entre \$ 1,000 y \$ 1,500, se considera un monto asequible para los estratos socioeconómicos: media típica, media - alta y alta.

3.8 Discusión de los resultados

De conformidad con los resultados obtenidos en la encuesta, se determinó que existe un interés muy alto por adquirir un sistema de climatización que aproveche la energía solar, debido a que la mayoría de personas conoce que esta fuente de energía, no sólo es limpia e infinita, sino que representa un ahorro sustancial en su economía familiar, tanto por los bajos costos de mantenimiento, como por el hecho de representar un bajo o nulo consumo dentro de la energía eléctrica, pues, el sistema de climatización funcionaría a través de los paneles fotovoltaicos que se encargan de transformar la energía solar en electricidad para abastecer el equipo.

Un aspecto interesante es el hecho de que la mayoría utiliza más de 8 horas el acondicionador de aire, pero su incremento se debe a las jornadas de teletrabajo, como consecuencia del Covid-19, mucha gente realiza estudio, trabajo y hasta reuniones sociales a través de videollamada, por lo que el climatizador se convierte en un aliado importante para ofrecer un clima templado que aplaque las altas temperaturas que se registran en ciudades muy calurosas como Guayaquil.



De esta forma, los encuestados están muy interesados en adquirir este producto siempre y cuando su inversión no supere los \$ 1,500 y, además, garantice un ahorro sustancial de la planilla de electricidad que reciben mensualmente, por lo que en el siguiente capítulo se recomienda elaborar un análisis de beneficio – costo, para establecer cuál sería el retorno neto que se recibiría por cada dólar invertido (en términos de ahorro), y el tiempo que tomaría al cliente recuperar su inversión.

CAPÍTULO IV.

4 DISEÑO DE LA PROPUESTA

4.1 Criterios necesarios para la instalación de un Split con funcionamiento fotovoltaico en un hogar

Presupuesto para la instalación de un equipo en habitación del domicilio que esta, ubicada en Isla Mocolí, Urbanización Barlovento.

	FRIOELECTRIC FJAZ RUC 0922815147001 Instalaciones, reparaciones y Mantenimiento en refrigeración y Electricidad Telf.: 0958862490					
PRESUPUESTO CASA BARLOVENTO						
NO.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
1	EQUIPO SPLIT 12000 BTU	1	1	\$ 200,00	\$ 200,00	
2	CAÑERIA COBRE 1/4	1	3	\$ 5,00	\$ 15,00	
3	CAÑERIA COBRE 1/2	1	3	\$ 5,00	\$ 15,00	
4	BASES / SOPORTE	1	1	\$ 10,00	\$ 10,00	
5	CABLE CONCENTRICO 3*14	1	3	\$ 5,00	\$ 15,00	
6	CABLE CONCENTRICO 3*12	1	3	\$ 5,00	\$ 15,00	
					\$ -	
PRESUPUESTA INSTALACIÓN AIRE TCL BLANCO 12000 BTU - HABITACIÓN 4X4					SUBTOTAL 0%	\$ -
					SUBTOTAL 12%	\$ 270,00
					IVA 12%	\$ 32,40
					TOTAL	\$ 302,40

El siguiente cuadro nos permite visualizar y conocer las cargas térmicas de los equipos y personas que habitarían en este espacio que vamos a climatizar. Los valores aquí descritos son valores referenciales de uso residencial.

CARGA TERMICA	BTU/HRA	CANTIDAD
LUZ FOCOS INSTLADOS	150	2
TV	300	1
PERSONA	500	2
COMPUTADORA	400	0
VENTANA	500	1
TOTAL	1950	
CLIMA CARACTERISTICO 25 A 33 GRADOS CELSIUS	600	

Fórmula de cálculo de BTU por metros cuadrados: Para calcular el área ambiente a climatizar se debe tener las medidas de largo y ancho y tomar las medidas en metros:

$$Ar = L \times An$$

Donde:

- Ar: Área a climatizar. Medida en metros cuadrados
- L: Largo del área a climatizar
- An: Ancho del área medida en metros cuadrados
- El área resultante en metros cuadrados, lo debemos multiplicar por 600 si es ambiente residencial que es nuestro caso, este valor sería la cantidad en BTU necesarios por metro cuadrado en un área estándar.

