



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**TESIS DE POSTGRADO**

**CONSUMO ENERGÉTICO Y BENEFICIOS DE LA  
IMPLEMENTACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL  
CLUSTER TOWNHOUSES DE LA RESIDENCIAL PORTAL  
DEL BOSQUE DEL DISTRITO CENTRAL**

**SUSTENTADO POR:**

**EMANUEL PADILLA PAVÓN**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE**

**MÁSTER EN GESTIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE**

**TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS, C.A.**

**JULIO 2016**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**LUIS ORLANDO ZELAYA MEDRANO**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**MARLON ANTONIO BREVÉ REYES**

**DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO**

**JOSÉ ARNOLDO SERMEÑO LIMA**

**CONSUMO ENERGÉTICO Y BENEFICIOS DE LA  
IMPLEMENTACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL  
CLUSTER TOWNHOUSES DE LA RESIDENCIAL PORTAL  
DEL BOSQUE DEL DISTRITO CENTRAL**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN**

**GESTIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**WENDY PATRICIA CHÁVEZ MEDINA**

**ASESOR TEMÁTICO**

**ROLANDO ALBERTO CASTILLO GARCÍA**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN EVALUADORA**

**MOÍSES STARKMAN**

**JAVIER SALGADO**



## FACTULTAD DE POSTGRADO

# CONSUMO ENERGÉTICO Y BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE EFICIENCIA ENRGÉTICA EN EL CLUSTER TOWNHOUSES DE LA RESIDENCIAL PORTAL DEL BOSQUE DEL DISTRITO CENTRAL

EMANUEL PADILLA PAVÓN

### Resumen

El propósito de la presente investigación ha sido la aplicación de un sistema de eficiencia energética basado en un cambio de los patrones de uso de la energía y la sustitución a aparatos electrodomésticos eficientes con el objetivo de reducir el consumo energético y la facturación eléctrica de los habitantes del Cluster Townhouses de la Residencial Portal del Bosque del Distrito Central. El proceso metodológico consistió en la aplicación de un cuestionario a jefes de hogar del Cluster Townhouses para realizar una auditoria energética generalizada al consumo energético promedio obtenido. Los resultados demostraron que el conocimiento en materia energética de hogar es deficiente y hay inconformidad en el valor de la factura eléctrica mensual. También se identificó que las actividades de mayor consumo energético en los hogares son la cocción de alimentos y la calefacción de agua. La aplicación del plan de eficiencia energética redujo en un 65% el consumo de energía eléctrica y la inversión del mismo es recuperada en un periodo de 3.75 años. El éxito del plan dependerá del compromiso de los miembros de la familia en cumplir las medidas del cambio de patrón de uso de la energía.

**Palabras claves:** auditoría energética, consumo energético, eficiencia energética, energía, facturación eléctrica



## FACTULTAD DE POSTGRADO

# CONSUMO ENERGÉTICO Y BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE EFICIENCIA ENRGÉTICA EN EL CLUSTER TOWNHOUSES DE LA RESIDENCIAL PORTAL DEL BOSQUE DEL DISTRITO CENTRAL

EMANUEL PADILLA PAVÓN

### Abstract

The purpose of this work has been the implementation of an energy efficiency system based on a change in the patterns of energy usage and the replacement of efficient household appliances with the objective of reducing energy consumption and the electric bill of the inhabitants of the Cluster Townhouses of the Residencial Portal del Bosque of the Distrito Central. The methodological process consists in the application of a questionnaire to 18 heads of household in the Cluster Townhouses to perform an energy audit at the average energy consumption obtained. The results showed that the knowledge in the field of household energy education is poor and there is discomfort in the value of the monthly electric bill. Also it was identified that the activities of the largest energy consumption in households are the cooking of food and water heating. The implementation of the plan of energy efficiency reduced the electric energy consumption by 65% and investment of the same is recovered in a period of 3.75 years. The success of the plan lies in the commitment of the members of the family in carrying out the measures that change the pattern of energy usage.

**Key Words:** electric bill, energy, energy audit, energy consumption, energy efficiency, electric bill

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres, Salomón Padilla y María del Rosario Pavón y a María José Pineda por su apoyo incondicional y constante motivación a dar lo mejor de mí en todo lo que hago.

**EMANUEL PADILLA PAVÓN**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Dra. Wendy Chávez por su asesoramiento metodológico en el desarrollo de este trabajo de igual manera que al Ing. Rolando Castillo por su asesoramiento temático. A los catedráticos de la maestría de Gestión de Energías Renovables por compartir sus experiencias y conocimientos; especialmente al Ing. Roque López, Ing. Carlos Hernández y al Ing. Rolando Castillo que impartieron las clases Auditorías Energéticas, Tecnologías y Eficiencia en Instalaciones Industriales y Nuevas Tecnologías en Edificios, respectivamente, que fueron base para la realización de este trabajo. También agradezco a Sergio Valdez, compañero de esta maestría, por su apoyo en la obtención de la información de la población de estudio y la aplicación del cuestionario.

**EMANUEL PADILLA PAVÓN**

## CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA .....	3
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.4 HIPÓTESIS.....	6
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	6
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.6 JUSTIFICACIÓN .....	7
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.1 MAPA CONCEPTUAL.....	8
2.2 MACROENTORNO.....	9
2.2.1 ANÁLISIS SITUACIONAL .....	9
2.2.2 PANORAMA ENERGÉTICO DEL SECTOR RESIDENCIAL LATINOAMÉRICA .	9
2.2.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LATINOAMÉRICA.....	11
2.3 MICROENTORNO .....	12



2.3.1 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA SECTOR RESIDENCIAL HONDURAS ....	12
2.3.2 PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HONDURAS .....	15
2.3.2.2 PROYECTO GAUREE II.....	15
2.3.2.3 AUDITORÍAS ENERGÉTICA RESIDENCIAL.....	16
2.3.2.3.1 AUDITORÍA ENERGÉTICA SECTOR EL HATILLO.....	17
2.4 FUNDAMENTOS .....	18
2.4.1 APARATOS ELECTRODOMÉSTICOS UTILIZADOS SECTOR RESIDENCIAL.	18
2.4.2 ÁREAS ENERGÉTICAS CON MAYOR POTENCIAL DE AHORRO .....	19
2.4 TEORÍA DEL SUSTENTO.....	20
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>22</b>
3.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	23
3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
3.4 DELIMITACIÓN DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	24
3.4.1 UBICACIÓN Y ESPACIO GEOGRÁFICO.....	24
3.4.2. UBICACIÓN TEMPORAL.....	25
3.4.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	25
3.5. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.....	26
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS .....	26
3.6.1 DIAGRAMA DE FLUJO .....	27

3.7 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN .....	28
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS .....</b>	<b>29</b>
4.1 ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN DEL CONSUMO Y MATERIA ENERGÉTICA ..	34
4.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO Y FACTURACIÓN ENERGÉTICA .....	38
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	42
5.2 RECOMENDACIONES .....	43
<b>CAPÍTULO VI APLICABILIDAD .....</b>	<b>44</b>
6.1 FACTURA PROMEDIO .....	45
6.2 PLAN DE EFICIENCIA ENERGETICA (PEECT).....	46
6.2.1 ETAPA A.....	47
6.2.1.1 CAMBIO DE PATRONES DE CONSUMO .....	48
6.2.1.2 FACTURACIÓN Y BENEFICIO ECONÓMICO ETAPA A .....	49
6.2.2 ETAPA B.....	51
6.2.2.1 SUSTITUCIÓN ESTUFA DE GAS.....	52
6.2.2.2 SUSTITUCIÓN CALENTADOR SOLAR.....	53
6.2.2.3 FACTURACIÓN Y BENEFICIO ECONÓMICO ETAPA B.....	55
6.2.2.4 ESCENARIO ETAPA A Y ESTUFA ELÉCTRICA .....	59
6.2.2.5 ESCENARIO ETAPA A Y CALENTADOR SOLAR .....	61
6.2.3 DURACIÓN DE APLICACIÓN DE PEECT .....	63

6.3 CONCLUSIONES .....	64
6.4 RECOMENDACIONES.....	64
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO 2 .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 3 .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO 4 .....</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados totales estimados del proyecto de focos ahorradores.....	15
Tabla 2. Distribución del consumo de energía .....	17
Tabla 3 Consumo energético por áreas en el sector residencial .....	19
Tabla 4. Cronograma de ejecución .....	28
Tabla 5. Tabulación de datos .....	32
Tabla 6. Leyenda de tabulación .....	33
Tabla 7. Consumo energético y facturación eléctrica de vivienda promedio .....	33
Tabla 8. Nivel de conformidad con la facturación mensual .....	34
Tabla 9. Conocimiento de la unidad kWh y su medición .....	35
Tabla 10. Determinación del precio del kWh .....	36
Tabla 11. Intención de cambio de conducta e inversión en eficiencia energética .....	37
Tabla 12. Resumen facturación y consumo energético Cluster Townhouses.....	39
Tabla 13. Consumos energéticos por sectores en residencia promedio.....	39
Tabla 14. Distribución de consumo energético según concepto.....	40
Tabla 15. Consumo y facturación pliego tarifario vigente .....	45

Tabla 16. Comparación facturación mensual del Cluster antes y después del nuevo pliego tarifario.....	46
Tabla 17. Medidas a usar en cocción y duchas.....	49
Tabla 18. Reducción de consumo en hornillas de estufa y calentador de paso .....	49
Tabla 19. Comparativo de reducción situación actual y Etapa A.....	49
Tabla 20. Facturación promedio Etapa A .....	50
Tabla 21. Proyección facturación actual y Etapa A por vivienda a 5 años.....	50
Tabla 22. Comparativo consumo actual y consumo etapa A en Cluster a 5 años .....	51
Tabla 23. Energía en un chimbo de gas LPG .....	52
Tabla 24. Especificaciones técnicas calentador solar 150L Pro Chromagen .....	53
Tabla 25. Variables para aplicación de fórmula 1 .....	54
Tabla 26. Comparativo de reducción situación actual y la Etapa B .....	55
Tabla 27. Facturación promedio Etapa B .....	56
Tabla 28. Proyección facturación actual y Etapa B por vivienda a 5 años.....	57
Tabla 29. Evaluación financiera PEECT .....	58
Tabla 30. Comparativo consumo actual y consumo PEECT a 5 años.....	59
Tabla 31. Duración del PEECT .....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de energía por sector a nivel .....	4
Figura 2. Árbol del problema.....	5
Figura 3. Mapa Conceptual.....	8
Figura 4. Matriz de generación del subsector eléctrico .....	13
Figura 5. Origen de la energía en el sector residencial.....	13
Figura 6. Caracterización del uso de la energía en el sector residencial de Honduras .....	14
Figura 7. Matriz de congruencia .....	22
Figura 8. Variables del proceso metodológico .....	26
Figura 9. Diagrama de flujo.....	27
Figura 10. Ejemplo de factura eléctrica de una residencia del Cluster Townhouses.....	30
Figura 11. Foco fluorescente compacto instalado en las viviendas .....	30
Figura 12. Estufa eléctrica de hornilla de punto rojo con horno de doble resistencia .....	31
Figura 13. Calentador de paso marca TITAN de 12,000W .....	31
Figura 14. Gráfico de conformidad con la facturación mensual.....	35
Figura 15. Gráfico de conocimiento del kWh y su medición .....	35
Figura 16. Gráfico determinación del precio del kWh .....	36

Figura 17. Gráfico intención cambio de conducta e inversión eficiencia energética .....	37
Figura 18. Histograma de factura eléctrica y consumo energético promedio mensual .....	38
Figura 19. Gráfico de distribución de consumos energéticos según concepto .....	41
Figura 20. Project Charter.....	44
Figura 21. Flujograma PEECT .....	47
Figura 22. Estufa de 4 quemadores de gas LPG marca Cetron .....	52
Figura 23. Calentador solar 150L PRO marca Chromagen .....	53

## ÍNDICE DE FORMULAS

Fórmula 1. Sumatoria temperatura de dos cuerpos.....	54
Fórmula 2. Sumatoria de temperaturas de agua fría y agua caliente .....	55



# **CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente capítulo presenta las generalidades del tema de investigación para determinar su razón de estudio y análisis. Se describe en él la introducción y antecedentes, que derivan en el planteamiento del problema principal, el árbol del problema, el objetivo general de la investigación, los objetivos específicos, la hipótesis y la justificación que da origen a la investigación del tema.

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

Este documento tiene como objeto estudiar el consumo energético del Cluster Townhouses de la Residencial Portal del Bosque del Distrito Central y los beneficios que se generarían con la aplicación de un plan de eficiencia energética con el propósito de reducir la facturación eléctrica sin afectar la calidad de vida de los habitantes. La factura eléctrica se vio alterada por el nuevo pliego tarifario aplicado a partir del 1 de junio de 2016. También se analiza la percepción y conformidad que la población tiene sobre su consumo energético. Este estudio está conformado por 6 capítulos que a continuación se enumeran:

- **CAPÍTULO I PLANTEMIETO DE LA INVESTIGACIÓN:** Se describen las generalidades del problema, los objetivos, hipótesis y justificación de este documento
- **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO:** Consiste en describir el entorno del estudio y las referencias de estudios similares
- **CAPÍTULO III METODOLOGÍA:** Se expone la metodología de estudio, los instrumentos de obtención y análisis de la información
- **CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS:** Comprende el análisis de los resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos de estudio
- **CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:** Se comprueba la hipótesis y se concluyen los análisis de los resultados. También se presentan recomendaciones
- **CAPÍTULO VI APLICABILIDAD:** Se presentan los resultados que se obtendrían con la implementación de la propuesta de solución al problema

## 1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En las últimas décadas, Honduras se ha servido de un suministro ineficiente de energía eléctrica por parte de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) debido a una creciente demanda que aumenta año con año y un sistema de transmisión y distribución obsoleto que genera pérdidas técnicas en niveles superiores a los aceptables. Las inversiones en proyectos de generación de energía para satisfacer la creciente demanda son constantes, pero no solventan el problema ya que además de una infraestructura defectuosa se suman pérdidas no técnicas de energía que no permiten ver el beneficio de una mayor generación. Los gobiernos han dedicado sus mayores esfuerzos promover la generación de más energía y no en disminuir su demanda.

La energía eléctrica que consume el país, crece aproximadamente en un 4%, siendo necesario cada vez la instalación de más plantas generadoras de energía, ya sea a base de combustibles fósiles o fuentes de energía renovable. Las inversiones en energía renovable son costosas y las de energía térmica traen consigo muchos costos externos ambientales, conocidos mundialmente por contribuir al calentamiento global. Sin embargo en el año 2007, se emitió el decreto legislativo 70-2007 (La Gaceta, 2007) conocido como la “Ley de Incentivo para las Energías Renovables” la cual daba diversos beneficios para los inversionistas interesados en proyectos de generación de energía renovable. Durante 7 años se planificaron y ejecutaron muchos proyectos de este tipo, que en materia energética fueron de mucho beneficio para el país y el ambiente.

A partir de la entrada en vigencia del decreto 404-2013 (La Gaceta, 2014) “Ley de la Industria Eléctrica”, los beneficios fiscales e incentivos antes otorgados a la generación de energía a base de fuentes renovables dejaron de existir. Esta ley también da a conocer la nueva estructura de la ENEE, los fideicomisos de transmisión y distribución, el Operador del Sistema (ODS) y la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE). Fue la CREE la encargada de la resolución emitida el 1 de junio de 2016 concerniente al nuevo pliego tarifario.

Las resoluciones que tome la CREE tienen como propósito recuperar la operatividad económica de la ENEE y ofrecer el servicio suministro de energía eléctrica confiable y eficiente. El nuevo pliego tarifario pretende hacer que el precio del kWh que los abonados de la estatal

paguen mensualmente, se acerque al valor real de la energía. El precio del kWh se ha visto afectado a lo largo de los años por medidas populistas como los subsidios cruzados y falta de políticas energéticas a largo plazo congruentes con la realidad nacional.

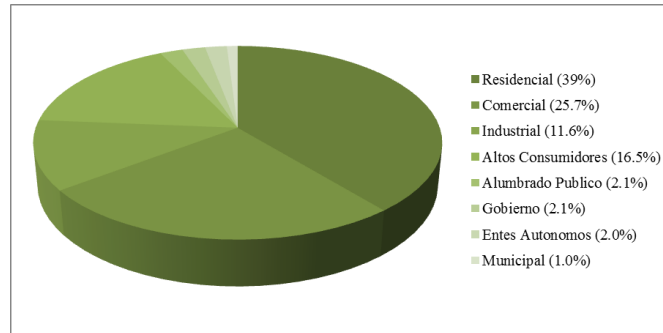
Este estudio analiza el consumo energético actual del Cluster Townhouses, su facturación eléctrica antes y después de la aplicación del nuevo pliego tarifario la percepción que la población tiene sobre la energía que consume y el valor monetario que cancelan mes a mes. Esto con el fin de proponer un plan de eficiencia energética que reduzca su consumo de energía y se reduzca el impacto económico que deriva de los aumentos del precio de la energía como el que recientemente se aprobó.

### 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se presentan a continuación el enunciado y la formulación del problema y las preguntas de investigación.

#### 1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

La matriz de consumo energético en Honduras está conformada por diferentes sectores de la sociedad como son los siguientes: el sector residencial, el sector comercial, el sector industrial, altos consumidores, alumbrado público, gobierno, entes autónomos y municipalidades. Característico de países en vías de desarrollo, como lo es Honduras, el sector residencial suele ser el de mayor demanda energética, 39% en el 2015 (ENEE, 2016) ver figura 1, lo cual indica que la mayor parte de la energía consumida no está destinada a los sectores productivos como el sector comercial e industrial que consumen 25.7% y 11.6% respectivamente. Los países desarrollados tienen distribuido su consumo en su mayor parte, en el sector industrial, generando fuentes de empleos, productos, servicios y otros contribuyentes a un mejor índice de intensidad energética (relación PIB y consumo energético).



**Figura 1. Consumo de energía por sector a nivel**

Fuente: (ENEE, 2016)

La falta de educación energética contribuye al ineficiente uso de la energía eléctrica en el sector residencial. Su población no tiene conocimiento sobre el sistema de medición y cobro de la energía que consumen al igual que los costos derivados de la utilización de aparatos electrodomésticos de baja eficiencia. Siendo el sector residencial el más grande consumidor a nivel nacional con 1,507,946 abonados, que representan un 91.4% del total de abonados de la ENEE (ENEE, 2016), sumado a una cultura consumista y de derroche energético, con hábitos de horarios incorrectos de uso de los aparatos, elección sobre sistemas ineficientes de transformación de energía, y un incremento en el precio del kWh generan un factura eléctrica elevada, haciendo de la implementación de la eficiencia energética una solución viable y eficaz para reducir el uso de energía innecesaria.

