



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE INGENIERÍA

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

**ELABORACIÓN DE GUÍA DE ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
PARA VIVIENDAS EN SAN PEDRO SULA**

SUSTENTADO POR:

CARLOS EDGARDO MONTOYA URQUIA

21341050

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

INGENIERÍA EN ENERGÍA

SAN PEDRO SULA, CORTÉS

HONDURAS, C.A.

FEBRERO, 2020

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada a mi padre a mi madre y a mis dos Hermanas ya que, sin su apoyo, jamás hubiese llegado hasta aquí.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme cuidado y guiado durante todos estos años brindándome la oportunidad de ser alguien mejor cada día y superar cada reto que la vida me ponga por delante.

Agradezco a toda mi familia por siempre estar apoyándome y dándome los ánimos para seguir adelante, por creer en mi y siempre estar en las buenas y en las malas.

Agradezco a mis amigos de energía Emilio Leiva y Oscar Munguía y los de la "315" por haberme acompañado en este viaje a lo largo de estos años y brindándome alegrías hasta en los días más difíciles. Agradezco a André Pineda, Gustavo Munson y Daniel Medina por siempre brindarme una mano y convertirse en prácticamente unos hermanos para mí.

Agradezco a mis profesores por haberme brindado toda la atención y conocimientos para poder llevar a cabo esta investigación y ayudarme a conocer un poco mas lo que viene por delante. Mas que agradecido con el Ing. Franklin Martínez, La Ing, Alicia Reyes, La Ing Vielka Barahona y especialmente la Ing Claudia Paz ya que fue la persona que mas me apoyo y más compartió su conocimiento conmigo para hacer esta investigación posible.

Agradezco a mi pareja Gesselle Reyes por siempre haber creído en mi todo este tiempo cuando inclusive yo no creía en mi mismo, por siempre levantarme los ánimos y apoyarme en todo lo que estuviera a su alcance.

RESUMEN EJECUTIVO

En la presente investigación se ha realizado una guía de etiquetado en eficiencia energética para las viviendas de San Pedro Sula promovido mediante un incentivo y se analizó los beneficios que la calificación energética trae para los propietarios de las residencias, además del impacto que causaría en la demanda de energía eléctrica del sector residencial en Honduras. Todas las calificaciones realizadas a las viviendas fueron realizadas mediante cálculos utilizando datos promedios de consumo energía en kWh de una vivienda en San Pedro Sula, diferentes para cada clase social, promedios de emisiones de CO₂ emitidas específicamente por la energía eléctrica consumida solamente por el sector residencial, áreas promedio de viviendas en San Pedro Sula diferentes para cada clase social, el consumo de energía eléctrica anual de la vivienda a calificar obtenida mediante un levantamiento de equipos y otros indicadores mencionado durante la investigación. El impacto infringido en la matriz se denominó mediante el posible ahorro en energía y dinero que se pudiera obtener en todas estas residencias en caso que mediante las medidas de eficiencia energética propuestas en la investigación sean implementadas y debido a ellos, la calificación de eficiencia energética de la vivienda mejore, y por último se propuso un incentivo de rebaja de tarifa para aquellos que mejoren su calificación energética y al mismo tiempo, se analizó la recuperación de la inversión que se realizó por el incentivo de parte de estado.

ABSTRACT

In the present investigation, an energy efficiency labeling guide for the homes of San Pedro Sula has been carried out, promoted by an incentive and the benefits that the energy qualification brings to the owners of the residences were analyzed, in addition to the impact that it would cause in the demand of electric power of the residential sector in Honduras. All the qualifications made to the houses were made by calculations using average data of energy consumption in kWh of a house in San Pedro Sula, different for each social class, averages of CO₂ emissions emitted specifically by the electric energy consumed only by the residential sector, average areas of housing in San Pedro Sula different for each social class, the annual electrical energy consumption of the dwelling to be obtained through a survey of equipment and other indicators mentioned during the investigation. The impact infringed on the matrix was denominated through the possible savings in energy and money that could be obtained in all these residences in the event that through the energy efficiency measures proposed in the research are implemented and due to them, the energy efficiency rating of housing improves, and finally, an incentive for a rate reduction was proposed for those who improve their energy rating and at the same time, the recovery of the investment of the incentive made by the state was analyzed.

TABLA DE CONTENIDO

I. CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Introducción	1
II. CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2.1 Precedentes del problema	2
2.1.1 Enunciado del problema	2
2.1.2 Formulación del problema	3
2.1.3 Preguntas de investigación	3
2.2 Objetivos de la investigación	3
2.2.1 Objetivo general	3
2.2.2 Objetivos específicos	4
2.3 Justificación.....	4
III. CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO	5
3.1 Eficiencia Energética a nivel mundial.....	5
3.1.1 Antecedentes Históricos.....	5
3.1.2 Ranking Internacional de Eficiencia Energética	6
3.2 Etiquetado de Clasificación Energética para Domicilios y Residencias a Nivel Internacional	9
3.2.1 Antecedentes	9
3.2.2 Certificación Energética para Domicilios en Europa.....	10
3.2.3 Certificación Energética para Domicilios en Norteamérica	14
3.3 Eficiencia Energética en Latinoamérica	15
3.4 Certificación Energética para Edificios en Latinoamérica.....	19
3.5 Eficiencia Energética en Honduras.....	20
3.5.1 Antecedentes	20
3.5.2 Eficiencia energética en el ámbito institucional	23
3.5.3 Consumo de Energía Eléctrica en Honduras.....	23

3.5.4 Intensidad Energética Primaria.....	25
3.5.5 Tendencias generales de Consumo Sector Residencial.....	26
3.5.6 Incorporación de Equipo y Electrodomésticos Eficientes.....	28
3.5.7 Certificación Energética para Edificios en Honduras.....	29
3.6 Teorías de Sustento.....	29
3.6.1 Eficiencia energética.....	29
3.6.2 Ahorro Energético.....	30
3.6.3 Etiquetado de eficiencia energética para edificios.....	31
3.6.3.1 Indicadores Energéticos.....	32
3.6.3.2 Cálculo de calificación de eficiencia energética para viviendas.....	33
3.6.4 Auditoria energética.....	35
3.6.5 Política Energética.....	35
3.5.6 Eficiencia energética en el ámbito normativo.....	37
IV. CAPÍTULO 4. METODOLOGIA.....	40
4.1 Congruencia Metodología.....	40
4.1.1 Matriz Metodología.....	41
4.1.2 Definición Operacional de la Variables.....	42
4.1.3 Hipótesis.....	42
4.2 Enfoque y Métodos.....	43
4.3 Diseño de la Investigación.....	43
4.3.1 Población.....	43
4.3.2 Muestra.....	43
4.3.3 Unidad de Análisis.....	44
4.3.4 Unidad de Respuesta.....	44
4.4 Técnicas e Instrumentos Aplicados.....	44
4.4.1 Instrumentos.....	44

4.4.2 Técnicas	49
4.4.3 Procedimientos.....	49
4.4.4 Fuente de Información.....	49
4.4.5 Fuentes Primarias.....	50
4.4.6 Fuentes Secundarias.....	50
4.5 Limitantes del Estudio	50
V. CAPÍTULO 5. RESULTADOS	51
5.1 Cálculo de Cantidad de Viviendas en San Pedro Sula	51
5.2 Cálculo de Promedio de Área de una Vivienda en San Pedro Sula	53
5.3 Cálculo de Promedio de Consumo de Energía Eléctrica de una Vivienda den San Pedro Sula.....	55
5.4 Cálculo de Promedios de Consumo de Energía Eléctrico por m ² de una Vivienda en San Pedro Sula	55
5.5 Cálculo de Ratio de Emisiones de CO ₂ de Energía Eléctrica del Sector Residencial de San Pedro Sula	56
5.6 Precio de los Equipos.....	56
5.7 Calificación de Viviendas.....	57
5.7.1 Vivienda de Clase Media-Baja.....	57
5.7.1.1 Situación Actual de Iluminación	58
5.7.1.2 Propuestas de Mejora iluminación Vivienda Clase Media-Baja.....	59
5.7.1.3 Sistema de Aires Acondicionados Actual clase Media-Baja	60
5.7.1.4 Propuesta de Mejora para Sistema de Aire Acondicionado Vivienda Clase Media-Baja.....	60
5.7.1.5 Sector Cocina Vivienda Clase Media-Baja.....	61
5.7.1.6 Propuestas para Sector Cocina Vivienda Clase Media-Baja	62
5.7.1.7 Ahorro y Retorno de la Inversión.....	62
5.7.1.8 Calificación Energética Después de las Mejoras Vivienda Clase Media-Baja	62
5.7.2 Vivienda de Clase Media	63
5.7.2.1 Situación Actual del Sistema de Aires Acondicionados Vivienda Clase Media	65
5.7.2.2 Propuestas para el Aire Acondicionado Vivienda Clase Media	66

5.7.2.3 Electrodomésticos de Cocina Actuales.....	66
5.7.2.4 Propuestas de Mejora para Electrodomésticos de Cocina	67
5.7.2.5 Ahorro de energía y Retorno de Inversión	67
5.7.2.6 Clasificación posterior a las Mejoras Vivienda Clase Media.....	68
5.7.3 Vivienda de Clase Alta	68
5.7.3.1 Situación Actual del Sistema de Aires Acondicionados Vivienda Clase Alta	70
5.7.3.2 Propuestas para Sistemas de Aires Acondicionados Vivienda Clase Alta.....	71
5.7.3.3 Nueva Clasificación Vivienda Clase Alta.....	71
5.8 Impacto en la Matriz Energética Nacional	72
5.9 Análisis de Viabilidad del Incentivo	74
5.9.1 Propuesta Disminución de la Tarifa de Energía.....	74
5.9.2 Ahorro con Incentivo Por Parte de los Usuarios	76
5.9.3 Retorno de la Inversión.....	77
VI. CONCLUSIONES	80
VII. RECOMENDACIONES.....	81
VIII. BIBLIOGRAFÍA	82
IX. ANEXOS.....	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Puntajes finales y clasificaciones.....	7
Ilustración 2 Eficiencia total del Sector Energía	16
Ilustración 3 Eficiencia en el Sector Generación	17
Ilustración 4 Eficiencia de la Generación Térmica.....	17
Ilustración 5 Participación de las Energías Renovables en la Generación Eléctrica, 2000-2012.....	18
Ilustración 6 Distribución de consumo energético nacional por Sector 2019	24
Ilustración 7 Intensidad primaria, 2000-2015	26
Ilustración 8 Consumo Energético de acuerdo a la fuente, 2015.....	27
Ilustración 9 Consumo de Leña y Electricidad, 2005-2015	27
Ilustración 10 Numero de casas con Electricidad y Consumo total de energía	28
Ilustración 11 Diagrama para mejora de calificación.....	31
Ilustración 12 Diagrama de Variables	42
Ilustración 13 Medición de Área de Colonia o Residencial.....	52
Ilustración 14 Área Muestral	52
Ilustración 15 Ejemplo Obtención de Área de una Vivienda.....	54
Ilustración 16 Balance de Energía Vivienda Clase Media-Baja	58
Ilustración 17 Balance de Energía para Vivienda Clase Media	65
Ilustración 18 Balance de Energía vivienda clase alta.....	70
Ilustración 19 Porcentaje de Impacto en la demanda del Sector Residencial en Honduras	73
Ilustración 20 Porcentaje de Perdidas en Facturación por Aplicación de Incentivo.....	76
Ilustración 21 Ahorro dependiendo la Fuente de Energía	78
Ilustración 22 Capacidad Instalada en Honduras(MW)	78
Ilustración 23 Generación Renovable versus Generación Térmica MWh.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventas de Energía Eléctrica de la ENEE, Abril 2019.....	25
Tabla 2 Clasificación de eficiencia energética para viviendas.....	33
Tabla 3 Normas Vigentes en Honduras	38
Tabla 4 Tabla Metodológica.....	41
Tabla 5 Cronograma de Trabajo.....	49
Tabla 6 Viviendas Divididas por Clase Social.....	53
Tabla 7 Promedios de Área de Viviendas por Clase Social.....	54
Tabla 8 Promedios de Energía mensual de una Vivienda en San Pedro Sula por Clase Social.....	55
Tabla 9 Promedio de Consumo de Energía Eléctrica por m ² de una Vivienda en San Pedro Sula por Clase Social	55
Tabla 10 Calculo de Ratio de Emisiones de CO ₂ de Energía Eléctrica Sector Residencial SPS	56
Tabla 11 Equipos para Propuestas de Mejoras	56
Tabla 12 Clasificación de Vivienda Clase Media-Baja.....	57
Tabla 13 Equipos de iluminación Actuales Vivienda Clase Media-Baja.....	59
Tabla 14 Propuesta de Mejora en iluminación Vivienda Clase Media-Baja.....	59
Tabla 15 Ahorros y Periodo de Retorno en iluminación Vivienda Clase Media-Baja	59
Tabla 16 Sistema de Aire Acondicionado Actual en la Vivienda Clase Media-Baja.....	60
Tabla 17 Mejora de Aire Acondicionado para Vivienda Clase Media-Baja	60
Tabla 18 Ahorros y Recuperación de la Inversión Vivienda Clase Media-Baja.....	61
Tabla 19 Electrodomésticos Cocina Actuales Vivienda Clase Media-Baja.....	61
Tabla 20 Electrodomésticos Cocina propuestos Vivienda Clase Media-Baja.....	62
Tabla 21 Electrodomésticos Cocina Propuestos Vivienda Clase Media-Baja.....	62
Tabla 22 Calificación Posterior a las Mejoras Vivienda Clase Media-Baja.....	63
Tabla 23 Clasificación de Vivienda Clase Media	64
Tabla 24 Aires Acondicionados Actuales Vivienda Clase Media.....	65
Tabla 25 Propuestas de Mejora Vivienda Clase Media.....	66

Tabla 26 Ahorro y periodo de retorno.....	66
Tabla 27 Electrodomésticos de Cocina Actuales Vivienda Clase Media.....	66
Tabla 28 Electrodomésticos de Cocina Propuestos Vivienda Clase Media.....	67
Tabla 29 Ahorro y Retorno de la Inversión Área de Electrodomésticos de Cocina Vivienda Clase Media.....	67
Tabla 30 Nueva Clasificación en Eficiencia Energética Vivienda Clase Media	68
Tabla 31 Clasificación de Vivienda Clase Alta.....	69
Tabla 32 Sistema de Aires Acondicionados Actuales Vivienda Clase Alta.....	70
Tabla 33 Propuestas de Mejoras para Aires Acondicionados Vivienda Clase Alta	71
Tabla 34 Ahorros y Recuperación de la inversión Aires Acondicionados Viviendas Clase Alta	71
Tabla 35 Nueva clasificación Vivienda Clase Alta.....	72
Tabla 36 Ahorros de Energía Eléctrica Total por Clase Social.....	73
Tabla 37 Ahorros dependiendo la fuente de energía	74
Tabla 38 Cobro de Energía sin el Ahorro.....	75
Tabla 39 Cobro de Energía con el Ahorro e incentivo.....	75
Tabla 40 Pago por Energía por Usuario sin Incentivo	76
Tabla 41 Pago de Energía por Usuario con Incentivo	77
Tabla 42 Retorno de la Inversión del Incentivo.....	77

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Formula de C1.....	33
Ecuación 2 Formula de C2.....	33
Ecuación 3 Ratio de Emisiones de CO ₂ por energía eléctrica sector residencial	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Cotización de la refrigeradora.....	85
Anexo 2 Cotización de Estufa de Gas.....	85
Anexo 3 Cotización de Aires Acondicionados.....	86
Anexo 4 Tabulaciones de los Encuestados.....	87

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIOS

ACEEE: American Council for an Energy-Efficient Economy.

Balance de Energía: Representación gráfica y análisis de los parámetros de consumo eléctrico por áreas del lugar auditado.

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

Bonos de carbono: Mecanismo propuestos en el protocolo de Kioto para la reducción de gases contaminantes al medio ambiente.

BREEAM: Building Research Establishment Environmental Assessment Method.

CADEM: Centro para el Ahorro y Desarrollo Energético y Minero.

CADE: Centro de Ahorro y Diversificación Energética.

CALENER: Software para calificación energética de edificios.

Calentamiento Global: Fenómeno asociado al aumento de temperatura de atmosfera terrestre y de los océanos.

Cambio Climático: Fenómeno asociado a la variación del clima del planeta causado por causas naturales y acciones del hombre.

CEV: Certificación Energética de Viviendas.

CIMEQH: Colegio de Ingenieros Mecánicos, Electricistas y Químicos de Honduras.

CNE: Comisión Nacional de Energía.

CEHDES: Consejo Empresarial Hondureño para el Desarrollo Sostenible.

COHEP: Consejo Hondureño de la Empresa Privada.

Demanda energética: Proyección de consumo de energía de un lugar en específico.

Dendroenergía: Energía producida de la biomasa natural de bosques controlados.

DGE: Dirección General de Energía.

EVE: Ente Vasco de la Energía.

ENVEST: Environment Impact Estimating Design Software.

GIURE: Grupo Interinstitucional para el Uso Racional de la Energía.

GLP: Gas Licuado de Petróleo.

GNL: Gas Natural Licuado.

ICAEN: Instituto Catalán de Energía.

IE: Intensidad Energética.

INFOP: Instituto de Formación Profesional.

INMETRO: Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología.

KTEP: Kilo Tonelada Equivalente de Petróleo.

kWh: Kilo Watt Hora.

LEED: Leadership in Energy and Environmental Design.

LFC: Lámpara Fluorescente Compacta.

Medidas de Consumo Responsable: Relaciona la cultura y creación de pautas para el ahorro energético.

Medidas Instrumentales: Relaciona la implementación de normas, leyes, gestiones fiscales que promueven tanto la eficiencia energética como el ahorro energético.

Medidas Tecnológicas: sustitución de tecnología antigua por nueva más eficiente.

MEI: Metodología de Evaluación Integral.

MINVU: Ministerio de Viviendas y Urbanismo.

MIPS: Material Input Per Service.

MWh: Mega Watt Hora.

NEMA: Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos.

NHER: The National Home Energy Rating Scheme.

NICER: The National Centre for Energy Rating.

Norma IRAM 11900: Norma Argentina de prestaciones energéticas en viviendas y método de cálculo.

OHN: Organismo Hondureño de Normalización.

OIA: Organismo Internacional de Acreditación.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

PEEV: Programa de Eficiencia Energética de Viviendas.

PIB: Producto Interno Bruto.

PLA: Product Line Analise.

Plantas a Gas de Ciclo Combinado: Generación de energía a gas por medio de dos ciclos, mediante una turbina de gas convencional y otra turbina a vapor.

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

PROCEL: Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica.

SAP: Standart Asessment procedure.

SE: Secretaria de Educación.

SERNA: Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas.

SIC: Secretaría de Industria y Comercio.

SS: Startpoint Scheme.

Transformación de Energía: Proceso de cambiar la energía de una forma a otra.

UMIP: Evaluación Medioambiental de Productos.

UNAH: Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

I. CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El capítulo 1 se trata de una sección introductoria a todo el proyecto teniendo como propósito exponer todos los componentes de mayor importancia y relevancia para despertar la curiosidad y el interés del lector. De la misma manera, se desglosa por partes todo el proyecto de investigación con el objetivo de facilitarle la lectura y desplazamiento por todo el informe al receptor del documento.

1.1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe de proyecto de investigación se llevará a cabo la elaboración de una guía para el etiquetado de eficiencia energética para viviendas en la ciudad de San Pedro Sula con el propósito de servir como guía para todo aquel que esté interesado en el rubro. Esta etiqueta de eficiencia energética para viviendas es básicamente un documento donde nos clasifica un domicilio en una escala de letras, por lo general desde la A hasta la G, En la cual A (es el mayor o mejor nivel de eficiencia energética) y donde la letra G (Es el menor o peor nivel de eficiencia energética).

El documento ha sido estructurado por cuatro partes principales, donde la primera parte describirá los objetivos generales y específicos del proyecto de investigación, así como información sobresaliente de la norma de etiqueta. La segunda parte abarca toda aquella información ya existente relacionada con mi proyecto de investigación. La tercera parte expone todas aquellas actividades principales a ejecutar, describiendo la metodología utilizada para cada una de estas actividades, con la finalidad de desarrollar el proyecto de investigación además de proporcionar los resultados de las pruebas efectuadas con la guía en el transcurso del desarrollo del proyecto y el posible impacto que éstas tuvieran en caso de ser aplicadas. Para finalizar, el cuarto y último capítulo se compone de las conclusiones, recomendaciones sobre la investigación y hacia UNITEC y el sustento obtenido de fuentes secundarias y anexos.

II. CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el capítulo 2 se expone los datos generales del problema, así como los antecedentes del mismo. En este mismo apartado se definen las preguntas a las cuales pretende contestar la investigación y de la misma manera define sus objetivos.

2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA

Honduras, al contrario de otros países como Argentina, Brasil o España, no cuenta con una norma de etiquetado de eficiencia energética para las viviendas del país y debido a su ausencia, no tenemos un control de cómo se está desempeñando la sociedad con respecto a la eficiencia energética. Sin este tipo de censos, el estado no puede saber en donde esta para y adonde quiere dirigirse, dato muy importante ya que el sector residencial es el sector que más consume energía eléctrica en el país.

2.1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En Honduras donde el sector residencial representa el sector energético con mayor consumo de energía eléctrica, observar ilustración 6, presenta una dificultad a la matriz energética dado que la población crece de manera exponencial y este parámetro esta anidado al crecimiento de la demanda energética por lo cual los consumos de energía de este sector seguirán creciendo y el estado tiene la responsabilidad de suplir esa energía y termina optando por seguir contratando energía cada año. Por ende, se deberá buscar alternativas creativas con el propósito de poder responder de manera adecuada a todas estas dificultades tomando en cuenta que sin un índice de presentación energética de las viviendas no tendremos el conocimiento para saber si estamos aportando de manera positiva o negativa al problema.

2.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En qué medida la aplicación de una guía de etiquetado en eficiencia energética para viviendas reduciría el consumo energético en un hogar y en nivel general, como impactaría esta disminución en la matriz energética del país?

2.1.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.- ¿Cuáles son las variables a considerar para la elaboración de la guía de etiquetado de eficiencia energética y cuál es su aplicabilidad para las viviendas de San Pedro Sula?

2.- ¿Cuáles son las medidas de eficiencia energética más adecuadas para mejorar la calificación energética de las viviendas de San Pedro Sula en función de la clase social de la vivienda?

3.- ¿Cuánto sería la inversión requerida para el incentivo por parte del estado y cuál sería el tiempo de retorno de dicha inversión?

2.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1 OBJETIVO GENERAL

La guía del Etiquetado de Eficiencia Energética para Viviendas tiene como propósito introducir esta herramienta a San Pedro Sula, con la intención de poder observar como la disminución del consumo energético, por medio de medidas eficiencia energética, de dichas viviendas afectarían a la demanda de energía eléctrica de San Pedro Sula, impulsando esta práctica de eficiencia energética por medio de un incentivo dirigido a todos aquellos usuarios interesados en mejorar la clasificación energética de su vivienda y empezar a formar parte de la cultura del ahorro.

2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar toda la información ya existente necesaria para el cálculo de variables que serán indispensables para la realización de esta guía y comprobar la aplicabilidad de la misma para las viviendas de San Pedro Sula.
2. Aplicar pequeñas auditorías energéticas a ciertas casas potenciales con la finalidad de lograr darles una clasificación para el etiquetado con respecto a la guía previamente desarrollada y exponiendo todos los factores que fueron necesarios para calificarlas y posterior a ello, brindarles las medidas de eficiencia energética necesarias para lograr una mejor de calificación energética dependiendo la clase social de la vivienda.
3. Realizar el análisis del incentivo y retorno de la inversión.

2.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación nace con la iniciativa de despertar el interés del gobierno debido que la creciente demanda energética obliga a la contratación de empresas generadoras de energía todos los años con el propósito de suplir esa demanda, esta es una alternativa que afectaría positivamente la matriz energética del subsector eléctrico generando ahorros de energía y, por ende, de capital.