$$Ar = L * An$$

$$Ar = 4 * 4$$

$$Ar = 16$$

$$BTU = Ar * 600$$

$$BTU = 16 * 600$$

$$BTU = 9600 + Ct$$

$$BTU = 9600 + Ct$$

$$BTU = 9600 + 2000$$

$$BTU = 11600$$

El resultado obtenido nos indica que esta habitación debería tener un equipo de 12000 BTU que es el equipo que se presupuestó inicialmente. Para la instalación del equipo fotovoltaico se requieren tomar en cuenta varios factores:

- Identificar el consumo de energía actual
- Ubicación de la zona donde se instalarán los equipos

- Orientación y ubicación de los paneles solares con exposición al sol sin árboles u objetos que bloqueen que produzcan sombras
- Condiciones del suelo o techo adecuados con las especificaciones requeridas para donde estarán ubicados los soportes

4.2 Cálculo de paneles solares fotovoltaicos necesarios

A continuación, se muestra la forma concreta en la que deberíamos obtener los cálculos para la cantidad de baterías, paneles solares y poder tener un buen funcionamiento del equipo requerido:

Factor de rendimiento de la instalación = 0.8

$$\text{Energía Ponderada} = \frac{1100\text{wh}}{0,8} = 880 \text{ Wh}$$

Capacidad de las Baterías

$$\frac{\text{Energía Ponderada} * \text{Días de Autonomía}}{\text{Profundidad de Descarga}} = \frac{880 \times 2}{0,50\%} = 3520 \text{ Wh}$$

$$\frac{\text{Tensión } 24 \text{ V}}{\text{Capacidad Batería Ah}} = \frac{3520 \text{ Wh}}{24} = 146,67 \text{ Ah}$$

$$\text{Cálculo de Paneles Fotovoltaicos} = F_p = \frac{E}{P. \text{ Panel}} + \frac{E}{P. \text{ Panel}} * 0,23$$

$$F_p = \frac{3520}{146,67} + \frac{3520}{146,67} * 0,23$$

$$F_p = 11,03$$

$$\text{Elección de Instalación durante todo el año o solo verano} = N_p = \frac{\text{Factor paneles}}{4 \text{ Hras Sol} / \text{Coef. Zona}}$$

$$\frac{11,03}{4 / 1,15} = \frac{11,03}{1,27} = 3,17$$

Lo mismo que:

$$P_n = \frac{1100 \text{ W}}{300 \text{ W}}$$

$$\text{Factor paneles} = 4$$

Con este resultado podemos tener en cuenta su totalidad de costo y materiales a necesitar y tenemos que tener en cuenta que se necesitara un inversor de energía con un regulador de energía.