El valor de la factura eléctrica aumentará de un 20 - 25%, según estimaciones de la CREE (La Tribuna, 2016), para el sector residencial, reflejado en la siguiente factura mensual. Este incremento elevará la inconformidad de los abonados de la estatal, que constantemente se lamentan del mal servicio que reciben y sobre ello tendrán que pagar por el mismo. Los usuarios con consumos por encima de la media nacional serán los más afectados económicamente ya que el precio del kWh, (La Gaceta, 2016), aumenta según el consumo.

Por ello se centra este estudio en la reducción del consumo energético un complejo habitacional, específicamente el Cluster Townhouses de la Residencial Portal del Bosque, ya que es una zona de alta plusvalía donde sus habitantes poseen una variedad y cantidad significativa de

aparatos electrodomésticos. Además por su estatus económico, sus patrones de consumo están orientados a la comodidad, promoviendo un uso no racional de la energía.

### 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según lo expuesto anteriormente, se puede identificar que los malos hábitos culturales y la falta de conocimiento en materia energética básica son un problema generalizado que derivan en una percepción errónea de la facturación eléctrica. De igual manera contribuyen a un uso derrochador de la energía eléctrica generando consumos innecesarios y por ende pago mensual elevado. Es común escuchar los reclamos por su inconformidad con su facturación eléctrica mensual.

A partir del mes de julio de 2016, los abonados residenciales de la ENEE recibirán una factura eléctrica con un incremento que evidentemente a corto, mediano y/o largo plazo afectará la economía de sus hogares. Será necesario tomar medidas para reducir el consumo energético por medio de un plan de eficiencia energética para sacar provecho de este aumento y posiblemente generar un beneficio económico de la implementación del mismo. En la figura 2, se puede apreciar el árbol del problema de este caso.

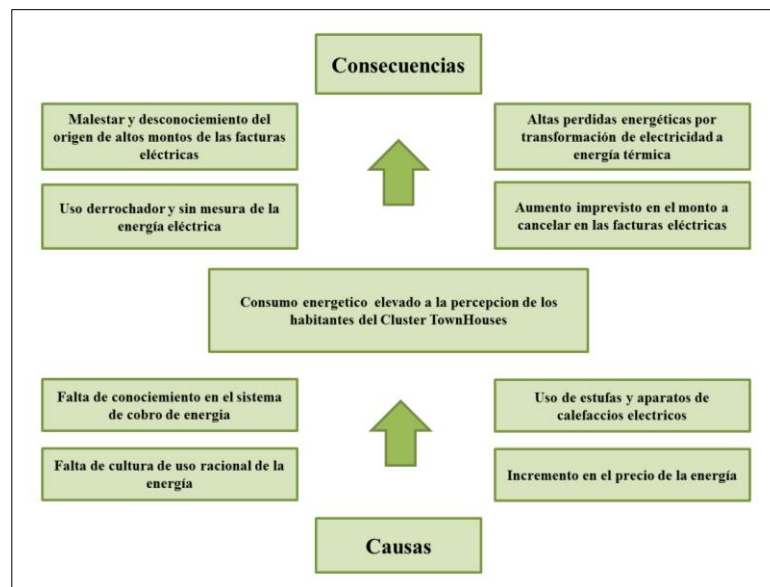


Figura 2. Árbol del problema

### 1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Qué percepción de su facturación eléctrica y nivel de conocimiento en materia energética tiene la población del Cluster Townhouses?
- ¿Cuál es el consumo energético promedio de las viviendas del Cluster Townhouses?
- ¿Cómo se caracteriza el consumo energético de la vivienda promedio?
- ¿Qué medidas deberán ser tomadas para reducir la facturación eléctrica?
- ¿Qué beneficio económico obtendrían de la implementación de un plan de eficiencia energética?

### 1.4 HIPOTÉISIS

“La población del Cluster Townhouses considera que su facturación eléctrica no es conforme a su consumo energético”

### 1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

A continuación se presenta el objetivo general y los objetivos específicos que dictarán el alcance del presente documento de investigación.

#### 1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Objetivo General: Analizar el consumo energético, facturación eléctrica y los beneficios económicos generados de la implementación de la eficiencia energética en las viviendas del Cluster Townhouses de la Residencial Portal del Bosque.

#### 1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el grado de conocimiento en materia energética básica y la conformidad con la factura eléctrica de la población del Cluster Townhouses
- Reconocer el consumo energético y facturación eléctrica promedio de las viviendas del Cluster Townhouses a través de una auditoría energética generalizada

- Identificar el porcentaje de consumo de energía promedio de los sectores iluminación, cocción de alimentos y calentamiento de agua de las viviendas de estudio
- Establecer las medidas de un plan de eficiencia energética y cuantificar la reducción en el consumo energético y la facturación eléctrica
- Evaluar la viabilidad financiera de la aplicación del plan de eficiencia energética.

## 1.6 JUSTIFICACIÓN

Este estudio servirá para demostrar de forma generalizada, los beneficios económicos de hacer un uso correcto de la energía, reduciendo la facturación eléctrica de la población de estudio. Indirectamente será beneficiado el ambiente ya que se dejará de afectar con todos los procesos contaminantes provenientes desde la generación, transmisión y distribución de la energía que se dejará de consumir. También se verá beneficiada la ENEE ya que, en pequeña escala, no deberán de suministrar ni pagar los costos asociados a la energía economizada.

La relevancia de este estudio es que permitirá a los habitantes del Cluster Townhouses conocer cómo se consume la energía de sus hogares y que hábitos y aparatos son los que contribuyen a tener una factura eléctrica fuera de su conformidad.

El estudio es viable debido a que se cuenta con acceso a las viviendas del Cluster Townhouses y se poseen las herramientas y el conocimiento para poder procesar y analizar la información que se obtenga de los instrumentos de estudio. También se cuenta con la capacidad de cuantificar los resultados obtenidos de la aplicación del plan de eficiencia energética

La convivencia se manifiesta en el alto poder adquisitivo de los habitantes de la Residencial Portal del bosque, no siendo para ellos, la inversión en nuevos aparatos electrodomésticos un obstáculo económico. De la misma forma, debido a que se generarán tablas de cálculo del consumo y del su reducción en base al plan a implementarse, podrá ser aplicado de forma congruente a la realidad a cada una de las viviendas del Cluster, así como a otras viviendas fuera de la residencial haciendo únicamente una actualización en su facturación y aparatos electrodomésticos existentes.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

El marco teórico tiene como objetivo principal presentar la teoría del consumo energético del sector residencial de Latinoamérica y Honduras; además de aquellos proyectos que han estado orientados a la reducción del consumo energético. Estos últimos servirán para crear teorías del sustento sobre qué sectores de consumo energético residencial tienden a ser los más relevantes y por ende los que generan una alta factura eléctrica.

### 2.1 MAPA CONCEPTUAL

A continuación se presenta el mapa conceptual que describe el proceso de la elaboración del marco teórico. Ver figura 3.

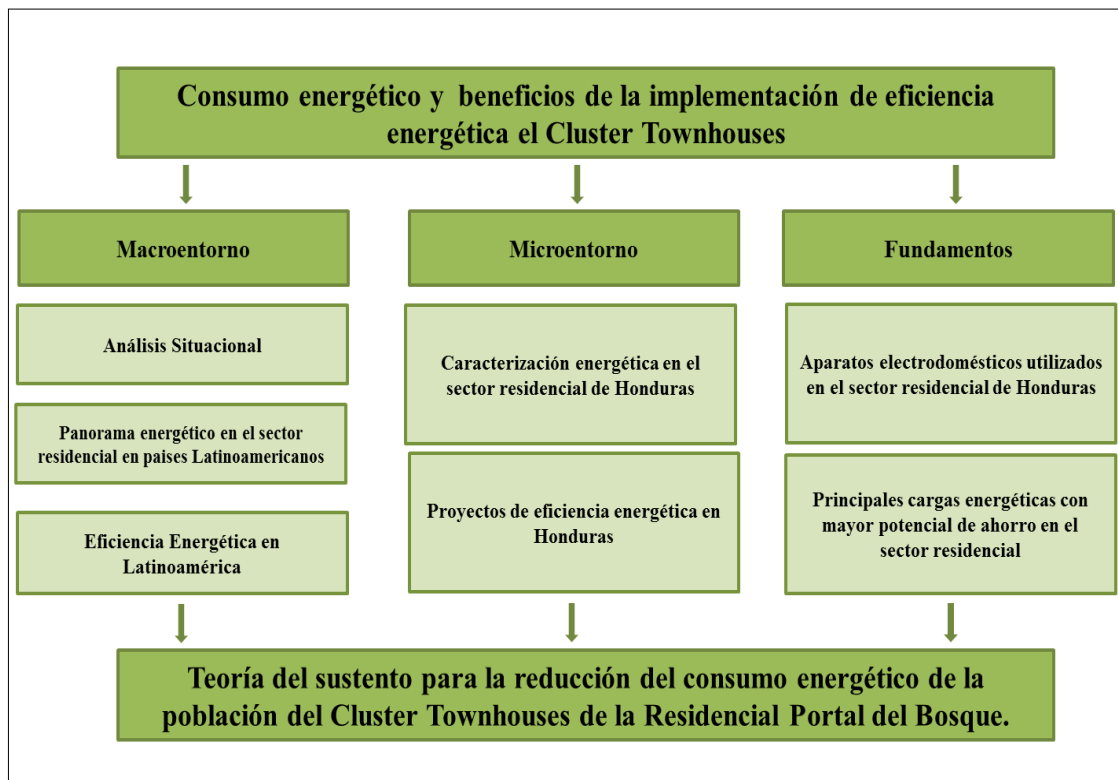


Figura 3. Mapa Conceptual



## 2.2 MACROENTRONO

### 2.2.1 ANÁLISIS SITUACIONAL

Las estadísticas del consumo de energía en el sector residencial de 1990 a 2011 a nivel mundial, demostraban que éste representaba un 23% del consumo final, sin embargo del 2011 en adelante se ha visto un incremento cercano al 35% (Agencia Internacional de Energía, 2015) debido a diversos factores como lo son el aumento en la cantidad de habitantes por hogar, cambios en el tamaño de la vivienda, adquisición de mayor cantidad de aparatos electrodomésticos, entre otros. La importancia de evaluar estos factores es vital ya que por medio de los resultados de su análisis se pueden generar políticas orientadas al uso racional de la energía adaptadas a las sociedades de estudio.

### 2.2.2 PANORAMA ENERGÉTICO DEL SECTOR RESIDENCIAL LATINOAMÉRICA

El consumo de energía en el sector residencial en países en vías de desarrollo tiende a ser la porción más grande de la matriz sus respectivos subsectores eléctricos. La relación entre las demandas del sector residencial y los comerciales e industriales suelen estar invertidos, denotando una cultura consumista con bajo nivel de industrialización. Esta característica es una consecuencia de diversas causas socioeconómicas que no necesariamente están ligadas todas ellas al sector energía. Desempleo, bajo incentivo a las MIPYMES, inseguridad jurídica, importaciones elevadas son algunas de ellas.

Un ejemplo de esta situación es Paraguay, donde el consumo de energía eléctrica en el sector residencial es del 41.5% y los del sector comercial e industrial son 18.4% y 23.6%, respectivamente. Menciona el especialista energético paraguayo, Pedro Chudyk Lylyk, que es necesario “aprovechamiento al máximo de energía sin sacrificio de la calidad de vida”, a esto se le llama eficiencia energética. En el caso particular de Paraguay señala que el 30% de la energía eléctrica que se utiliza en un hogar es consumida de forma innecesaria. (Itaipu Binacional, 2012)

Para lograr reducir esta relación se deberán implementar políticas energéticas destinadas a la reducción del consumo energético a través de la eficiencia energética, la cual incluye cambios en la cultura y patrones del uso de la electricidad y el uso de aparatos electrodomésticos de bajo

consumo. La medición del nivel de eficiencia energética de los países se hace a través de un indicador macroeconómico conocido como la Intensidad Energética. Este refleja la relación que hay entre el uso de energía y el volumen de la actividad económica y es calculado como un cociente entre el consumo energético y el producto interno bruto (PIB) nacional. Se entiende que una menor intensidad energética significa que se requiere menos energía para poder generar una unidad de riqueza, denotando mayor competitividad. (DL2G Consultoría de Formación S.L., 2013)

El estudio del consumo de energía, en sus diferentes facetas, a nivel de Latinoamérica es realizado por la Organización Latinoamericana de Energía, OLADE, cuya misión es contribuir a la integración, el desarrollo sostenible y la seguridad energética de la región. Esta organización ha realizado diversos análisis con el objetivo de hacer eficiente el consumo de energía y la generación de energía por medio de fuentes renovables. Para su creación se consideró la necesidad de impulsar el desarrollo de los recursos energéticos de los países miembros estableciendo un mecanismo de operación entre los mismos, de tal manera que dichos recursos puedan ser utilizados de la forma más eficiente y racional. (OLADE, 2016)

El consumo de electricidad en América Latina es relativamente bajo en relación a las demás fuentes de energía de la matriz de consumo final. La electricidad representa un 16% del total de energía consumida. Esto es producto del elevado uso de leña y gas licuado de petróleo en el sector residencial. Este 16% está estructurado de la siguiente forma: 44% industria, 27% residencia, 22% comercio, 7% agro, pesca y minería y 0.54% en otros. En esta perspectiva regional, el consumo en el sector residencial no es tan dominante como lo es en los países menos desarrollados e industrializados de la zona, como se mencionó anteriormente a Paraguay, debido al peso de los sectores industriales y comerciales de naciones, consideradas potencias mundiales como Brasil, México y Chile. (García, Garcés, & Atiaja, 2012)

Una de las formas que se ha utilizado para reducir el consumo eléctrico es a través de la eficiencia energética, una medida que está al alcance de todos y genera un bien a nivel particular y al ser implementada colectivamente a un nivel, comunal, nacional, regional y hasta internacional. Con la disminución de energía eléctrica consumida, esta no deberá ser generada, ni

transmitida ni tampoco distribuida. Se deberá cancelar una menor factura eléctrica. Se evitan las pérdidas de transformación y conducción de energía derivadas desde su origen hasta su consumidor final. Se disminuye la utilización de petróleo para su generación, la emisión de gases de efectos invernadero que esta conlleva y que contribuyen al calentamiento solar.

La definición de eficiencia consiste en hacer uso de la menor cantidad de recursos posibles para obtener los mismos o mejores resultados. La eficiencia energética, por ende, se define como el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación de energía consumida y los productos finales obtenidos. Es importante diferenciar la eficiencia energética del ahorro energético debido a que este último no escatima reducir o dejar de realizar diversas actividades para dejar de utilizar o consumir menor energía. (ACHEE, 2016)

### 2.2.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LATINOAMÉRICA

La implementación de proyectos para la reducción del consumo de energía eléctrica en diferentes sectores de la economía de países ha sido diversos con variedad de resultados. En general contribuyen a mejorar el índice de intensidad energética de forma temporal, sin embargo estos suelen ser respuestas a racionamientos de energía por falta capacidad de los entes generadores de satisfacer la demanda. Debido a esto, su objetivo en la mayoría de los casos, es solucionar un problema puntual y eventual mas no son visualizados como una solución a largo plazo para evitar la reincidía los mismos. Su sostenibilidad no es garantizada, y la falta de políticas energéticas que engloben dichos proyectos no permite que estos trabajen de forma íntegra, sino como proyectos aislados y ajenos a demás temas socioeconómicos y ambientales.

Se han realizado diversos proyectos nivel regional para mejorar la eficiencia energética en el sector residencial. Un ejemplo de estos fue el informe realizado por el Programa para América Latina y el Caribe de Eficiencia Energética, PALCEE, de la OLADE, conocido como “La Sostenibilidad de la Eficiencia Energética”.

En el informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) titulado “Energías Renovables y Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y Perspectivas se menciona la importante para los programas de eficiencia

energética a nivel de país, que la calidad de implementación de los programas de eficiencia energética sea verificada constantemente por instituciones eficientes que apliquen con rigurosidad las leyes creadas. (Altomonte, Coviello, & Lutz, 2003).

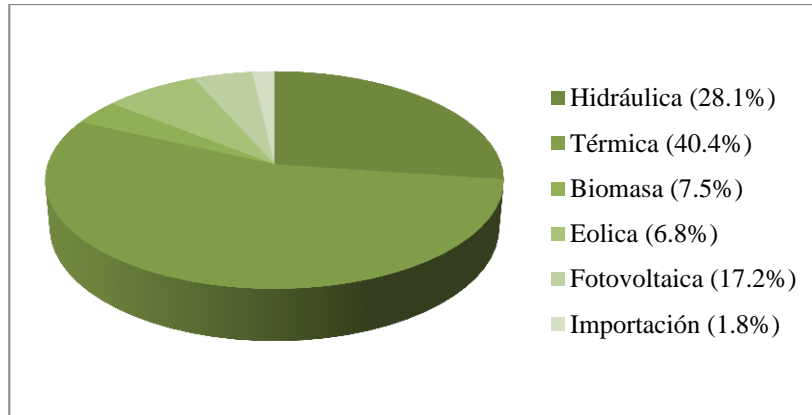
Con respecto a los patrones de consumo, el mismo informe menciona que “el consumo energético no está definido tanto por el comportamiento individual del consumidor, sino de patrones de estilo de vida más bien colectivos” (Altomonte, Coviello, & Lutz, 2003, p. 28). Por lo tanto es posible pensar que los patrones de consumo que se identifiquen en grupos residenciales de similares condiciones económicas y sociales tienden a ser parecido entre sí.