Este tipo de práctica trae beneficios a los propietarios de las viviendas debido a que nos brinda una idea de cómo está la eficiencia energética de la residencia actualmente y como este aspecto podría mejorarse.

III. CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

El siguiente segmento de la investigación se centra en la fundamentación conceptual de los temas principales siendo estos: La eficiencia energética y el etiquetado de eficiencia energética para edificios. Ambos temas están relacionados directamente debido a que el etiquetado de eficiencia energética es una herramienta derivada de la eficiencia energética por lo cual la explicación de ambas es fundamental para la comprensión de toda la investigación. En este apartado del marco teórico se brindará un análisis en cuanto a que es y cómo está la situación actual de la eficiencia energética y de la misma manera expondrá toda la información relevante en cuanto al etiquetado de eficiencia energética para edificios.

3.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA A NIVEL MUNDIAL

3.1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En los últimos años el auge y la importancia de la eficiencia energética ha ido en aumento debido a que los consumos de energía son cada vez mayores al igual que todos los problemas medioambientales causados por el mal uso energético del ser humano. La eficiencia energética tiene como objetivo la reducción del consumo de energía ya sea con medidas de carácter tecnológico, instrumentales o de consumo responsable, así como también fomenta el uso de las energías renovables.

El desarrollo del mundo se ha basado en la obtención de energía que procede los combustibles fósiles. Desde entonces, el consumo de energía, así como el consumo de combustibles fósiles, se va incrementando de manera exponencial desde la revolución industrial en el siglo XVIII. (Vicente, 2014).

A continuación, observaremos una lista de los factores más influyentes en el aumento de la demanda energética (Vicente, 2014):

1. El aumento de la densidad poblacional.
2. El aumento del nivel de confort demandado por la sociedad.
3. La adaptación del petróleo como principal fuente de combustible a partir del año 1964.

En 1973 llegaría lo que conocemos hoy en día como la Crisis del Petróleo, debido a que la demanda energética no hacía más que crecer pasamos a ser más conscientes del agotamiento de los recursos naturales del planeta y se busca diversificar las fuentes de energía y es donde surge la explotación hidráulica, la explotación de carbón y de la energía nuclear. No obstante, las exigentes demandas energéticas traen consigo una serie de consecuencias en el planeta como ser: Deforestaciones, Accidentes nucleares, calentamiento global y cambio climático. (Vicente, 2014).

Con el accidente nuclear de Fukushima, la seguridad de las plantas nucleares se pone en duda y por ende, muchos países comienzan a mostrar rechazo hacia este tipo de fuente de energía. Desde entonces, comienza a ser más común el uso de fuentes de energía limpia como solar, eólica, hidroeléctrica, Biomasa. (Vicente, 2014).

Con todas estas dificultades que enfrentar en 1987 se origina el término de sostenibilidad con el informe socio-económico Brundtland elaborado para la ONU, donde se presentaba el término desarrollo sostenible el cual se describía como satisfacer las necesidades presentes con menos sin la necesidad de sacrificar el confort. (Vicente, 2014).

No fue hasta a mediados de los años 90 donde se empieza a entrar en conciencia de los daños ambientales que estamos causando al planeta con fenómenos como el calentamiento global y cambio climático debido a las altas emisiones de CO₂ emitidas a la atmósfera, en ese momento se empieza a ganar terreno la eficiencia energética. Nace el protocolo de Kioto para reducir las emisiones de CO₂ emitidas a la atmósfera mediante el fomento de prácticas de eficiencia energética e impulso nuevas fuentes de energías renovables. (Naciones Unidas, 1998).

3.1.2 RANKING INTERNACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

(Holzer, 2018) menciona que la eficiencia energética es una de las alternativas más económica que existe para satisfacer las crecientes demandas energéticas que se producen anualmente. Los gobiernos de cada país tratan de fomentar en la medida de lo posible estas prácticas mediante inversiones en eficiencia energética y de la misma manera aplican políticas que

servan de apoyo a este tema y por consiguiente: ahorran dinero a los ciudadanos, disminuyen las importaciones de energía y disminuyen la contaminación. No obstante, la eficiencia energética no se ha puesto tanto en práctica como se debería a nivel mundial a pesar que sus muchos beneficios y potencial son 100% comprobados.

A continuación, se mostrará en la ilustración 1, el ranking internación en eficiencia energética elaborado por la institución sin fines de lucro ACEEE publicado en el documento The 2018 International Energy Efficiency Scorecard, donde nos expone como se están desempeñando los países con respecto a la eficiencia energética. Teniendo en cuenta que, aunque muchos países se estén desempeñando mejor con respecto al ahorro energético, todos los países tienen la capacidad de utilizar mejor la eficiencia energética para alcanzar sus objetivos tanto de ahorro como medioambientales.

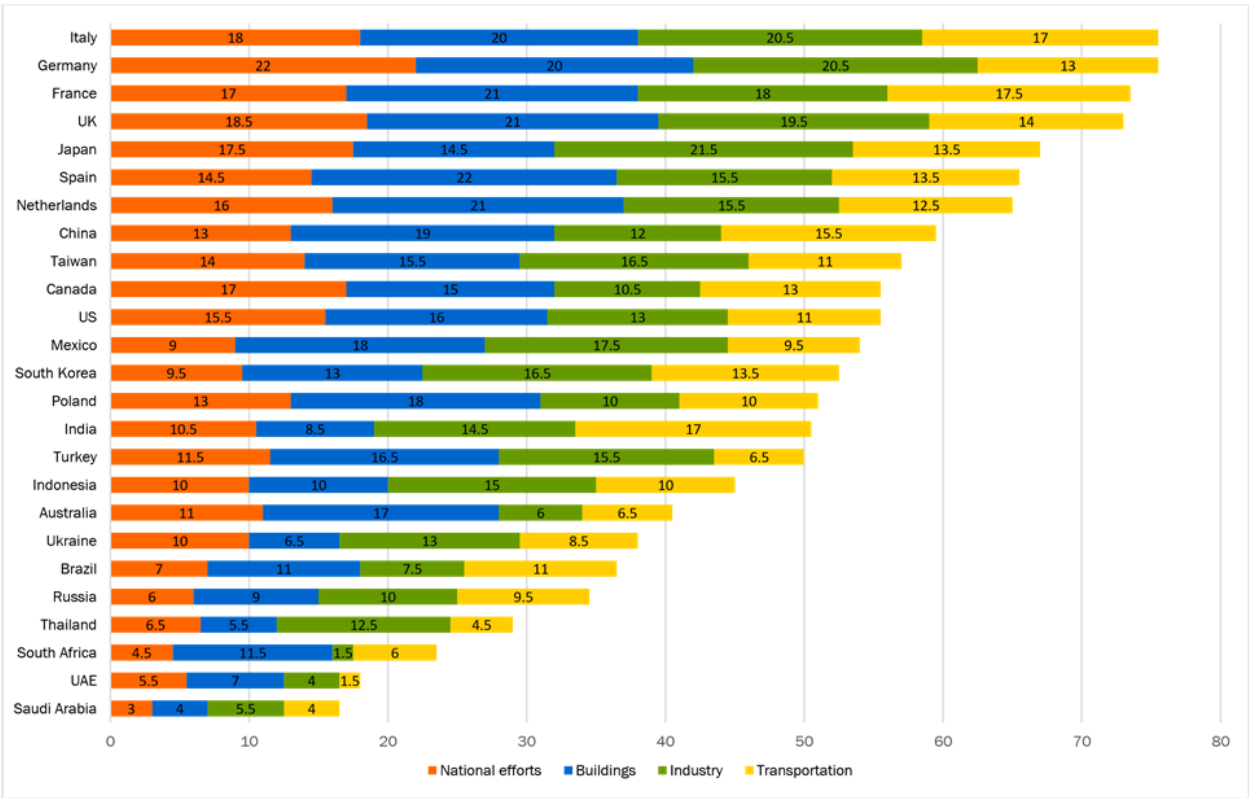


Ilustración 1 Puntajes finales y clasificaciones

Fuente: (ACEEE, 2018)

Dentro de los segmentos de los puntajes, podemos observar que Alemania obtuvo primer lugar en esfuerzos nacionales, España obtuvo primer lugar en edificaciones, Japón obtuvo primer lugar en la industria y Francia obtuvo primer lugar en transporte.

Alemania: tomó el primer lugar en los esfuerzos nacionales. Los políticos alemanes han implementado una estrategia energética integral, conocida como Energiewende. El país estableció un objetivo de reducción del 20% en el consumo de energía primaria para 2020 y del 50% para 2050, con respecto a 2008. El gobierno alemán ha seguido aumentando sus gastos en eficiencia energética. Además, Alemania ha implementado programas de préstamos multisectoriales y créditos fiscales destinados a aumentar el despliegue de tecnologías eficientes desde el punto de vista energético. (Castro, Vaidyanathan, Bastian, & King, 2018)

España: obtuvo el primer lugar en la sección de edificios, en gran parte porque sus edificios tienen baja intensidad energética. España tiene fuertes códigos de construcción obligatorios para edificios residenciales y comerciales, que cubren una amplia gama de elementos técnicos. Además, posee requisitos de renovación para todos los edificios como parte de su código de construcción. España también es uno de los pocos países con un programa obligatorio para el etiquetado de edificios. (Castro et al., 2018)

Japón: ocupó el primer lugar en la sección de eficiencia energética industrial. El país ha desarrollado una combinación de medidas reguladoras, acciones voluntarias e incentivos financieros para alentar con éxito la eficiencia energética en la industria. Esto ha permitido a Japón alcanzar la intensidad energética industrial más baja de los 25 países analizados. La Ley sobre el uso racional de la energía introdujo requisitos obligatorios de eficiencia energética para las industrias designadas en 1978. Requiere que las empresas designen un administrador de energía e informen sobre el estado del consumo de energía cada año y también incluye un sistema de evaluación comparativa que obliga a las empresas a alcanzar energía específica objetivos de eficiencia. (Castro et al., 2018)

Francia: ocupó el primer lugar en el transporte. El país sigue los estrictos estándares de ahorro de combustible de la UE, que requieren un promedio general de la flota de 56,9 millas

por galón para 2025. Sin embargo, aún hay margen de mejora. La intensidad energética del transporte de mercancías en Francia es alta, así como las millas recorridas por el vehículo. Por otro lado, el uso del transporte público en Francia sigue siendo bajo. (Castro et al., 2018)

3.2 ETIQUETADO DE CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA PARA DOMICILIOS Y RESIDENCIAS A NIVEL INTERNACIONAL

3.2.1 ANTECEDENTES

La Certificación Energética de Edificios surge a partir de la Directiva Europea, aprobada el 13 de septiembre de 1993, relativa a la limitación de las emisiones de CO₂ mediante la mejora de la eficacia energética que obliga a los Estados miembros de la Unión Europea a establecer y aplicar programas relativos a la certificación energética de los edificios. (Rey & Velasco, 2008, p. 22)

En 1997 el Consejo de Ministros autorizó al Ministerio de Fomento suscribir un convenio de colaboración con el Ministerio de Industria y Energía para desarrollar los programas de certificación energética y el aislamiento térmico en nuevos edificios. En este convenio se acuerda la colaboración entre la Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía para realizar la actualización de la Norma Básica, sobre condiciones térmicas en los edificios, y desarrollar un procedimiento técnico de calificación y certificación energética de edificios. (Rey & Velasco, 2008, p. 23)

El objetivo global de la Directiva es la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética. Además, otros objetivos recogidos por la certificación energética de la Directiva son conservar la calidad del medio ambiente y garantizar una utilización prudente y racional de los recursos naturales para favorecer una mayor transparencia del mercado inmobiliario que fomente las inversiones en ahorro de energía, mediante la aportación de una información objetiva de las características energéticas de los edificios. (Rey & Velasco, 2008, p. 23)

La certificación energética debe reunir las siguientes características (Rey & Velasco, 2008, p. 23):

1. Limitar las emisiones de CO.
2. Facilitar la transparencia del mercado inmobiliario.

Esto implica que las medidas incluidas en la certificación energética tendrán que ser susceptibles de evaluación en términos de emisiones de CO₂. Supone también que la consecución de menores valores de emisión de CO₂ se logre mediante la mejora de eficiencia energética, lo que implica desde el punto de vista energético menor consumo de energía primaria y empleo de formas de energía y sistemas de transformación menos contaminantes. (Rey & Velasco, 2008, p. 23)

3.2.2 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA PARA DOMICILIOS EN EUROPA

Desde que fue aprobada la Directiva la Comisión Europea está luchando para conseguir la certificación energética de los edificios, porque se cree que a través de la misma se conseguirá que la calidad energética de un edificio sea un elemento de calidad utilizado como argumento de venta. En la actualidad son pocos los Estados miembros que ya disponen de una metodología plenamente desarrollada para aplicar este programa. (Rey & Velasco, 2008, p. 25)

En España, A nivel nacional, el 28 de diciembre de 1997 se firmó un convenio de colaboración entre el IDAE y la Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, del Ministerio de Fomento para (Rey & Velasco, 2008, p. 24):

1. Desarrollar la CEV (Certificación Energética de Viviendas).
2. Desarrollar la Calificación Energética extendida a todo tipo de edificios CALENER. El CALENER se diferencia de la CEV, en que es un sistema de cálculo no de valorización y, por tanto, bastante más complicado de utilizar. Como base de cálculo se utiliza el programa DOE2 desarrollado por la Universidad de Berkeley (USA).

No obstante, el desarrollo de la Certificación Energética de Edificios en España se está llevando a cabo de forma independiente para cada Comunidad Autónoma, esperando que los organismos competentes del Gobierno Central decidan una metodología aplicable a todo el territorio nacional. (Rey & Velasco, 2008, p. 24)

El CADEM (Centro para el Ahorro y Desarrollo Energético y Minero) perteneciente al Grupo EVE (Ente Vasco de la Energía) ha desarrollado un modelo de Certificación de Eficiencia Energética para los edificios de viviendas en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Este modelo estima la eficiencia energética del edificio, atendiendo a sus consumos de calefacción y agua caliente sanitaria, utilizando un modelo matemático. implementado en un programa informático llamado PEEV (Programa de Eficiencia Energética de Viviendas), del que se hablará en el apartado correspondiente a su metodología. (Rey & Velasco, 2008, p. 24)

El Instituto Cerdá en Cataluña a iniciativa del Instituto Cántala d "Energía (ICAEN), ha desarrollado los proyectos HIADES y EDAC. El proyecto HIADES estructura los diferentes impactos que un edificio produce en el medio ambiente en cuatro grandes apartados; el comportamiento energético, el solar y el diseño arquitectónico, las instalaciones, y los materiales. El proyecto EDAC para Edificios de Alta Calidad Energética es continuación de HIADES y se desarrolló como un programa informático, el MEI (Metodología de Evaluación Integral), que realiza una evaluación en módulos. (Rey & Velasco, 2008, p. 25)

En Castilla y León, se creó una nueva línea de actuación para el desarrollo de la Certificación Energética, que acometió conjuntamente con el CADE (Centro de Ahorro y Diversificación Energética creado en 1993 y perteneciente a la Red de Centros Tecnológicos de Castilla y León). Era el Organismo reconocido por la Junta de Castilla y León, para realizar en esta Comunidad el estudio necesario para la obtención del Certificado. Actualmente tanto el estudio como la concesión del certificado corren a cargo de la Junta de Castilla y León. (Rey & Velasco, 2008, p. 25)

En el Reino Unido, tenían las metodologías NHER (The National Home Energy Rating Scheme) y SS (Startpoint Scheme) que han sido combinadas dentro del plan llamado SAP

(Standart Assessment procedure) propuesto por el gobierno Obligatoria en un futuro próximo. Este método utiliza una lista de puntos que evalúan tanto la eficiencia energética como la medioambiental, esta lista es distinta según el tipo de edificio que sea, residencial, no residencial o vivienda unifamiliar, Por otra parte, hay programas en Reino Unido relacionados con la evaluación del impacto medioambiental como BREEAM y ENVEST. El método BREEAM consiste en la asignación de créditos a soluciones constructivas medioambientalmente apropiadas y que se estructuran dentro de las categorías: Impacto medioambiental Global, Impacto medioambiental Local y Medio ambiente Interior. ENVEST (Environment Impact Estimating Design Software) es un sistema informático para la estimación del impacto medioambiental del ciclo de vida de un edificio, desde las etapas iniciales del proceso de diseño y proyecto. La versión actual es aplicable a oficinas y edificios comerciales considerando los impactos medioambientales provocados por el uso de materiales durante la construcción y el mantenimiento del edificio, y el consumo de energía, materias primas y recursos durante toda la vida del edificio. A través de la introducción de unos mínimos datos de entrada, ENVEST permite al proyectista identificar, de forma inmediata, aquellos aspectos del edificio que tienen mayor influencia en el impacto medioambiental global del mismo. (Rey & Velasco, 2008, p. 25-26)

En Francia, existe una organización independiente, QUALITEL, que desde 1991 otorga la certificación energética, atendiendo tanto al comportamiento del edificio térmico como acústico o eléctrico. Mediante este procedimiento se estudian diferentes aspectos del edificio en proyecto y se les otorga una puntuación del 1 a 5. Para obtener el certificado se ha de conseguir como mínimo una puntuación de 3 en todos y cada uno de los aspectos considerados. Este certificado es solicitado forma voluntaria y su coste es subvencionado por el gobierno. Un programa relacionado a la evaluación del impacto ambiental es ESCALE, Método de Evaluación del Comportamiento del Edificio en la Fase de Diseño. El método ESCALE está basado en los sistemas de evaluación medioambiental aplicados en la fase de proyecto. Mediante su utilización, se puede conocer el comportamiento del edificio en proyecto en relación con criterios medioambientales definidos. así como decidir si se ha de

realizar alguna mejora en cuanto a ciertos criterios de comportamientos o si los resultados son suficientemente satisfactorios desde el punto de vista medioambiental. (Rey & Velasco, 2008, p. 26)

En Suecia existe el programa EcoEffect- Evaluación Medioambiental de Edificios que es un método desarrollado y aplicable para el cálculo y la evaluación del impacto medioambiental causado por un edificio y su parcela, durante su periodo de vida. Está destinado a los profesionales que actúan en la planificación, gestión o uso del medio urbano y requieren información sobre la carga medioambiental asociada a las diversas actuaciones de la actividad edificatoria. Este método está estructurado en cinco áreas principales de evaluación, que son el uso de energía, el uso de materiales, el medioambiente interior, el medio ambiente exterior y el coste del ciclo de vida. El modelo de evaluación se basa en aplicar los principios del Análisis del ciclo de vida, combinado con un sistema donde se obtienen los impactos de una de las diferentes categorías de impacto medioambiental. (Rey & Velasco, 2008, p. 26)

En Holanda hay un programa denominado Eco-Quantum que está basado en la metodología del análisis del ciclo de vida y en los resultados obtenidos de un grupo de proyectos nacionales sobre indicadores medioambientales para la industria de la construcción. Los datos de entrada se introducen en un modelo de cálculo que combina los datos de partida con las bases de datos proporcionados por el sistema, produciendo como resultado final una serie de valores cuantitativos. El método calcula los impactos medioambientales a dichos valores de acuerdo con una base de datos medioambientales desarrollada al efecto. (Rey & Velasco, 2008, p. 26)

En Alemania, existen programas relacionados con la evaluación del impacto ambiental en edificios. PLA y MIPS. El PLA, Produkt-Linien-Analyse. es el Análisis de la Línea del Producto que se desarrolló de forma simultánea al Análisis del Ciclo de Vida pero que no ha llegado a ser de común aplicación. MIPS, Material Input Per Service ha sido desarrollado para permitir un juicio más rápido y económico de un impacto medioambiental que el

conseguido mediante la aplicación completa de un análisis de ciclo de vida. Los materiales de entrada son analizados a través de su ciclo de vida completo. (Rey & Velasco, 2008, p. 27)

En Dinamarca, se estableció en 1985 la obligación de presentar un Diagnóstico y un certificado del comportamiento energético de los edificios en las transacciones, no solamente en el momento de la primera compra, sino en las transacciones sucesivas tenga dicho inmueble o parte de él. También cuentan con el programa de evaluación de impacto medioambiental en edificios UMIP (Evaluación Medioambiental de Productos). (Rey & Velasco, 2008, p. 27)

“En los países Bajos existe una certificación energética con la finalidad de informar tanto a los servicios públicos como a los propietarios de edificios de la eficiencia energética de los mismos” (Rey & Velasco, 2008, p. 27).

“En Irlanda se ha creado el NICER (The National Centre for Energy Rating), para desarrollar la Certificación Energética de modo voluntario” (Rey & Velasco, 2008, p. 27).