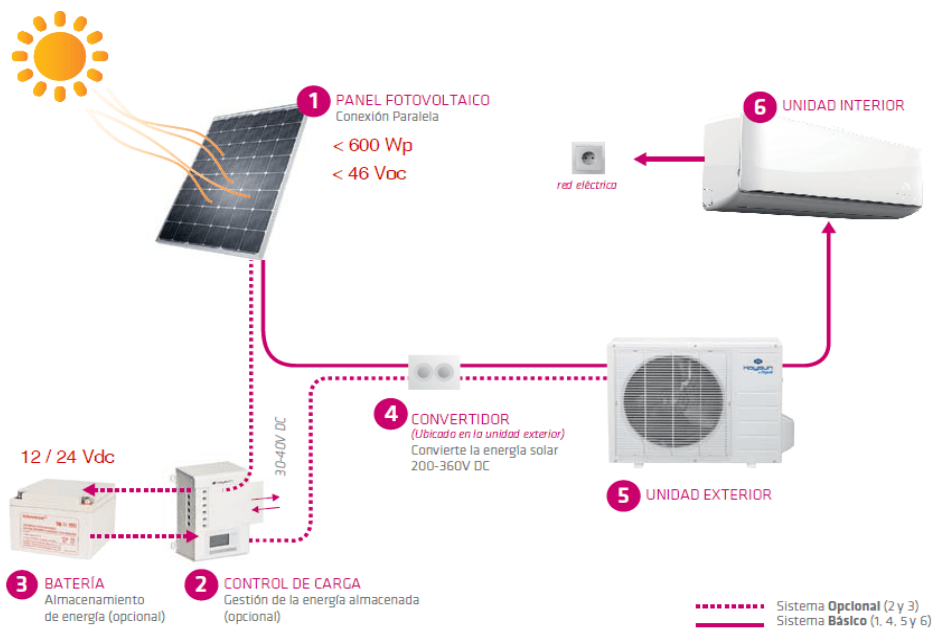


Figura 25. Ilustración del funcionamiento del sistema de climatización solar

4.3 Análisis de Costo – Beneficio

Con la finalidad de determinar el monto de ahorro y tiempo de recuperación del sistema de climatización fotovoltaico, se hace un análisis beneficio – costo que implica los siguientes parámetros:

- Costo del Equipo: \$ 1,200.00
- Ahorro mensual, por consumo de acondicionador de aire \$ 35.00
- Ahorro anual: \$ 420.00
- Costos de mantenimiento: \$ 60 anuales.
- Vida útil del equipo: 20 años

El cálculo sería el siguiente:

- Beneficio en 20 años: \$ 420 x 20 = \$8,400.00
- Costo de inversión: \$ 1,200 (1 sola vez)
- Costos de mantenimiento en 20 años: \$ 1,200.00

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{8400}{2400}$$

$$\frac{B}{C} = 3.5$$

Esto quiere decir que, por cada dólar invertido en el equipo de climatización fotovoltaico, el comprador se ahorra netamente \$ 2,5 dólares (ya descontando el \$ 1 de inversión), por tanto, tendría un ahorro neto de \$ 6,000.00 (\$ 8400 - \$ 2400). Determinado la viabilidad de esta propuesta, cuya inversión se recuperaría en un tiempo inferior a los 3 años.

CONCLUSIONES

Como conclusiones se pueden establecer las siguientes:

En primera instancia, la pandemia del Covid-19 supone una oportunidad de mercado para la comercialización de energías limpias, dado que muchas personas están laborando desde sus hogares, y requieren de un equipo de climatización para aplacar el calor en ciudades como Guayaquil y las demás ubicadas a lo largo de la costa ecuatoriana. Por ello, es importante aprovechar los beneficios que ofrece la legislación existente, referente a la baja carga tributaria que representa el aprovechamiento de energías renovables en el Ecuador, como una tendencia novedosa y de gran impacto en las familias ecuatorianas.

Si bien este proyecto puede estar al alcance de todo tipo de personas o empresas, para efectos de esta investigación se delimitó su comercialización al sector residencial, donde las familias serían las principales beneficiarias al percibir un ahorro sustancial en la planilla de energía eléctrica. Asimismo, se notó que la propuesta sería viable ya que los beneficios por ahorro superan los costos de inversión y mantenimiento que se generarían, al menos, por los próximos 20 años que corresponde a la vida útil del equipo.

Finalmente, el proyecto tendría una importante salida e impacto en el mercado guayaquileño, debido a que la venta de equipos de climatización fotovoltaicos aún presentan una baja o nula tasa de participación, con relación a los acondicionadores convencionales o inverter que son preferidos por su bajo costo de inversión, pero a la larga, terminan siendo más costosos por el incremento de la planilla de energía, más los costos de mantenimiento; por eso, fue muy importante realizar un análisis beneficio costo para demostrar la viabilidad en términos económicos, a tal punto que una persona ahorraría en promedio \$ 6000 anuales, o \$ 2.5 dólares por cada dólar invertido.

RECOMENDACIONES

Como recomendaciones se mencionan:

- Llevar a cabo la propuesta de comercializar equipos de climatización que aprovechen la energía solar fotovoltaica, de manera que la gente perciba que la empresa que lo realice primero, no sólo es la pionera, sino la más especializada e innovadora, y a veces, ser el primero pesa más que ser el de mejor calidad, al menos durante los primeros años hasta ganar un mayor reconocimiento en el mercado.
- Es importante que se desarrollen charlas de capacitación sobre los beneficios y formas de aprovechamiento que se pueden realizar con la energía solar fotovoltaica, así como los mantenimientos y vida útil del artefacto.
- Y, finalmente, se recomienda hacer alianzas estratégicas con los proveedores de este producto, para disponer de un amplio stock que permita satisfacer la demanda.
- El organismo del estado del sector eléctrico implemente el tema de la recuperación de la energía que se envía al mercado para recuperar inversión.