También se menciona que una de las principales consecuencias de las modificaciones de los patrones de consumo es la creciente demanda de los equipos electrodomésticos orientados a dar una mayor comodidad, pero no siempre teniendo en cuenta que estos pueden generar consumos energéticos innecesarios. Por eso concluye con una premisa básica “dado que los equipos convierten la energía en servicios, entonces los individuos están interesados en aquellos y no en la energía.” (Altomonte, Coviello, & Lutz, 2003, p. 28)

## 2.3 MICROENTORNO

### 2.3.1 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA SECTOR RESIDENCIAL HONDURAS

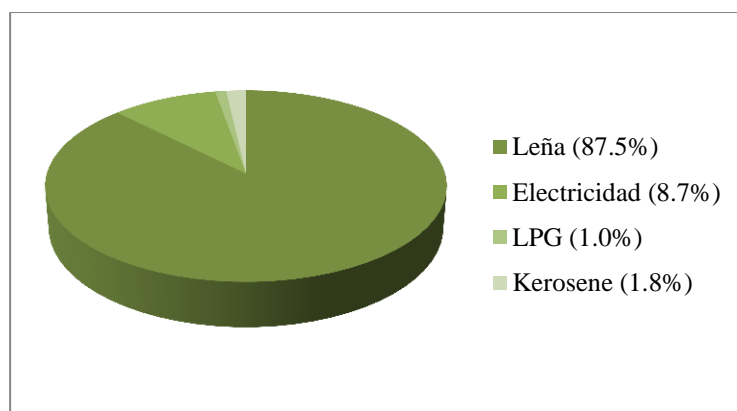
La matriz energética del subsector eléctrico de Honduras ha venido cambiando desde la aplicación desde la Ley de Incentivo a la Generación de Energía a base de Fuentes Renovables (La Gaceta, 2007), ya que por medio se invirtió en diversos proyectos hidroeléctricos, eólicos, fotovoltaicos y de biomasa. Antes de la aplicación de este, para finales del año 2015 la generación de energía a base de fuentes renovables fue del 43.5%, la generación térmica fue del 54.7%, el restante 1.8% vino de importaciones del Mercado Eléctrico Regional (MER) (ENEE, 2016). Ver figura 4.



**Figura 4. Matriz de generación del subsector eléctrico**

Fuente: (ENEE, 2016)

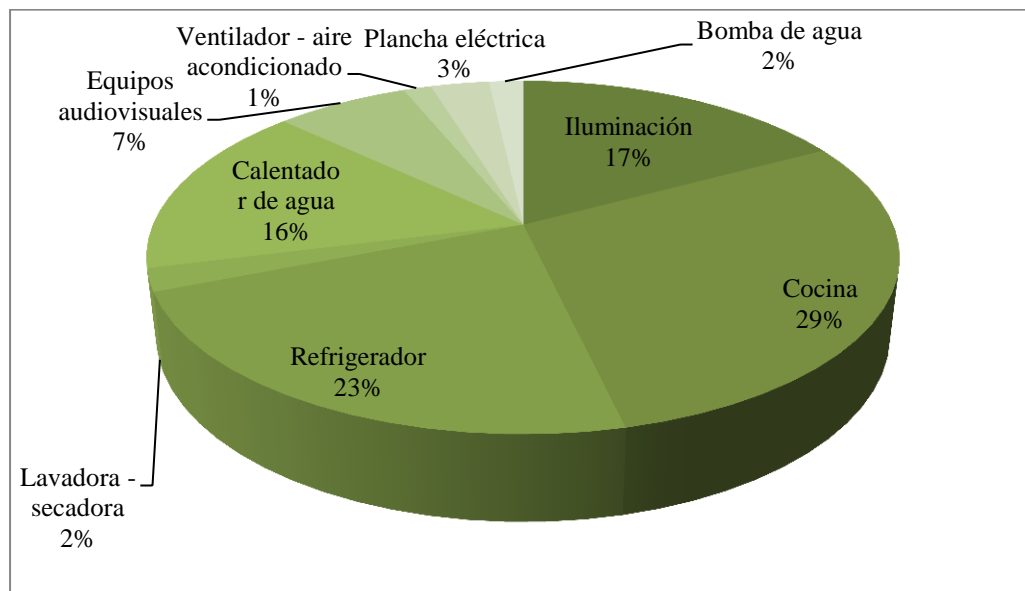
La matriz energética del subsector eléctrico para el sector residencial demuestra una realidad de subdesarrollo y de baja cobertura a nivel nacional, donde únicamente el 81.3% de la población tiene acceso a la electricidad, solo por encima de Nicaragua en la región de Centroamérica. El principal energético del sector residencial es la leña, la cual representa un 87.5% y la energía proveniente de la energía utilizada es únicamente del 9.7%, como lo expresa el Dr. Wilfredo Flores en su estudio “El Sector Energético de Honduras: Diagnóstico y Política Energética” (Flores, 2015). Ver figura 5.



**Figura 5. Origen de la energía en el sector residencial**

Fuente: (Flores, 2015)

El Dr. Flores también expone en su estudio la caracterización del uso de la energía en el sector residencial de Honduras, donde identifica el promedio nacional de los consumos energéticos de los aparatos electrométricos. En la figura 6 se puede apreciar que los sectores de mayor consumo son la cocina con un 29.2%, refrigeración 22.6%, iluminación 17.2% y calentamiento de agua con un 15.88%. Esta información es clave para identificar hacia qué áreas se deberá de dirigir un estudio que tiene como objetivo la reducción del consumo energético residencial.



**Figura 6. Caracterización del uso de la energía en el sector residencial de Honduras**

Fuente: (Flores, 2015)

En Honduras la cultura del ahorro de energía es deficiente, especialmente en el sector residencial, donde se carece de una conciencia orientada al uso eficiente de la energía. La población considera que la energía es un bien de fácil acceso y que tiene derecho a pagar un precio reducido de la energía, sin conocer el valor real de esta. (AETS, BCEIM y EDE Ingenieros, 2011)

## 2.3.2 PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HONDURAS

Los proyectos de eficiencia energética a nivel de país deben estar orientados a la reducción de la demanda de potencia y reducción del consumo de energía eléctrica. Como se mencionó anteriormente, es necesario que estos estén fortalecidos por un marco legal y que las instituciones encargadas de ejecutarlo hagan cumplir las normas establecidas.

### 2.3.2.2 PROYECTO GAUREE II

El proyecto de mayor conocimiento público de eficiencia energética en Honduras tenía como propósito reducir el consumo energético, diseñado en el año 2006 bajo el gobierno del ex-presidente José Manuel Zelaya Rosales. Este plan fue parte del proyecto de Generación Autónoma y Uso Racional de la Energía en su segunda etapa (GAUREE II), el cual como su nombre indica está orientado a mejorar las condiciones energéticas del país. Este consistía en el cambio, gratuito al abonado residencial, de más de 6 millones de bombillos fluorescentes compactos, conocidos comúnmente como “focos ahorradores”, en lugar de los tradicionales bombillos incandescentes. La potencia instalada en bombillos incandescentes fue calculada en 417.4MW mientras que el equivalente de ellos en bombillos fluorescentes compactos demandaría 94.7MW, un 22.7% de la demanda original (Francisco Paradinas - ATI proyecto GAUREE II, 2011). Ver tabla 1.

**Tabla 1. Resultados totales estimados del proyecto de focos ahorradores**

Pot de los focos incandescentes sustituidos	417.4	MW
Pot de los focos ahorradores instalado	94.7	MW
Potencia instalada eliminada	322.7	MW
Promedio de focos instalados por vivienda	8.39	Focos/vivienda
Reducción de demanda en la punta de la tarde - días laborables	43	MW
Coefficiente de simultaneidad en la punta de la tarde	13.3	%
Ahorro de energía anual estimado (calculado a partir de la evolución de la curva de demanda)	141.9	GWh/año
Energía eléctrica vendida año 2009	5,035.0	GWh/año
Ahorro respecto al consumo total de energía	2.8 (1)	%
Factor de uso medio de las lámparas	1.2 (1)	Horas/día

Fuente: (Francisco Paradinas - ATI proyecto GAUREE II, 2011)

Se estimó que el proyecto arrojaría un ahorro de energía anual de 141.9GWh que para el año 2009 representaba una reducción del 2.8% de la generación total. Considerando que el costo de cada MW reducido fue de 0.24 millones de US\$, en comparación de lo que costaría instalar una planta térmica, .95 millones de US\$, o una central hidroeléctrica, 2.18 millones de US\$, ambas con una potencia instalada de cercana a 1MW. El beneficio económico generado es considerable.

### 2.3.2.3 AUDITORÍAS ENERGÉTICA RESIDENCIAL

Los proyectos de eficiencia energética a nivel residencial se hacen a través de una auditoria energética. Estas tienen como propósito analizar de forma preliminar los datos del consumo, el costo de la energía, identificar las áreas potenciales de ahorro, la evaluación económica de las medidas de ahorro y el análisis de la relación costo/beneficio de la implementación del plan de eficiencia energética. (Soriano, 2015). Las auditorías energéticas se dividen en diferentes niveles según la profundidad del estudio que se realice como se describen a continuación:

- Nivel I: Inspección básica e identificación de potenciales evidentes de ahorro de energía
- Nivel II: Construcción de un balance de energía a partir de datos obtenidos y la proporción de recomendaciones para la reducción del consumo energético
- Nivel III: Análisis completo de todos los aparatos eléctricos del inmueble en estudio.

Las etapas de la auditoria energética son las siguientes:

- Planificación del tiempo y recursos disponibles
- Recolección de datos (facturación eléctrica, datos de placa, factores de carga, otros)
- Mediciones
- Análisis de datos
- Estimación de potenciales de ahorro
- Conclusiones y recomendaciones de medidas de ahorro



### 2.3.2.3.1 AUDITORÍA ENERGÉTICA SECTOR EL HATILLO

En el mes de febrero del año 2013, la Unidad Racional de Energía Eléctrica (UREE) de la ENEE realizó una auditoría energética en la Residencial Tres Hermanos en el sector del Hatillo de la ciudad de Tegucigalpa. Sus objetivos fueron: caracterizar por tipo de carga de consumo de energía eléctrica, inspeccionar el modo de funcionamiento de las principales cargas eléctricas instaladas en la residencia y proponer alternativas de eficiencia en el consumo de energía eléctrica (ENEE, 2013).

El proceso consistió en el levantamiento de un consumo histórico anual de las facturas eléctricas correspondientes a un año de estudio con el propósito de la creación de un promedio de consumo energético mensual. En este caso, el consumo fue de 1,417kWh. Seguidamente se realizó un levantamiento de las cargas y los consumos energéticos de las diferentes áreas de consumo de la residencia para la elaboración de la tabla 2 a continuación expuesta.

**Tabla 2. Distribución del Consumo de Energía**

Distribución del Consumo de Energía		
Carga Instalada	kWh	%
Aire Acondicionado	7.95	0.56
Equipo para Aire	19.42	1.37
Bombas	106.39	7.51
Iluminación	134.05	9.46
Equipo de oficina	128.47	9.07
Equipo de trabajo	76.80	5.42
Lavandería	407.38	28.75
Cocina	495.50	34.97
Pérdidas eléctricas	41.03	2.90
<b>Total</b>	<b>1,417.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: (ENEE, 2013)

Por medio del análisis de la información obtenida se logra identificar que las áreas a intervenir por medio del cambio de tecnología serán la iluminación y el calentamiento de agua, las cuales representan un 9.5% y un 27.95%, respectivamente. También se recomienda un cambio cultural en los patrones de consumo de energía. Para el área de iluminación se considera sustituir

los bombillos incandescentes por bombillos fluorescentes compactos y en el área de calefacción de agua se sustituye el calentador de tanque de 190l por un calentador solar de 300l.

La aplicación de las medidas expuestas generaría un ahorro en el área de iluminación de 700.99kWh/año y en el área de calefacción de 4,000.92kWh/año (ENEE, 2013).

## 2.4 FUNDAMENTOS

Esta sección identificará que aparatos eléctricos son los más utilizados en el sector residencial de Honduras y cuáles son las principales cargas energéticas que presentan el mayor potencial de ahorro en base a medidas de cambio de patrones de cultura o de sustitución de aparatos de tecnología más eficiente.

### 2.4.1 APARATOS ELECTRODOMÉSTICOS UTILIZADOS SECTOR RESIDENCIAL

Con el fin de ahorrar energía eléctrica en el sector residencial, la ENEE publicó en el año 2013 una guía con consejos de reducción de consumo energético. Esta guía incluye un listado de los electrodomésticos más comunes en las viviendas hondureñas (UREE, 2013). A continuación se enumeran junto con sus potencias nominales promedio:

- Estufa eléctrica (1,800W por hornilla de disco espiral mediano)
- Horno de estufa (3,300W resistencia superior e inferior)
- Hornilla eléctrica (1,000W)
- Horno de microondas (1,500W)
- Olla Arrocera (800W)
- Hornito eléctrico (1,200W)
- Percoladora (1,100W)
- Batidora (170W)
- Refrigeradora (500W, 17 pies y descongelamiento automático)
- Calentador de agua de tanque (3,000W)
- Calentador de agua de paso (12,000W)
- Electro ducha (4,000W)

- Lavadora de ropa (1,200W)
- Secadora de ropa (5,000W)
- Plancha (1,100W)
- Televisor 21” (150W)
- Radiograbadora (25W)
- Laptop (45W)
- Computadora de escritorio (150W)
- Ventilador (130W)

#### 2.4.2 ÁREAS ENERGÉTICAS CON MAYOR POTENCIAL DE AHORRO

En la sección de la caracterización del consumo energético del sector residencial, se dio a conocer las áreas identificadas en el informe expuesto por el Dr. Wilfredo Flores. Estas áreas se pueden apreciar en la tabla 3.

**Tabla 3 Consumo energético por áreas en el sector residencial**

Área de consumo	Porcentaje consumo energético total
Iluminación	17.2%
Cocina	29.2%
Refrigerador	22.7%
Lavadora -secadora	2.1%
Calentador de agua	15.9%
Equipos audiovisuales	6.8%
Ventilador - aire acondicionado	1.4%
Plancha eléctrica	3.0%
Bomba de agua	1.8%
Total	100.0%

Fuente: (Flores, 2015)

Como se mencionó anteriormente, las áreas de mayor consumo son: refrigeración, cocina, iluminación y calentamiento de agua. Los consejos de reducción de consumo energético

expuestos en la Guía para ahorrar electricidad en el hogar tienen como propósito modificar los patrones de consumo. Los cambios de cultura para estas áreas son los siguientes:

- Refrigeración: Ubicar el refrigerador en un lugar fresco y ventilado, colocar el refrigerador lejos de fuentes de calor, comprobar el buen estado de los empaques, no introducir comidas calientes, aprovechar el frío de los alimentos, limpiar la parrilla (condensador), mantener el congelador lleno, refrigerar únicamente lo necesario, brindar mantenimiento al refrigerador, verificar que el refrigerador este a nivel con el piso y otras
- Cocción: Utilizar ollas del tamaño del disco de la hornilla, utilizar utensilio de materiales que permitan el rápido calentamiento, no colocar recipientes húmedos sobre el disco, aprovechar el calor residual, utilizar ollas de presión, tapar las ollas al cocinar, no hervir agua en ollas, usar adecuadamente el horno de la estufa.
- Iluminación: Evitar encender las luminarias en el día, pintar la casa de colores claros, apagar las luces que no se necesitan, limpiar regularmente las luminarias, utilizar sensores de presencia, utilizar luminarias eficientes, reducir la iluminación en aras externas, utilizar temporizadores para el encendido de las luces
- Calentamiento de agua: Ser breve en los tiempos de baño, cerrar la llave cuando se lave el cabello y se aplica el jabón, seleccionar la temperatura adecuada del agua, seleccionar tecnologías más eficientes que tanques de almacenamiento y calentadores de paso como calentadores solares.

## 2.4 TEORÍA DEL SUSTENTO

En base a la bibliografía en las secciones anteriores de este capítulo se tomó como teoría de sustento que la aplicación de la eficiencia energética resulta en resultados positivos en cuando a la reducción del consumo de la energía y de la facturación eléctrica. Se aplicará una auditoria energética de nivel I, en base a la percepción del consumo que los habitantes tengan de las áreas de cocción, iluminación y calentamiento de agua. En base a esta información se plantearán medias de cambio de patrones de consumo y la sustitución a aparatos de tecnologías más

eficientes en el uso de energía. También se evaluará el ahorro energético y beneficio económico resultante del plan de eficiencia energética para determinar su viabilidad financiera.

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de este capítulo es presentar la metodología de investigación que será implementada para el desarrollo de este estudio. En primera instancia se iniciará describiendo el método de investigación a ser utilizado para la recolección de información que permitirá comprobar o rechazar la hipótesis planteada. En segundo lugar se presentará el enfoque desde el cual será estudiado el problema principal de este proyecto. Seguido se dará a conocer el diseño de trabajo y de estudio y su delimitación. Se continuará con la delimitación de selección de la muestra de estudio, los para materos, técnicas e instrumentos para su análisis. La matriz de congruencia presentada en la figura 7, es un resumen del planteamiento del problema de estudio.

Definición y Formulación del Problema	Hipótesis	Objetivos	Indicadores	Justificación
Incremento en la facturación energética del sector residencial de Honduras	La población del Cluster Townhouses considera que su facturación eléctrica no es conforme a su consumo energético	<p>Objetivo General: Analizar el consumo energético, facturación eléctrica y los beneficios económicos generados de la implementación de la eficiencia energética en las viviendas del Cluster Townhouses de la Residencial Portal del Bosque.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el grado de conocimiento en materia energética básica y la conformidad con la factura eléctrica de la población del Cluster Townhouses</li> <li>• Reconocer el consumo energético y facturación eléctrica promedio de las viviendas del Cluster Townhouses a través de una auditoria energética generalizada</li> <li>• Identificar el porcentaje de consumo de energía promedio de los sectores iluminación, cocción de alimentos y calentamiento de agua de las viviendas de estudio</li> <li>• Establecer las medidas de un plan de eficiencia energética y cuantificar la reducción en el consumo energético y la facturación eléctrica</li> <li>• Evaluar la viabilidad financiera de la aplicación del plan de eficiencia energética.</li> </ul>	<p>De la población de estudio se deberá conocer lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor de factura energética en kWh</li> <li>• Valor de Factura energética en Lempiras</li> <li>• Conocimiento del sistema de cobro del consumo energético</li> <li>• Conformidad/inconformidad de la factura energética</li> <li>• Patrones de consumo de las áreas de consumo de iluminación, cocción y calentamiento de agua</li> <li>• Interés en la inversión en eficiencia energética</li> </ul>	<p>La relevancia de este estudio es que permitirá a los habitantes del Cluster Townhouses conocer cómo se consume la energía de sus hogares y que hábitos y aparatos son los que contribuyen a tener una factura eléctrica fuera de su conformidad. El estudio es viable debido a que se cuenta con acceso a las viviendas del Cluster Townhouses y se poseen las herramientas y el conocimiento para poder procesar y analizar la información que se obtenga de los instrumentos de estudio. También se cuenta con la capacidad de cuantificar los resultados obtenidos de la aplicación del plan de eficiencia energética. La convivencia se manifiesta en el alto poder adquisitivo de los habitantes de la Residencial Portal del bosque, no siendo para ellos, la inversión en nuevos aparatos electrodomésticos un obstáculo económico. De la misma forma, debido a que se generaran tablas de cálculo del consumo y del su reducción en base al plan a implementarse, podrá ser aplicado de forma congruente a la realidad a cada una de las viviendas del Cluster, así como a otras viviendas fuera de la residencial haciendo únicamente una actualización en su facturación y aparatos electrodomésticos existentes.</p>

**Figura 7. Matriz de congruencia**

Será necesario desarrollar las etapas metodológicas que direccionen la investigación y que darán a conocer el diagnóstico, la identificación de factores que conciernen al tema principal y la propuesta de solución al problema. También se presentará el diagrama de flujo que servirá como resumen de las etapas, técnicas y grupos focales de la investigación con el propósito de obtener un mapa que explique cómo se concluyen cada una de las actividades del proyecto.