3.2.3 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA PARA DOMICILIOS EN NORTEAMÉRICA

En Estados Unidos existe el sistema LEED, Green Building Rating System: Leadership in Energy and Environmental Design (LEED, Sistema de Clasificación de Edificios Verdes; Orientaciones para el Diseño Energético y Medioambiental). Este modelo es un sistema de 35 criterios y 7 prerrequisitos estructurados en seis categorías. Las categorías emplazamientos sostenibles, eficiencia en el uso del agua, energía y atmósfera, materiales y recursos, y calidad del ambiente interior son el núcleo principal del sistema, y la categoría innovación y proceso de Diseño es adicional. En base a la puntuación obtenida se establecen niveles de clasificación. A partir de un mínimo se obtiene el certificado LEED. (Rey & Velasco, 2008, p. 27)

En Canadá disponen de un modelo denominado ATHENA que analiza los impactos medioambientales desde la fase de extracción de los recursos hasta su demolición última y vertido, ya que permite comparar materiales y proyectos de construcción en una estructura

integral. Tiene un alcance nacional y contempla las diferentes zonas geográficas regionales. Dispone de unos 30 productos estructurales. (Rey & Velasco, 2008, p. 27)

3.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LATINOAMÉRICA

El consumo del sector energía corresponde al consumo de energía y pérdidas en las transformaciones de energía. Incluye el consumo neto de la generación de energía, el consumo y las pérdidas en la producción de petróleo y gas, en la refinación; en GLP, GNL o plantas de biocombustible, además de las pérdidas de energía en transmisión y distribución. (CEPAL, 2016, p. 29)

En países productores de petróleo y gas, tales como Argentina, Bolivia, Ecuador y México, el consumo del sector de generación representa aproximadamente 50-60% del consumo total del sector energía. (CEPAL, 2016, p. 29)

En países con una alta producción de fuentes renovables, la generación de electricidad representa una proporción acotada del consumo del sector energético (casi 0% en Paraguay y aproximadamente 30% en Brasil). (CEPAL, 2016, p. 29)

El rendimiento global del sector energético se mide al calcular la relación entre el consumo final y el consumo primario: mientras más alta la relación, más alta la proporción de energía primaria que llega a los consumidores finales y, por ende, más eficiente es el sector. (CEPAL, 2016, p. 29)

La eficiencia del sector energía varía entre un 55% en México y un 81% en El Salvador. Los altos niveles de eficiencia en El Salvador y Uruguay se deben a la alta proporción de renovables en la generación de energía. La eficiencia global en México es solamente 55% debido a la importancia del sector de petróleo y gas, además de otra generación no renovable. La eficiencia en México, Panamá, Uruguay y El Salvador mejoró entre 2000 y 2012, debido a mayores eficiencias en la generación eléctrica (Ilustración 2). (CEPAL, 2016, p. 29-30)

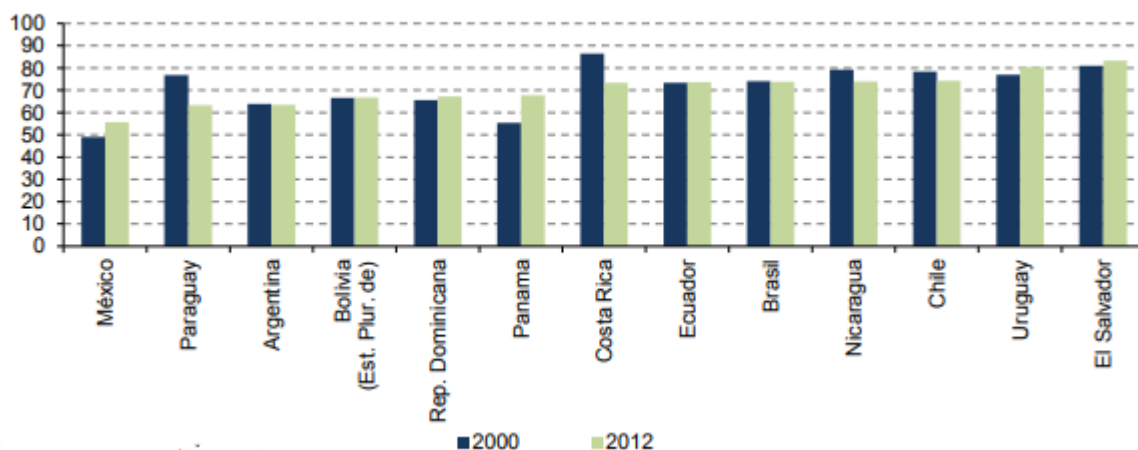


Ilustración 2 Eficiencia total del Sector Energía

Fuente: (CEPAL, 2016)

La eficiencia de la generación de energía se ve influenciada por la combinación de fuentes de energía (proporción de energías renovables y energía nuclear) y la eficiencia de producción térmica. Costa Rica y Brasil son los dos países con el mejor rendimiento (aproximadamente 90%). Los países que muestran el mayor avance son: Nicaragua, la República Dominicana, Panamá y El Salvador (+11 puntos para Nicaragua y 6 puntos cada uno para los demás) (ilustración 3). Este resultado positivo se puede explicar por el fuerte aumento en la proporción de generación de energía renovable (+18 puntos en Nicaragua) y la rápida diseminación de plantas a gas de ciclo combinado. La eficiencia eléctrica bajó en varios países, especialmente en Uruguay (-20 puntos), Ecuador (-13) y Chile (-9), debido a una baja en la proporción de renovables (-29 puntos en Uruguay, -18 puntos en Ecuador y -16 puntos en Chile). (CEPAL, 2016, p. 30)



Ilustración 3 Eficiencia en el Sector Generación

Fuente: (CEPAL, 2016)

Argentina y Nicaragua son los países con la generación térmica más eficiente (48% y 44%, respectivamente), debido a la alta proporción de generadoras a gas de ciclo combinado en la combinación energética (ilustración 4), mientras que Bolivia y la República Dominicana tienen los menores niveles de eficiencia térmica: aproximadamente 30%. La eficiencia de las plantas termoeléctricas mejoró más en Costa Rica, Uruguay y Brasil, también debido a la alta penetración de plantas a gas de ciclo combinado. (CEPAL, 2016, p. 31)

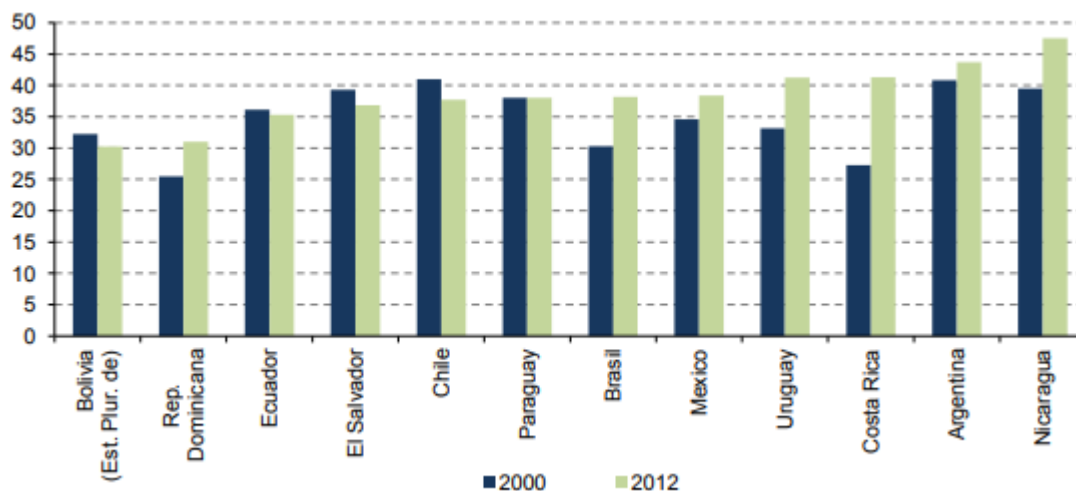


Ilustración 4 Eficiencia de la Generación Térmica

Fuente: (CEPAL, 2016)

La participación de hidroelectricidad en la generación eléctrica ha caído en la mayoría de los países desde 2000, pero se mantuvo más o menos estable en Brasil, Paraguay, Costa Rica y Nicaragua. Cuatro países tuvieron una alta proporción de energía geotérmica y, en menor medida, eólica en 2012: Nicaragua llega primero con 40%, seguido por El Salvador (26%), Costa Rica (19%) y México (16%) (ilustración 5). (CEPAL, 2016, p. 31)

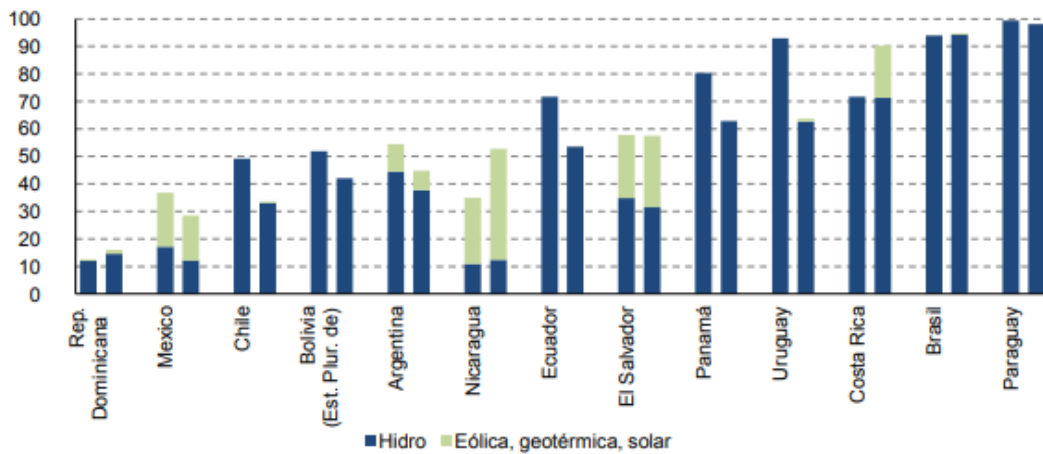


Ilustración 5 Participación de las Energías Renovables en la Generación Eléctrica, 2000-2012

Fuente: (CEPAL, 2016)

Tres factores principales explican la variación en el consumo neto de la generación eléctrica durante el periodo (CEPAL, 2016, p. 32):

1. El mayor consumo de electricidad por si solo contribuye a un aumento en las pérdidas de la generación eléctrica
2. Cambios en la combinación energética, entre diferentes fuentes con eficiencias muy distintas (el "efecto combinación energética"), principalmente los siguientes tres:
 1. Eólica, hidroeléctrica, fotovoltaica (100% eficiencia).
 2. Térmica (entre 30 y 50%)
 3. Geotérmica y nuclear (11% y 33%, respectivamente).
3. Variación en la eficiencia de la generación térmica ("efecto eficiencia").

3.4 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA PARA EDIFICIOS EN LATINOAMÉRICA

En Brasil el etiquetado de los edificios fue desarrollado de manera semejante al etiquetado de equipos electrodomésticos. Con el objetivo de mejorar los niveles de sostenibilidad de edificios, PROCEL Edifica encabezó el desarrollo de criterios para el etiquetado de edificios con características nacionales. Para lograr este objetivo, fue convocado el INMETRO, que ya actúa como un socio en Sello PROCEL, indicando qué equipos y electrodomésticos son eficientes en el mercado dentro del Programa Brasileño de Etiquetado. En 2012 también se lanzó un software de simulación de edificios denominado Thermoenergetic - Domus PROCEL Edifica. Este programa está adaptado para las regulaciones del Programa Brasileño de Etiquetado y puede realizar análisis y métodos de simulación, con la emisión de un sello virtual, aunque sin valor jurídico, ya que para que la etiqueta sea válida debe ser emitida por un organismo internacional de acreditación (OIA). (Carpio & Coviello, 2013, p. 78-79)

En Argentina, La entrada en vigencia de la norma IRAM 11900: 2017, marca un punto de inflexión en la materia, ya que presentará un sistema comparativo de siete clases de eficiencia energética para todo tipo de edificios, identificadas por letras (de la A a la G), como el que rige para los equipos de aire acondicionado, heladeras, lavarropas, entre otros. (IRAM, 2017, p. 61)

En Chile, El procedimiento de la calificación energética de viviendas es un procedimiento oficial del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, para evaluar la calidad energética de las viviendas. Se aplica a todos los edificios nuevos destinados a vivienda en Chile. Como resultado de este procedimiento, la Institución Administradora de la Calificación Energética, en representación del MINVU, emite un certificado que evalúa algunos parámetros que califican la calidad energética de la vivienda. Su aplicación es voluntaria; sin embargo, para que se entregue este certificado oficial, se debe cumplir con el procedimiento completo de certificación. (Fissore & Pérez, 2009, p. 19)

En México, emitió un Programa de Certificación de Edificios Sustentables, tiene su base en la normatividad mexicana; lo relacionado con energía es el aprovechamiento de las energías

renovables y la eficiencia energética. En sus inicios fue enfocado a proyectos de la iniciativa privada, y actualmente se abre a los intereses conjuntos de los gobiernos locales con la iniciativa privada. Aunque nacieron con buena intención, hacer falta parametrizar los beneficios de los criterios, para no quedar en un Check List de buenas intenciones. (Schiller, 2018, p. 53)

3.5 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HONDURAS

3.5.1 ANTECEDENTES

En 2006, la Dirección General de Energía (DGE) de la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (MiAmbiente) definió tres prioridades para el desarrollo energético nacional, a saber (CEPAL, 2018, p. 27):

1. Eficiencia energética.
2. Modernización del subsector hidrocarburos.
3. Política energética nacional.

En el marco de la eficiencia energética se realizaron los siguientes proyectos:

1. Creación del Grupo Interinstitucional para el Uso Racional de la Energía (GIURE).
2. Realización de cuatro consultorías en eficiencia energética financiadas por el Banco Interamericano de Desarrollo.
3. Creación de un marco legal para la eficiencia energética.
4. Formulación del proyecto "Sustitución de Lámparas Incandescentes por Lámparas Fluorescentes Compactas".
5. Fortalecimiento de la campaña "Aprendiendo el Uso Racional de la Energía" del proyecto Generación Autónoma y Uso Racional de la Energía Eléctrica (GAUREE) de la ENEE, en conjunción con la Secretaría de Educación.

El Grupo Interinstitucional para Uso Racional de la Energía estuvo formado por representantes de la Dirección General de Energía, la Sección de Energía de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), el Consejo Hondureño de la Empresa Privada

(COHEP), el Colegio de Ingenieros Mecánicos, Electricistas y Químicos de Honduras (CIMEQH), entre otras organizaciones. El grupo estuvo activo durante 2006 y 2007, pero desde entonces no ha habido ninguna iniciativa de reactivarlo. Actualmente la Sección de Energía de la UNAH está en proceso de crear el Instituto de Energía, en cuyo seno se instituirá una iniciativa similar al GIURE. En 2006 la Dirección General de Energía definió tres consultorías para mejorar la eficiencia energética, que fueron financiadas por el Banco Interamericano de Desarrollo. (CEPAL, 2018, p. 27)

Esas 3 iniciativas fueron (CEPAL, 2018, p. 27-28):

1. Diseño del Plan Nacional de Educación en Eficiencia Energética.
2. Mecanismos de financiamiento para la eficiencia energética del alumbrado público y un proyecto piloto.
3. Estudio de factibilidad del reemplazo de estufas eléctricas por estufas a gas licuado de petróleo.

En lo referente a la creación del marco legal para la eficiencia energética, en 2007 se elaboró el Anteproyecto de Ley de Uso Racional de la Energía con fondos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y, posteriormente, en 2012, se realizó una revisión y actualización del Anteproyecto de Ley de Uso Racional de la Energía con fondos de la Cooperación Internacional Alemana (GIZ) a través del Programa Energías Renovables y Eficiencia Energética (4E). A pesar de estos esfuerzos, dicha ley no ha sido aprobada por el Congreso Nacional. (CEPAL, 2018, p. 28)

En 2006, la Dirección General de Energía, con el acompañamiento de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), diseñó el proyecto "Sustitución de Lámparas Incandescentes por Lámparas Fluorescentes Compactas", con el fin de que tuviera continuidad a través de fondos del mercado de los bonos de carbono, por lo que se investigaron las metodologías para lograr acceder a dichos fondos. Este proyecto inicialmente contempló reemplazar 2 millones de bombillos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas. Como se mencionó antes, posteriormente se logró obtener fondos de la Cuenta del Caribe, logrando

el reemplazo de 6 millones de bombillos incandescentes por LFC entre diciembre de 2008 y diciembre de 2009. Este proyecto tuvo un costo de 10,2 millones de dólares y se logró reducir el promedio punta de demanda de la tarde en 43,1 MW y alcanzar un estimado de ahorro de energía de 210 GWh por año. (CEPAL, 2018, p. 28)

La Empresa Nacional de Energía Eléctrica, a través del proyecto de Generación Autónoma y Uso Racional de la Energía Eléctrica, creó la campaña educativa "Aprendiendo el Uso Eficiente de la Energía Eléctrica" (ENEE-GAUREE, 2006). Con el fin de fortalecerla, la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, la Empresa Nacional de Energía Eléctrica y la Secretaría de Educación (SE) suscribieron un convenio de colaboración, mediante el que la SERNA, en coordinación con la ENEE y la SE, y con la colaboración del Instituto Nacional de la Juventud, participó en la capacitación de docentes de educación media en temas como eficiencia energética y cambio climático durante dos años. (CEPAL, 2018, p. 28)

En 2004 nace El Proyecto de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Comercial (PESIC) se ejecutó por el Consejo Empresarial Hondureño para el Desarrollo Sostenible (CEHDES) contó con la administración y supervisión del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la guía de un comité multisectorial que incluyó representantes del estado como la Secretaría de Recursos Naturales (SERNA), ahora conocida como: Mi Ambiente y Secretaría Técnica de Cooperación (SETCO) e Instituciones donantes quienes financiaron el proyecto, el Fondo Global para el Medio Ambiente (GEF) y la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI), actualmente es el Ministerio de Asuntos Exteriores del Comercio y del Desarrollo (MAECD). (PESIC, 2019)

El objetivo del proyecto GAUREE era el de "concientizar a la población hondureña sobre el uso eficiente de la energía eléctrica, de modo que se promueva la conservación del ambiente y el ahorro energético como un cambio cultural. La campaña se ha desarrollado con la educación como eje transversal, de modo que ésta se pueda inculcar con referencia a lo desarrollado en las asignaturas y aplicarlo en la concienciación del ahorro de energía". (CEPAL, 2018, p. 28)

A partir de 2015, SERNA, con la colaboración de la Sección de Energía y la Unidad de Vinculación de la Escuela de Física de la UNAH, el Instituto de Formación Profesional (INFOP) y otras instituciones y profesionales, retomó el tema de la capacitación de docentes de educación básica, que se brindó en formato presencial y virtual. (CEPAL, 2018, p. 28)

3.5.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ÁMBITO INSTITUCIONAL

El gobierno hondureño ha emitido tres decretos con el fin de lograr reducir la demanda energética de combustibles fósiles y electricidad:

- 1) Decreto PCM-010-2012 del Poder Ejecutivo - Plan Estratégico para la Gestión y Ahorro de Combustibles y Energía Eléctrica”;
- 2) Decreto No. 112-2007 del Poder Legislativo - Obligatoriedad de utilizar lámparas y tubos fluorescentes en las instituciones del Estado y prohibición del ingreso de focos incandescentes al país. (CEPAL, 2018, p. 28)
- 3) Decreto No. PCM 034-2014 del Poder Ejecutivo - Plan de Eficiencia y Ahorro Energético medible de las instituciones de la Administración Pública. (CEPAL, 2018, p. 29)
- 4) Decreto Ejecutivo PCM-68-2015 – Organismo Nacional de Normalización de Honduras.

3.5.3 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN HONDURAS

El consumo de energía eléctrica en Honduras tiene una importante tendencia al alza en el período de 2001 a 2015. El consumo total de energía creció en un 74%, mientras que las tasas de crecimiento por subsector, para ese mismo período son residencial (60%), comercial (103,5%), industrial (20%), altos consumidores (161%), alumbrado público (52%), gobierno (85%), entes autónomos (36%) y municipal (74%). En promedio, el incremento del consumo general de energía eléctrica es del 74%. En la ilustración 6 se aprecia la distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en Honduras, donde el subsector de mayor consumo eléctrico es el residencial con el 38,7%, mientras que el subsector industrial más los altos consumidores alcanzaron el 23,9% del consumo de energía eléctrica total. (CEPAL, 2018, p. 37)

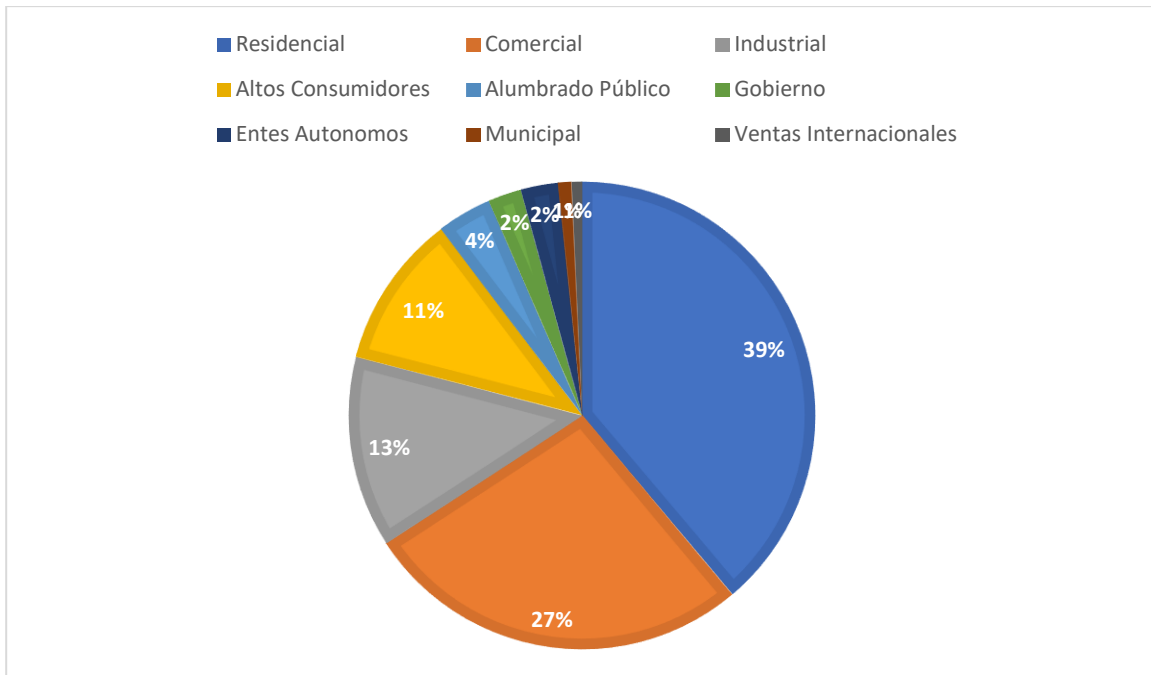


Ilustración 6 Distribución de consumo energético nacional por Sector 2019

Fuente: (ENEE, 2019)

Las medidas introducidas para reducir el consumo de energía eléctrica del subsector gubernamental a través del Decreto PCM-010-2012 del Poder Ejecutivo “Plan Estratégico para la Gestión y Ahorro de Combustibles y Energía Eléctrica” no se concretaron, ya que no se logró la disminución esperada del 10%, puesto que de 2012 a 2016 hubo un incremento del 17% del consumo eléctrico en el subsector gubernamental. A lo anterior deben aunarse los resultados no tan satisfactorios de las medidas asociadas al Decreto No. 112-2007 del Poder Legislativo “Obligatoriedad de utilizar lámparas y tubos fluorescentes en las instituciones del Estado y prohibición del ingreso de focos incandescentes al país”. En la tabla 1 se observan las ventas de energía eléctrica de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) de abril 2019. (CEPAL, 2018, p. 38)

Tabla 1 Ventas de Energía Eléctrica de la ENEE, Abril 2019

Sector de Consumo	Acumulado 2018		Abril 2019		Acumulado 2019	
	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Total	6,198,730.16	100	509,779.4	100	1,996,831.3	100
Residencial	2,470,127.36	39.8	198,279.75	38.9	778,876.23	39.0
Comercial	1,661,299.71	26.8	137,613.25	27.0	532,990.22	26.7
Industrial	784,061.74	12.6	67,130.02	13.2	267,915.00	13.4
Altos Consumidores	646,695.53	10.4	54,507.77	10.7	201,001.85	10.1
Alumbrado Público	257,372.55	4.2	19,267.26	3.8	95,796.85	4.8
Gobierno	147,373.19	2.4	11,660.51	2.3	44,952.41	2.3
Entes Autónomos	144,787.15	2.3	13,311.08	2.6	46,394.94	2.3
Municipal	78,573.70	1.3	4,364.62	0.9	23,439.54	1.2
Ventas Internacionales	8,439.23	0.1	3,645.10	0.7	5,464.30	0.3

Fuente: (ENEE, 2019)

Analizando los datos proveídos por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica en la tabla anterior, podemos recalcar que el sector más consumidor de energía eléctrica del país es el sector residencial, por ende, en un punto crítico con muchas oportunidades de mejora y es por eso que esta investigación se enfoca meramente en el sector residencial.