BIBLIOGRFIA

- Agencia Internacional de Energía. (2020). *Las Renovables, Las Únicas Fuentes De Energía Que Crecerán En 2020 Según La IEA*.
<https://www.gmfotovoltaica.com/las-renovables-las-unicas-fuentes-de-energia-que-creceran-en-2020-segun-la-iea/>
- Aguilera Hintelholher, R. M. (2013). Método y Metodología. *Estudios Políticos*, 9(28), 81–103. <https://www.redalyc.org/pdf/4264/426439549004.pdf>
- Arencibia, G. (2016). La Importancia del Uso de Paneles Solares en la Generación de Energía Eléctrica Por Gustavo Arencibia-Carballo. *Redvet*, 17(6), 5.
- Arias, F. (2014). *El proyecto de investigación*. Editorial Episteme, C.A.
- Arla, S., Tapia, M., Guasumba, J., Martí-nez, J., Asitimbay, J., & Tapia, E. (2017). Validación del Recurso Solar en el Ecuador para Aplicaciones de Media y Alta Temperatura. *INNOVA Research Journal*, 2(7), 34–45.
<https://doi.org/10.33890/innova.v2.n7.2017.226>
- Barona, M. (2015). Temperatura Ambiental Y Su Incidencia En Cinco Parques De Guayaquil, Ecuador. *El Misionero Del Agro The Missionary of the Agro*, 7(June 2015), 30–39. www.uagraria.edu.ec
- Bohoslavsky, J. P., & Rulli, M. (2020). Covid-19, instituciones financieras internacionales y continuidad de políticas androcéntricas en América Latina. *Revista Estudios Feministas*, 28(2), 1–16. <https://doi.org/10.1590/1806-9584-2020v28n273510>
- Centro de Operaciones Especiales. (2020). *Protocolo general de bioseguridad para la industria de reuniones (MICE) y eventos sociales, su cadena de valor, al momento de reapertura, en el contexto de la emergencia sanitaria por Covid-19*.

- CEPAL. (2020). *COVID-19 tendrá graves efectos sobre la economía mundial e impactará a los países de América Latina y el Caribe*.
<https://www.cepal.org/es/comunicados/covid-19-tendra-graves-efectos-la-economia-mundial-impactara-paises-america-latina>
- Congreso Nacional. (1996). *Ley del régimen del sector eléctrico*. Registro Oficial No. 43.
- Consejo Nacional de Planificación. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021* (Vol. 1). Secretaría Nacional de Desarrollo y Planificación - SENPLADES.
- Constante Segura, J., & Palacios Chacón, E. (2014). El Recurso Solar Para Generación De Energía. In *Universidad Politécnica Salesiana*. Universidad Politécnica Salesiana. <http://www.dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6791>
- Díaz, C., & Gonzáles, J. (2016). Métodos de investigación en educación. *Unidades Didácticas*, 47.
https://www.researchgate.net/publication/318642663_compilacion_de_metodos_de_investigacion
- Eras, A. A., & Barragán, E. A. (2013). Mecanismos de Promoción y Financiación de las Energías Renovables en El Ecuador. *Revista Técnica "Energía,"* 9(1), 128–135. <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v9.n1.2013.142>
- Gómez, M., & Sequeira, M. (2015). *Tendencias de consumo y factores determinantes del comportamiento del consumidor*. Universidad Autónoma de Nicaragua.
- González, G., Zambrano, J., & Estrada, E. (2014). *Estudio, diseño e implementación de un sistema de energía solar en la Comuna Puerto Roma de la Isla Mondragón del Golfo de Guayaquil, provincia del Guayas*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Guzmán-Hernández, T. D. J., Araya-Rodríguez, F., Castro-Badilla, G., & Obando-