### 3.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo este estudio se utilizó un método de investigación descriptivo, con la intención de caracterizar la percepción que se tiene del consumo energético. La importancia de este método es describir las particularidades que se relacionan a la percepción del consumo, y como estas afectan la variable principal. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010, p. 80) Por medio de este método podrá ser posible estudiar la relación de que tiene el conocimiento de materia energética básica en la percepción de la facturación derivada del consumo de energía.

### 3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque en base al cual se desarrolló este trabajo en mixto combinado, en el cual se estudió una parte cuantitativa y otra cualitativa con la intención de obtener un mejor criterio de solución a la problemática. La sección cuantitativa será aplicada para medir el consumo eléctrico, en kW/h y lempiras, actual en las viviendas. Para ellos se deberá seguir la secuencia que se determina en las auditorías energéticas de nivel I para la recolección correcta de la información necesaria para el estudio. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010, p. 4)

La parte cualitativa sirvió para conocer los patrones de consumo energético de los habitantes. En conjunto con la información cuantitativa de sus aparatos electrodomésticos, se pudo identificar como deberían ser tratadas las principales cargas eléctricas. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010, p. 11)

### 3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El diseño de la investigación será el medio por medio del cual se podrá planificar y someter la hipótesis a aprobación. Su fin es lograr obtener la información deseada a través de un plan o una estrategia específica. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010, p. 13)

Debido a la naturaleza de la investigación que se llevó a cabo, esta se consideró como no-experimental ya que se tomaron los datos recopilados tal y como se obtuvieron, sin manipulación de los mismos para poder observar y analizar claramente el panorama existente en su estado natural. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010, p. 149). La información que se recopiló con respecto a los consumos energéticos de los hogares fue producto de sus interacciones de hogar habituales, sin previa información de las intenciones de este estudio. Para desarrollar este trabajo fueron utilizadas las siguientes herramientas: cuestionarios, tabulaciones de datos, cálculos de consumos energéticos, creaciones de promedios, análisis de promedios, gráficos e histogramas.

### 3.4 DELIMITACION DEL DISEÑO DE INVESTIGACION

#### 3.4.1 UBICACION Y ESPACIO GEOGRAFICO

La investigación se llevó a cabo en el Municipio del Distrito Central, Tegucigalpa, departamento de Francisco Morazán y capital de la república de Honduras. Su población para el año 2015 se estimó en 1.1 millones de habitantes. En la actualidad Tegucigalpa se está desarrollando de una forma acelerando en cuanto a infraestructura vial y proyectos habitacionales horizontales y verticales. La mayor parte de estos últimos se ubican en la zona sur oeste de la ciudad. El estudio presente se desarrolló en la Residencial Portal del Bosque, específicamente en el Cluster Townhouses, el cual está ubicado a inmediaciones de la Calle de los Alcaldes, colindante de las colonias Los Robles y Roble Oeste en su costado sur y la colonia Ciudad Nueva en su frente.



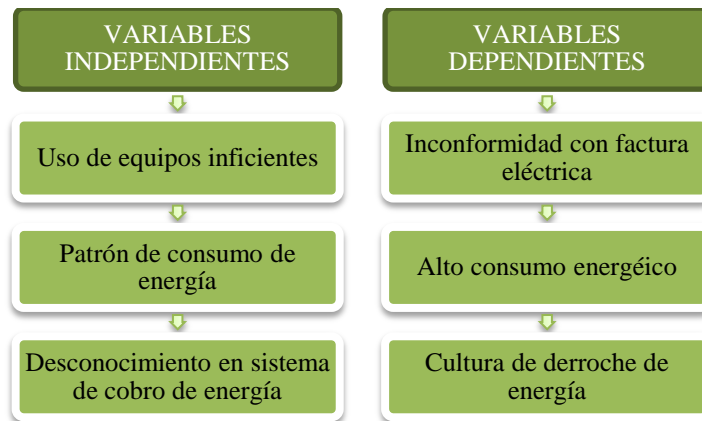
### 3.4.2. UBICACION TEMPORAL

El estudio inicia en enero de 2016 con el dimensionamiento del problema y del alcance. Luego seguirá con la elaboración del marco teórico que servirá como sustento al trabajo. El proceso de aplicación de las herramientas metodológicas iniciara en el mes de marzo de 2016, iniciando con la aplicación de encuestas a los jefes de hogar de viviendas de la Residencial Portal del bosque para determinar el consumo energético de sus habitantes. La segunda etapa dará inicio en el mes de abril donde se harán análisis de la información obtenida para conocer el patrón de consumo de la residencial y de inmediato se estudiarán los mismo para la identificación de las cargas que generan mayor consumo y como atacarlas. Finalmente en el mes de mayo y junio de 2016 se establecerá el plan de eficiencia de energía a aplicarse, terminando con la defensa de este estudio en el mes de julio de 2016.

### 3.4.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

La hipótesis es una respuesta tentativa entre dos o más variables que tienen como propósito guiar el estudio, proporcionar explicaciones y apoyar la prueba de teorías. Será la hipótesis el medio para comprobar y verificar que los resultados obtenidos al concluir el estudio fueron o no los esperados. En este caso se trabajó con la siguiente hipótesis: La población del Cluster Townhouses considera que su facturación eléctrica no es conforme a su consumo energético.

Por medio de esta hipótesis se pretende comprobar que la población de estudio considera que el su consumo energético no es congruente con el monto que refleja su factura eléctrica actual. Los posibles motivos de esta inconformidad también fueron estudiados. En la figura 7 se presentan las variables que serán analizadas.



**Figura 8. Variables del proceso metodológico**

### 3.5. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

De la población total del Cluster Townhouses se eligió un subgrupo, llamado muestra, el cual es el objeto de estudio del presente trabajo. Según Sampierei, esta es necesaria para el beneficio de la economía y tiempo disponible para el proceso investigativo. Para este estudio se utilizó una muestra probabilística ya que las viviendas del Cluster son iguales en cuanto a diseño y área de construcción. Siendo este caso la muestra será probabilística aleatoria simple. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010, p. 171)

### 3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

A continuación se describen los diferentes instrumentos para la obtención y análisis de la información:

- Cuestionario energético: Consiste en una serie de preguntas con respecto a la facturación eléctrica mensual, la percepción del consumo y conocimiento de materia energética básica así como los patrones de uso de las áreas de iluminación, cocción y calentamiento de agua. Ver anexo 1.
- Tabulación de datos: Para poder interpretar la información obtenida de la aplicación del cuestionario se creó una tabla con diferentes clasificaciones según el área de estudio de las preguntas formuladas

- Cálculos de consumos energéticos: Debido a que la población no suele conocer su consumo en base a kWh, sino en valor monetario, se solicita en la encuesta el valor de la factura en Lempiras. Por medio de una tabla de cálculo de consumo se transforma el monto en Lempiras a kWh según el antiguo pliego tarifario, vigente al momento de la aplicación del cuestionario.
- Creación y análisis de promedios: En base a la información concerniente a los patrones de consumo de las áreas energéticas de estudio se elaboran promedios de los mismos para dimensionar el porcentaje que estos representan en el consumo energético de la vivienda promedio
- Análisis de gráficos e histogramas: De la tabulación de datos y los promedios, se crean gráficos de pastel e histogramas para facilitar el análisis de la información.

### 3.6.1 DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo presenta las etapas metodológicas en las que serán aplicadas cada una de las técnicas antes descritas y a que grupos focales estarán dirigidos. Ver figura 8.

Etapas	Técnicas Aplicadas	Grupos Focales
Levantamiento del consumo eléctrico de las viviendas de estudio	- Aplicación de cuestionario energético	Jefes de hogar
Obtención de la factura eléctrica y el consumo energético de la vivienda promedio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tabulación de datos</li> <li>- Cálculo de facturas</li> <li>- Creación de promedios de consumo</li> <li>- Análisis de gráficos e histogramas</li> </ul>	Total de viviendas encuestadas
Evaluación de la percepción de la facturación eléctrica y el consumo energético. Evaluación del conocimiento de materia energética e intención en inversión en eficiencia energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de promedios</li> <li>- Análisis de gráficos</li> </ul>	Total de viviendas encuestadas

**Figura 9. Diagrama de flujo**

### 3.7 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

El tiempo de realización de este estudio y la programación de las actividades que lo componen están representados en la tabla 4.

**Tabla 4. Cronograma de ejecución**

Consumo Energético y Beneficios de la Implementación de Eficiencia Energética en el Cluster Townhouses de la Residencial Portal del Bosque del Distrito Central									
Actividades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Árbol del problema									
Planteamiento del problema									
Marco teórico									
Matriz de congruencia									
Metodología de la investigación									
Presentación de anteproyecto									
Aplicación de instrumentos de estudio									
Tabulación de datos									
Creación de promedios									
Análisis y resultados									
Conclusiones y recomendaciones									
Aplicabilidad del plan de eficiencia energética									
Revisión bibliográfica									
Anexos									
Revisión general del proyecto									
Presentación de proyecto									
Tramites de graduación									
Defensa de proyecto de graduación									
Graduación de Master en Gestión de Energía Renovable									

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS

El presente capítulo tiene como propósito presentar los resultados de la aplicación de los instrumentos de estudio del consumo energético del Cluster Townhouses y los análisis cuantitativos y cualitativos de la información obtenida. También se estableció un consumo promedio de las viviendas encuestadas para poder cuantificar la demanda total de las 37 viviendas que componen el Cluster. Esta información será clave para cuantificar la reducción total en valor monetario, energético y ambiental que derivará de las distintas medidas de eficiencia energética aplicadas como solución al problema. Estas se pueden apreciar en el Capítulo 6 de este estudio. La aplicación de las encuestas fue llevada a cabo del 30 de abril al 7 de mayo de 2016. Previo a encuestar se hizo un levantamiento de las áreas de estudio de una vivienda para conocer características energéticas similares en las demás, siendo estas las siguientes:

- El cobro de ajuste por combustible es igual a L. 0.00 debido al bajo precio del crudo de petróleo a partir de enero del presente año, ver figura 10
- El cobro por alumbrado público es igual de L. 28.00 mensuales, valor utilizado como promedio para todos los residentes, ver figura 10
- El cobro por alquiler de contador es igual a L. 5.00 mensuales, este valor no está reflejado en la factura eléctrica pero se sabe que si se incluye en el costo de la energía según el pliego tarifario.
- Todas las viviendas tiene un número igual de focos fluorescentes compactos, un total de 15 unidades, con una carga individual de 24W, ver figura 11
- Todas las viviendas cuentan con una estufa eléctrica de 4 hornillas y horno. Algunas de ellas tienen 2 hornillas grandes y 2 pequeñas, otras tienen 4 pequeñas. Para el estudio se tomó como potencia promedio el de una hornilla mediana de 1800W y un horno de 3300W, ver figura 12
- Todas las viviendas utilizan un sistema de calefacción de agua por medio de un calentador de paso marca TITAN con potencia de 12,000W para uso simultaneo de 3 regaderas, ver figura 13



**Figura 10. Ejemplo de factura eléctrica de una residencia del Cluster Townhouses**



**Figura 11. Foco fluorescente compacto instalado en las viviendas**



**Figura 12. Estufa eléctrica de hornilla de punto rojo (grande y pequeño), con horno de doble resistencia**



**Figura 13. Calentador de paso marca TITAN de 12,000W**

**Tabla 5. Tabulación de datos**

	A	B			C	D	E	F	G	H	I	J	K
No. de Encuesta	Consumo Mes 1	Consumo Mes 2	Consumo Promedio	Consumo Promedio	Miembros Familia	Consumo Justo ¿?	kWh ¿?	Precio kWh ¿?	Cambio e Inversión	Horas de Uso de focos al día	Horas de Uso Estufa al día	Horas de Uso Horno al mes	Horas de Uso Calentador
1	L. 1,200.00	L. 1,300.00	L. 1,250.00	424.15kWh/mes	4	1	1	3	3	26.00h	3.50h	1.00h	1.00h
2	L. 1,600.00	L. 1,300.00	L. 1,450.00	488.26kWh/mes	6	2	1	2	1	34.00h	2.00h	4.00h	1.50h
3	L. 1,400.00	L. 1,300.00	L. 1,350.00	456.20kWh/mes	3	2	2	1	3	24.00h	2.50h	0.00h	1.00h
4	L. 1,200.00	L. 1,200.00	L. 1,200.00	408.12kWh/mes	5	2	2	1	1	33.00h	3.00h	5.00h	1.50h
5	L. 1,500.00	L. 1,500.00	L. 1,500.00	508.46kWh/mes	5	2	1	1	3	29.00h	3.00h	5.00h	1.00h
6	L. 1,200.00	L. 1,000.00	L. 1,100.00	376.06kWh/mes	6	2	1	1	3	31.00h	2.50h	3.00h	2.00h
7	L. 900.00	L. 900.00	L. 900.00	329.04kWh/mes	4	2	2	1	3	27.00h	2.50h	5.00h	1.00h
8	L. 1,300.00	L. 1,300.00	L. 1,300.00	440.18kWh/mes	6	2	1	2	1	29.00h	3.00h	5.00h	1.50h
9	L. 1,200.00	L. 1,100.00	L. 1,150.00	392.09kWh/mes	5	2	2	1	1	30.00h	2.00h	2.00h	1.00h
10	L. 950.00	L. 900.00	L. 925.00	319.96kWh/mes	5	2	1	2	1	30.00h	2.50h	5.00h	1.00h
11	L. 1,100.00	L. 1,000.00	L. 1,050.00	360.03kWh/mes	3	2	2	3	3	28.00h	2.50h	0.00h	1.00h
12	L. 1,400.00	L. 1,500.00	L. 1,450.00	488.26kWh/mes	5	2	1	1	1	30.00h	2.50h	3.00h	2.00h
13	L. 1,200.00	L. 1,300.00	L. 1,250.00	424.15kWh/mes	3	2	1	3	1	24.00h	3.50h	2.00h	1.00h
14	L. 1,300.00	L. 1,400.00	L. 1,350.00	456.20kWh/mes	4	2	1	3	1	28.00h	2.00h	1.00h	1.50h
15	L. 1,000.00	L. 900.00	L. 950.00	327.97kWh/mes	3	2	2	1	3	23.00h	2.00h	0.00h	1.00h
16	L. 1,400.00	L. 1,500.00	L. 1,450.00	488.26kWh/mes	5	2	2	1	1	29.00h	3.00h	3.00h	1.00h
17	L. 1,300.00	L. 1,400.00	L. 1,350.00	456.20kWh/mes	6	2	2	1	1	32.00h	3.00h	2.00h	1.50h
18	L. 1,300.00	L. 1,400.00	L. 1,350.00	456.20kWh/mes	5	2	1	2	3	33.00h	2.50h	0.00h	1.50h
<b>Promedios</b>			<b>L. 1,240.28</b>	<b>422.21kWh/mes</b>	<b>4.61</b>					<b>28.89h</b>	<b>2.64h</b>	<b>2.56h</b>	<b>1.28h</b>



En la tabulación de los datos presentada en la tabla 5, leyenda de tabulación en tabla 6, se enumeran las encuestas y se clasifican la información obtenida en 3 grupos. El primero consiste en la facturación eléctrica de los meses de marzo y abril, así como también el consumo energético promedio correspondiente a ambos meses. El segundo grupo de respuestas corresponde a aquellas consideradas cualitativas al nivel de conocimiento energético y la intención de inversión en sistemas que reduzcan la factura mensual. El tercer y último grupo contiene la información de los consumos energéticos de las áreas de estudio las cuales son iluminación, cocción y calefacción.

**Tabla 6. Leyenda de tabulación**

Pregunta	Respuesta			
	1	2	3	4
D	Conforme	Inconforme		
E	Si	No		
F	Según zona residencial	Fijo	Según consumo	Según petróleo
G	Si	No	Tal Vez	

Como se puede apreciar en la tabla 7, la facturación promedio mensual de los encuestados es de L. 1243.96, lo cual equivale a 422.21 kWh/mes

**Tabla 7. Consumo energético y facturación eléctrica de vivienda promedio**

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55
Siguientes	200.00kWh/mes	122.21 kWh	L. 3.1193	L. 381.21
Exceso	250.00kWh/mes	0.00 kWh	L. 3.4313	L. 0.00
Total		<b>422.21 kWh</b>	Subtotal	L. 1210.96
<b>Precio kWh = L. 2.8682</b>		0% ajuste por combustible		L. 0.00
		15% de ISV (>750kWh/mes)		L. 0.00
		Contador		L. 5.00
		Alumbrado público		L. 28.00
		Total a pagar		<b>L. 1243.96</b>

Se creó una tabla de cálculo según el pliego tarifario. En ella se especifica como el precio del kWh va proporcionalmente en relación al consumo. El monto total de la factura se le resta el alumbrado público (L. 28.00), el alquiler del contador (L. 5.00), el 15% del impuesto sobre la venta (en caso de superar un consumo de 750 kWh/mes y finalmente el ajuste por combustible que como se mencionó anteriormente, es igual a 0%. El dato restante equivale al valor monetario por consumo energético. La tabla llena automáticamente el consumo de los primeros 100 kWh, los siguientes 50 kWh y de forma manual se introducen los vales en los siguientes 150 kWh y los siguientes 200 kWh según sea el caso.

El promedio de habitantes por viviendas es de 4.61 personas. El promedio de las horas de uso de las áreas de consumo a estudiar son las siguientes: 28.89 horas/día en iluminación, 2.64 horas/día en hornillas, 2.56 horas/mes en horno eléctrico y 1.28 horas/día en calefacción de agua.

En el anexo 2 se pueden ver las tablas que corresponden a las demás encuestas, las cuales dieron los resultados en kWh que se encuentran en la tabulación de encuestas.

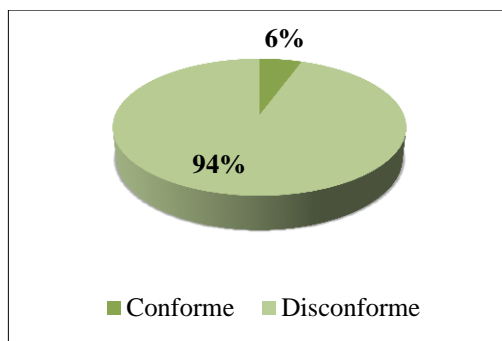
#### 4.1 ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN DEL CONSUMO Y MATERIA ENERGÉTICA

Dentro de los objetivos de este estudio, comprender analizar el nivel de conocimiento en materia energética básica y la intención de inversión en eficiencia energética tiene la población encuestada. Para ellos fueron diseñadas las preguntas D, E, F y G.