3.5.4 INTENSIDAD ENERGÉTICA PRIMARIA

La energía necesaria para producir una determinada cantidad de riqueza es un concepto económico que se conoce como intensidad energética (IE). La IE es un indicador de eficiencia energética y es determinada a partir del cociente del consumo energético y el PIB. En este documento, para calcular la intensidad energética primaria se consideró el consumo energético primario dividido por el PIB a precios constantes del año 2000 en moneda nacional (el lempira). La IE indica cuántas unidades de energía se necesitan para producir una unidad de riqueza. Una intensidad energética alta indica un costo alto en la conversión de energía en riqueza, es decir, un mayor consumo de energía para un PIB menor. Una intensidad energética baja y un PIB alto indican un bajo consumo de energía para producir mayor riqueza. (CEPAL, 2018, p. 43)

La evolución de la intensidad energética primaria contrastada con el PIB se presenta en la ilustración 7, donde se aprecia que la IE primaria en Honduras en el período de 2000 a 2006 presentó una disminución importante para luego aumentar entre 2006 y 2010, y permanecer relativamente estable entre 2011 y 2015. En el período 2000-2002, la IE primaria disminuyó en un 9,4% y el PIB aumentó en un 3,2%. Posteriormente, en el período 2002-2003, la IE primaria y el PIB presentaron una tasa de crecimiento de 4,5%, mientras que para 2003-2006, la IE primaria disminuyó en un 6,1% y el PIB tuvo una tasa de crecimiento de 3,3%. Para el período 2006-2010 la intensidad energética aumentó en un 9,4% y el PIB en un 2,9%. Finalmente, para el período 2010-2015, la IE primaria disminuyó en un 2,8% y el PIB aumentó en un 3,5%. (CEPAL, 2018, p. 43)

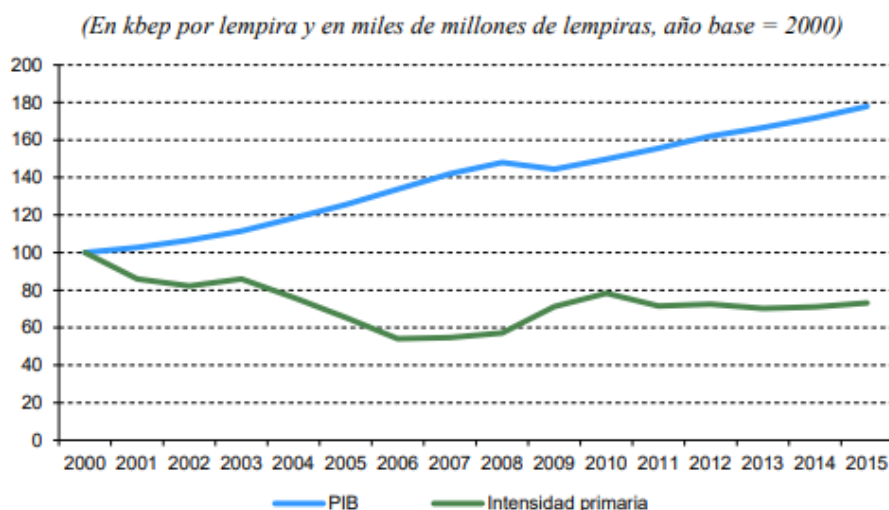


Ilustración 7 Intensidad primaria, 2000-2015

Fuente: (Cepal, 2018)

3.5.5 TENDENCIAS GENERALES DE CONSUMO SECTOR RESIDENCIAL

La distribución del consumo de energía en el sector residencial de acuerdo con su origen para 2015 puede observarse en la ilustración 8. El 84,27% del consumo energético de los hogares corresponde a la leña, el 11,42% a la electricidad y el restante 4,31% a gas LP, keroseno y carbón vegetal. (CEPAL, 2018, p. 63)

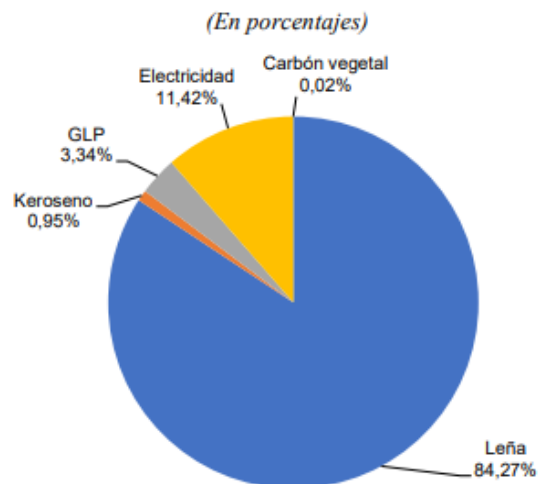


Ilustración 8 Consumo Energético de acuerdo a la fuente, 2015

Fuente: (CEPAL, 2018)

El consumo de energía de los hogares de Honduras tradicionalmente ha dependido de la leña. En el período 2000-2015 el consumo de leña en los hogares presentó una tendencia creciente al pasar de 1.316,15 ktep en 2000 a 2.161,15 ktep en 2015, como se aprecia en la ilustración 9. Asimismo, puede observarse que la segunda fuente de energía de los hogares hondureños, la electricidad, también ha tenido una tendencia creciente en su consumo para el período 2005-2015, pasando de 114,36 ktep en 2000 a 194,73 ktep en 2015. (CEPAL, 2018, p. 63)

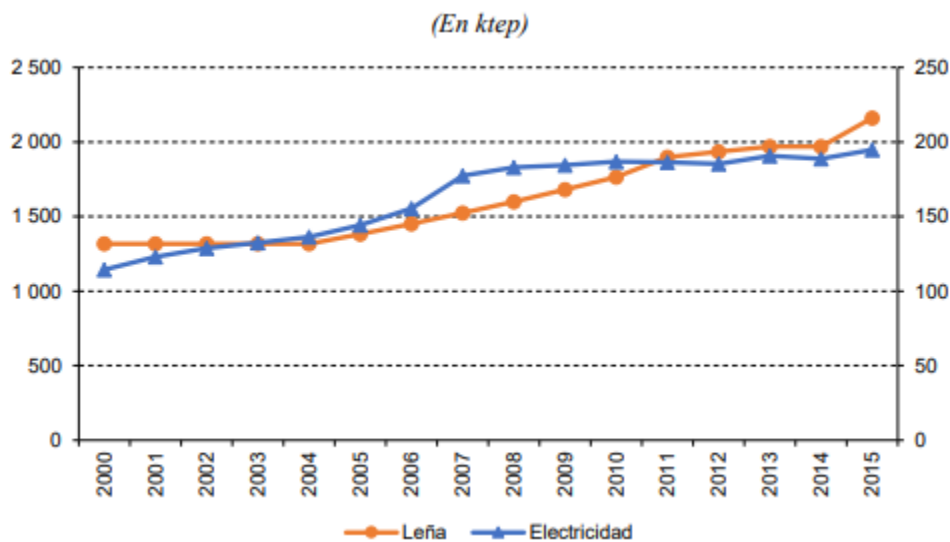


Ilustración 9 Consumo de Leña y Electricidad, 2005-2015

Fuente: (CEPAL, 2018)

En la ilustración 10 se muestra el número de hogares con electricidad, que pasó de 917.000 (58,4% del total de los hogares) en 2005 a 1.674.000 en 2015 (84,8% del total de los hogares). También en ese mismo gráfico puede observarse el consumo de energía de los hogares hondureños en el período 2005-2015, que llegó a su mayor nivel en 2010, año a partir del que ha presentado una tendencia decreciente, dissociada del crecimiento de los hogares que cuentan con electricidad, por lo que podría decirse que el menor consumo energético de los hogares puede deberse a un mayor uso de energéticos modernos, esto es, la electricidad y el gas LP. (CEPAL, 2018, p. 65)

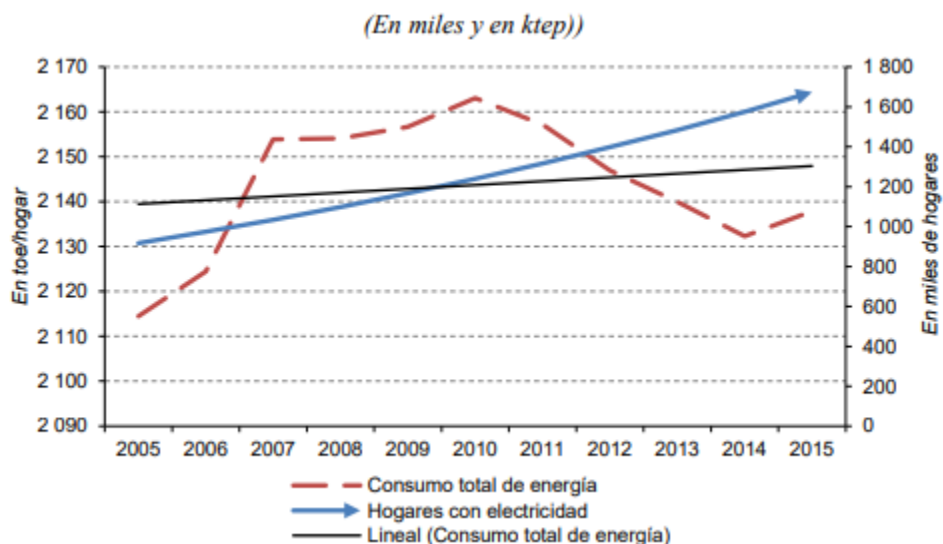


Ilustración 10 Número de casas con Electricidad y Consumo total de energía

Fuente: (Cepal, 2018)

3.5.6 INCORPORACIÓN DE EQUIPO Y ELECTRODOMÉSTICOS EFICIENTES

La penetración de equipo energéticamente eficiente en los hogares hondureños es un tema poco documentado en Honduras. En 1999, la Dirección General de Energía de la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (SERNA) y la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) lograron una mayor aceptación en los hogares hondureños de las lámparas fluorescentes compactas (LFC) mediante un acuerdo con una casa comercial, que entregaba

a los abonados residenciales de la ENEE hasta un máximo de diez LFC por abonado, quien pagaba a crédito a la ENEE el valor de las lámparas. (CEPAL, 2018, p. 66)

Posteriormente, entre 2007 y 2008, nuevamente la DGE formuló un proyecto de reemplazo de lámparas incandescentes por LFC, que fue implementado por la ENEE y con el que se logró la sustitución de 6 millones de lámparas incandescentes. Lamentablemente dicho proyecto, denominado "Cambia un foco y ahorra un poco", no tuvo continuidad debido a la falta de fondos financieros. Sin embargo, a través de dicho proyecto se logró reducir el promedio punta de demanda de la tarde en 43,1 MW, con un ahorro de energía estimado en 210 GWh/año. (CEPAL, 2018, p. 66)

3.5.7 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA PARA EDIFICIOS EN HONDURAS

En Honduras no se cuenta con etiquetado de calificación de eficiencia energética para edificios, pero entre uno de los proyectos que destacan en la actualidad del país, existe el proyecto piloto con el nombre de: "Instituciones Verdes" el cual está orientado a lograr la eficiencia energética tanto en las edificaciones públicas como también en las privadas. (OLADE, BID, & CEPAL, 2017, p. 18)

3.6 TEORÍAS DE SUSTENTO

3.6.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA

Schallenberg et al. (2008) afirma:

La eficiencia energética es el hecho de minimizar la cantidad de energía necesaria para satisfacer la demanda sin afectar a su calidad; supone la sustitución de un equipo por otro que, con las mismas prestaciones, consuma menos electricidad. No supone, por tanto, cambios en los hábitos de consumo (el comportamiento del usuario sigue siendo el mismo), pero se consume menos energía ya que el consumo energético para llevar a cabo el mismo servicio es menor. Eficiencia energética es, por ejemplo, utilizar una lavadora de "clase energética A" (la que menos consume) en lugar de una lavadora de "clase energética G" (la que más consume). No se cambia la pauta de consumo, se sigue lavando lo mismo

(asiduidad, programa de lavadora), pero se consume menos energía; se logra un ahorro porque, haciendo lo mismo, una lavadora de clase energética A consume menos que una de clase G. (p. 122)

Los principales métodos de eficiencia energética son:

1. Medidas de carácter tecnológico: Las medidas de carácter tecnológico están encaminadas a disminuir el consumo energético a través de la introducción de mejoras o cambios en los procesos, en equipos de generación de electricidad y aparatos eléctricos. Este tipo de medidas se pueden aplicar tanto del lado de gestión de la oferta como del lado de gestión de la demanda. (Schallenberg et al., 2008, p. 125)
2. Medidas para un consumo responsable: Las medidas de un consumo responsable están fundamentadas en una cultura del ahorro, se suelen llevar a cabo campañas de fomento del ahorro relacionadas con la concienciación ciudadana, la difusión, la divulgación y la formación en medidas de ahorro energético. (Schallenberg et al., 2008, p. 136)
3. Medidas instrumentales: Las medidas instrumentales incluyen toda una serie de instrumentos de diverso tipo: económico, financiero, fiscal y de gestión. Estas medidas se plantean principalmente desde las administraciones públicas y tienen como destinatarios tanto a los consumidores como a los productores eléctricos. (Schallenberg et al., 2008, p. 139)

3.6.2 AHORRO ENERGÉTICO

El ahorro energético y la eficiencia energética se definen como el acto de efectuar un "gasto de energía menor del habitual", es decir, consiste en reducir el consumo de energía mediante actuaciones concretas, pero manteniendo el mismo nivel de confort. El ahorro energético conlleva un cambio en los hábitos de consumo; en ocasiones bastaría con eliminar los hábitos que despilfarran energía. Ahorro energético es, por ejemplo, apagar las luces al salir de una habitación; la luz encendida en una habitación vacía no produce ningún beneficio y, sin embargo, está consumiendo energía. (Schallenberg et al., 2008, p. 122)

3.6.3 ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EDIFICIOS

La certificación energética de edificios se define como la descripción de las características energéticas de éstos, que aporta información a los usuarios interesados en utilizar un edificio sobre la eficiencia energética del mismo. Este tiene como objetivo proporcionar una información objetiva acerca de las características energéticas de los edificios a los intervinientes en el sector de la edificación. La certificación energética podrá incluir también opciones para la mejora de dichas características energéticas. (Rey & Velasco, 2008, p. 22-23)

La eficiencia energética de un edificio se determina calculando o midiendo el consumo de energía necesaria para satisfacer anualmente la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación. La eficiencia energética de un edificio suele expresarse de forma cualitativa o cuantitativa de distintas formas: mediante indicadores, índices, calificación o letras de una escala que varía de mayor a menor eficiencia, determinada convencionalmente. (MINCOTUR, 2013, p. 1)

Las viviendas más eficientes deberán contar con los equipos tecnológicos con mayor eficiencia, un buen diseño para evitar las pérdidas que al final se traducen en un consumo mayor de energía eléctrica y hacer practica del autoconsumo de energía ver ilustración 11. Este término se refiere a la gestionar y producir de la energía eléctrica que consumimos.



Ilustración 11 Diagrama para mejora de calificación

Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración anterior nos muestra que para que la vivienda este en una clasificación F,E basta con tener un buen envolvente. Si se le agrega equipos eficientes puede mejorar a una

clasificación D, C. Por último, si añadimos autoconsumo, puede llegar hasta calificación B o A.

3.6.3.1 Indicadores Energéticos

La calificación energética se expresa a través de varios indicadores que permiten explicar las razones de un buen o mal comportamiento energético del edificio y proporcionan información útil sobre los aspectos a tener en cuenta a la hora de proponer recomendaciones que mejoren dicho comportamiento. Los indicadores energéticos principales o global será el correspondiente a las emisiones anuales de CO₂, expresadas en kg/m² de superficie útil del edificio y kWh/m² del edificio. (MINCOTUR, 2013, p. 1)

Los indicadores complementarios serán por orden de prioridad los siguientes:

1. Energía primaria no renovable anual, en kWh/m² del edificio.
2. Energía primaria total anual, en kWh/m² del edificio.
3. Porcentaje de energía primaria anual procedente de fuentes de energías renovables respecto a la energía primaria total anual refiriéndose al autoconsumo.
4. Energía primaria anual procedente de fuentes renovables, en kWh/m² del edificio.
5. Energía primaria total anual separada por usos de calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria e iluminación, en kWh/m² del edificio.
6. Demanda energética anual de calefacción, en kWh/m² de superficie útil del edificio.
7. Demanda energética anual de refrigeración, en kWh/m² del edificio.
8. Emisiones anuales de CO₂, expresadas en kg/m² del edificio, desagregada por usos de calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria e iluminación.
(MINCOTUR, 2013, p. 1)

En esta investigación solo nos centraremos en el apartado de energía primaria ya que no se cuenta con los medios ni el tiempo necesario para obtener información acerca de los apartados de calefacción, refrigeración o agua caliente sanitaria.

3.6.3.2 Cálculo de calificación de eficiencia energética para viviendas

La calificación de eficiencia energética asignada a la vivienda será la correspondiente a los índices de calificación de eficiencia energética obtenidos por el mismo, dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente). En la tabla 2 podrá observarse como se establece en que calificación esta. (MINCOTUR, 2013, p. 4)

Tabla 2 Clasificación de eficiencia energética para viviendas

Calificación energética de la vivienda	Índices de calificación de eficiencia energética
A	$C1 < 0,15$
B	$0,15 \leq C1 < 0,50$
C	$0,50 \leq C1 < 1,00$
D	$1,00 \leq C1 < 1,75$
E	$C1 > 1,75$ y $C2 < 1,00$
F	$C1 > 1,75$ y $1,00 \leq C2 < 1,5$
G	$C1 > 1,75$ y $1,50 \leq C2$

Fuente: Ministerio de Industria, Minería y turismo de España, 2013

Los índices de C1 y C2 son obtenidos mediante las siguientes formulas:

$$C1 = \frac{\left(\frac{I_o}{I_r} R\right) - 1}{2(R - 1)} + 0,6$$

Ecuación 1 Formula de C1

Fuente: Ministerio de Industria, Minería y turismo de España, 2013

$$C2 = \frac{\left(\frac{I_o}{I_s} R'\right) - 1}{2(R' - 1)} + 0,5$$

Ecuación 2 Formula de C2

Fuente: Ministerio de Industria, Minería y turismo de España, 2013

Donde:

Io: Son las emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable de la vivienda energética para los servicios de la vivienda como servicios básicos, calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria. (MINCOTUR, 2013, p. 4)

Ir: Corresponde al valor promedio de las emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de la vivienda como servicios básicos, calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria de los edificios nuevos de viviendas. (MINCOTUR, 2013, p. 4)

R: Es el ratio entre el valor de Ir y el valor de emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de la vivienda como servicios básicos, calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10 % de los edificios nuevos de viviendas. (MINCOTUR, 2013, p. 4)

El ratio R será calculado mediante la siguiente ecuación:

$$R = \frac{50\% \text{ de Emisiones de CO}_2 \text{ del consumo de energía eléctrica del sector residencial de SPS}}{10\% \text{ de Emisiones de CO}_2 \text{ del consumo de energía eléctrica del sector residencial de SPS}}$$

Ecuación 3 Ratio de Emisiones de CO₂ por energía eléctrica sector residencial

Fuente: (IDAE, 2009)

Is: Corresponde al valor medio de las emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de la vivienda como: servicios básicos, calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, para el parque existente de edificios de viviendas en el año 2006 ya que se considera que esas viviendas tienen envolventes desgastados y equipos obsoletos. (MINCOTUR, 2013, p. 5)

R': Es el ratio entre el valor Is y el valor de emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de la vivienda como: servicios básicos, calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10% del parque existente de edificios de viviendas en el año 2006. (MINCOTUR, 2013, p. 5)

Los valores de Ir, R, Is, R' correspondientes a las diferentes capitales de provincia se incluyen en el libro reconocido "Escala de calificación energética" elaborado por el gobierno de

España. En el mismo documento se describe el procedimiento para obtenerlos en localidades que no sean capitales de provincia. (MINCOTUR, 2013, p. 5)

Los valores de I_r , R serán calculados específicamente para el sector residencial de la región de San Pedro Sula.

Para esta investigación todos los edificios serán tomados como edificios nuevos debido a la falta de información de las viviendas y sus respectivos años de construcción en San Pedro Sula y por ende, no se podrá calcular I_s y R' . Todas aquellas viviendas con un indicador $C1$ mayor a 1.75 serán calificadas inmediatamente como clase G.

3.6.4 AUDITORIA ENERGÉTICA

(Prada, Muñoz, & Saucedo, 2007) Menciona que una Auditoría Energética es un proceso sistemático mediante el cual se obtiene un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético de un edificio independientemente su rubro para detectar los factores que afectan el consumo de energía e identificar, evaluar y ordenar las distintas oportunidades de ahorro de energía, en función de su rentabilidad. (p. 15)

3.6.5 POLÍTICA ENERGÉTICA

Durante el período 2006-2010, en el esquema de la definición de las tres prioridades para el desarrollo energético nacional establecidas y desarrolladas por la Dirección General de Energía (DGE) particularmente en lo referente a la eficiencia energética, el propósito no solo fue establecer el marco legal para el uso racional de la energía, la promoción de proyectos de eficiencia energética, la organización y educación, sino que también la política energética fue uno de esos ejes fundamentales. La política energética incluye entre sus objetivos la eficiencia energética. En ese sentido, en 2007 se iniciaron las gestiones del financiamiento para realizar los estudios necesarios que permitieran diseñar una política energética sostenible y adaptada a nuestra realidad. Se definieron entonces los términos de referencia para realizar un grupo de consultorías con el fin de formular la política energética y su plan energético nacional a 2030. (CEPAL, 2018, p. 30)

Para definir la política energética de país se consideró que debe encontrarse orientada a la racionalización de los recursos energéticos con que se cuenta y buscar el aseguramiento del suministro de energía para satisfacer la demanda, el mejoramiento en la calidad y cobertura de los servicios y la administración de los recursos naturales no renovables, asegurando una mejor utilización en un contexto de desarrollo sostenible. Una vez identificados el conjunto de problemas del sector, se procedió a redactar los objetivos para contestar la pregunta de lo que se pretende alcanzar en un futuro para darle solución a los problemas planteados. (CEPAL, 2018, p. 30)

Como objetivos generales de la política energética se definieron los siguientes (CEPAL, 2018, p. 30-31):

1. Crear una institución que lidere, facilite, promueva y coordine las actividades de formulación de políticas y planificación energética nacional integral y adecuar los marcos legales de modo compatible con el desarrollo del sector energético y del país en su conjunto.
2. Alcanzar, bajo un enfoque integral, una mayor participación de los recursos energéticos renovables dentro del balance energético y articular un sistema para promover la eficiencia y el uso racional de la energía, reduciendo así la dependencia de los combustibles importados, incrementando considerablemente la participación de generación de electricidad a partir de fuentes renovables y mejorando la sostenibilidad del abastecimiento a largo plazo y de los propios recursos.
3. Asegurar el abastecimiento de hidrocarburos con calidad y diversidad de fuentes, garantizando el desarrollo sostenible, tomando en cuenta la equidad social, la gobernabilidad y el impacto al ambiente.
4. Lograr avances significativos en el acceso de la población rural y urbano-marginal a la energía, en especial a la electricidad, en el marco de estrategias de desarrollo integrado de actividades productivas y de la infraestructura social básica, además de alcanzar una importante mejora en el uso eficiente de la leña y elevar la calidad de vida, al mismo tiempo que la sostenibilidad del abastecimiento dentro energético.

5. Lograr alcanzar, bajo un enfoque integral, una gestión adecuada del sistema de transporte, tanto en el sector público como en el privado, mejorando los sistemas de vialidad, introduciendo medidas de eficiencia y control en el consumo de combustibles y de las emisiones.

Como objetivos específicos para la eficiencia energética se plantearon los siguientes (CEPAL, 2018, p. 30-31):

1. Estructurar un marco legal e institucional adecuado, un sistema de información energética suficiente, así como las normas técnicas que promuevan el ahorro y la eficiencia energética.
2. Lograr la formación y asistencia técnica necesaria para implementar proyectos en eficiencia energética que permitan la existencia de un mercado nacional de eficiencia energética.
3. Lograr alcanzar la percepción de los beneficios de la implementación de las medidas, tecnologías, programas y proyectos de ahorro de energía y eficiencia energética.
4. Facilitar y promover el acceso a financiamiento blando para el desarrollo de proyectos de eficiencia energética. v) Lograr mejorar la eficiencia en el uso de la leña como principal combustible en el sector residencial rural y urbano-marginal.
5. Mejorar el servicio del transporte público y la gestión del ordenamiento y mantenimiento vial, promover la renovación de la flota vehicular y avanzar hacia el uso alternativo de combustibles producidos nacionalmente.