- Ulloa, J. M. (2016). Uso de la energía solar en sistemas de producción agropecuaria: producción más limpia y eficiencia energética. *Revista Tecnología En Marcha*, 29(8), 46. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i8.2984>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.
- Instituto de Investigaciones Económica (IIE). (2020). Crisis Económica y Pandemia COVID-19 en Ecuador 2020. *Boletín de Coyuntura 2020-01*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34603.80165>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2018). *Directorio de Empresas y Establecimientos 2017*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/DirectorioEmpresas/Directorio_Empresas_2017/Documentos_DIEE_2017/Documentos_DIEE_2017/Principales_Resultados_DIEE_2017.pdf
- Lindao, W. (2013). *Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en casa comunal de Cooperativa Los Paracaidistas en la ciudad de Guayaquil*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- López, F. F., Manuel, J., & Ageitos, M. (2018). Energías Renovables ¿Energías del futuro? *Universidad Santiago de Compostela*, 1(2), 5–10.
- Manjón, A. (2011). Automatización y control del sistema de climatización en edificio de oficinas. *Universidad Carlos III de Madrid*, 159. <http://hdl.handle.net/10016/13589>
- Pacto Mundial. (2020). *Jornada virtual: Retos y soluciones empresariales frente a la crisis provocada por la COVID-19*. <https://www.pactomundial.org/2020/04/jornada-virtual-retos-y-soluciones-empresariales-frente-a-la-crisis-provocada-por-la-covid-19/>

- Robles, C., & Rodríguez, O. (2018). Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia. *Espacios*, 39(1), 10.
<https://www.revistaespacios.com/a18v39n32/a18v39n32p22.pdf>
- Rodas Gomez, F. A. G. (2018). Diseño de un Sistema De Aire Acondicionado de Bajo Costo de Operación para las Oficinas Administrativas Del Cuarto Piso Del Edificio De Ingeniería USAT – Chiclayo. *Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo*, 1(1), 1–104.
- Rosero, E., & Chiliquinga, B. (2011). Energías Renovables Observatorio de Energías Renovables en América Latina y el Caribe. *Organización Latinoamericana de Energía*, 1(1), 1–92.
- Salamanca-Avila, S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *Revista Científica*, 3(30), 263. <https://doi.org/10.14483/23448350.12213>
- Schallenberg, J. C., Gonzalo, R., Izquierdo, P., Hernández Rodríguez, C., Unamunzaga, P., Ramón, F., Déniz, G., Díaz, M., Delia, T., Pérez, C., Martel Rodríguez, G., Pardilla, J., Vicente, F., & Ortin, S. (2018). *Energías renovables y eficiencia energética*. Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.
- Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. (2019). *Planta fotovoltaica para movilidad eléctrica en ecuador*. SMA Solar Technology AG.
- Urdiales, L., & Espinoza, L. (2015b). Energía solar en el Ecuador. *Research Gate*, 1(2), 1–16.
- Velasco, G. F., & Cabrera, E. (2009). Generación solar fotovoltaica dentro del esquema de generación distribuida para la provincia de Imbabura. *Escuela Politécnica Del Ejército-Maestría En Energías Renovables*, 1(2), 1–7.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9350/1/P72.pdf>

Verdezoto, A. (2018). *Electrodomésticos y ropa se venden más en la Bahía de Guayaquil*. El Comercio.

<https://www.elcomercio.com/actualidad/electrodomesticos-ropa-bahia-guayaquil-navidad.html>

Apéndice B. Cuestionario de Entrevista

1. ¿Cree usted que en el Ecuador hay potencial para el desarrollo y aprovechamiento de energías renovables? – (argumente su respuesta).
2. En el contexto de la energía fotovoltaica ¿Cómo ve usted el mercado de comercialización de productos como paneles solares fotovoltaicas en la ciudad de Guayaquil?
3. En la época actual, mucha gente está haciendo teletrabajo ¿cuál es la expectativa del sector de energías renovables referente a la implementación de proyectos con energía sola.
4. ¿Cuáles son los equipos que mayor consumo de energía eléctrica presentan en un hogar?
5. ¿Cree usted que es viable la comercialización de un sistema de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil? – ¿Considera que hay un nicho de mercado? Argumente su respuesta
6. ¿Qué factores se deben considerar para garantizar la viabilidad del proyecto de comercializar un sistema de climatización fotovoltaico en Guayaquil?
7. ¿Cómo cree que se puede llegar a las personas para que conozcan más acerca de los beneficios de sistema de climatización fotovoltaico?