La primera pregunta en esta sección “¿Considera justo el monto de su factura mensual?”, tiene la intención de conocer la conformidad que la población siente hacia el valor monetario que cancelan mes a mes a la ENEE. La figura 14 denota una disconformidad casi total de la población ya que el 94% considera que pagan más de lo debido según la percepción que tienen de su consumo energético.

**Tabla 8. Nivel de conformidad con la facturación mensual**

Conforme	1	6%
Inconforme	17	94%
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>

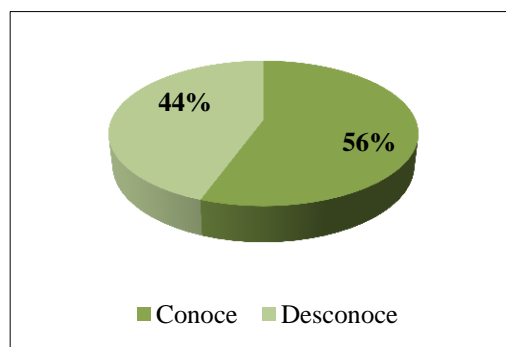


**Figura 14. Gráfico de conformidad con la facturación mensual**

La pregunta E, “¿Sabe que es un kWh y como se mide?” da como respuesta si la población conoce la unidad de medición de la energía y como los aparatos electrodomésticos hacen uso de ella y en que magnitud. Según las respuestas obtenidas, figura 15, el 56% de la población confirma entender que es un kWh y un 44% lo desconoce. Sin embargo al hacer una relación de las respuestas de esta pregunta y la anterior, se puede deducir que quizás las personas que creen entender cómo se mide la energía estén equivocadas ya que de ser así no tendrían el nivel de inconformidad que respondieron.

**Tabla 9. Conocimiento de la unidad kWh y su medición**

Conoce	10	56%
Desconoce	8	44%
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>

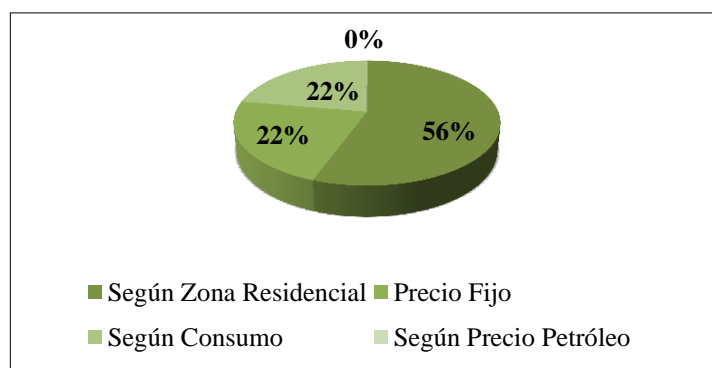


**Figura 15. Gráfico de conocimiento del kWh y su medición**

Con respecto a la determinación del precio del kWh, el cual varía según el consumo energético, se ve que la más de la mitad de la población considera que este cambia según la zona residencial y más de una quinta parte cree que el precio es fijo para todos. Por lo tanto el 78% de los encuestados están equivocados, ver tabla 10 y figura 16.

**Tabla 10. Determinación del precio del kWh**

Según Zona Residencial	10	56%
Precio Fijo	4	22%
Según Consumo	4	22%
Según Precio Petróleo	0	0%
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>



**Figura 16. Gráfico determinación del precio del kWh**

La interpretación de estos resultados hace ver que el conocimiento en materia energética básica es muy bajo y son posibles causas de la inconformidad hacia la facturación mensual. Este tipo de conocimiento es necesario en la economía del hogar, es obligación de todos conocer cómo y que se le está cobrando mensualmente. Solo de esta manera será posible hacer el uso más eficiente de los aparatos electrodomésticos.

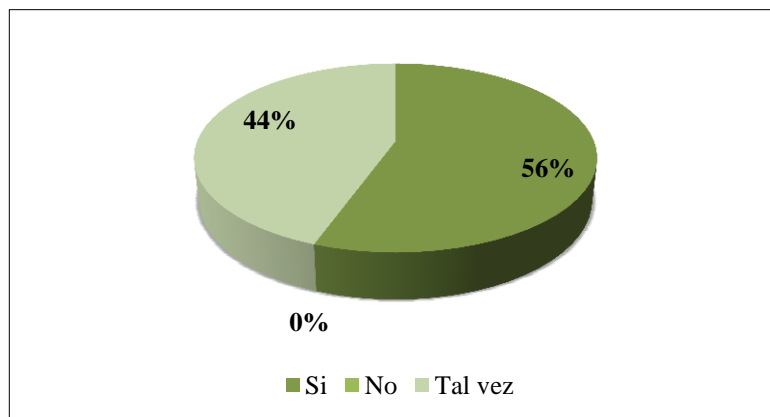
Finalmente se analiza la pregunta G. Esta trata de cuantificar la intención de un cambio de conducta en la forma de utilización de la energía y la posible inversión en aparatos de mayor eficiencia energética. El cambio de conducta es esencial para reducir el consumo energético, sin embargo necesita de un fuerte compromiso de la población para cumplir los nuevos patrones de consumo establecidos. Este es el paso de mayor importancia hacia la reducción de la factura

eléctrica. En segundo lugar se procede a realizar sustituciones de los electrodomésticos por otros más eficientes, esto requiere una inversión monetaria que suele tener un período de recuperación promedio de 3 a 5 años en instalaciones residenciales. Estos tienen un mayor beneficio si se refuerza con el cambio en los patrones de consumo como se mencionó anteriormente.

Cabe destacar que la pregunta G incluye un párrafo introductorio con respecto al nuevo pliego tarifario propuesto por la CREE en el cual se hace saber a la población que el precio del kWh subirá \$ 0.02 en todas sus categorías, con la intención de recaudar de los abonados de la ENEE el valor verdadero del kWh y equilibrar las finanzas de la institución. También se hace saber que se hará una revisión trimestral del precio que posiblemente deriven en más incrementos. Esto significa que el ahorro monetario con la reducción del consumo puede ser aún mayor. En la tabla 11 y la figura 17 se representa la información obtenida.

**Tabla 11. Intención de cambio de conducta e inversión en eficiencia energética**

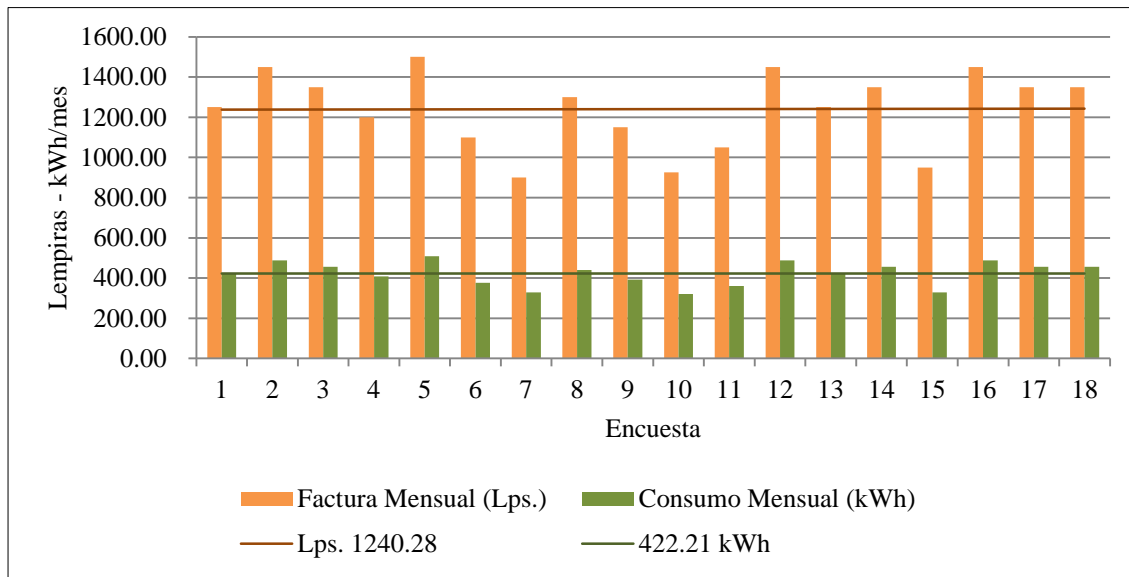
Si	10	56%
No	0	0%
Tal vez	8	44%
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>



**Figura 17. Gráfico de intenciones de cambio de conducta e inversión en eficiencia energética**

## 4.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO Y FACTURACIÓN ENERGÉTICA

El análisis cuantitativo de este informe corresponde al estudio del consumo energético en kWh promedio de las viviendas, su composición según concepto y el consumo y facturación total promedio del todo el Cluster Townhouses.



**Figura 18. Histograma de factura eléctrica y consumo energético promedio mensual**

En la figura 18 se muestra un histograma de la facturación y el consumo mensual de los encuestados. La facturación mensual promedio es de L. 1,240.28, el rango encuestado ronda entre los valores de L. 1,500.00, siendo este el más alto y L. 900.00 el más bajo. Es importante mencionar que únicamente se presentaron 3 valores menores a L. 1,000.00, la mayoría oscila entre L. 1,300.00 y L. 1,200.00.

El consumo energético se comporta de igual manera, a pesar de no comportarse 100% proporcional a la facturación debido al cambio del precio del kWh. El promedio mensual es de 422.21kWh, con un rango de 508.46 kWh y de 319.69 kWh. El total de energía vendida en Honduras en 2015 al sector residencial es de 2,264.8 GWh a 1,507,946 abonados, para la zona centro-sur fue de 1,015.2 GWh a 675,401 abonados (ENEE, 2016). Esto nos da una media de consumo mensual residencial de 127.41 kWh y la de la zona centro sur es de 129.70 kWh.

Haciendo una comparación entre la media obtenida de los encuestados y de la zona centro sur, se puede apreciar que esta es 292.51 kWh sobre la segunda. Es importante considerar que la primera corresponde una zona urbana considera de un estrato social alto y la segunda a un promedio urbano y rural.

Llevando la información del consumidor promedio al Cluster Townhouses se obtienen los datos representados en la tabla 12. Con una población promedio por vivienda de 4.61 habitantes, ver tabla 1, el total del Cluster es de aproximadamente 171 personas. El consumo promedio mensual, como se ha mencionado, es de 422.21kWh, lo cual indica un consumo por habitante de 91.59 kWh/mes. Multiplicando el consumo mensual por la cantidad de viviendas del Cluster, 37, obtenemos un consumo total de 15,621.80 kWh/mes. De igual forma con la factura energética obtenemos que mensualmente, en promedio la población de estudio cancele a la ENEE la cantidad de L. 45,890.28. Esta información será necesaria para hacer una comparación con los efectos generados a partir del cambio de cultura e inversión en eficiencia energética.

**Tabla 12. Resumen facturación y consumo energético Cluster Townhouses**

Población	171
Viviendas	37
Consumo por Habitante	91.59kWh/mes
Consumo por Vivienda	422.21kWh/mes
Consumo Total	15,621.80kWh/mes
Factura Promedio	L. 1,240.28/mes
Factura Total Promedio	L. 45,890.28/mes

**Tabla 13. Consumos energéticos por sectores en residencia promedio**

Modelo de Residencia Promedio			Potencia Nominal	Factor de Carga	Energía Consumida
Consumo Mensual	L.1,240.28	422.21 kWh			
Miembros	4.61				
Ilum. Fluorescente Comp.	28.89h/día	866.67h/mes	24.00W	1.00	20.80kWh/mes
Hornillas Eléctricas Med.	2.64h/día	79.17h/mes	1,800.00W	0.80	114.00kWh/mes
Horno Eléctrico	2.56h/mes		3,300.00W	0.80	6.76kWh/mes
Calentador de Paso	1.28h/día	38.33h/mes	12,000.00W	0.33	153.33kWh/mes
H/Calentador por persona		0.28h/día		Subtotal	294.89kWh/mes
Energía por Persona		91.59 kWh	Electrométricos Varios		127.32kWh/mes
				<b>Total</b>	<b>422.21kWh/mes</b>

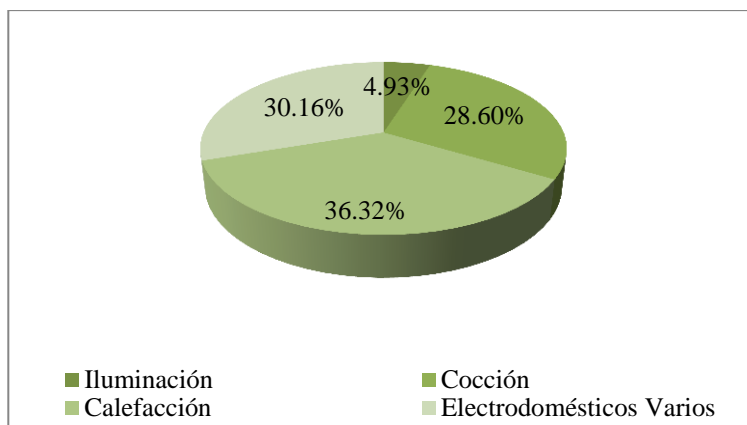
Analizar de forma puntual el consumo de una vivienda es el siguiente paso para identificar en qué medida inciden las áreas de estudio en la facturación mensual. En la tabla 13, se presentaron los promedio de uso de la iluminación, las hornillas eléctricas y el calentador de paso en horas por día. Estos datos se transformaron a horas al mes multiplicándolos por 30 días. El horno eléctrico, fue encuestado en horas al mes ya que es un aparato que no se utiliza con tanta frecuencia. Para obtener la demanda energética de cada concepto se multiplica las horas de uso mensual de cada concepto, por su potencia nominal y por su factor de carga. El factor de carga, también conocido como factor de servicio, nos indica que porcentaje del total de la potencia nominal está haciendo utilizado. En los focos suele ser de 1.00 ya que estos al estar encendidos utilizan el 100% de su potencia. En la estufa y el horno eléctrico se considera un factor de carga del 0.80, ya que ambos no suelen cocinarse a máxima temperatura todo el tiempo. El calentador de paso tiene un factor de carga de 0.33. Este dato se obtiene dividiendo el 100% de su capacidad en el máximo de duchas disponibles en uso simultáneo, el cual es 3. Fue este el caso ya que se consultó a los encuestados el tiempo acumulado utilizado en la ducha por los habitantes de su hogar, mas no el tiempo simultáneo combinado, de haber sido así su hubiese utilizado un factor de carga igual a 1.00. Los resultados fueron los siguientes: 20.80 kWh/mes en iluminaciones, 114.00 kWh/mes en la estufa eléctrica, 6.76 kWh/mes en el horno eléctrico, 153.33 kWh/mes en calefacción de agua y un restante 127.32 kWh/mes en electrométricos varios, sumando un total de 422.21 kWh/mes.

En la tabla 14 se muestran los conceptos antes mencionados, con la diferencia que los consumos de las hornillas eléctricas y el horno eléctrico fueron ubicados en solo grupo llamado “cocción”.

**Tabla 14. Distribución de consumo energético según concepto**

Concepto	Energía Consumida	Porcentaje
Iluminación	20.80kWh/mes	4.93%
Cocción	120.76kWh/mes	28.60%
Calefacción	153.33kWh/mes	36.32%
Electrodomésticos Varios	127.32kWh/mes	30.16%
<b>Total Energía Consumida</b>	<b>422.21kWh/mes</b>	<b>100.00%</b>





**Figura 19. Gráfico de distribución de consumos energéticos según concepto**

Se puede apreciar que el área de mayor consumo es la de calefacción de agua con un 36.32%, el uso de los calentadores de paso es mercadeado como ahorrador, ya que no se mantiene encendido todo el tiempo como los calentadores de tanque, únicamente durante el tiempo que se hace uso de él, pero su potencia nominal es elevada (12,000W) y un uso no adecuado de lleva a grandes consumos. En segundo lugar se encuentra el grupo de electrométricos varios con un 30.16%, estos incluyen televisores radios, plancha, lavadora, radios, computadores entre otros. El concepto de cocción demanda un 28.6% del total de energía consumida. De igual forma que los calentadores, las estufas eléctricas funcionan a base de resistencias que generan calor al forzar el paso de la electricidad a través de ellas, una forma muy ineficiente transformación de energía. La iluminación demuestra un consumo reducido debido a que ya se cuentan con focos fluorescentes compactos “ahorradores”, por lo que solo representa un 4.93% de la demanda total.

## CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en el capítulo de resultados y análisis se han generado las siguientes conclusiones y recomendaciones.

### 5.1 CONCLUSIONES

1. La hipótesis planteada en la cual se expresa que “La población del Cluster Townhouses considera que su facturación eléctrica no es conforme a su consumo energético” ha sido validada ya que se ha demostrado mediante resultados que la mayor parte de la población, un 94%, considera incongruente su facturación eléctrica y la percepción de su consumo energético.

2. Debido a la poca conformidad con respecto a la facturación mensual, la población encuestada está en la disposición de realizar un cambio de cultura del uso de la energía y en invertir en equipos de mejor eficiencia energética.

3. El patrón de consumo de la población encuestada es de 422.21kWh/mes, equivalente a L. 1,240.28 mensuales por unidad habitacional, valor que se encuentra por encima en más de la media de consumo mensual nacional equivalente a 127.41kWh.

4. El consumo promedio de las 37 viviendas que componen el Clúster Townhouses es equivalente a 15,621.80kWh/mes.

5. La calefacción de agua para higiene personal es el sector que representa el mayor porcentaje, 36.3%, del consumo de energía en la residencia promedio. El uso de energía eléctrica para generar calor en la cocción de alimentos representa un 28.6% del consumo total. El restante 35.1% se compone en un 4.9% de utilización de energía para la iluminación artificial y el 30.2% en los demás electrodomésticos del hogar.

## 5.2 RECOMENDACIONES

1. Se deberá impartir educación energética básica familiar para que la población en general este consciente de cómo se genera y se cobra su consumo energético para evitar malas interpretaciones del porqué de la facturación mensual.

2. De igual manera, la educación energética se necesaria para cambiar las malas costumbres que generan consumos innecesarios de energía y entender los beneficios de la inversión en electrodomésticos de alta eficiencia energética. Esto reducirá la facturación mensual promedio de cada vivienda y del Clúster Townhouses de la Residencial Portal del bosque.