En 2007, fue presentado ante el Congreso Nacional el anteproyecto de Ley de Uso Racional de la Energía y, posteriormente, en 2012, otra iniciativa denominada proyecto de Ley de Eficiencia Energética y Construcción Bioclimática. (CEPAL, 2018, p. 31)

3.5.6 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ÁMBITO NORMATIVO

En el escenario mundial, una buena parte de las normas de eficiencia energética se refiere al consumo energético en edificios. En Honduras existen al menos 15 normas relacionadas con la eficiencia energética. Las normas hondureñas de eficiencia energética se han centrado

en la refrigeración, climatización, lámparas fluorescentes compactas y motores. En la tabla 3 se muestran las normas vigentes en Honduras. Las normas, por definición, no pueden ser obligatorias, a menos que se hagan vía reglamentos. (CEPAL, 2018, p. 29)

El Organismo Hondureño de Normalización (OHN) es, por ley, el organismo público de normalización de Honduras. En la aprobación de las normas adoptadas o aprobadas han participado la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), el Colegio de Ingenieros Mecánicos, Electricistas y Químicos de Honduras (CIMEQH), la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (SERNA), la Secretaría de Industria y Comercio (SIC), el Consejo Empresarial Hondureño para el Desarrollo Sostenible (CEHDES), la Comisión Nacional de Energía (CNE), la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) de los Estados Unidos y la iniciativa privada hondureña. (CEPAL, 2018, p. 29)

Tabla 3 Normas Vigentes en Honduras

	Núm. de referencia	Título	Fecha
1	OHN-10:2011	Eficiencia energética de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas — Etiquetado	2011-03-03
2	OHN-11:2008	Eficiencia energética de refrigeradores electrodomésticos y congeladores electrodomésticos — Límites máximos de consumo de energía	2008-11-07
3	OHN-12:2008	Eficiencia energética de refrigeradores electrodomésticos y congeladores electrodomésticos — Etiquetado	2008-11-07
4	OHN-13:2008	Eficiencia energética de refrigeradores electrodomésticos y congeladores electrodomésticos — Métodos de ensayo	2008-11-07
5	OHN-14:2008	Eficiencia energética de equipos de refrigeración comercial autocontenidos — Límites de los valores de consumo	2008-11-07
6	OHN-15:2008	Eficiencia energética de equipos de refrigeración comercial autocontenidos — Etiquetado	2008-11-07
7	OHN-16:2008	Eficiencia energética de equipos de refrigeración comercial autocontenidos — Métodos de ensayo	2008-11-07
8	OHN-24:2011	Eficiencia energética — Método de ensayo para determinar las medidas de las características eléctricas y fotométricas de las lámparas fluorescentes compactas y circulares de un solo casquillo	2011-03-03
9	OHN-45:2011	Eficiencia energética de acondicionadores de aire tipo ventana, tipo dividido y tipo paquete — Rangos	2011-03-03
10	OHN-46:2011	Eficiencia energética de acondicionadores de aire tipo ventana, tipo dividido y tipo paquete — Etiquetado	2011-03-03
11	OHN-47:2011	Eficiencia energética de acondicionadores de aire tipo ventana, tipo dividido y tipo paquete — Métodos de ensayo	2011-03-03
12	OHN-5:2008	Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 376 kW — Límites, métodos de ensayo y etiquetado	2008-11-07
13	OHN-9:2008	Eficiencia energética de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas — Requisitos	2011-03-03
14	OHN-COPANT1707:2014	Eficiencia energética — Refrigeradores, congeladores y combinados de uso doméstico — Especificaciones y etiquetado	2015-12-15
15	HN-COPANT1712:2014	Eficiencia energética — Máquinas de lavar ropa de uso doméstico — Especificaciones y etiquetado	2015-12-15

Fuente: (Cepal, 2018)

IV. CAPÍTULO 4. METODOLOGIA

En este apartado definimos las variables principales de la investigación, clasificándolas como variables dependientes e independientes. Se tomo como variable dependiente la clasificación energética de la vivienda, siendo este el tema principal de la investigación, y como variables de cuales esta depende serian: Los métodos de eficiencia energética a utilizar, el consumo de energía eléctrica de la residencia y el tamaño de la vivienda dependiendo de la clase social. Así mismo, se denomina la hipótesis y el diseño de la investigación. En el apartado anteriormente mencionado definimos nuestra población como todas las viviendas en la ciudad de San Pedro Sula, nuestra muestra como 3 clases sociales clase media baja, clase media y clase alta y la unidad de análisis serán 3 viviendas, una por cada clase social mencionada. Posterior a esto, se define todos aquellos instrumentos, técnicas procedimientos para realizar la investigación, en este caso, utilizando programas vitales como Excel para los análisis de resultados, cuestionarios o auditorias para los habitantes de la vivienda, entre otras. Por último, se brindaron todas las fuentes de donde se obtuvo la información y los limitantes de la investigación, mayoritariamente la información fue obtenida de libros y documentos emitidos por empresas especializadas en el rubro.

4.1 CONGRUENCIA METODOLOGÍA

El apartado de la congruencia metodológica se utilizará para la planificación de todo lo correspondiente al proyecto que al mismo tiempo puede ser vista como una herramienta de seguimiento del proyecto. En este apartado definiremos programas como la matriz metodológica, hipótesis, fuentes de información, entre otras. En el siguiente segmento como primera etapa de este apartado, definiremos la matriz metodológica del proyecto.

4.1.1 MATRIZ METODOLOGÍA

En la tabla 4 se podrá apreciar toda la secuencia lógica de la investigación brindando información ya conocida y al mismo tiempo definiendo la variable dependiente y las variables independientes del proyecto.

Tabla 4 Tabla Metodológica

Titulo	Problema	Preguntas de investigación	Objetivo		Variable		
			General	Específico	Independiente	Dependiente	
Etiquetado de Eficiencia Energética para Viviendas en Honduras	Alto consumo de energía eléctrica del sector residencial	¿Cuáles son todas aquellas variables necesarias para la elaboración de la guía?	Introducir una guía de etiquetado de eficiencia energética a San Pedro Sula promovida por un incentivo.	Determinar todas aquellas variables necesarias para la elaboración de la guía de eficiencia energética para las viviendas de San Pedro Sula.	Métodos de Eficiencia Energética	Calificación de Eficiencia Energética	
		¿Cuánto sería la inversión requerida para el incentivo por parte del estado y cuál sería el tiempo de retorno de dicha inversión?		Realizar el análisis del incentivo y retorno de la inversión.			Consumo de Energía Eléctrica
		¿Qué medidas de eficiencia energética se pueden utilizar para mejorar la calificación energética de una vivienda, dependiendo la clase social, en San Pedro Sula?		Brindar las medidas de eficiencia energética más adecuadas para las viviendas de San Pedro Sula dependiendo su clase social.			Tamaño de la Vivienda

Fuente: Elaboración Propia

Con toda la información definida, en el siguiente segmento se plantearán todas las variables de manera más simplificada en un diagrama.

4.1.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLES

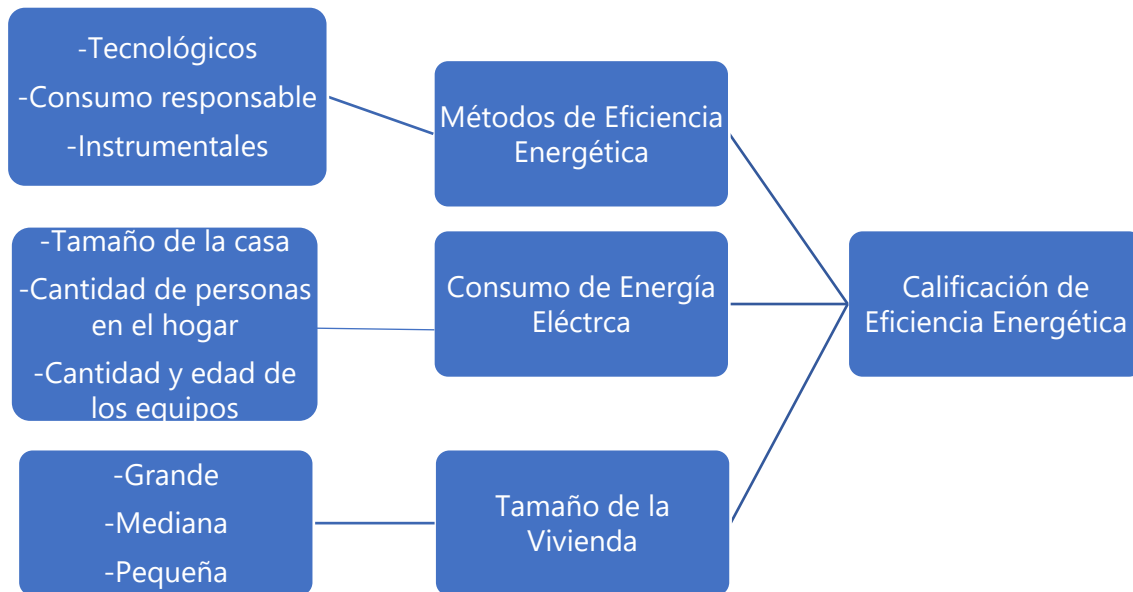


Ilustración 12 Diagrama de Variables

Fuente: Elaboración Propia

Dado que el diagrama está enfocado simplemente en las variables, se pudo expandir un poco más la información de las variables dándonos una mejor idea del contexto del proyecto. Aunque en la variable de medidas de eficiencia energética definimos características, para este proyecto nos enfocaremos solamente en las medidas de carácter tecnológico.

4.1.3 HIPÓTESIS

H1: El ahorro energético proveniente de las viviendas al mejorar su clasificación energética será suficiente para recuperar la inversión con respecto al incentivo monetario efectuado por el gobierno.

Ho: El ahorro energético proveniente de las viviendas al mejorar su clasificación energética no será suficiente recuperar la inversión con respecto al incentivo monetario efectuado por el gobierno.

4.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

La presente investigación tendrá un enfoque metodológico en su mayor parte cuantitativo debido a que todos los métodos que se utilizarán serán medibles y tendrán como propósito mostrar resultados de carácter estadístico además de enfocarse en contestar la hipótesis de manera objetiva. El enfoque cualitativo estará presente en una magnitud menor ya que se tendrá que observar y preguntar a las personas de algunas viviendas cuáles son sus hábitos y patrones de consumo de energía eléctrica con la finalidad de obtener datos para la realización de nuestro método cuantitativo.

4.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.3.1 POBLACIÓN

La población de esta investigación estará enfocada en la densidad de viviendas que se encuentran en San Pedro Sula. San Pedro Sula tiene una cantidad aproximada de viviendas de 115,675 para el año 2019, número obtenido mediante estimaciones de viviendas con la plataforma Google Earth Pro.

4.3.2 MUESTRA

Para el propósito de esta investigación se tomará como muestra solamente 3 clases sociales siendo estas clase Media-Baja, Clase Media, y Clase Alta. La clase baja no se tomó en cuenta debido a que sus consumos son relativamente bajos para ser representativo, a cantidad de mejoras que se puede aplicar son muy limitadas.

4.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

Como unidad de análisis se optó 3 casas modelo específicamente escogidas, una por cada clase social: La primera vivienda clase alta con un consumo de energía eléctrica mayor a 900 kWh, la segunda vivienda clase media con un consumo de energía eléctrica entre 450 a 700 kWh y la tercera vivienda clase media baja con un consumo de energía eléctrica entre 200 a 400 kWh. Necesitamos estos 3 escenarios debido a que los consumos son diferente dependiendo la clase social en la que se encuentre y así poder proyectar un mejor resultado en la población total.

4.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA

En la investigación se manejará varias unidades de respuestas entre ellas están:

1. Consumo y ahorro de energía eléctrica kWh
2. Ahorro monetario Lempiras y dólares
3. Incentivo monetario Lempiras y dólares
4. Consumo de kWh por metro cuadrado kWh/m²
5. Kilogramos de CO₂ por metro cuadrado kgCO₂/m²

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

4.4.1 INSTRUMENTOS

La herramienta primordial a utilizar en la investigación será el programa Excel debido a que será ahí donde se registraran todos los datos obtenidos de los usuarios de las viviendas seleccionadas y en base a ellos, se realizaran los análisis de ahorros de energía eléctrica mediante métodos de eficiencia energética, el análisis de impacto en energía eléctrica y dinero que causara a la matriz energética del país y el análisis del incentivo, su recuperación y beneficio. Para el levantamiento de equipos y conocimiento general de consumos de energía eléctrica se realizó una encuesta que podrá observarse a continuación:

Encuesta: Eficiencia Energética en San Pedro Sula

La finalidad de la presente encuesta, forma parte de una investigación para realizar una guía de etiquetado en eficiencia energética para las viviendas de San Pedro Sula. La información a reunir consta de fines académicos para la clase de Fase I de Proyecto, por lo que solicitamos de su amable colaboración en proporcionar la siguiente información que se le presenta.

Edad

16-21 años ____

31-45 años ____

58 en adelante ____

22-30 años ____

46-57 años ____

1. ¿Cuántas personas viven en su hogar?

Dos ____

Cuatro ____

Tres ____

Cinco en adelante ____

2. Por favor, mencione la cantidad total de cada uno de los elementos electrónicos que posee en su hogar. Marque con una "X" en caso de no poseer tal aparato.

Aparato	Cantidad de unidades
Televisión	
Refrigerador	
Ordenador	
Microondas	
Móvil	
Horno	
Estufa	
Plancha	
Licuada	
Aire acondicionado	

Aparato	Unidades
Ducha	
Lavadora	
Equipo de Videojuegos	
Equipo de sonido	
Router	
Focos	
Otro:	

3. Por favor, mencione las horas de uso al día que le da a cada uno de los elementos electrónicos que posee en su hogar. Marque con una "X" en caso de no poseer tal aparato.

Aparato	Horas de uso al día
Televisión	
Refrigerador	
Ordenador	
Microondas	
Móvil	
Horno	
Estufa	
Plancha	
Licuadaora	
Aire acondicionado	
Ducha	
Lavadora	
Equipo de Videojuegos	
Equipo de sonido	
Router	

Aparato	Unidades
Focos	
Otro:	

4. ¿Qué tipo de iluminación posee su hogar?

Iluminación LED ____ Iluminación Fluorescente ____

Iluminación incandescente ____

Otro: _____

5. ¿Suele desconectar los elementos electrónicos cuando no los necesita?

Siempre ____ A veces ____ Nunca ____

6. Cuando sale de casa, ¿procura apagar electrodomésticos y luces de su hogar?

Siempre ____ A veces ____ Nunca ____

7. ¿Cuál es el promedio del consumo mensual de electricidad en su hogar kWh?

Entre 200-400 kWh ____ Mayor a 900 kWh ____

Entre 450-700 kWh ____

Cantidad específica: _____

8. Nivel de ingresos de la familia

Menos de L. 18,000 ____

Entre L. 20,000 a L. 30,000 ____

Entre L. 31,000 a L. 50,000 ____

Entre L. 51,000 en adelante ____

Todos los datos recibidos de estas encuestas se mostrarán ya tabulados en tablas posteriores de la investigación

4.4.2 TÉCNICAS

Para la obtención de datos se utilizará pequeñas entrevistas con los usuarios de las viviendas seleccionadas. Debido a que lo necesitamos son los consumos diarios de energía eléctrica de la vivienda, debemos involucrarnos directamente con el usuario para poder conocer los patrones de consumo de energía eléctrica.

4.4.3 PROCEDIMIENTOS

En la tabla numero 5 podremos apreciar el cronograma de trabajo llevado a cabo para la calificación en eficiencia energética de las viviendas.

Tabla 5 Cronograma de Trabajo

Etapas	Cronograma de Trabajo										
	11 nov	12 nov	13 nov	14 nov	15 nov	16 nov	17 nov	18-19 nov	20-21 nov	22 nov	
Tiempo											
Estimación de la cantidad de viviendas por clase social de SPS	■	■									
Elaboración de promedios de áreas de viviendas por clase social de SPS		■	■								
Elaboración de promedios de consumos de energía eléctrica por clase social de SPS			■	■							
Elección de las casas a calificar (1 por clase social)					■	■					
Entrevista al Usuario					■	■	■	■			
Calificación de las viviendas en eficiencia energética							■	■	■		
Proponer las opciones de mejora							■	■	■		
Análisis de impacto a la matriz energética con respecto a la reducción de consumo de energía eléctrica en SPS									■	■	
Análisis del Incentivo y retorno de la Inversión									■	■	

Fuente: Elaboración Propia

4.4.4 FUENTE DE INFORMACIÓN

A continuación, se expondrán todas aquellas fuentes primarias y secundarias de donde se obtuvieron todos los datos históricos y actuales utilizados en el marco teórico y análisis de resultados.

4.4.5 FUENTES PRIMARIAS

La presente investigación utiliza en su mayoría reportes de instituciones como la CEPAL, ACEEE, Libros de Eficiencia Energética, documentos oficiales elaborados por entes gubernamentales de varios países, páginas de internet con información elaborada por expertos del rubro y emitidos por entidades competentes y tesis relacionados al tema originados de países diversos. Encuestas aplicadas a una cantidad de personas dentro la población escogida.

4.4.6 FUENTES SECUNDARIAS

Algunas de otras fuentes utilizadas para el desarrollo de la investigación fueron: Revistas científicas emitidas por organizaciones oficiales y expertas en el rubro, artículos de periódico elaborados por expertos en el tema, empresas oficiales o entidades gubernamentales.

4.5 LIMITANTES DEL ESTUDIO

La principal limitante de la investigación es el tiempo en la que se debe ejecutar ya que no es posible hacer un estudio tan extenso ni preciso dentro de la duración de la clase. Otras limitantes fueron faltas de información con fuentes confiables, y dificultades de transporte para la obtención de algunos datos para el análisis de resultados como la cantidad de viviendas por clase social o promedios de consumo de energía eléctrica ya que la municipalidad de San Pedro Sula y ENEE no compartieron sus datos, la obtención de datos por parte los usuarios debido a que son datos personales y quieren proteger su información por lo cual no se mostró datos de potencia y equipos específicos, encontrar a las personas que me brindaran el permiso para entrar a sus casas a realizar el perfil de carga de la vivienda.

V. CAPÍTULO 5. RESULTADOS

Para la clasificación en eficiencia energética de una vivienda se necesitó lo siguiente: El primer paso a dar es realizar una visita física al edificio que queremos calificar para poder hacer un levantamiento de todos aquellos aparatos que consuman energía eléctrica además de realizar la medición del área total de la vivienda en m². El segundo paso sería obtener el perfil de carga de la vivienda para poder obtener los consumos de energía eléctrica en kWh diario y con ello, lograr realizar una aproximación de consumo de energía eléctrica anual. Con esos datos extraídos se procedió a obtener todos los datos de promedios y variables para el sector residencial de San Pedro Sula que necesitaremos para nuestra ecuación con la intención de obtener un valor que estará dentro de los rangos expuestos en el segmento 3.6.3.2 cálculo de calificación de eficiencia energética para edificios designados a viviendas, dependiendo de el podemos ver en la tabla cual es la clasificación energética de la vivienda. Con la clasificación de eficiencia energética brindada, se realizó un análisis de cuanto energía eléctrica en kWh disminuiría en caso de mejorar su clasificación energética y como esto impactaría directamente a la demanda de energía eléctrica del sector residencial de Honduras, además de analizar si es factible brindar un incentivo de rebajar 0.02 centavos de dólar en la venta de energía eléctrica para los hogares que mejoren su calificación energética.

5.1 CÁLCULO DE CANTIDAD DE VIVIENDAS EN SAN PEDRO SULA

Para la estimación de toda la cantidad de viviendas en San Pedro Sula se utilizó la herramienta Google Earth Pro en la cual se seleccionaba las colonias o residenciales y se media el área total de la misma como podremos observar en la ilustración 13.

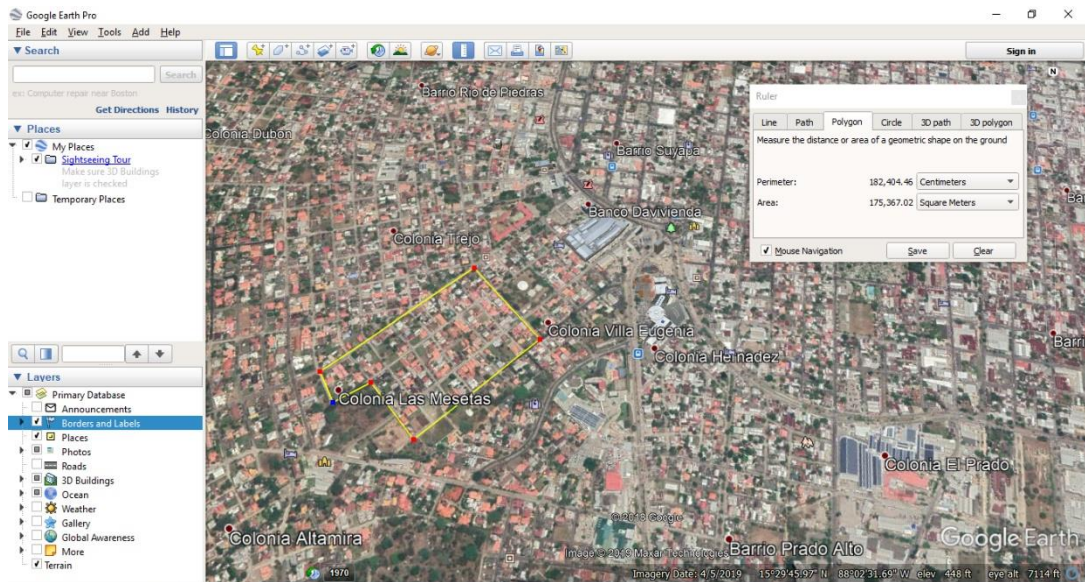


Ilustración 13 Medición de Área de Colonia o Residencial

Fuente: Google Earth Pro

Ya con el área total obtenida, se tomaba un área muestral dentro del área total que abarcara una cantidad considerable de viviendas con sus respectivas calles como la muestra la ilustración 14.

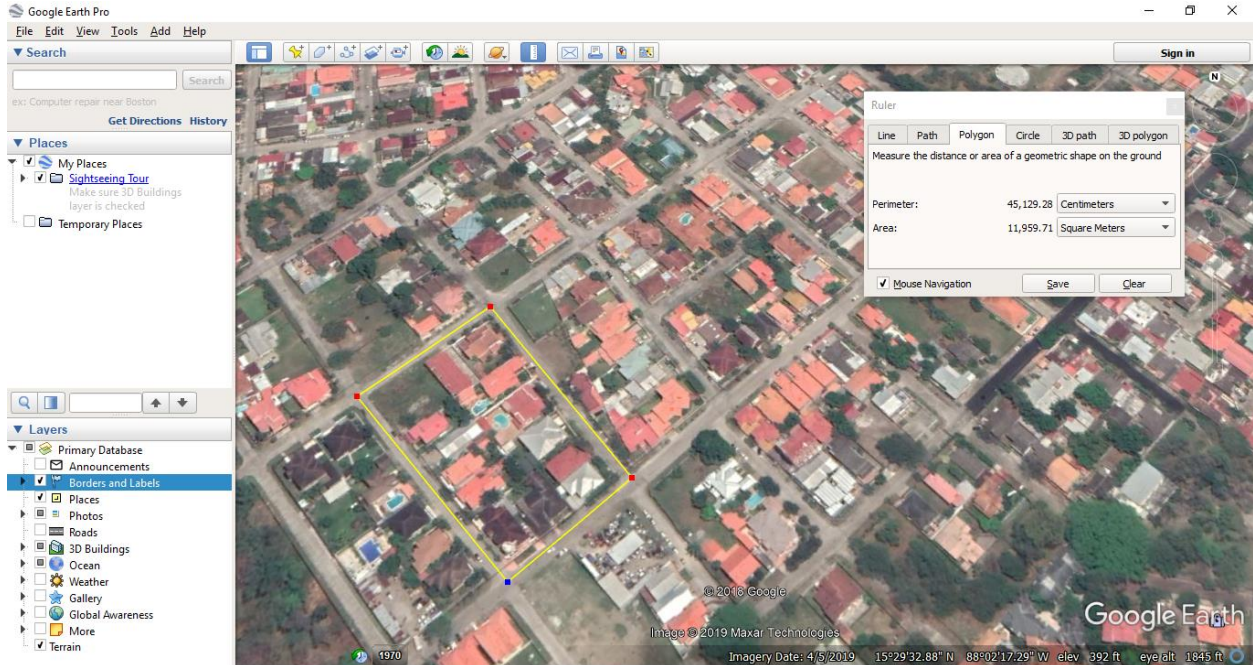


Ilustración 14 Área Muestral

Fuente: Google Earth Pro

Por último, ya con ambas áreas obtenidas y la cantidad de viviendas dentro área muestral se pudo obtener cuantos hogares cabían dentro del área total haciendo una relación con los datos. Todas las colonias se dividían por la clase social en la cual se encontraban y no se tomaron en cuenta las áreas como los bordos los cuales no facturan su energía consumida. La cantidad de viviendas por clase social podrá observarse en la tabla 6.

Tabla 6 Viviendas Divididas por Clase Social

Clase Social	Cantidad de Viviendas
Baja	41,717
Media-Baja	28,766
Media	38,707
Alta	6,485

Fuente: Elaboración Propia

Con esto podemos proceder a obtener el área promedio de una vivienda en San Pedro Sula necesarios para cálculos posteriores.