APÉNDICES

Apéndice A. Cuestionario de Encuesta

Dirigida a: Una muestra de habitantes de la ciudad de Guayaquil

Edad: ____

Género: M _____ F _____

1. ¿Cuántos equipos de A/A tiene en su domicilio?
1
2
3
Más de 3
2. ¿Considera Ud. que el equipo de A/A es el artefacto que más consume energía en su hogar?
Sí No
3. ¿Cuántas horas al día tiene encendido su acondicionador de aire?
Menos de 4 horas
Entre 4 y 6 horas
Entre 6 y 8 horas
Más de 8 horas
4. ¿Usted está realizando sus labores bajo la modalidad de teletrabajo?
Totalmente Parcialmente No hago teletrabajo
5. ¿Considera usted que el consumo de energía se incrementó a raíz de hacer teletrabajo?
Sí No
6. ¿Estaría interesado en buscar alternativas que le ayuden a reducir el consumo de electricidad en sus equipos de acondicionadores de aire?
Sí No
7. ¿Tiene conocimiento acerca de la energía solar?
Sí No
8. ¿Sabía usted que hay sistemas de climatización que aprovechan la energía solar?
Sí No

9. ¿Estaría dispuesto a comprar un sistema eficiente de climatización aprovechando la energía solar, si le garantiza una reducción en la facturación de la energía eléctrica de su domicilio?

Sí No

10. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir por un sistema eficiente de climatización con energía solar?

Menos de \$ 1,000

Entre \$ 1,000 y \$ 1,500

Entre \$ 1,500 y \$ 2,000

Más de \$ 2,000

Apéndice C. Imágenes del Climatizador Solar





DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Frank Josué Alava Zavala**, con C.C: # **0922815147** autor/a del trabajo de titulación: **Diseño de una propuesta de sistema eficiente de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil**, previo a la obtención del título de **INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 9 de marzo del año 2021.

f. _____

Nombre: Alava Zavala, Frank Josué

C.C: 0922815147



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño de una propuesta de sistema eficiente de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil		
AUTOR(ES)	Álava Zavala, Frank Josué		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Hidalgo Aguilar Jaime Rafael		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	De Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería En Eléctrico – Mecánica		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero En Eléctrico – Mecánica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	9 de marzo del 2021	No. DE PÁGINAS:	73
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistemas de Información, Desarrollo de Sistemas		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Energías Renovables, Sistema de Climatización, Temperatura, Panel Fotovoltaico, Eficiencia		
RESUMEN/ABSTRACT (100-200 palabras):			
<p>El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de desarrollar una propuesta de sistema eficiente de climatización utilizando energía fotovoltaica en la ciudad de Guayaquil. Para lograrlo, fue necesario analizar los fundamentos teóricos relacionados con los sistemas de climatización eficiente y la energía solar fotovoltaica; además se abordaron aspectos sobre las energías renovables, la demografía de Guayaquil, su temperatura promedio y el marco legal bajo el cual se sustentan los equipos de climatización basados en tecnología solar fotovoltaica. Posteriormente, se hizo un análisis de campo, a través de una encuesta y entrevista para diagnosticar la percepción del mercado ecuatoriano referente al uso de un sistema eficiente de climatización fotovoltaico. Finalmente, se describió el modo de operación del sistema eficiente de climatización fotovoltaico en la ciudad de Guayaquil; en este último apartado, se hizo un análisis de beneficio – costo para determinar la viabilidad económica de sustituir los climatizadores tradicionales por el propuesto, especialmente en materia de ahorro de costos energéticos.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTORES:	Teléfono: 0958862490	E-mil: frank.alava@cu.ucsg.edu.ec / frala16@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Palacios Meléndez Edwin Fernando		
	Teléfono: 09967608298		
	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec		

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	