3. Las áreas energéticas en las cuales se utiliza la electricidad para generar calor son las que deben ser atendidas con mayor esmero, ya que estas representan un 65% del consumo de energía mensual de las viviendas y por ende son aquellas con mayor potencial de ahorro.

## CAPÍTULO VI APLICABILIDAD

La siguiente sección se describe un plan de eficiencia energética en 2 diferentes etapas con el propósito de reducir el consumo energético mensual del Cluster Townhouses y por ende la factura eléctrica. Se tendrá en cuenta que a partir del 1 de junio de 2016, le ENEE emitió un nuevo pliego tarifario en el cual el precio de la energía ha sufrido un incremento que será significativo en el potencial de ahorro monetario la población de estudio. A continuación se describe en el Project Chárter las etapas del proyecto.

NOMBRE DEL PLAN	SIGLAS DEL PLAN
Plan de Eficiencia Energética Cluster Townhouses	PEECT
DESCRIPCIÓN DEL PLAN	
El "PEECT" consiste en la aplicación de un plan de eficiencia energética por medio de un cambio en los patrones de consumo de la energía y la sustitución a una estufa de gas y un calentador solar en el Cluster Townhouses de la Residencial Portal del Bosque de la ciudad de Tegucigalpa, Honduras en el mes de julio de 2016. El proyecto será llevado a cabo por Emanuel Padilla Pavón.	
DEFINICIÓN DEL PRODUCTO DEL PLAN	
El proyecto consistirá en realizar los siguiente estudios:	
ETAPA 1. Aplicación de medidas de reducción del consumo energético: El primer paso será actualizar la factura eléctrica al nuevo pliego tarifario vigente a partir del 1 de junio de 2016. Luego se procederá a dar a conocer las generalidades del uso de la energía en el hogar, siguiendo con una charla de compromiso del jefe de familia a los habitantes de cada vivienda para acatar las nuevas medidas de consumo. Se harán proyecciones de reducción en la factura eléctrica y en el consumo energético correspondiente a esta etapa	
ETAPA 2. Sustitución de aparatos: Esta etapa comprende sustituir la estufa eléctrica por una estufa a base de gas LPG la cual hace un uso más eficiente de la energía y el calentador de paso por un sistema de calentamiento de agua a base de la radiación solar. Se harán proyecciones de reducción en la factura eléctrica y en el consumo energético correspondiente a esta etapa	
EVALUACION FINANCIERA: Se realizará una corrida financiera para obtener una TIR y VAN de la inversión que se tendrá que hacer en la sustitución de los aparatos para declarar el plan de eficiencia energética como económicamente viable o no.	

### Figura 20. Project Charter

El primer paso será conocer la nueva facturación mensual del consumo promedio por vivienda obtenido en el capítulo 4 según el nuevo pliego tarifario. Luego se planteara un plan de eficiencia energética en 2 etapas que permitirá la reducción del consumo energético, siendo la primera un cambio cultural sin inversión en nuevos electrodomésticos. La segunda etapa será una sustitución de la estufa eléctrica y el calentador de paso eléctrico por una estufa a base de gas licuado de petróleo y un calentador solar, respectivamente.

## 6.1 FACTURA PROMEDIO

El 1 de junio de 2016 fue publicado en el diario La Gaceta el Decreto -2016 que pone en vigencia el nuevo pliego tarifario aprobado por la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE). Este presenta dos categorías de precio para el sector residencial, a diferencia de las cinco anteriores. Los nuevos precios de la energía son de L. 1.4588 por los primeros 50kW/h y L. 3.6051 por los restantes. También se cobrará como “Cargos por Comercialización” un monto fijo de L. 51.19. Por alumbrado público se cobrará L. 2.98 por kW/h, que variará según el consumo y un “Cargo por Regulación”, destinado al funcionamiento de la CREE.

El consumo promedio que se obtuvo en los resultados fue de 422.21kWh/mes por cada vivienda, que representaban L. 1,210.96 en energía (L. 2.8682/kWh) y un total de L. 1,243.96 en facturación mensual. Con el nuevo pliego tarifario, los 422.21 kWh/mes tienen un precio de L. 1,414.79 (L. 3.3509/kWh) y un total de L. 1,505.17 de factura ya incluyendo los demás costos fijos y variables. En cuanto al precio de la energía, se refleja un incremento del 16.8%, y un 21.1% con respecto a la factura mensual. Ver tabla 15

**Tabla 15. Consumo y facturación pliego tarifario vigente**

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal
Primeros	50.00kWh/mes	50.00 kW/h	L. 1.4588	L. 72.94
Exceso	50.00kWh/mes	372.21 kW/h	L. 3.6051	L. 1341.85
Total		<b>422.21 kW/h</b>	Subtotal	<b>L. 1414.79</b>
<b>Precio kW/h = L. 3.3509</b>		0% ajuste por combustible		L. 0.00
		15% de ISV (>750kWh/mes)		L. 0.00
		Cargo por Comercialización		L. 51.19
		Cargo por Regulación		L. 3.75
		Alumbrado público		L. 35.43
		Total a pagar		<b>L. 1505.17</b>

Fuente: (ENEE, 2016)

También es necesario conocer el total de la nueva facturación de las 37 viviendas que componen el Cluster Townhouses. Antes de la implementación del nuevo pliego tarifario se cancelaban a la ENEE L. 46,026.53 mensuales, L. 9,664.77 menos que los L. 55,691.29 que se

facturan a partir del 1ro de Junio. El incremento es de un 21%, el cual impacta de forma considerable en la economía de la población de estudio haciendo la reducción del consumo energético mensual una medida a considerar. Ver tabla 16.

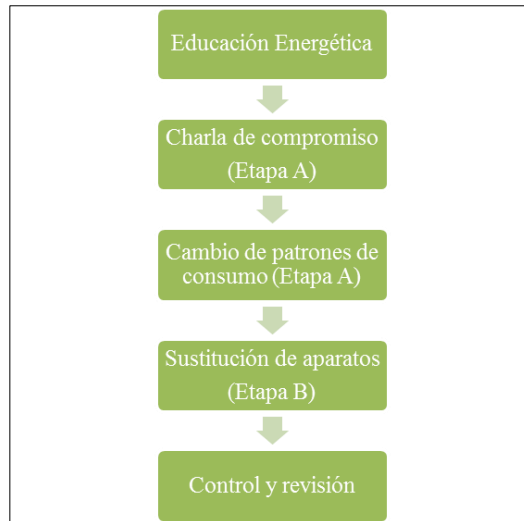
**Tabla 16. Comparación facturación mensual del Cluster antes y después del nuevo pliego tarifario**

Facturación Marzo/Abril 2016		Facturación Junio 2016	
Viviendas	37	Viviendas	37
Consumo por Vivienda	422.21kWh/mes	Consumo por Vivienda	422.21kWh/mes
Consumo Total	15,621.77kWh/mes	Consumo Total	15,621.77kWh/mes
Factura Promedio	L. 1,243.96/mes	Factura Promedio	L. 1,505.17/mes
Factura Total Promedio	<b>L. 46,026.52/mes</b>	Factura Total Promedio	<b>L. 55,691.29/mes</b>

## 6.2 PLAN DE EFICIENCIA ENERGETICA (PEECT)

Para reducir el consumo energético se deben tomar medidas que hagan un uso más eficiente de la electricidad. Modificar los patrones de consumo suele ser el método más fácil y económico de reducción ya que requiere de una inversión que en la mayoría de los casos es nula. Sin embargo necesita de disciplina y compromiso por parte de los miembros de la familia para adaptarse a las nuevas costumbres a implementarse. Esta será la etapa A del plan. La etapa B consiste en otra medida para reducir el consumo energético en la cual se sustituyen los aparatos de mayor uso y demanda por unos que utilicen energía eléctrica de forma más eficiente u otros que funcionen a base de una fuente de energía alterna de menor costo.

El cambio de aparatos por si solo generará una reducción la facturación manteniendo los mismos patrones de consumos. Para este plan se harán sustituciones en las áreas de cocción y de calefacción ya que son las que representan el mayor porcentaje del uso de energía en la vivienda.



**Figura 21. Flujograma PEECT**

El tiempo de retorno de la inversión estará delimitado por el ahorro monetario generado por la reducción de uso de energía de los nuevos aparatos entre el total de valor de la inversión inicial. Por esta razón es necesario incluir el cambio cultural ya que de esta forma se obtendrán los mejores resultados.

### 6.2.1 ETAPA A

Para que se genere un alto consumo de energía en un hogar se deben combinar dos variables, hacer uso de aparatos electrodomésticos no eficientes y malos hábitos de consumo. En esta etapa se trató la segunda variable. El uso correcto y eficiente de los aparatos es primordial para tener un consumo energético estable y lógico. Se propone en este plan hacer una reducción en los tiempos de uso de la estufa eléctrica en el área de cocción y en los tiempos de ducha para disminuir el uso del calentador eléctrico. El área de iluminación no será considerada ya que se cuentan con bombillos fluorescentes compactos y su consumo energético es bajo, solo un 4.93% del total de la vivienda. La sustitución de estos por bombillos LED no representará una reducción significativa en el consumo y no sería factible económicamente siendo la tecnología LED aun relativamente costosa.

### 6.2.1.1 CAMBIO DE PATRONES DE CONSUMO

El primer paso será educar al jefe de familia en materia energética básica, la cual le dará el conocimiento sobre cómo se consume la energía, el significado de un kWh, el sistema de facturación eléctrica, entre otros. El proceso de cambio en el patrón de consumo continúa con una charla dirigida por el jefe de familia hacia los demás miembros dando a conocer la importancia que genera el cambio y comprometiéndolos a adaptarse a los nuevos tiempos de uso de los aparatos. También es necesario hacer recisiones mensuales de la facturación eléctrica para medir las rebajas generadas y reforzar los patrones de consumo en caso de no obtener los resultados esperados.

En el área de cocción se propone reducir 5 minutos el uso de las hornillas en cada tiempo de comida, haciendo un total de 15 minutos al día y 450 minutos al mes, que equivalen 7.5 horas menos de uso de la estufa. Ver tabla 17 y 18. El calor residual en las hornillas una vez que estas son apagadas, es suficiente para terminar el proceso de cocción. El horno no será tomado en cuenta ya que su uso es relativamente bajo. La potencia nominal que se consideró para las hornillas de la estufa es de 1,800W y un factor de carga de 0.80, 7.5 horas menos de uso equivalen a 10.8kWh menos que consumirían al mes lo que representa una reducción del 8.9%. El consumo mensual sería de 106.5kWh

El calentador de paso es utilizado 38.33 horas al mes por 4.61 miembros. Esto equivale a que cada persona hace uso de él por 8.31 horas mensuales o 16.62 minutos al día. Se propone reducir el tiempo de uso a 5 minutos máximos al día por persona que equivalen a 11.53 horas al mes por vivienda. Ver tabla 4 y 5. La potencia nominal del calentador es de 12,000W y un factor de carga de 0.33, con 10 minutos de uso la energía consumida en esta área sería de 45.66kWh, una reducción de 107.67kWh, un 70.2% menos con respecto a los 153.33kWh consumidos anteriormente. Cabe mencionar que también se genera una reducción energética en el tiempo de uso del equipo hidroneumático ya que la demanda de agua será menor, sin embargo esta no es parte del estudio.



**Tabla 17. Medidas a usar en cocción y duchas**

	Reducción tiempo de uso	Tiempo de comida/personas	Reducción diaria	Reducción mensual
Cocción	5 min x hornilla	3	15min	7.5hr
Ducha	11.62min x persona	4.61	53.57min	26.78hr

**Tabla 18. Reducción de consumo en hornillas de estufa y calentador de paso**

Concepto	Factor de carga	Horas de uso actual (mes)	Horas de uso propuesta (mes)	Energía consumida actual	Energía consumida propuesta	Reducción
Hornillas (1,800W)	0.80	79.17	71.65	114.00 kWh/mes	106.5 kWh/mes	7.5 kWh/mes (8.9%)
Calentador (12,000W)	0.33	38.33	11.53	153.33 kWh/mes	45.66 kWh/mes	107.67 kWh/mes (70.2%)

### 6.2.1.2 FACTURACIÓN Y BENEFICIO ECONÓMICO ETAPA A

Las reducciones de energía consumida por vivienda y la nueva facturación se comparan con relación con las mediciones anteriores. En la tabla 19 se ve un comparativo de la energía consumida por cada área de consumo.

**Tabla 19. Comparativo de reducción situación actual y Etapa A**

Concepto	Energía consumida situación actual	Energía consumida Plan A	Reducción kWh	Porcentaje
Iluminación	20.80kWh/mes	20.80kWh/mes		
Cocción	120.76kWh/mes	113.26kWh/mes		
Calefacción	153.33kWh/mes	45.66kWh/mes		
Electrodomésticos Varios	127.32kWh/mes	127.32kWh/mes		
<b>Total Energía Consumida</b>	<b>422.21kWh/mes</b>	<b>307.04kWh/mes</b>	<b>115.17kWh/mes</b>	<b>27.28%</b>

La facturación mensual de la Etapa A pasaría a L. 1,079.24, ver tabla 20, en lugar de los L. 1,505.17 que se cancelarían con la vigencia del nuevo pliego tarifario. La reducción es de L. 425.93 mensuales, 28.3%, por vivienda.

**Tabla 20. Facturación promedio Etapa A**

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal
Primeros	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 1.4588	L. 72.94
Exceso	50.00kWh/mes	257.04 kWh	L. 3.6051	L. 926.66
Total		<b>307.04 kWh</b>	Subtotal	<b>L. 999.59</b>
<b>Precio kWh = L. 3.3008</b>		0% ajuste por combustible		L. 0.00
		15% de ISV (>750kWh/mes)		L. 0.00
		Cargo por Comercialización		L. 51.19
		Cargo por Regulación		L. 2.69
		Alumbrado público		L. 25.77
		Total a pagar		<b>L. 1079.24</b>

Fuente: (ENEE, 2016)

Se proyecta una corrida de consumo a 5 años, iniciando en junio de 2016 y terminando en mayo de 2021, donde se compara la facturación manteniendo el consumo energético actual con la facturación de la Etapa A. El precio del kWh se mantiene estable durante hasta mayo de 2020 y se proyecta un incremento del 10% en junio de 2020, cumpliéndose 4 años desde la última modificación. Este dato se basa en auditorías energéticas realizadas por la ENEE, ya que no existe certidumbre de cada cuanto se realizaran ni de cuánto será su aumento (ENEE, 2013). También se proyecta un ajuste por combustible del 15% a partir de enero de 2017 que se mantendría estable hasta el 2021. Para el resto del año 2016 se considera que el ajuste seguirá en 0% como lo ha sido en los últimos 3 meses.

**Tabla 21. Proyección facturación actual y Etapa por vivienda a 5 años**

Año	Facturación mensual actual (+ 10% cada 4 años)	Facturación anual actual (+ 10% cada 4 años)	Facturación mensual Plan A (+ 10% cada 4 años)	Facturación anual actual (+ 10% cada 4 años)
2016 (7meses)	L. 1,505.17	L. 10,536.19	L. 1,079.21	L. 7,554.68
2017	L. 1,717.39	L. 20,608.68	L. 1,229.18	L. 14,750.16
2018	L. 1,717.39	L. 20,608.68	L. 1,229.18	L. 14,750.16
2019	L. 1,717.39	L. 20,608.68	L. 1,229.18	L. 14,750.16
2020	L. 1,879.88	L. 22,558.56	L. 1,344.42	L. 16,133.04
2021 (5 meses)	L. 1,879.88	L. 9,399.40	L. 1,344.42	L. 6,722.10
Total		L. 104,320.19	Total	L. 74,660.30

La facturación manteniendo el consumo de 422.21kWh/mensuales por vivienda durante 5 años sería de L. 104,320.19, con el consumo de 307.04kWh/mensuales este reduciría a L. 74,660.30. Esto representa una utilidad neta, debido a que no hubo inversión inicial, de L. 29,659.89 un 28.4% menos, sin afectar la comodidad ni calidad de vida de los habitantes de cada hogar.

Llevando el consumo y la facturación mensual promedio por vivienda de la Etapa A a las 37 viviendas que componen el Cluster Townhouses, se obtiene un consumo total de 11,360.48 kWh/mes que contrastan con los 15,621.77kWh/mes del sistema actual. En la tabla 22 se hace una proyección a 5 años de la reducción obtenida con la Etapa A y se puede apreciar que el consumo se reduciría en 255.68MWh, un 27.3% menos. Si se asume que con las medidas que entran en vigencia con la Ley de la Industria Eléctrica, se logren reducir las pérdidas energéticas actuales, las cuales rondan en un 32.5% (ENEE, 2016) a un promedio del 25% a lo largo de la proyección, se dejarían de generar 340.90MWh.

**Tabla 22. Comparativo consumo actual y consumo etapa A en Cluster a 5 años**

Consumo Actual		Consumo Etapa A	
Consumo por Vivienda	422.21kWh/mes	Consumo por Vivienda	307.04kWh/mes
Viviendas	37	Viviendas	37
Consumo Mensual	15,621.77kWh	Consumo Mensual	11,360.48kWh
Consumo en 5 años	937,306.20kWh	Consumo en 5 años	681,628.80kWh
Reducción de 255.68MWh (27.3%)			

### 6.2.2 ETAPA B

En la segunda etapa del plan de eficiencia energética se hará la sustitución de la estufa eléctrica a una a base de gas LPG y el calentador de paso por un calentador solar. El uso del gas LPG para la cocción de alimentos es más eficiente que la transformación de energía eléctrica a calor a través de una resistencia, donde gran parte de la energía térmica generada se pierde. El calentador solar consiste en un panel con sifones térmicos que captan la radiación del sol y calientan el agua, la cual es almacenada en un tanque elevado con aislamiento térmico que mantiene su temperatura. Además cuenta con una resistencia de 2,500W con un control manual que puede ser encendida en caso el agua caliente se termine.

### 6.2.2.1 SUSTITUCION ESTUFA DE GAS

Las estufas eléctricas instaladas tienen cuatro hornillas de 1,800W cada una y un horno de 3,300W, se propone sustituirlas por una estufa a base de gas LPG de 4 hornillas marca Cetron, modelo ECG20117BIB con un precio L. 4,999.00 (La Curacao, 2016). A partir del consumo energético de 113.26kWh/mes propuesto con las medidas de la Etapa A se hará una equivalencia con la energía proveniente del gas LPG.