5.2 CÁLCULO DE PROMEDIO DE ÁREA DE UNA VIVIENDA EN SAN PEDRO SULA

Para este apartado se utilizó la herramienta Google Earth Pro para obtener el área de 5 casas diferentes por cada clase social, las viviendas fueron escogidas al azar de varias colonias o residenciales que correspondan a la clase social mencionada. En la ilustración 15 podrá observarse un ejemplo de obtención de área de una vivienda.

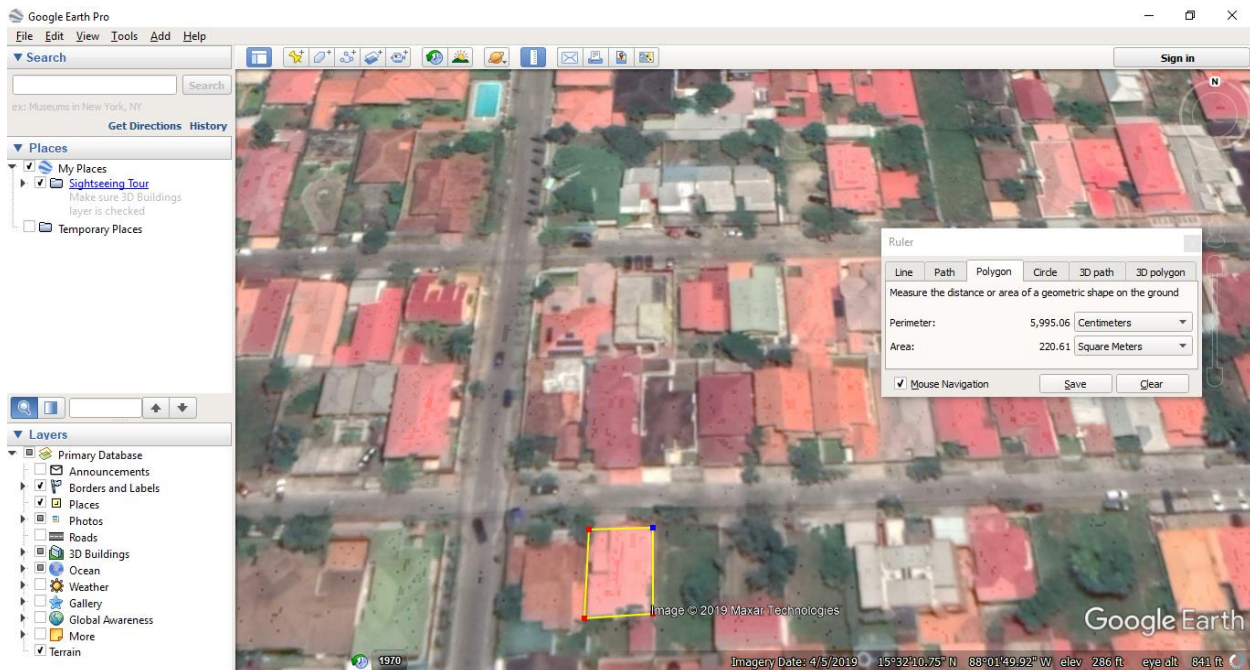


Ilustración 15 Ejemplo Obtención de Área de una Vivienda

Fuente: Google Earth Pro

En total se midieron 20 viviendas, 5 por cada clase social, y los promedios obtenidos de área fueron los mostrados en la tabla 7:

Tabla 7 Promedios de Área de Viviendas por Clase Social

Clase Social	Promedio en m ²
Baja	50
Media-Baja	138.36
Media	196.702
Alta	325.09

Fuente: Elaboración Propia

Con el área obtenida procedemos a obtener el consumo promedio de energía eléctrica de una vivienda en San Pedro Sula necesario para cálculos posteriores.

5.3 CÁLCULO DE PROMEDIO DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UNA VIVIENDA DEN SAN PEDRO SULA

Para la obtención de un promedio de consumo eléctrico mensual por vivienda, se solicitud al usuario un recibo de energía eléctrica. Se tomaron 5 consumos de energía eléctrica por cada clase social y los promedios de ellos podrá verse en la tabla 8.

Tabla 8 Promedios de Energía mensual de una Vivienda en San Pedro Sula por Clase Social

Clase Social	Promedio de Energía en kWh
Baja	163
Media-Baja	289
Media	511.2
Alta	1152.4

Fuente: Elaboración propia

5.4 CÁLCULO DE PROMEDIOS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICO POR M² DE UNA VIVIENDA EN SAN PEDRO SULA

Teniendo los 2 datos anteriormente mencionados, podemos obtener nuestro promedio de consumo de energía eléctrica por m² de una vivienda divida por cada clase social. Los promedios obtenidos pueden observarse en la tabla 9.

Tabla 9 Promedio de Consumo de Energía Eléctrica por m² de una Vivienda en San Pedro Sula por Clase Social

Clase Social	Promedio de kWh/ m ²
Baja	16.45412026
Media-Baja	25.0650477
Media	31.18626145
Alta	42.53837399

Fuente: Elaboración propia

Con todos los datos obtenidos en todas las secciones actuales, podemos proceder a calcular el ratio de emisiones de CO₂ de energía eléctrica del sector residencial de San Pedro Sula, necesario para el cálculo de calificación energética.

5.5 CÁLCULO DE RATIO DE EMISIONES DE CO₂ DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL SECTOR RESIDENCIAL DE SAN PEDRO SULA

Para este cálculo se necesita la cantidad de emisiones solamente por energía eléctrica emitidas por las viviendas así que con la totalidad de casas obtenidas mediante el método descrito la sección 5.1, podemos estimar la cantidad de energía eléctrica consumida por este sector multiplicando las viviendas por clase social con los promedios de consumo de energía eléctrica obtenidos en la sección 5.3. Con el dato de energía total consumida por el sector residencial podemos obtener la cantidad de emisiones de CO₂ utilizando el factor de conversión el cual nos dice que 1kWh es equivalente a 0.35 Kg de CO₂. Con las emisiones obtenidas podemos encontrar el Ratio utilizado en la fórmula de calificación energética. El desarrollo de la obtención de estos datos puede observarse en la tabla 10.

Tabla 10 Calculo de Ratio de Emisiones de CO₂ de Energía Eléctrica Sector Residencial SPS

Total Viviendas	Total Energia(kWh)	Area Total Sector Residencial(m ²)	Emisiones de CO ₂ por metro cuadrado SPS	Factor de conversión	Total Emisiones Kg CO ₂	Total Emisiones Kg CO ₂ /Año)	Ratio de Emisiones de SPS
115,675.00	43,421,659.40	12,512,681.14	16.03238061	0.385	16717338.87	200,608,066.43	5

Fuente: Elaboración Propia

5.6 PRECIO DE LOS EQUIPOS

A continuación, se podrá observar en la tabla 12 todos los precios correspondientes de todos los equipos que serán utilizados para el apartado de propuestas de mejora para cada vivienda, cabe resaltar que los equipos de aire acondicionado ya tienen el precio de instalación incluido. Para el cambio de dólar a lempira se está usando el factor de conversión actual que es 24.62 Lempiras por 1 dólar y desde este segmento en adelante se utilizara ese valor para el cambio de moneda. Todas las cotizaciones de estos equipos podrán verse en la sección de anexos.

Tabla 11 Equipos para Propuestas de Mejoras

Equipo	Precio Lps	Precio USD	Vida Útil
Aire Acondicionado 12,000 BTU SEER 25	L 15,556.00	\$ 631.84	12 años
Aire Acondicionado 18,000 BTU SEER 25	L 20,711.00	\$ 841.23	12 años
Refrigeradora Samsung Eficiente	L 15,000.00	\$ 609.26	12 años
Estufa de Gas	L 5,300.00	\$ 215.27	15 años
Lampara Led 4W	L 61.00	\$ 2.48	6 años

Fuente: Elaboración Propia

5.7 CALIFICACIÓN DE VIVIENDAS

Con todos los datos obtenidos en los segmentos anteriores, tenemos lo necesario para poder calificar las viviendas las cuales serán 3. Los factores de carga aplicados se tomaron del grupo, Eléctrica Aplicada y los desconocidos se tomaron como 1. A continuación, se desarrollará las 3 diferentes clasificaciones para cada vivienda de diferente clase social.

5.7.1 VIVIENDA DE CLASE MEDIA-BAJA

En la tabla 12 se brindará todas las características de la vivienda de clase Media-baja con el propósito de brindarle una calificación energética.

Tabla 12 Clasificación de Vivienda Clase Media-Baja

Vivienda 1	
Fecha de Calificación	11/19/2019
Clase Social	Media Baja
Área del Hogar	142.22
Consumo de Energía Eléctrica Anual (kWh/año)	4248
Consumo de kWh/m ²	29.86921671
Cobro Primeros 50 kWh	L 3.87
Cobro resto de kWh	L 5.03
Cobro Solamente por energía	L 20,681.06
Factor de Conversión a CO ₂	0.35
Emisiones de CO ₂ anuales	1635.48
Ratio de Emisiones de CO ₂ SPS	5
Promedio de Consumo de energía Eléctrica utilizada (kWh/m ²)	25.05
Valor obtenido de la formula C1	1.220239938
Calificación	D

Fuente: Elaboración Propia

La vivienda numero 1 cuenta solamente con 1 aire acondicionado, todos los electrodomésticos de cocina, así como demás de entretenimiento. Cuenta con un consumo bastante apegado al promedio de consumos de energía eléctrica de casas de clases social Media-Baja por lo cual su calificación es D siendo esta la clasificación más neutra. Sin embargo, hay opciones de mejora en cuanto a tecnología, y con mediante el ahorro que esto nos brindaría, podremos ver si sube la

escala de calificación energética. A continuación, podremos observar en la ilustración 16 el balance de energía de la vivienda de clase media-baja.

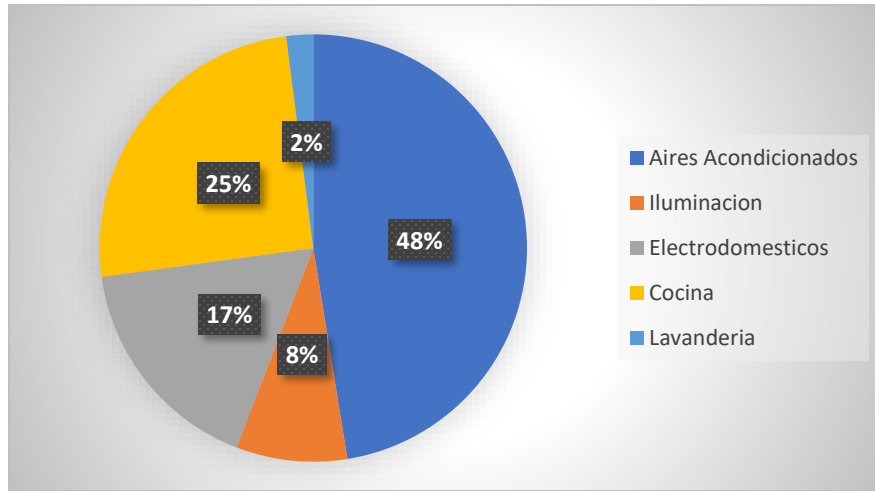


Ilustración 16 Balance de Energía Vivienda Clase Media-Baja

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar el área de aire acondicionado es la que más consume y será en la que nos enfocaremos principalmente, sin embargo, se puede mejorar el área de iluminación también debido que cuenta con algunas bombillas incandescentes así mismo se propondrá un cambio de estufa por una de gas. A continuación, veremos la situación actual de iluminación y aire acondicionado seguido de las propuestas de mejoras para estos sectores al igual que la inversión y periodo de retorno de la inversión.

5.7.1.1 Situación Actual de Iluminación

A continuación, observaremos en la tabla 13 todas las lámparas instaladas actualmente en la vivienda.

Tabla 13 Equipos de iluminación Actuales Vivienda Clase Media-Baja

Sector	Equipo	Cantidad	Potencia kW	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo en kWh/día	Consumo en kWh/Mes	Consumo en kWh/Mes grupo	Costo con Tarifa Noviembre 2019	Costo Anual
Iluminación Actual	Bombilla Fluorescente 1	1	0.023	4	0.9	0.0828	2.484	29.736	L	1,795.94
	Bombilla Fluorescente 2	1	0.023	6	0.9	0.1242	3.726			
	Bombilla Fluorescente 3	1	0.023	1	0.9	0.0207	0.621			
	Bombilla Fluorescente 4	1	0.023	1	0.9	0.0207	0.621			
	Bombilla Fluorescente 5	1	0.023	7	0.9	0.1449	4.347			
	Bombilla Fluorescente 6	1	0.02	7	0.9	0.126	3.78			
	Bombilla Fluorescente 7	1	0.023	4	0.9	0.0828	2.484			
	Bombilla Fluorescente 8	1	0.023	6	0.9	0.1242	3.726			
	Bombilla Fluorescente 9	1	0.023	1	0.9	0.0207	0.621			
	Bombilla Fluorescente 10	1	0.023	6	0.9	0.1242	3.726			
	Bombilla Incandescente	1	0.06	1	1	0.06	1.8			
Bombilla Incandescente	1	0.06	1	1	0.06	1.8				

Fuente: Elaboración propia

Con los consumos anteriormente expuestos, ahora se hará la propuesta de mejoras en la que consta de cambiar todas las lámparas por tecnología led.

5.7.1.2 Propuestas de Mejora iluminación Vivienda Clase Media-Baja

A continuación, observaremos en la tabla 14 como sería el consumo de energía eléctrica en caso de instalarse la tecnología mencionada anteriormente.

Tabla 14 Propuesta de Mejora en iluminación Vivienda Clase Media-Baja

Sector	Equipo	Cantidad	Potencia kW	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo en kWh/día	Consumo en kWh/Mes	Consumo en kWh/Mes grupo	Costo con Tarifa Noviembre 2019	Costo Anual
Iluminación Propuesta	Bombilla Led 1	1	0.004	4	0.9	0.0144	0.432	4.86	L	293.52
	Bombilla Led 2	1	0.004	6	0.9	0.0216	0.648			
	Bombilla Led 3	1	0.004	1	0.9	0.0036	0.108			
	Bombilla Led 4	1	0.004	1	0.9	0.0036	0.108			
	Bombilla Led 5	1	0.004	7	0.9	0.0252	0.756			
	Bombilla Led 6	1	0.004	7	0.9	0.0252	0.756			
	Bombilla Led 7	1	0.004	4	0.9	0.0144	0.432			
	Bombilla Led 8	1	0.004	6	0.9	0.0216	0.648			
	Bombilla Led 9	1	0.004	1	0.9	0.0036	0.108			
	Bombilla Led 10	1	0.004	6	0.9	0.0216	0.648			
	Bombilla Led 11	1	0.004	1	0.9	0.0036	0.108			
	Bombilla Led 12	1	0.004	1	0.9	0.0036	0.108			

Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar una reducción clara en el consumo de energía eléctrica y lo reflejaremos en tabla 15 junto con el periodo de retorno y el ahorro tanto energético como monetario.

Tabla 15 Ahorros y Periodo de Retorno en iluminación Vivienda Clase Media-Baja

Área de Iluminación									
Ahorro en Energía Mensual kWh/Mes	Ahorro de Energía Anual kWh/Año	Ahorro Mensual Lps	Ahorro Mensual \$	Ahorro Anual Lps	Ahorro Anual \$	Porcentaje de Ahorro	Inversión Total Lps	Inversión Total \$	Retorno de la Inversión
24.876	298.512	L 125.20	\$ 5.09	L 1,502.41	\$ 61.02	84%	732	\$ 29.71	L 0.49

Fuente: Elaboración propia

Con los datos expuestos en la tabla 15 tenemos que con el cambio de tecnología obtenemos un ahorro del 84% con respecto a la tecnología actual y con un periodo de retorno se da en medio año haciéndolo muy beneficioso para el usuario.

5.7.1.3 Sistema de Aires Acondicionados Actual clase Media-Baja

A continuación, observaremos en la tabla 16 el sistema de aire acondicionado instalado actualmente en la vivienda.

Tabla 16 Sistema de Aire Acondicionado Actual en la Vivienda Clase Media-Baja

Sector	Equipo	Cantidad	Potencia kW	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo en kWh/día	Consumo en kWh/Mes	Consumo en kWh/Mes grupo	Costo con Tarifa Noviembre 2019	Costo Anual
Aires Acondicionados Actuales	A/C 1 ComfortStar SEER 10 12,000 BTU/h	1	1.4	4	1	5.6	168	168 L	845.54	L 10,146.53

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar el equipo actual ya es algo antiguo, así que a continuación, brindare la propuesta para sustitución de este equipo.

5.7.1.4 Propuesta de Mejora para Sistema de Aire Acondicionado Vivienda Clase Media-Baja

El equipo propuesto será de la tecnología más eficiente que puede encontrarse en San Pedro Sula siendo este un Aire Acondicionado Comfort Star SEER 25. En la siguiente 17 podremos observar el perfil de carga de aire acondicionados con la sustitución ya hecha del equipo.

Tabla 17 Mejora de Aire Acondicionado para Vivienda Clase Media-Baja

Sector	Equipo	Cantidad	Potencia kW	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo en kWh/día	Consumo en kWh/Mes	Consumo en kWh/Mes grupo	Costo con Tarifa Noviembre 2019	Costo Anual
Aires Acondicionados Propuestos	A/C 1 ComfortStar SEER 25 12,000 BTU/h	1	0.55	4	1	2.2	66	66 L	332.18	L 3,986.14

Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar un ahorro energético y monetario bastante sustancial con respecto al equipo anterior y se reflejara mejor en la tabla 18 que contiene dicho ahorro, la inversión y la recuperación de la misma.

Tabla 18 Ahorros y Recuperación de la Inversión Vivienda Clase Media-Baja

Área de Aires Acondicionados									
Ahorro en Energía Mensual kWh/Mes	Ahorro de Energía Anual kWh/Año	Ahorro Mensual Lps	Ahorro Mensual \$	Ahorro Anual Lps	Ahorro Anual \$	Porcentaje de Ahorro	Inversión Total Lps	Inversión Total \$	Retorno de la Inversión
102	1224	L 513.37	\$ 20.85	L 6,160.39	\$ 250.22	61%	L 15,556.00	\$ 631.84	L 2.53

Fuente: Elaboración Propia

El valor del equipo es de 13,506 lempiras, pero gracias al ahorro que obtendremos desde el primer mes de 513 lempiras la recuperación de la inversión se da en menos de un año. Con la disminución de energía de 102 kWh, veremos cuanto sube la calificación energética. Cabe destacar que ya tiene incluido el precio de instalación por el equipo.

5.7.1.5 Sector Cocina Vivienda Clase Media-Baja

Para el sistema de electrodomésticos se decidió realizar un cambio de estufa a una de gas debido que sale mucho más rentable, los gastos de la compra de gas serán incluidos junto con el precio total de la factura eléctrica. Dicho gasto será de 100 lempiras mensuales dado que el contenedor de gas tiene un valor de 300 lempiras y tiene una duración de 3 meses lo que lleva a un gasto anual de 1200 lempiras que serán incluidos en el cobro total. A continuación, se mostrará en la tabla 19 los electrodomésticos actuales:

Tabla 19 Electrodomésticos Cocina Actuales Vivienda Clase Media-Baja

Sector	Equipo	Cantidad	Potencia kW	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo en kWh/día	Consumo en kWh/Mes	Consumo en kWh/Mes grupo	Costo con Tarifa Noviembre 2019	Costo Anual
Cocina	Estufa Eléctrica	1	2.5	1.5	0.5	1.875	56.25	88.9625	L 447.75	L 5,372.98
	Licudadora	1	0.35	0.083333333	1	0.029166667	0.875			
	Refrigerador	1	0.037638889	24	1	0.903333333	27.1			
	Microondas	1	1.05	0.083333333	0.9	0.07875	2.3625			
	Cafetera	1	0.95	0.083333333	1	0.079166667	2.375			

Fuente: Elaboración propia

Dado que solo usan 2 quemadores a la hora de la cocina, se consideró un factor de carga de 0.5. En el siguiente segmento se enumerará el ahorro y la inversión del equipo junto con el retorno de la inversión.

5.7.1.6 Propuestas para Sector Cocina Vivienda Clase Media-Baja

En la tabla 20 podremos observar el equipo por el cual planeamos sustituir la estufa eléctrica con la que actualmente cuenta la vivienda.

Tabla 20 Electrodomésticos Cocina propuestos Vivienda Clase Media-Baja

Sector	Equipo	Cantidad	Potencia KW	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo en kWh/día	Consumo en kWh/Mes	Consumo en kWh/Mes grupo	Costo con Tarifa Noviembre 2019	Costo Anual
Cocina	Estufa de Gas	1	0	0	0	0	0	32.7125	L 164.64	L 1,975.70
	Licuadaora	1	0.35	0.083333333	1	0.029166667	0.875			
	Refrigerador	1	0.037638889	24	1	0.903333333	27.1			
	Microondas	1	1.05	0.083333333	0.9	0.07875	2.3625			
	Cafetera	1	0.95	0.083333333	1	0.079166667	2.375			

Fuente: Elaboración Propia

5.7.1.7 Ahorro y Retorno de la Inversión

En la tabla 21 se reflejará la inversión el retorno y el porcentaje de ahorro con respecto a todo el sector de electrodomésticos de cocina:

Tabla 21 Electrodomésticos Cocina Propuestos Vivienda Clase Media-Baja

Área Electrodomésticos de Cocina									
Ahorro en Energía Mensual kWh/Mes	Ahorro de Energía Anual kWh/Año	Ahorro Mensual Lps	Ahorro Mensual \$	Ahorro Anual Lps	Ahorro Anual \$	Porcentaje de Ahorro	Inversión Total Lps	Inversión Total \$	Retorno de la Inversión
56.25	675	L 283.11	\$ 11.50	L 3,397.28	\$ 137.99	63%	L 5,300.00	\$ 215.27	L 1.56

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar el ahorro mensual de aproximadamente 283 Lps, nos da la oportunidad de recuperar la inversión de poco más de 1 año y medio lo que hace muy factible ya que ese número está muy por debajo de la vida útil del aparato.

5.7.1.8 Calificación Energética Después de las Mejoras Vivienda Clase Media-Baja

Luego de la implementación de las medidas de eficiencia energética, se pudo obtener un claro ahorro en el consumo de energía del hogar, ya con estos resultados veremos cuanto sube su calificación en la escala energética en la tabla 22.

Tabla 22 Calificación Posterior a las Mejoras Vivienda Clase Media-Baja

Vivienda 1	
Fecha de Calificación	11/19/2019
Clase Social	Media Baja
Área del Hogar	142.22
Consumo de Energía Eléctrica Anual (kWh/año)	2674.488
Consumo de kWh/m ²	18.80528758
Cobro Primeros 50 kWh	L 3.87
Cobro resto de kWh	L 5.03
Cobro por energía + gas	L 13,961.58
Factor de Conversión a CO ₂	0.35
Emisiones de CO ₂ anuales	1029.67788
Ratio de Emisiones de CO ₂ SPS	5
Promedio de Consumo de energía Eléctrica utilizada (kWh/m ²)	25.05
Escala Calificación Energética	0.944193802
Calificación	C

Fuente: Elaboración Propia

La vivienda subió su calificación a C gracias al ahorro energético proporcionado por los nuevos equipos más eficientes.

5.7.2 VIVIENDA DE CLASE MEDIA

En la tabla 23 se brindará todas las características de la vivienda de clase media con el propósito de brindarle una calificación energética.

Tabla 23 Clasificación de Vivienda Clase Media

Vivienda 2	
Fecha de Calificación	11/17/2019
Clase Social	Media
Área del Hogar	182.63
Consumo de Energía Eléctrica Anual (kWh/año)	7757
Consumo de kWh/m ²	42.47385424
Cobro Primeros 50 kWh	L 3.87
Cobro resto de kWh	L 5.03
Cobro Solamente por Energía	L 38,341.86
Factor de Conversión a CO ₂	0.35
Emisiones de CO ₂ anuales	2986.445
Ratio de Emisiones utilizado	L 5.00
Promedio de Consumo de Energía Eléctrica utilizada (kWh/m ²)	L 31.18
Valor obtenido con la formula C1	1.326384185
Calificación	D

Fuente: Elaboración Propia

La vivienda numero 2 cuenta con múltiples aires acondicionados, todos los electrodomésticos básicos, iluminación en todos los espacios del hogar y un área de lavandería. Podemos apreciar en la tabla 2, Calificación de eficiencia energética para viviendas, que su calificación anda un término regular con la letra D, dándonos a entender que no es tan eficiente ni tan ineficiente. Con las mejoras propuesta en la siguiente sección veremos cuanto ahorro le producirá al usuario y veremos si mejora su calificación energética. A continuación, observaremos en la ilustración 17 cuales son las áreas que más consumen dentro de la vivienda.