**Figura 22. Estufa de 4 quemadores de gas LPG marca Cetron**

Fuente: (La Curacao, 2016)

**Tabla 23. Energía en un chimbo de gas LPG**

	Capacidad (Lb)	Capacidad (Kg)	PCI	Energía Disponible
Chimbo Gas LPG	25	11.34	13.00kWh/kg	147.42kWh

Como se puede ver en la tabla 23, el poder calorífico inferior de gas LPG es de 13kWh/kg (Lima, 2016), haciendo la conversión de libras a kg (2.20462lb/kg) obtenemos que cada chimbo contiene 147.42kWh de energía disponible. El consumo de energía para cocción por día es de 3.78kWh, un chimbo de gas de esta capacidad es suficiente para abastecer 39 días, también se puede deducir que al mes se consume el 76.8% de un chimbo de gas.

Para analizar el equivalente monetario que corresponde sustituir este cambio, se toma como referencia el precio promedio del chimbo de gas de 25lb de los últimos 5 años que es de aproximadamente de L. 228.90 (Banco Central de Honduras, 2016). A lo largo de este periodo de tiempo el precio ha subido hasta más de L. 300.00 y ha bajado hasta a L. 196.00 sin un patrón

definido. De esta forma podemos calcular que el gasto mensual en gas es de L.175.86, el cual se sumará a la factura eléctrica para obtener el gasto energético de cada vivienda.

#### 6.2.2.2 SUSTITUCIÓN CALENTADOR SOLAR

Los calentadores de agua de paso generan un consumo energético elevado debido a su alta potencia instalada, que en este caso es de 12,000W. Considerando la reducción del tiempo de cada ducha a 5 minutos que se propuso en la Etapa A, se propone un calentador solar marca Chromagen de sistema natural de termosifón de 150l de capacidad (Solaris, 16). Ver figura 23 y tabla 24.



**Figura 23. Calentador solar 150L PRO marca Chromagen**

Fuente: (Chromagen, 2016, p. 58)

**Tabla 24. Especificaciones técnicas calentador solar 150L Pro Chromagen**

Calentador L150 PRO	
Funcionamiento	Termosifón
Superficie	1.87m <sup>2</sup>
Peso vacío	140kg
Peso lleno	295kg
Temperatura máxima	60°C
Resistencia respaldo	2,300W

Fuente: (Chromagen, 2016, p. 58)

Sera necesario hacer el cálculo del tiempo de uso del agua caliente almacenada para poder determinar si será necesario el uso de la resistencia de respaldo. En promedio, una ducha utiliza 18l por cada minuto (Martínez, 2016), así que en 5 minutos consumirá 90l por persona, llevando el total de la vivienda a 414.9l de agua al día. La temperatura recomendada para una ducha es de 30°C (Todo Dermo, 2016) y el tanque de almacenamiento del calentador solar sostiene una temperatura de 60°C (Chromagen, 2016, p. 22). Utilizando como media de temperatura del agua en Tegucigalpa 20°C (Temperature Weather, 2016) se propone usar una mezcla de 75% agua 20°C (67.5lts) y 25% de agua a 60°C (22.5lts). Se aplicará la fórmula 1 de sumatoria cuerpos en diferentes temperaturas.

**Fórmula 1. Sumatoria temperatura de dos cuerpos**

$$\frac{m1Ce1T1 + m2Ce2T2}{m1 + m2} = Tf$$

*m1* y *m2* corresponden a las masas de los cuerpos *Ce1* y *Ce2*, es el calor específico de cada masa, *T1* y *T2* son las temperaturas iniciales de cada cuerpo y *Tf* es la temperatura final de la mezcla de ambos cuerpos. La conversión de volumen “l” a masa “kg” se hace por medio de la multiplicación del volumen del agua por su densidad, la cual es 1.0kg/l. Las variables de este caso se ven en la tabla 10.

**Tabla 25. Variables para aplicación de fórmula 1**

Variables	
m1	67.5kg
m2	22.5kg
Ce1	1.0kCak/kg°C
Ce1	1.0kCak/kg°C
T1	20°C
T2	60°C

## Fórmula 2. Sumatoria de temperaturas de agua fría y agua caliente

$$\frac{\left(67.5kg * \frac{1.0kCal}{Kg} \text{ } ^\circ C * 20^\circ C\right) + \left(22.5kg * \frac{1.0kCal}{kg} \text{ } ^\circ C * 60^\circ C\right)}{67.5kg + 22.5kg} = 30^\circ C$$

Esta mezcla proporcionara agua a una temperatura ideal de 30°C. Por lo tanto el uso de agua caliente proveniente del tanque de almacenamiento por persona será de 22.5l al día y 103.77l a nivel de vivienda, un consumo por debajo de los 150 l disponibles. No será necesario el uso de la resistencia de respaldo, a excepción de ocasiones extraordinarias de uso de agua caliente, por lo que el consumo de energía eléctrica del sistema es 0.00kWh.

### 6.2.2.3 FACTURACIÓN Y BENEFICIO ECONÓMICO ETAPA B

Las reducciones de energía consumida por vivienda y la nueva facturación se comparan con relación con las mediciones antes de la aplicación de ambas etapas del plan de eficiencia energética. En la Tabla 26 se presenta comparativo de la energía consumida por cada área de consumo.

**Tabla 26. Comparativo de reducción situación actual y la Etapa B**

Concepto	Energía consumida situación actual	Energía consumida Etapa B	Reducción kWh	Porcentaje
Iluminación	20.80kWh/mes	20.80kWh/mes		
Cocción	120.76kWh/mes	0.00kWh/mes		
Calefacción	153.33kWh/mes	0.00kWh/mes		
Electrodomésticos Varios	127.32kWh/mes	127.32kWh/mes		
Total Energía Consumida	422.21kWh/mes	148.12kWh/mes	274.09kWh/mes	65%

La energía consumida por vivienda disminuiría 274.09kWh, por lo que el valor reflejado en cada factura eléctrica rondaría los 148.12kWh, que significa una reducción del 65%. A continuación se presenta, en la tabla 27, el cálculo de la nueva facturación.

**Tabla 27. Facturación promedio Etapa B**

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal
Primeros	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 1.4588	L. 72.94
Exceso	50.00kWh/mes	98.12 kWh	L. 3.6051	L. 353.73
Total		<b>148.12 kWh</b>	Subtotal	<b>L. 426.67</b>
<b>Total Mensual L. 667.39 (+ L. 175.86 de gas LPG)</b>		0% ajuste por combustible		L. 0.00
		15% de ISV (>750kWh/mes)		L. 0.00
		Cargo por Comercialización		L. 51.19
		Cargo por Regulación		L. 1.23
		Alumbrado público		L. 12.43
		Total a pagar	<b>L. 491.53</b>	

Fuente: (ENEE, 2016)

La facturación mensual de la Etapa B pasaría a L. 491.53, en lugar de los L. 1,505.17 que se cancelarían con la vigencia del nuevo pliego tarifario. La reducción es de L. 1,013.64 mensuales, 67.3%, por vivienda. Es necesario sumar a este valor, el gasto mensual correspondiente al gas LPG, que en la sección 6.2.2.1 se indicó es de L.175.86. El gasto energético mensual sería de L. 667.39, un 55.7% menos que el valor inicial.

De igual manera que en la aplicación de la Etapa A, se proyecta una corrida de 5 años para cuantificar la reducción en la facturación que generaría la aplicación de la Etapa B del plan de eficiencia energética. Se mantienen las mismas condiciones de incremento del precio del kWh y del ajuste por combustible expuestas anteriormente, con la diferencia que se sumaran L. 2,110.32 anualmente que corresponden 12 meses de consumo de gas LPG; en el 2016 y 2021 será el valor de 5 y 7 meses de estudio, respectivamente. Ver tabla 28.



**Tabla 28. Proyección facturación actual y Etapa B por vivienda a 5 años**

Año	Facturación mensual actual (+ 10% cada 4 años)	Facturación anual actual (+ 10% cada 4 años)	Facturación mensual Plan B (+ 10% cada 4 años, + L. 175.86 gas LPG)	Facturación Anual Plan B (+ 10% cada 4 años, + L. 2,110.32 gas LPG)
2016 (6 meses)	L. 1,505.17	L. 10,536.19	L. 667.39	L. 4,671.73
2017	L. 1,717.39	L. 20,608.68	L. 731.38	L. 8,776.56
2018	L. 1,717.39	L. 20,608.68	L. 731.38	L. 8,776.56
2019	L. 1,717.39	L. 20,608.68	L. 731.38	L. 8,776.56
2020	L. 1,879.88	L. 22,558.56	L. 780.39	L. 9,364.68
2021 (6 meses)	L. 1,879.88	L. 9,399.40	L. 780.39	L. 3,901.95
	Total	L. 104,320.19	Total	L. 44,268.04

De los L. 104,320.19 facturables en 5 años con el consumo actual, la aplicación del plan de eficiencia energética, reducirá la factura energética a L. 44,268.04. Esto resulta en una reducción de L. 60,052.15, un 57.6% menos. Para poder cuantificar el beneficio económico resultante del plan se deberá tomar en cuenta la inversión inicial que implica este sistema. La vida útil promedio del calentador solar es de 15 años (Solaris, 16), se considerara el mismo tiempo de vida útil para la estufa de gas. De igual manera que en la proyección anterior se supondrá un ajuste por combustible del 15% a partir del 2017, un crecimiento del 10% cada 4 años en el tanto para el precio del kWh como para el precio del chimbo de gas. También se considera una tasa de descuento del 15% (ENEE, 2013).

La evaluación financiera demuestra que la aplicación del plan de eficiencia energética es viable económicamente, obteniendo una tasa interna de retorno de 22.2%, un valor activo neto de L. 26,907.57 y una utilidad neta de L. 160,197.87 al final de los 15 años. La evaluación financiera está representada en la tabla 29.

**Tabla 29. Evaluación financiera PEECT**

Evaluación Financiera		
Inversión Inicial		
Estufa gas LPG	L. 4,999.00	
Calentador Solar	L. 38,550.00	
<b>Total</b>	<b>L. 43,549.00</b>	
Año	Inversión	Ahorro
2016 (7 meses)	L. 43,549.00	L. 5,864.46
2017		L. 11,832.12
2018		L. 11,832.12
2019		L. 11,832.12
2020		L. 12,982.80
2021		L. 12,982.80
2022		L. 12,982.80
2023		L. 12,982.80
2024		L. 14,250.48
2025		L. 14,250.48
2026		L. 14,250.48
2027		L. 14,250.48
2028		L. 15,644.76
2029		L. 15,644.76
2030		L. 15,644.76
2031 (5 meses)		L. 6,518.65
Periodo de retorno de la inversión		<b>3.75años</b>
TIR		<b>22.19%</b>
VAN ( $i=15\%$ )		L. 26,907.57
Utilidad neta		L. 160,197.87

Fuente: (ENEE, 2016)

A continuación se compara la reducción energética de las 37 viviendas del Clúster una vez aplicadas las etapas A y B del plan de eficiencia energética con el consumo de 5 años que se mantiene en la actualidad. Como se puede apreciar en la tabla 30, existiría una disminución de 608.48MWh, que representan un 65% menos que el consumo actual. Con el nivel de pérdidas de que se proyectó anteriormente, 25%, se dejarían de generar 811.31MWh. Esto implicaría que se dejara de comprar el combustible que corresponde a la generación térmica de esta energía, compra que se realiza con moneda extranjera, se evitara la contaminación y costos financieros del

transporte del combustible y transmisión y distribución de la energía; además de todas las otras externalidades ambientales y sociales.

**Tabla 30. Comparativo consumo actual y consumo PEECT a 5 años**

Consumo Actual		Consumo Plan Eficiencia Energética	
Consumo por Vivienda	422.21kWh/mes	Consumo por Vivienda	148.12kWh/mes
Viviendas	37	Viviendas	37
Consumo Mensual	15,621.77kWh	Consumo Mensual	5,480kWh
Consumo en 5 años	937,306.20kWh	Consumo en 5 años	328,826.40kWh
Reducción de 608.48MWh (65%)			

También se presenta una comparación entre los beneficios de ambas etapas del plan de eficiencia energética, etapa A y etapa B. En un periodo de 5 años la etapa A generará un ahorro económico de L. 29,659.89 sin una inversión inicial. La etapa B genera L. 60,052.15 con una inversión de L. 43,549.00 por lo tanto su beneficio económico es de L. 16,503.15, valor menor que el de la etapa A. Sin embargo se recomienda la aplicación de ambas etapas debido a que una vez que se haya pagado la inversión inicial, la utilidad anual crecerá a un ritmo más elevado que la etapa A generando un beneficio económico mayor. Ver tabla 31.

**Tabla 31. Comparativo de utilidad Etapa A y Etapa B**

	Etapa A	Etapa B
Inversión	L. 0.00	L. 43,549.00
Ahorro en 5 años	L. 29,659.89	L. 60,052.15
Utilidad	L. 29,659.89	L. 16,503.15

#### 6.2.2.4 ESCENARIO ETAPA A Y ESTUFA ELÉCTRICA

En esta etapa se evalúa el ahorro obtenido con la sustitución de la estufa de gas y la implementación de las medidas de la etapa A del plan de eficiencia energética. En la tabla 31 se aprecia el consumo energético de la sustitución de la estufa y en la tabla 32 la facturación energética.

**Tabla 32. Comparativo situación actual y Etapa A + estufa eléctrica**

Concepto	Energía consumida situación actual	Energía consumida Plan A	Reducción kWh	Porcentaje
Iluminación	20.80kWh/mes	20.80kWh/mes		
Cocción	120.76kWh/mes	0.00kWh/mes		
Calefacción	153.33kWh/mes	91.28kWh/mes		
Electrodomésticos Varios	127.32kWh/mes	127.32kWh/mes		
<b>Total Energía Consumida</b>	<b>422.21kWh/mes</b>	<b>239.40kWh/mes</b>	<b>182.81kWh/mes</b>	<b>43%</b>

La reducción en energía sería de 182.81kWh/mes, 43%, con respecto a la situación actual. El consumo en el área de calefacción se reduce en el valor que se determinó en la etapa A, reduciendo los tiempos de ducha a 5 minutos por persona, reduciendo el consumo de este concepto de 153.33kWh/mes a 91.28kWh/mes.

**Tabla 33. Facturación Etapa A y estufa de gas**

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal
Primeros	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 1.4588	L. 72.94
Exceso	50.00kWh/mes	189.40 kWh	L. 3.6051	L. 682.81
Total		<b>239.40 kWh</b>	Subtotal	<b>L. 755.75</b>
<b>Total Mensual L. 1,021.98 ( + L. 175.86 de gas LPG)</b>		0% ajuste por combustible		L. 0.00
		15% de ISV (>750kWh/mes)		L. 0.00
		Cargo por Comercialización		L. 51.19
		Cargo por Regulación		L. 3.75
		Alumbrado público		L. 35.43
		Total a pagar		<b>L. 846.12</b>

El total de la facturación eléctrica es de L. 846.12 más L. 175.86 en concepto de gas LPG, lo que resulta en L. 1,021.98 mensuales. En comparación con la facturación de la situación actual L. 1,505.17/mes, la reducción económica es de L. 483.19 al mes.

**Tabla 34. Evaluación financiera Etapa A y estufa eléctrica**

Evaluación Financiera		
Inversión Inicial		
Estufa gas LPG	L. 4,999.00	
Total	L. 4,999.00	
Año	Inversión	Ahorro
2016 (7 meses)	L. 4,999.00	L. 3,382.33
2017		L. 6,984.48
2018		L. 6,984.48
2019		L. 6,984.48
2020		L. 7,682.95
2021		L. 7,682.95
2022		L. 7,682.95
2023		L. 7,682.95
2024		L. 8,451.28
2025		L. 8,451.28
2026		L. 8,451.28
2027		L. 8,451.28
2028		L. 9,296.33
2029		L. 9,296.33
2030		L. 9,296.33
2031 (5 meses)		L. 3,873.47
Período de retorno de la inversión		<b>1.25 años</b>
TIR		<b>103,87%</b>
VAN ( $i = 15\%$ )		L. 37,558.72
Utilidad neta		L. 115,636.15

La evaluación financiera presentada en la tabla 33 se demuestra que según los ahorros anuales estimados, en base a un crecimiento del 10% del precio de la energía y el gas LPG cada 4 años y un ajuste de combustible promedio del 15% a partir del 2017, los cambios de los patrones de consumo y la sustitución de la estufa eléctrica es rentable ya que su inversión se recupera en 1.25 años y una TIR de 103,87%.

#### 6.2.2.5 ESCENARIO ETAPA A Y CALENTADOR SOLAR

Este escenario consiste en medir el ahorro de la implementación de la etapa A del PEECT y el cambio del calentador de paso por el calentador solar de 150l. En la tabla 34 se desglosa el consumo por concepto en este escenario y en la tabla 35 la facturación eléctrica.

**Tabla 35. Comparativo situación actual y Etapa A + calentador solar**

Concepto	Energía consumida situación actual	Energía consumida Plan A	Reducción kWh	Porcentaje
Iluminación	20.80kWh/mes	20.80kWh/mes		
Cocción	120.76kWh/mes	113.26kWh/mes		
Calefacción	153.33kWh/mes	0.00kWh/mes		
Electrodomésticos Varios	127.32kWh/mes	127.32kWh/mes		
<b>Total Energía Consumida</b>	<b>422.21kWh/mes</b>	<b>261.38kWh/mes</b>	<b>160.83kWh/mes</b>	<b>38%</b>

**Tabla 36. Facturación Etapa A y calentador solar**

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal
Primeros	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 1.4588	L. 72.94
Exceso	50.00kWh/mes	211.38 kWh	L. 3.6051	L. 762.05
	<b>Total</b>	<b>261.38 kWh</b>	Subtotal	<b>L. 834.99</b>
<b>Total Mensual L. 925.36</b>		0% ajuste por combustible		L. 0.00
		15% de ISV (>750kWh/mes)		L. 0.00
		Cargo por Comercialización		L. 51.19
		Cargo por Regulación		L. 3.75
		Alumbrado público		L. 35.43
		Total a pagar		<b>L. 925.36</b>

La reducción mensual es de 261.38kWh, lo que equivale a un 38% mensual. La facturación mensual se reduce a L. 925.36, L. 579.81 menos que los L. 1505.17 de la situación actual.

**Tabla 37. Evaluación financiera etapa A y calentador solar**

Evaluación Financiera		
Inversión Inicial		
Estufa gas LPG	L. 38,550.00	
Total	L. 38,550.00	
Año	Inversión	Ahorro
2016 (7 meses)	L. 38,550.00	L. 4,058.67
2017		L. 7,932.00
2018		L. 7,932.00
2019		L. 7,932.00
2020		L. 8,725.22
2021		L. 8,725.22
2022		L. 8,725.22
2023		L. 8,725.22
2024		L. 9,597.74
2025		L. 9,597.74
2026		L. 9,597.74
2027		L. 9,597.74
2028		L. 10,557.46
2029		L. 10,557.46
2030		L. 10,557.46
2031 (5 meses)		L. 4,398.94
Período de retorno de la inversión		<b>4.83años</b>
TIR		<b>19.00%</b>
VAN ( $i = 15\%$ )		L. 23,554.08
Utilidad neta		L. 98,667.83

La evaluación financiera presentada en la tabla 36 se presenta que según los ahorros anuales estimados, en base a un crecimiento del 10% del precio de la energía y el gas LPG cada 4 años y un ajuste de combustible promedio del 15% a partir del 2017, los cambios de los patrones de consumo y la instalación de un calentador solar en lugar del calentador de paso es económicamente factible. El periodo de retorno de la inversión es de 4.83años con una TIR de 19.00% y una utilidad neta de L. 98,667.83 después de 15 años.