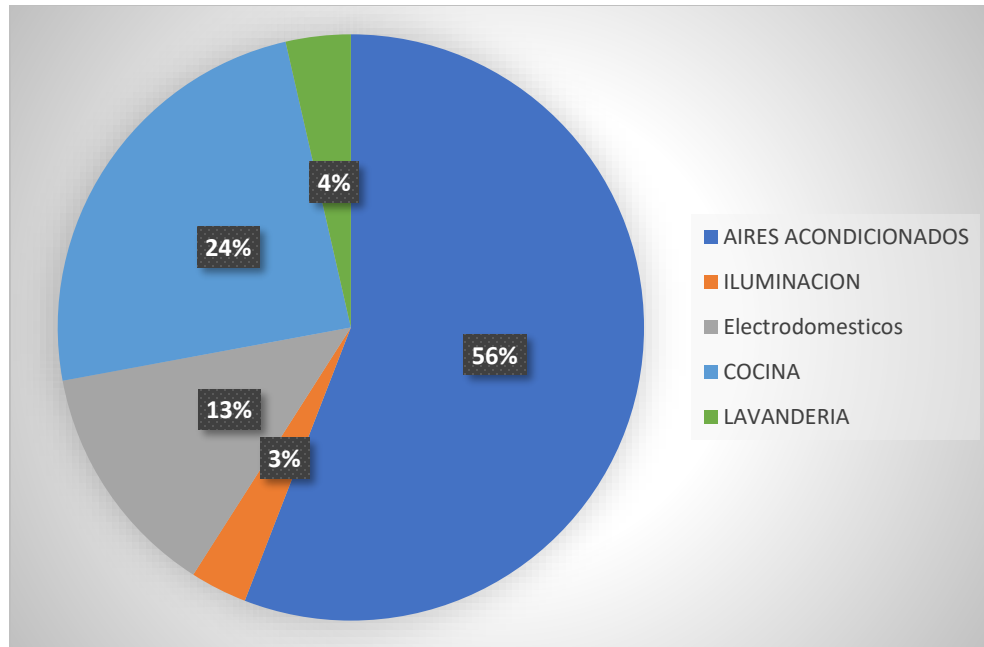


Ilustración 17 Balance de Energía para Vivienda Clase Media

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en el balance de energía el área de aires acondicionados es el centro de consumo de la vivienda, por lo tanto, será el área principal en el cual enfocaremos nuestras medidas de eficiencia energética de carácter tecnológico. A continuación, se hará un análisis de la situación actual de climatización y las mejoras propuestas para con la finalidad de proyectar un ahorro de energía y de dinero, mensual y anual además de brindar el periodo de retorno de la inversión por el nuevo equipo.

5.7.2.1 Situación Actual del Sistema de Aires Acondicionados Vivienda Clase Media

En la tabla 24 se podrá observar cuales son los equipos que actualmente están instaladas de aire acondicionado en la vivienda:

Tabla 24 Aires Acondicionados Actuales Vivienda Clase Media

Sector	Equipo	Cantidad	Potencia kW	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo en kWh/día	Consumo en kWh/Mes	Consumo en kWh/Mes grupo	Costo con Tarifa Noviembre 2019	Costo Anual
Aires Acondicionados Actuales	A/C 1 ComfortStar 20,800 BTU/h	1	1.3	6	1	7.8	234	559.5	L 2,815.96	L 33,791.56
	A/C 2 ComfortStar 12000 BTU/h	1	1.33	5	1	6.65	199.5			
	A/C 3 TempStar INVERTER 12,000 BTU/h	1	1.05	4	1	4.2	126			

Fuente: Elaboración Propia

5.7.2.2 Propuestas para el Aire Acondicionado Vivienda Clase Media

A continuación, observaremos en la tabla 25 los cambios de tecnología propuestos y se proyectará el consumo anual que tendrá.

Tabla 25 Propuestas de Mejora Vivienda Clase Media

Sector	Equipo	Cantidad	Potencia KW	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo en kWh/día	Consumo en kWh/Mes	Consumo en kWh/Mes grupo	Costo con Tarifa Noviembre 2019	Costo Anual
Aires Acondicionados Propuestos	A/C 1 ComfortStar 20,800 BTU/h	1	1.3	4	1	5.2	156	288	L 1,449.50	L 17,394.05
	A/C 1 ComfortStar 12,000 BTU/h	1	0.55	4	1	2.2	66			
	A/C 1 ComfortStar 12,000 BTU/h	1	0.55	4	1	2.2	66			

Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar un claro ahorro y lo reflejaremos en tabla 26 junto con el periodo de retorno.

Tabla 26 Ahorro y periodo de retorno

Área de Climatización										
Ahorro de Energía Mensual kWh/Mes	Ahorro de Energía Anual kWh	Ahorro Mensual Lps	Ahorro Mensual \$	Ahorro Anual Lps	Ahorro Anual \$	Porcentaje de Ahorro	Inversión Total Lps	Inversión Total \$	Retorno de la Inversión	
271.5	3258	L 1,366.46	\$ 55.50	L 16,397.51	\$ 666.02	49%	L 31,112.00	\$ 1,263.69	L 1.90	

Fuente: Elaboración Propia

La recuperación de la inversión se da en poco menos de 2 años por lo que sale factible el cambio teniendo en cuenta que el ahorro en energía se da desde el primer mes teniendo un ahorro mensual de aproximado 1,366 lempiras al mes dándonos un ahorro anual aproximado 16,397 lempiras. Cabe destacar que ya tiene incluido el precio de instalación del equipo.

5.7.2.3 Electrodomésticos de Cocina Actuales

Para este apartado se abarcará la sustitución de 2 electrodomésticos de cocina por nuevos más eficientes. Estos 2 electrodomésticos son la refrigerador y la estufa eléctrica la cual será sustituida por una de gas. A continuación, se mostrará la tabla 27 con los electrodomésticos actuales en la vivienda:

Tabla 27 Electrodomésticos de Cocina Actuales Vivienda Clase Media

Sector	Equipo	Cantidad	Potencia KW	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo en kWh/día	Consumo en kWh/Mes	Consumo en kWh/Mes grupo	Costo con Tarifa Noviembre 2019	Costo Anual
Cocina	Refrigerador	1	0.1524	24	0.42	3.6576	109.728	271.503	L 1,366.47	L 16,397.70
	Estufa Eléctrica	1	2	0.5	1	1	30			
	Microondas	1	1.5	0.25	0.9	0.3375	10.125			
	Oasis	1	0.15	14	0.8	1.68	50.4			
	Percoladora	1	0.95	2.5	1	2.375	71.25			

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 26, el refrigerador es ya un equipo bastante antiguo por lo cual le genera al usuario un consumo de energía eléctrica bastante sustancial por lo cual, en el siguiente segmento daremos las propuestas para la sustitución de ambos equipos.

5.7.2.4 Propuestas de Mejora para Electrodomésticos de Cocina

En la siguiente tabla 28 se podrá observar los 2 equipos nuevos propuestos para esta vivienda más los otros equipos de la sección de cocina.

Tabla 28 Electrodomésticos de Cocina Propuestos Vivienda Clase Media

Sector	Equipo	Cantidad	Potencia KW	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo en kWh/día	Consumo en kWh/Mes	Consumo en kWh/Mes grupo	Costo con Tarifa Noviembre 2019	Costo Anual
Cocina	Refrigerador Samsung	1	0.037638889	24	1	0.903333333	27.1	158.875	L 799.62	L 9,595.41
	Estufa de Gas	1	0	0	0	0	0			
	Microondas	1	1.5	0.25	0.9	0.3375	10.125			
	Oasis	1	0.15	14	0.8	1.68	50.4			
	Percoladora	1	0.95	2.5	1	2.375	71.25			

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 27, solo la refrigeradora generará un consumo de energía eléctrica de 21,7 kWh al mes lo que dará un ahorro bastante significativo al usuario de la vivienda. En el siguiente segmento se reflejará de mejor manera el ahorro en energía eléctrica y dinero, así como la inversión y retorno de la misma.

5.7.2.5 Ahorro de energía y Retorno de Inversión

En la tabla 29 están todos los detalles de ahorro, inversión y retorno de la inversión por los 2 equipos sustituidos:

Tabla 29 Ahorro y Retorno de la Inversión Área de Electrodomésticos de Cocina Vivienda Clase Media

Área de Electrodomésticos de Cocina									
Ahorro de Energía Mensual kWh/Mes	Ahorro de Energía Anual kWh	Ahorro Mensual Lps	Ahorro Mensual \$	Ahorro Anual Lps	Ahorro Anual \$	Porcentaje de Ahorro	Inversión Total Lps	Inversión Total \$	Retorno de la Inversión
118.028	1416.336	L 594.03	\$ 24.13	L 7,128.42	\$ 289.54	43%	L 20,300.00	\$ 824.53	L 2.85

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que con el ahorro de aproximadamente 118 kWh mensuales equivalentes a aproximadamente 594 lempiras mensuales nos da la oportunidad de recuperar la inversión en un poco menos de 3 años siendo siempre factible debido que la vida útil de ambos aparatos anda muy por encima de los años de retorno de la inversión.

5.7.2.6 Clasificación posterior a las Mejoras Vivienda Clase Media

Con los ahorros obtenidos de los nuevos sistemas de aire acondicionado implementados en la vivienda, podemos nuevamente clasificar la vivienda para observar cuanto subió en la escala de eficiencia, esto se mostrará en la tabla 30.

Tabla 30 Nueva Clasificación en Eficiencia Energética Vivienda Clase Media

Vivienda 2	
Fecha de Calificación	11/17/2019
Clase Social	Media
Área del Hogar	182.63
Consumo de Energía Eléctrica Anual (kWh/año)	3082.664
Consumo de kWh/m ²	16.87928599
Cobro Primeros 50 kWh	L 3.87
Cobro resto de kWh	L 5.03
Cobro por Energía + Gas	L 16,015
Factor de Conversión a CO ₂	0.35
Emisiones de CO ₂ anuales	1186.82564
Ratio de Emisiones de CO ₂ SPS	L 5.00
Promedio de Consumo de Energía Eléctrica utilizada (kWh/m ²)	L 31.18
Valor obtenido con la formula C1	0.813343609
Calificación	C

Fuente: Elaboración Propia

La vivienda subió una escala en la clasificación energética con los ahorros obtenidos de los nuevos sistemas de aires acondicionados. La vivienda podría apoyarse de un pequeño sistema de generación de energía limpia para continuar mejorando su clasificación.

5.7.3 VIVIENDA DE CLASE ALTA

En la tabla 31 se brindará todas las características de la vivienda de clase alta con el propósito de brindarle una calificación energética.

Tabla 31 Clasificación de Vivienda Clase Alta

Vivienda 3	
Fecha de Calificación	11/19/2019
Clase Social	Alta
Área del Hogar	220.52
Consumo de Energía Eléctrica Anual (kWh/año)	22428
Consumo de kWh/m ²	101.7050608
Cobro Primeros 50 kWh	L 3.87
Cobro resto de kWh	L 5.03
Cobro Solamente por energía	L112,181.00
Factor de Conversión a CO ₂	0.35
Emisiones de CO ₂ anuales	8634.78
Ratio de Emisiones de CO ₂ SPS	5
Promedio de Consumo de energía Eléctrica utilizada (kWh/m ²)	42.53
Valor obtenido con la formula C1	1.969607641
Calificación	G

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar la vivienda de clase alta cuenta con un consumo mucho más elevado que el promedio de consumos de su clase social, por lo tanto, obtuvo la peor calificación en la escala de eficiencia energética dejándonos con oportunidades para mejorar mediante eficiencia energética con el fin de conseguir una mejor calificación energética. A continuación, observaremos en la ilustración 18 las áreas que más consumen dentro de la vivienda.

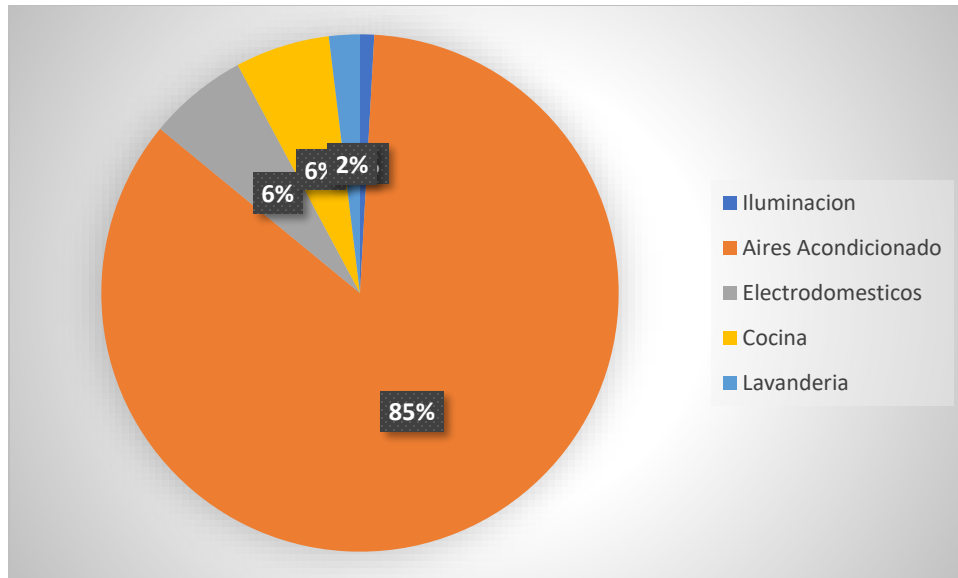


Ilustración 18 Balance de Energía vivienda clase alta

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en el balance de energía el área de aires acondicionados es el centro de consumo de la vivienda, por lo tanto, será el área principal en el cual enfocaremos nuestras medidas de eficiencia energética de carácter tecnológico. A continuación, se hará un análisis de la situación actual de climatización y las mejoras propuestas para con la finalidad de proyectar un ahorro de energía y de dinero, mensual y anual además de brindar el periodo de retorno de la inversión por el nuevo equipo.

5.7.3.1 Situación Actual del Sistema de Aires Acondicionados Vivienda Clase Alta

A continuación, veremos en la tabla 32 los sistemas actualmente instalados en la vivienda con sus respectivos consumos de energía eléctrica.

Tabla 32 Sistema de Aires Acondicionados Actuales Vivienda Clase Alta

Sector	Equipo	Cantidad	Potencia kW	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo en kWh/día	Consumo en kWh/Mes	Consumo en kWh/Mes grupo	Costo con Tarifa Noviembre 2019	Costo Anual
Aires Acondicionados Actuales	Aire Acondicionado Mini Split ComfortStar SEER 20 24000 BTU	1	1.41	8	1	11.28	338.4	1766.4	L 8,890.29	L 106,683.49
	Aire Acondicionado Mini Split Whisper Aire 18000 BTU	1	2.9	12	1	34.8	1044			
	Aire Acondicionado Mini Split Whisper Aire 12000 BTU	1	1.6	8	1	12.8	384			

Fuente Elaboración Propia

La vivienda cuenta con 2 equipos poco ahorrativos sienten el aire acondicionado de 18,000 y 12,000 BTU, en la siguiente sección se dará una propuesta de sustitución para ambos equipos.

5.7.3.2 Propuestas para Sistemas de Aires Acondicionados Vivienda Clase Alta

A continuación, se sustituyó los 2 equipos por aires acondicionados SEER 25 siendo estos los más eficientes encontrados en San Pedro Sula. Puede verse reflejado en la tabla 33.

Tabla 33 Propuestas de Mejoras para Aires Acondicionados Vivienda Clase Alta

Sector	Equipo	Cantidad	Potencia kW	Horas de Uso	Factor de Carga	Consumo en kWh/día	Consumo en kWh/Mes	Consumo en kWh/Mes grupo	Costo con Tarifa Noviembre 2019	Costo Anual
Aires Acondicionados Actuales	Aire Acondicionado Mini Split ComfortStar SEER 20 24000 BTU	1	1.41	8	1	11.28	338.4	787.2	L	47,543.73
	Aire Acondicionado Mini Split Comfort Star Seer 25 18000 BTU	1	0.88	12	1	10.56	316.8			
	Aire Acondicionado Mini Split Comfort Star Seer 25 12000 BTU	1	0.55	8	1	4.4	132			

Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar un ahorro significativo con respecto a energía eléctrica y dinero, todos esos ahorros más la inversión y la recuperación de la misma, podrá observarse mejor en la tabla 34.

Tabla 34 Ahorros y Recuperación de la inversión Aires Acondicionados Viviendas Clase Alta

Área de Aires Acondicionados									
Ahorro en Energía Mensual kWh/Mes	Ahorro de Energía Anual kWh/Año	Ahorro Mensual Lps	Ahorro Mensual \$	Ahorro Anual Lps	Ahorro Anual \$	Porcentaje de Ahorro	Inversión Total Lps	Inversión Total \$	Retorno de la Inversión
979.2	11750.4	L 4,928.31	\$ 200.18	L 59,139.76	\$ 2,402.10	55%	L 36,267.00	\$ 1,473.07	L 0.61

Fuente: Elaboración Propia

Con la sustitución a la nueva tecnología, obtenemos un ahorro aproximado de 4,928 lempiras mensuales, a pesar que la inversión es mayor a 30,000 lempiras incluyendo el precio de instalación, con los ahorros generados desde el primer mes de instalación hacen que el retorno de la inversión se de en medio año. En el apartado siguiente, podremos ver como mejora la calificación energética de la vivienda.

5.7.3.3 Nueva Clasificación Vivienda Clase Alta

Con los ahorros obtenidos de las medidas de eficiencia energética para la vivienda de clase alta, se hará de nuevo la clasificación para lograr observar si sube en la escala de eficiencia energética. Dichos resultados podrán verse en la tabla 35.

Tabla 35 Nueva clasificación Vivienda Clase Alta

Vivienda 3	
Fecha de Calificación	11/19/2019
Clase Social	Alta
Área del Hogar	220.52
Consumo de Energía Eléctrica Anual(kWh/año)	10678
Consumo de kWh/m ²	48.42191184
Cobro Primeros 50 KWh	L 3.87
Cobro resto de kWh	L 5.03
Cobro Solamente por energía	L 53,043.25
Factor de Conversión a CO ₂	0.35
Emisiones de CO ₂ anuales	4111.03
Ratio de Emisiones de CO ₂ SPS	5
Promedio de Consumo de energía Eléctrica utilizada (kWh/m ²)	42.53
Valor obtenido con la formula C1	1.186584644
Calificación	D

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar la vivienda pasa de la peor calificación, siendo esta G, a una mejor calificación más neutra, siendo esta la calificación D. La casa aún está por encima de los consumos promedios de casas de clase alta, sin embargo, la casa cuenta con la mejor tecnología en iluminación siendo esta Led, y con los mejores de aires acondicionados. Para disminuir más el consumo debe llevarse a cabo cambios de habito en el consumo de energía.

5.8 IMPACTO EN LA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL

Con las medidas de eficiencia energética implementadas en las viviendas anteriores, logramos de subir la clasificación de eficiencia energética de todas las viviendas. Con el ahorro que se presentó en cada uno de ellas, se proyectara el caso que cada vivienda, dependiendo su clase social, adoptará estas medidas para el propósito de poder observar cuanta disminución total de energía eléctrica representaría para la demanda de energía eléctrica del sector residencial en Honduras. En la Tabla 1 se puede observar cuanta energía eléctrica demando el sector residencial para el mes de abril 2019, ese dato será el que utilizaremos para el análisis anteriormente mencionado. En la tabla 36 podrá observarse los ahorros energéticos que se pudiera obtener con estas medidas de eficiencia energética divididas por clase social.

Tabla 36 Ahorros de Energía Eléctrica Total por Clase Social

Clase Social	Cantidad de Viviendas	Promedios de Energía Mensuales KWh/Mes	Consumo de Energía con Medidas de Eficiencia Energética KWh/Mes	Ahorro de Enegia Eléctrica MWh/Mes
Media-Baja	28,766.00	289.00	223.00	1,898.56
Media	38,707.00	511.00	257.00	9,831.58
Alta	6,485.00	1,154.00	890.00	1,712.04
			Total	13,442.17

Fuente Elaboración Propia

Vemos si se adoptaran se podría obtener un ahorro aproximado de 13,442.17 Mega Watt hora, con ese resultado veremos en la ilustración 19 cuanto representa este número para la demanda total de energía eléctrica del sector residencial en Honduras

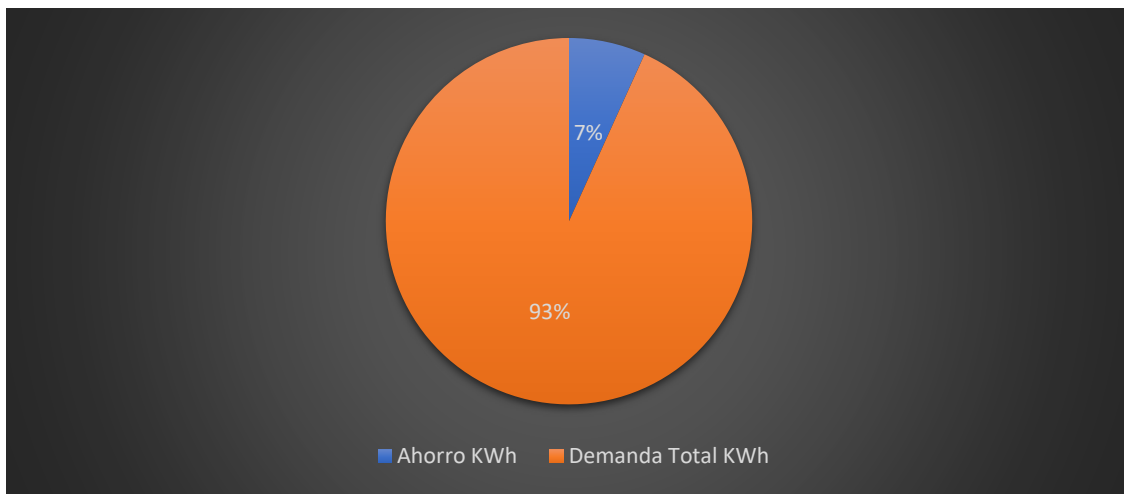


Ilustración 19 Porcentaje de Impacto en la demanda del Sector Residencial en Honduras

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos ver en la ilustración el ahorro total proyectado de las viviendas correspondería aproximadamente a un 7% de la demanda mensual de energía eléctrica del sector residencial en Honduras. Esto es solamente para mostrar el ahorro de energía eléctrica, en el siguiente análisis se proveerá un cálculo de cuanto se ahorraría el estado al no tener comprar esta cantidad de energía. En la tabla 37 se mostrará este ahorro dependiendo la fuente de energía.

Tabla 37 Ahorros dependiendo la fuente de energía

Fuente de Energía	Costo por kWh	Costo por MWh	Costo Total por 13,442.17 MWh en USD	Costo Total por 13,442.17 MWh en Lps
Solar	\$ 0.137	\$ 137.00	\$ 1,841,577.29	L 45,339,632.88
Eolica	\$ 0.13	\$ 130.00	\$ 1,747,482.10	L 43,023,009.30
Biomasa	\$ 0.1006	\$ 100.60	\$ 1,352,282.30	L 33,293,190.28
Geotermica	\$ 0.1156	\$ 115.60	\$ 1,553,914.85	L 38,257,383.66
Termica	\$ 0.1200	\$ 120.00	\$ 1,613,060.40	L 39,713,547.05
Hidraulica	\$ 0.1087	\$ 108.70	\$ 1,461,163.88	L 35,973,854.70

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar tenemos diferentes cantidades de ahorros para las diferentes fuentes de energía teniendo en cuenta que son ahorros mensuales y con valores promedio de precios de energía por cada fuente proveídos por la ENEE. En el siguiente segmento proyectaremos un incentivo para aquellas casas que hayan reducido su consumo de energía eléctrica y veremos si es factible con respecto a los ahorros proyectados en la tabla anterior.

5.9 ANÁLISIS DE VIABILIDAD DEL INCENTIVO

Para promover la cultura de la eficiencia energética y el ahorro a los usuarios se propone brindar distintas clases de incentivos que les facilite la obtención de los equipos más eficientes, así como una recompensa de descuento de la energía eléctrica para todo aquellos que mejoren su escala energética.

5.9.1 PROPUESTA DISMINUCIÓN DE LA TARIFA DE ENERGÍA

La propuesta se basa en una disminución en la tarifa actual de energía eléctrica para todos aquellos que suban su escala energética. Sabemos que en la actualidad los primero 50 kWh se pagan a un precio y los siguientes a otro precio más alto aproximadamente de 20 centavos de dólar. La propuesta se basa en una disminución de 2 centavos de dólar a la tarifa por del resto de 50 kWh para a todos aquellos que tengan certificada su vivienda y hayan mejorado su calificación energética. A continuación, se mostrará en la tabla 38 la cantidad que se cobra con tarifa actual.

Tabla 38 Cobro de Energía sin el Ahorro

Clase Social	Cantidad de Viviendas	Energía en kWh por Vivienda	Energía por Clase Social kWh	Precios de los primero 50 kWh	Precio despues de los 50 kWh
Media-Baja	28,766.00	223.00	6,414,818.00	L 5,563.06	L 32,257,780.13
Media	38,707.00	257.00	9,947,699.00	L 7,485.55	L 50,029,094.31
Alta	6,485.00	890.00	5,771,650.00	L 1,254.13	L 29,042,402.39
				Total	L 111,343,579.57

Fuente: Elaboración Propia

La tabla refleja un cobro mensual de aproximadamente 111,343,579.57 Lps que el estado estaría efectuando solamente en energía eléctrica solamente por estas 3 clases sociales teniendo en cuenta que estos valores de energía eléctrica ya tienen incluido el ahorro de energía dada de las medidas de eficiencia energética. En la tabla 39 observaremos cuanto facturaría con el incentivo propuesto:

Tabla 39 Cobro de Energía con el Ahorro e incentivo

Clase Social	Cantidad de Viviendas	Energía en kWh por Vivienda	Energía por Clase Social kWh	Precios de los primero 50 kWh	Precio despues de los 50 kWh con incentivo
Media-Baja	28,766.00	223.00	6,414,818.00	L 5,563.06	L 28,403,254.21
Media	38,707.00	257.00	9,947,699.00	L 7,485.55	L 44,051,049.94
Alta	6,485.00	890.00	5,771,650.00	L 1,254.13	L 25,572,086.32
				Total	L 98,040,693.20

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar solo hay una disminución de alrededor de 13,302,886 Lps por cada mes lo cual no lo hace un tanto en comparación a lo que se puede ahorrar si se deja de comprar esa energía.

En la ilustración 20 veremos cuanto es el porcentaje que representa la cantidad de dinero que dejaría de facturar el estado con relación a lo que actualmente factura:

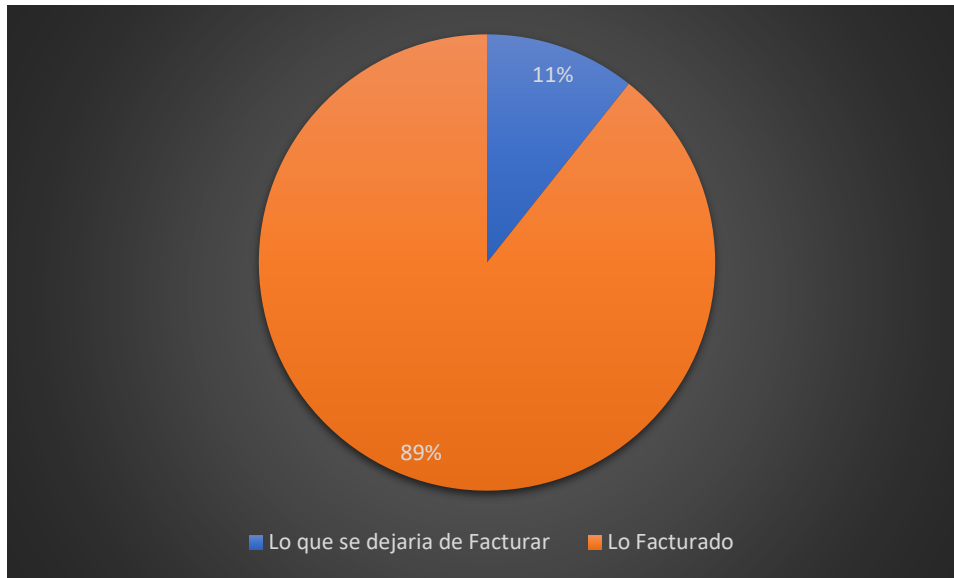


Ilustración 20 Porcentaje de Perdidas en Facturación por Aplicación de Incentivo

Fuente: Elaboración Propia

Lo que dejaría de facturar sería solamente del 11% total de lo que actualmente factura, veremos en otro segmento si sale rentable con los ahorros dados dependiendo de la fuente de energía.

5.9.2 AHORRO CON INCENTIVO POR PARTE DE LOS USUARIOS

En la tabla 40 se brindará cuanto pagaría aproximadamente una vivienda de las distintas clases sociales del sector residencial seleccionadas sin el incentivo propuesto:

Tabla 40 Pago por Energía por Usuario sin Incentivo

Clase Social	Cantidad de Viviendas	Energía en kWh por Vivienda	Precios de los primero 50 kWh	Precio despues de los 50 kWh	Costo Total
Media-Baja	1.00	223.00	L 43.13	L 905.31	L 948.43
Media	1.00	257.00	L 49.70	L 1,043.33	L 1,093.04
Alta	1.00	890.00	L 172.12	L 3,613.10	L 3,785.22

Fuente: Elaboración Propia

Con estos valores en mente, en la tabla 41 se expondrá cuanto tendrían que pagar con el incentivo de rebaja de tarifa ya incluido:

Tabla 41 Pago de Energía por Usuario con Incentivo

Clase Social	Cantidad de Viviendas	Energía en kWh por Vivienda	Precios de los primero 50 kWh	Precio despues de los 50 kWh	Costo Total	Ahorro Lps
Media-Baja	1.00	223.00	L 43.13	L 797.13	L 840.26	L 108.18
Media	1.00	257.00	L 49.70	L 918.67	L 968.37	L 124.67
Alta	1.00	890.00	L 172.12	L 3,181.37	L 3,353.49	L 431.73

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar se tiene un ahorro de más de 100 Lps para cada vivienda sin importar la clase social con lo cual podemos concluir que el usuario se verá bastante beneficiado dado que pagará menos energía gracias a la reducción de consumo por las medidas de eficiencia energética y al incentivo de rebaja de tarifa brindado por el estado.

5.9.3 RETORNO DE LA INVERSIÓN

Para el retorno de la inversión tomaremos en cuenta el incentivo propuesto en el segmento anterior siendo este la rebaja 0.02 centavos de dólar a la tarifa eléctrica residencial. A continuación, veremos en la tabla 42 la cantidad de inversión que deberá efectuarse por parte del estado y en cuanto tiempo este, recuperaría la inversión hecha. Cabe destacar que será una diferente la recuperación de la inversión dependiendo la fuente de energía ya que cada una de ellas tiene diferentes precios.

Tabla 42 Retorno de la Inversión del Incentivo

Fuente de Energía	Costo por kWh	Costo Total por 13,442.17 MWh en USD	Costo Total por 13,442.17 MWh en Lps	Costo por Energía no Facturada	Retorno de la Inversión
Solar	\$ 0.137	\$ 137.00	L 45,339,632.88	L 13,302,886.37	0.293405251
Eolica	\$ 0.13	\$ 130.00	L 43,023,009.30		0.309203995
Biomasa	\$ 0.1006	\$ 100.60	L 33,293,190.28		0.399567787
Geotermica	\$ 0.1156	\$ 115.60	L 38,257,383.66		0.347720756
Termica	\$ 0.1200	\$ 120.00	L 39,713,547.05		0.334970995
Hidraulica	\$ 0.1087	\$ 108.70	L 35,973,854.70		0.369793187

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar dado que sería mensual lo que el estado dejaría de facturar por la energía ahorrada de las diferentes clases sociales, se recuperaría fácilmente cada mes ya que lo que el estado paga por esa cantidad de energía es mucho mayor a la cantidad de dinero que dejaría de facturar por el ahorro de energía de las viviendas. En la ilustración 21 se darán los porcentajes de ahorro dependiendo que fuente de energía disminuyamos:

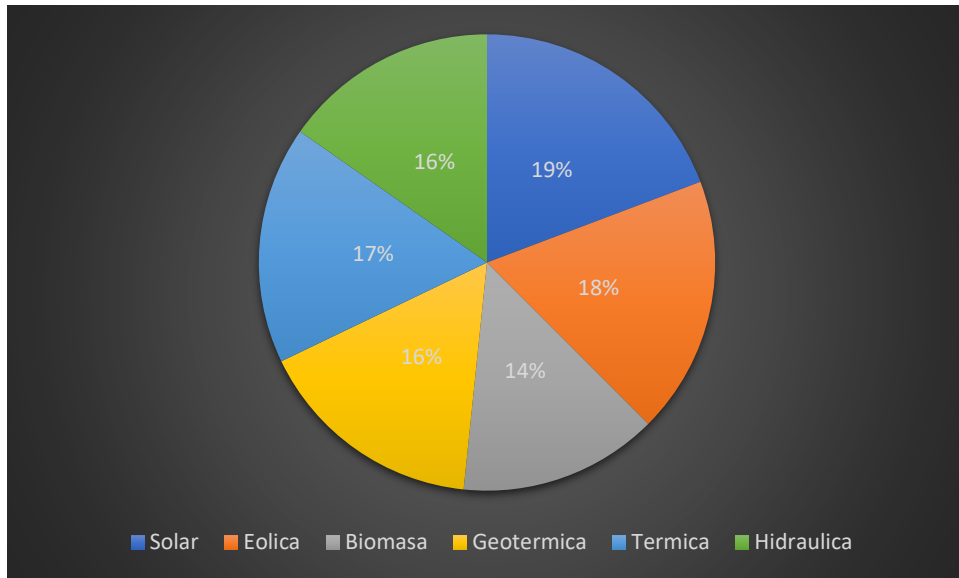


Ilustración 21 Ahorro dependiendo la Fuente de Energía

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la ilustración 21 la energía solar, Eólica y Térmica son aquellas que representan un mayor costo a lo hora de comprar energía. Una buena alternativa seria disminuir la compra de la térmica debido a la gran capacidad instalada como podrá observarse en la ilustración 22 y debido a ello, la generación de energía térmica en el país anda por arriba del 40%.

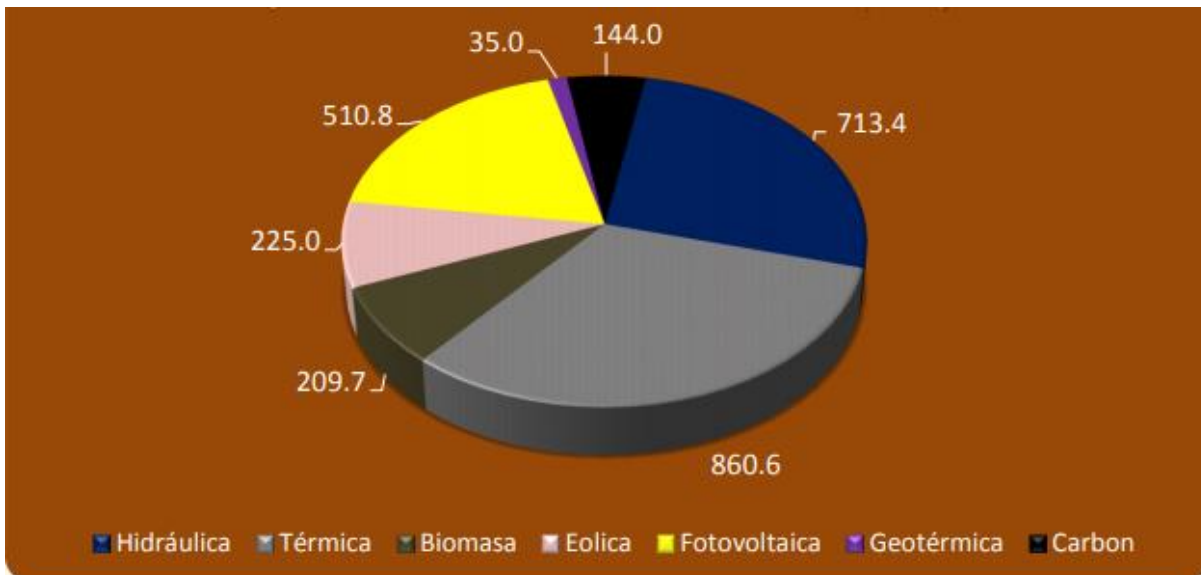


Ilustración 22 Capacidad Instalada en Honduras(MW)

Fuente: (ENEE, 2019)

Gracias a esta propuesta tendríamos la oportunidad de desplazar un poco más la dependencia de las energías térmicas e ir dando un paso adelante en el plan de tener la matriz de energía eléctrica en 70% renovable y 30% que el país se a propuesto, en la ilustración 23 veremos cómo está la generación de energía de térmicas y renovables.

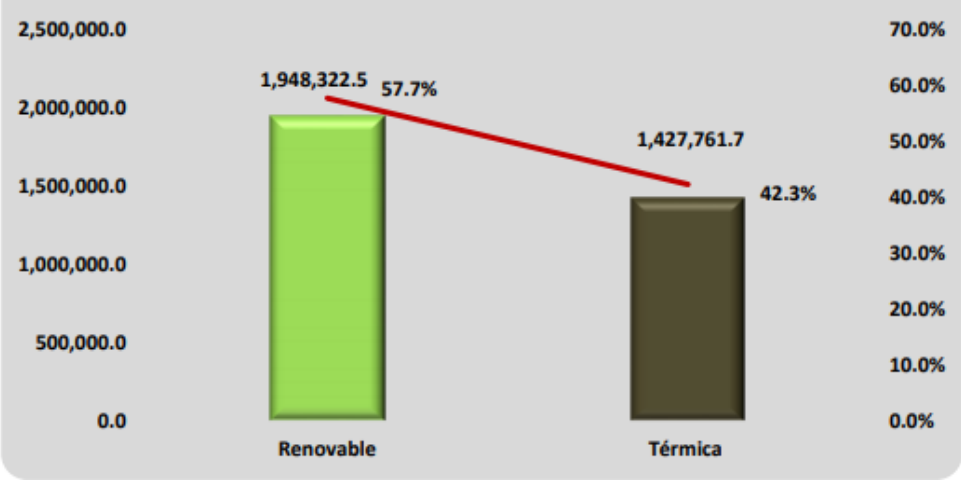


Ilustración 23 Generación Renovable versus Generación Térmica MWh

Fuente: (ENEE, 2019)

VI. CONCLUSIONES

1. Para el etiquetado de las viviendas fueron necesarias múltiples variables la mayoría siendo obtenidas por métodos propios, estas fueron: El ratio de emisiones de CO₂ para el consumo de energía eléctrica del sector residencial de San Pedro Sula, el consumo promedio energía eléctrica de una vivienda de San Pedro Sula, El área promedio de una vivienda de San Pedro Sula. Cabe resaltar que estos datos fueron calculados específicamente para esta ciudad y por ende, si se tiene la intención de elaborar esta práctica en otras regiones, deberán calcular estas variables específicamente para esa región.
2. Con el levantamiento de todos los equipos de cada vivienda puede observarse un claro patrón sin importar la clase social de estas. El área que mas consumía de cada vivienda eran los aires acondicionados por lo cual las mejores medidas de eficiencia energética para implementar en estas viviendas serian cambios de tecnología a tecnología nueva más eficiente en lo aires acondicionados ya que la mayoría contaba con aires acondicionados poco ahorrativos.
3. Dado que el estado solamente dejaría de facturar una pequeña porción de lo que factura actualmente, no existe una inversión como tal así que la recuperación de esos ingresos se da siempre cada mes debido que se ahorran más en toda la energía que se dejaría de comprar que esa pequeña porción de energía que dejarían de facturar en caso que se aplicaran las medidas de eficiencia energética.

VII. RECOMENDACIONES

- 1 Se recomienda aplicar la guía para las diferentes regiones del país.
- 2 Se puede enriquecer el proyecto si se logra obtener información mas real en vez de trabajar todo con estimaciones.
- 3 Se recomienda calificar más de 3 viviendas para obtener un promedio de consumo de energía eléctrica con medidas de eficiencia energética más preciso.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Carpio, C., & Coviello, M. (2013). *Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: Avances y desafíos del último quinquenio*. Retrieved from https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4106/S2013957_es.pdf?sequence.
- Castro, F., Vaidyanathan, S., Bastian, H., & King, J. (2018). *The 2018 International Energy Efficiency Scorecard*. Retrieved from <http://www.aceee.org/sites/default/files/publications/researchreports/i1801.pdf>
- CEPAL. (2016). *Monitoreando la eficiencia energética en América Latina*. Retrieved from https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40505/1/S1600876_es.pdf
- CEPAL. (2018). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Honduras, 2018*. Retrieved from https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43983/1/S1800542_es.pdf
- Fissore, A., & Pérez, P. (2009). *SISTEMA DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS*. Retrieved from <http://www.aceee.org/sites/default/files/publications/researchreports/i1801.pdf>
- Holzer, O. (2018). *Ranking internacional de eficiencia energética 2018*.
- IRAM. (2017). *ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDAS*. Retrieved from http://aplicaciones.iram.org.ar/userfiles/files/medios/09-04/Revista_Sepa_como_instalar_IRAM11900.pdf

MINCOTUR. (2013). *METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA CALIFICACION DE EFICIENCIA ENERGÉTICA*. Retrieved from http://www.idra.es/blog/wp-content/uploads/documentos_reconocidos_de_cee.pdf

Naciones Unidas. (1998). *PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO*. Retrieved from <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

OLADE, BID, & CEPAL. (2017). *Eficiencia Energetica en America Latina y el Caribe: Avances y Oportunidades*. Retrieved from <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Eficiencia-energ%C3%A9tica-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-Avances-y-oportunidades.pdf>

Prada, D., Muñoz, I., & Saucedo, V. (2007). *Guía didáctica para el desarrollo de Auditorías Energéticas*. Retrieved from https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/902/1/upme_217_auditorias_energeticas_2007.pdf

Rey, F., & Velasco, E. (2008). *Eficiencia Energética en Edificios, Certificación y auditorías*. Retrieved from https://books.google.hn/books?id=3LykBainW7kC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Schallenberg, J., Piernavieja, G., Hernández, C., Unamunzaga, P., Díaz, M., Cabrera, D., ... Subiela, V. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Retrieved from

<https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

Schiller, S. (2018). *Eficiencia Energética Edilicia*. Retrieved from http://exporenovables.com.ar/2018/descargas/Eficiencia_Energetica_Edilicia_Mesa_Redonda_San_Juan_2017.pdf

Vicente, J. (2014). *Eficiencia Energética: Antecedentes Historicos*. Retrieved from <https://www.espaciomasabierto.com/eficiencia-energetica-parte-i-antecedentes-historicos/>

IX. ANEXOS



Anexo 1 Cotización de la refrigeradora

Fuente: La Mundial



Anexo 2 Cotización de Estufa de Gas

Fuente: La Mundial


Pagina 1 / 1

Aire Frio de Honduras, S.A. de C.V.

AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION
 OFICINA PRINCIPAL 1 Calle 4 y 5 ave. S.E. salida a la Lima. Bo. Con
 2552-3737, 2557-9180, 2553-0028
 Email: administracion@airefroidehonduras.com RTN: 05019001047253

COTIZACION No.: AH253186A FECHA: 20/11/2019
 CLIENTE: CARLOS MONTOYA REFERENCIA: CEL. #9446-7757
 DIRECCION LA LINDA. ATENCION:
 VENDEDOR 138 SHARON NICOLE ACEITUNO
 ESTIMADO (S) SR (S)

NOB ES GRATO SOMETER A SU AMABLE CONSIDERACION ESTA OFERTA, ESPERANDO SEA DE CONFORMIDAD A SUS INTERESES



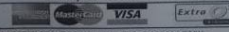
CANT.	DESCRIPCION	Regular Lps.	Total Lps.	OFERTA Lps.
CAPACIDAD A SOLICITUD DEL CLIENTE:				
UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO TIPO MINI SPLIT DE PARED PARA 220 VOLTIOS MONOFASICO MARCA COMFORTSTAR CON CONTROL REMOTO. *****SOLO EQUIPO*****				
1	DE 12,000 BTU 25SEER SUPER INVERTER	13,056.00	13,056.00	11,750.00
1	DE 18,000 BTU 25SEER SUPER INVERTER	18,211.00	18,211.00	16,390.00
1	DE 24,000 BTU 25SEER SUPER INVERTER	22,333.00	22,333.00	20,100.00

NOTA:
 *INCLUYE KIT DE TUBERIA DE 10 PIES DE REFRIGERACION
 *TODA REVISION DURANTE EL TIEMPO DE GARANTIA GENERA UN COSTO
 *LOS GASTOS DE VIATICO POR REVISION FUERA DE SPS NO LOS CUBRE LA GARANTIA.

TECNICO: PENDIENTE.

EL VALOR DE INSTALACION ES APROXIMADAMENTE DE 2,500.00 POR CADA UNIDAD DENTRO DE SPS.

***** La Empresa cuenta con Constancia de Solvencia Fiscal y Pagos a Cuenta, Favor no hacer retenciones *****


 FACILIDADES DE PAGO Y EXTRAFINANCIAMIENTO DISPONIBLE A PRECIO REGULAR

OBSERVACIONES: NO INCLUYE INSTALACION.
 15% IVA INCLUIDO.

ENTREGA: INMEDIATA

GARANTIA: 6 MESES SOLO EQUIPO SIEMPRE Y CUANDO NO SEA POR DEFICIENCIA EN LA INSTALACION

COND. DE PAGO: CONTADO
 SUJETO A CAMBIO SIN PREVIO AVISO
 ACEPTADO

FECHA:
 NOMBRE:
 FIRMA:

POR AIRE FRIO DE HONDURAS

Anexo 3 Cotización de Aires Acondicionados

Fuente: Aires Fríos

RESULTADOS DE ENCUESTA			
	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3
Edad	16-21	22-30	22-30
Cantidad de personas viven en su hogar	5	4	4
<i>Equipo</i>			
Televisión	3	2	2
Refrigerador	1	1	1
Ordenador	3	2	4
Microondas	1	1	1
Movil	4	4	4
Horno	1	0	1
Estufa	1	1	1
Plancha	1	1	1
Licuada	1	1	1
Aire Acondicionado	3	1	3
Ducha	0	0	0
Lavadora	1	1	1
Videojuegos	1	1	1
Equipo de Sonido	0	0	1
Router	1	1	1
Focos	15	12	10
Cafetera	0	1	1
Oasis	1	0	1
Ventiladores	3	4	3
Tipo de Iluminación que posee su hogar	LED	Fluorecente e incandescente	LED
Suele desconectar equipos cuando no necesita	Aveces	Nunca	Aveces
Apagar equipos cuando sale de casa	Siempre	Siempre	Siempre
Consumo de energía	450-700kWh	200-400kWh	Mas de 900kWh
Ingresos	Entre L.31,000 a L. 50,000	Entre L. 20,000 a L. 30,000	Más de L. 51,000

Anexo 4 Tabulaciones de los Encuestados

Fuente: Elaboración Propia