### 6.2.3 DURACIÓN DE APLICACIÓN DE PEECT

La aplicación del plan de eficiencia energética tentará una duración de 3.5 días, ver tabla 31. El plan podrá ajustarse al consumo particular de cada una de las viviendas encuestadas y todos

los casos la duración será la misma ya que únicamente se deberán de cambiar las variables correspondientes al consumo energético total y a las áreas de cocción y calefacción de agua. El cronograma en base a fechas se adecuara según cada caso.

**Tabla 38. Duración del PEECT**

Actividad	Duración
Actualización de factura	0.5 días
Educación energética	0.5 días
Presentación de medidas	0.5 días
Sustitución de aparatos	2 días
Total	3.5 días

### 6.3 CONCLUSIONES

1. La aplicación del PEECT disminuirá un 65% la factura eléctrica generada con el nuevo pliego tarifario de la vivienda promedio, pasando de L. 1,505.17 a L. 491.53. El consumo se reduce de 422.21kWh a 148.12kWh.

2. En un periodo de evaluación de 15 años, el PEECT es viable financieramente con una TIR del 22.19%, VAN de L. 26,907.57 y una utilidad neta de L. 160,197.87

3. El Clúster Townhouses de la Residencial Portal del Bosque reducirá su consumo energético de 937.31MWh a 328.83MWh en un periodo de 5 años con la implementación del PEECT. Se dejaran de generar 811.31MWh y se dejaran de consumir 608.4MWh que no afectaran la calidad de vida de los habitantes.

### 6.4 RECOMENDACIONES

1. La etapa B del PECCT debe ser implementada únicamente después de haberse generado el cambio del patrón de consumo. La sustitución de aparatos no es eficiente si no se modifican los hábitos del uso de la energía.



2. Se deberá de generar un compromiso real en los miembros de cada familiar para cumplir con las medidas del nuevo patrón de consumo. Las facturas eléctricas mensuales deberán ser revisadas por el jefe de familia y en base al valor de ellas, se tomaran decisiones para mantener los nuevos hábitos o reforzarlos en caso de no cumplir con el consumo energético mensual establecido como meta para obtener la rentabilidad proyectada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHEE. (03 de Marzo de 2016). *Eficiencia Energética: AHCEE*. Recuperado el 4 de Marzo de 2016, de Agencia Chilena de Eficiencia Energética: <http://www.acee.cl/content/eficiencia-energ-tica#>
- AETS, BCEIM y EDE Ingenieros. (2011). *Obstáculos para Acciones en Uso Racional de la Energía y Gestión de la Demanda en Honduras*. Tegucigalpa.
- Agencia Internacional de Energía. (2015). *Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas*. Informe, Directorio de Políticas y Tecnologías de Energía Sostenible de la Agencia Internacional de Energía, División de Políticas en Tecnología Energética, Francia.
- Altomonte, H., Coviello, M., & Lutz, W. F. (2003). *Energías Renovables y Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y Perspectivas*. CEPAL, Recursos Naturales e Infraestructura, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Santiago de Chile.
- Banco Central de Honduras. (17 de Junio de 2016). *Banco Central de Honduras*. Obtenido de [http://www.bch.hn/ipc\\_anteriores.php](http://www.bch.hn/ipc_anteriores.php)
- Chromagen. (2016). Catálogo Técnico. Sevilla, España.
- DL2G Consultoría de Formación S.L. (20 de Junio de 2013). *Blog: Campus Energía*. Recuperado el 03 de Marzo de 2016, de sitio web de Capus Energía: <http://www.campusenergia.com/blog/item/432-%C2%BFqu%C3%A9-es-la-intensidad-energ%C3%A9tica?>
- ENEE. (2013). *Informe Auditoria Energetica Residencial "El Hatillo"*. Empresa Nacional de Energía Eléctrica, Departamento de Uso Racional y Eficiente de la Energía, Tegucigalpa.
- ENEE. (2016). *Boletín Estadístico Enero 2016*. Tegucigalpa Honduras.
- ENEE. (22 de 06 de 2016). *Empresa Nacional de Energía Electrica*. Obtenido de <http://www.enee.hn/index.php/atencion-al-cliente/757-calculos-tarifas>
- Flores, W. C. (2015). *El Sector Energético de Honduras: Diagnóstico y Política Energética*. Tegucigalpa: Research gate.

- Francisco Paradinas - ATI proyecto GAUREE II. (2011). *Estrategia de ENEE en Uso Racional de la Energía y Manejo de Demanda para los sectores industrial y comercial MODULO 4*. Tegucigalpa.
- García, F., Garcés, P., & Atiaja, R. (2012). *Panorama General del Sector Eléctrico en América Latina y el Caribe*. Informe, OLADE, Quito.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). Distrito Federal, Mexico: Mc Graw Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Itaipu Binacional. (16 de Julio de 2012). *Itaipu Binacional*. Recuperado el 2 de Marzo de 2016, de <https://www.itaipu.gov.br/es/sala-de-prensa/noticia/el-consumo-de-energia-residencial-es-mayor-que-el-industrial>
- La Curacao. (14 de Junio de 2016). *La Curacao*. Obtenido de <http://www.lacuracaonline.com/honduras/productos/cocina/cocinas-de-gas/cetron-cocina-ecg2017bib-4-quemadores-1>
- La Gaceta. (2 de Octubre de 2007). Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables ( Decreto 70-2007). *Diario Oficial de la República de Honduras*.
- La Gaceta. (20 de Mayo de 2014). Ley Genral de la Industria Eléctica. *Diario Oficial de la República dde Honduras (Decreto 404-2013)*.
- La Gaceta. (31 de Mayo de 2016). Diario Oficial de la República de Honduras. *Pliego Tarifario (Resolución CREE-019)*.
- La Tribuna. (2 de Junio de 2016). Pliego Tarifario. *La Tribuna*.
- Lima, A. (16 de Junio de 2016). *Antonio Lima*. Obtenido de <http://www.antoniolima.web.br.com/arquivos/podercalorifico.htm>
- Martínez, V. (22 de Junio de 2016). *Sistemas Ahorro de Agua*. Obtenido de <http://www.ahorroagua.es/ahorro-agua/calculo-de-ahorro-de-agua-y-energia.html>
- OLADE. (03 de Marzo de 2016). *OLADE*. Recuperado el 4 de Marzo de 2016, de Organización Latinoamericana de Energía: <http://www.olade.org/olade/>
- Solaris. (22 de Junio de 16). Ing. Josue Gonzalez. (E. Padilla, Entrevistador)
- Soriano, R. A. (Agosto de 2015). Auditoria Energética. Tegucigalpa, Honduras.

Temperature Weather. (22 de Junio de 2016). *Temperature Weather*. Obtenido de <http://www.temperatureweather.com/caribic/tiempo/es-tiempo-en-honduras-tegucigalpa.htm>

Todo Dermo. (22 de Junio de 2016). *Todo Dermo*. Obtenido de <http://www.correofarmaceutico.com/tododermo/cuidados-de-la-piel/la-temperatura-ideal-del-agua-de-la-ducha-entre-25-y-30-grados>

UREE. (2013). *Guía para Ahorrar Electricidad en el Hogar*. Guía, Empresa Nacional de Energía Eléctrica, ENEE, Departemendo de Uso Racional de Energía Eléctrica / Desarrollo Sostenible.

## ANEXO 1



Clúster TownHouses  
Residencial Portal del Bosque  
Tegucigalpa, Honduras

Estimado encuestado: Se le solicita de la forma más atenta su colaboración para este estudio de **“Consumo Energético y Beneficios de la Implementación de Eficiencia Energética en el Clúster Townhouses de la Residencial Portal del Bosque”** como Tesis de Postgrado de la Maestría en Gestión de Energía Renovable. Llenar la encuesta no deberá tomarle más de 10 minutos. Por favor contestar cada pregunta con la mayor exactitud y sinceridad posible. Utilice promedios si es necesario.

**¿Cuánto es el valor en Lempiras de su factura eléctrica de los dos últimos meses? (Se adjunta ejemplo, en este caso serían L. 1313.93)**

Mes Marzo: \_\_\_\_\_

Mes Abril: \_\_\_\_\_

**¿Considera justo el monto que le factura mensualmente la ENEE?**

- Si  
 No

**¿Sabe usted que es un kWh y como se mide?**

- Si  
 No

**Según su conocimiento, ¿Cómo determina el precio de los kWh que la ENEE le cobra por consumo de energía eléctrica?**

- Precio determinado según zonas residenciales  
 Precio fijo establecido para el kWh  
 Precio del kWh cambia según cantidad de energía consumida  
 Precio determinado por el valor del barril de petróleo

**¿Cuántos miembros de su familia residen en su vivienda de forma permanente?**

\_\_\_\_\_

**¿Qué tipos de focos utiliza en su vivienda y cuantos de cada uno posee? ¿Cuántas horas al día permanecen encendidos según su tipo? (Por ejemplo si tiene 3 focos ahorradores, uno de ellos se enciende por 5 horas/día, el segundo se enciende durante 3 horas/día y el tercer foco permanece encendido 4 horas/día; el total de horas serían  $5 + 3 + 4 = 12$  horas/día)**

Incandescentes/Halógenos (luz amarilla)..... Cantidad: \_\_\_\_\_ Horas al día: \_\_\_\_\_  
Fluorescentes compactos/Ahorradores..... Cantidad: \_\_\_\_\_ Horas al día: \_\_\_\_\_  
LED..... Cantidad: \_\_\_\_\_ Horas al día: \_\_\_\_\_

**¿Qué tipo de estufa utiliza? Si es eléctrica, ¿cuántas hornillas tiene?, ¿cuántas horas al día utiliza las hornillas?, ¿cuántas horas al MES utiliza el horno? (Por ejemplo, si para el desayuno utiliza dos hornillas, una**

Fecha Act:	03/04/2016	Lect. Act:	00927
Fecha Ant:	03/03/2016	Lect. Ant:	00463
Días fac:	30	CONSUMO KWH:	444
Tarifa:	101	Multiplicador:	1.00
Cargos del mes:			
ALUMBRADO PUBLICO	:		30.00
COSTO ENERGIA CONSUMIDA	:		1283.93
AJUST COMBU/TIPO CAMBIO	:		0.00
Total mes:			1313.93
Saldo Anterior:			0.00
Pagos del mes:			0.00
Total a Pagar:			1313.93

de ellas 2 horas y la otra 1.5 horas, las habrá utilizado un total de 3.5 horas, hacer esto para el almuerzo y la cena para obtener el total de horas al día) Si utiliza estufa de gas especificar cada cuantos días cambia de cilindro (chimbo).

Eléctrica Hornillas: \_\_\_\_\_ Horas/día Hornillas: \_\_\_\_\_ Horas/mes horno: \_\_\_\_\_  
 Gas Días Cambio de Cilindro: \_\_\_\_\_

**¿Qué sistema de calentamiento de agua utiliza? ¿Cuántas horas al día utiliza el agua caliente en la ducha? (Sume el total de horas de baño de todos los miembros de su familia)**

Electro ducha 110v \_\_\_\_\_ 220v \_\_\_\_\_  
 Calentador de Tanque  
 Calentador de Paso/Punto

Total de horas al día =

Ante el inminente incremento que está por venir al precio del kWh, según lo anunciado por la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica a inicios de junio de 2016 y los demás que posiblemente seguirán implementándose periódicamente **¿Estaría dispuesto usted en invertir dinero en aparatos de mayor eficiencia energética a modo de reducir su consumo energético? El tiempo aproximado de recuperación de la inversión es de 3 – 5 años.**

Si  
 No  
 Tal vez

## ANEXO 2

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55
Siguientes	200.00kWh/mes	124.15 kWh	L. 3.1193	L. 387.25
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00
	Total	<b>424.15 kWh</b>	Subtotal	<b>L. 1217.00</b>
<b>CONSUMO ENCUESTA "1"</b>		0% ajuste por combustible		L. 0.00
		15% de ISV		L. 0.00
		Contador		L. 5.00
		Alumbrado publico		L. 28.00
		Total a pagar		<b>L. 1250.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55
Siguientes	200.00kWh/mes	188.26 kWh	L. 3.1193	L. 587.25
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00
	Total	<b>488.26 kWh</b>	Subtotal	<b>L. 1417.00</b>
<b>CONSUMO ENCUESTA "2"</b>		0% ajuste por combustible		L. 0.00
		15% de ISV		L. 0.00
		Contador		L. 5.00
		Alumbrado publico		L. 28.00
		Total a pagar		<b>L. 1450.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55
Siguientes	200.00kWh/mes	156.20 kWh	L. 3.1193	L. 487.25
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00
		<b>Total</b>	<b>456.20 kWh</b>	<b>Subtotal</b>
				<b>L. 1317.00</b>
<b>CONSUMO ENCUESTA "3"</b>		0% ajuste por combustible		L. 0.00
		15% de ISV		L. 0.00
		Contador		L. 5.00
		Alumbrado publico		L. 28.00
		Total a pagar		<b>L. 1350.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55
Siguientes	200.00kWh/mes	108.12 kWh	L. 3.1193	L. 337.25
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00
		<b>Total</b>	<b>408.12 kWh</b>	<b>Subtotal</b>
				<b>L. 1167.00</b>
<b>CONSUMO ENCUESTA "4"</b>		0% ajuste por combustible		L. 0.00
		15% de ISV		L. 0.00
		Contador		L. 5.00
		Alumbrado publico		L. 28.00
		Total a pagar		<b>L. 1200.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85
Siguientes	150.00kWh/mes	358.46 kWh	L. 3.0570	L. 1095.80
Siguientes	200.00kWh/mes	0.00 kWh	L. 3.1193	L. 0.00
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00
		<b>Total</b>	<b>508.46 kWh</b>	<b>Subtotal</b>
				<b>L. 1467.00</b>
<b>CONSUMO ENCUESTA "5"</b>		0% ajuste por combustible		L. 0.00
		15% de ISV		L. 0.00
		Contador		L. 5.00
		Alumbrado publico		L. 28.00
		Total a pagar		<b>L. 1500.00</b>



Categorización		Consumo	Precio	Subtotal	
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35	
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85	
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55	
Siguientes	200.00kWh/mes	76.06 kWh	L. 3.1193	L. 237.25	
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00	
		<b>Total</b>	<b>376.06 kWh</b>	<b>Subtotal</b>	
				<b>L. 1067.00</b>	
<b>CONSUMO ENCUESTA "6"</b>				0% ajuste por combustible	L. 0.00
				15% de ISV	L. 0.00
				Contador	L. 5.00
				Alumbrado publico	L. 28.00
				<b>Total a pagar</b>	<b>L. 1100.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal	
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35	
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85	
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55	
Siguientes	200.00kWh/mes	200.00 kWh	L. 3.1193	L. 623.86	
Exceso	250.00kWh/mes	-170.96 kWh	L. 3.4313	-L. 586.61	
		<b>Total</b>	<b>329.04 kWh</b>	<b>Subtotal</b>	
				<b>L. 867.00</b>	
<b>CONSUMO ENCUESTA "7"</b>				0% ajuste por combustible	L. 0.00
				15% de ISV	L. 0.00
				Contador	L. 5.00
				Alumbrado publico	L. 28.00
				<b>Total a pagar</b>	<b>L. 900.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal	
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35	
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85	
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55	
Siguientes	200.00kWh/mes	140.18 kWh	L. 3.1193	L. 437.25	
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00	
		<b>Total</b>	<b>440.18 kWh</b>	<b>Subtotal</b>	
				<b>L. 1267.00</b>	
<b>CONSUMO ENCUESTA "8"</b>				0% ajuste por combustible	L. 0.00
				15% de ISV	L. 0.00
				Contador	L. 5.00
				Alumbrado publico	L. 28.00
				<b>Total a pagar</b>	<b>L. 1300.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal	
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35	
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85	
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55	
Siguientes	200.00kWh/mes	92.09 kWh	L. 3.1193	L. 287.25	
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00	
		<b>Total</b>	<b>392.09 kWh</b>	<b>Subtotal</b>	
				<b>L. 1117.00</b>	
<b>CONSUMO ENCUESTA "9"</b>				0% ajuste por combustible	L. 0.00
				15% de ISV	L. 0.00
				Contador	L. 5.00
				Alumbrado publico	L. 28.00
				<b>Total a pagar</b>	<b>L. 1150.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal	
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35	
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85	
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55	
Siguientes	200.00kWh/mes	19.96 kWh	L. 3.1193	L. 62.25	
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00	
		<b>Total</b>	<b>319.96 kWh</b>	<b>Subtotal</b>	
				<b>L. 892.00</b>	
<b>CONSUMO ENCUESTA "10"</b>				0% ajuste por combustible	L. 0.00
				15% de ISV	L. 0.00
				Contador	L. 5.00
				Alumbrado publico	L. 28.00
				<b>Total a pagar</b>	<b>L. 925.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal	
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35	
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85	
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55	
Siguientes	200.00kWh/mes	60.03 kWh	L. 3.1193	L. 187.25	
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00	
		<b>Total</b>	<b>360.03 kWh</b>	<b>Subtotal</b>	
				<b>L. 1017.00</b>	
<b>CONSUMO ENCUESTA "11"</b>				0% ajuste por combustible	L. 0.00
				15% de ISV	L. 0.00
				Contador	L. 5.00
				Alumbrado publico	L. 28.00
				<b>Total a pagar</b>	<b>L. 1050.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal	
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35	
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85	
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55	
Siguientes	200.00kWh/mes	188.26 kWh	L. 3.1193	L. 587.25	
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00	
		<b>Total</b>	<b>488.26 kWh</b>	<b>Subtotal</b>	
				<b>L. 1417.00</b>	
<b>CONSUMO ENCUESTA "12"</b>				0% ajuste por combustible	L. 0.00
				15% de ISV	L. 0.00
				Contador	L. 5.00
				Alumbrado publico	L. 28.00
				<b>Total a pagar</b>	<b>L. 1450.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal	
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35	
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85	
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55	
Siguientes	200.00kWh/mes	124.15 kWh	L. 3.1193	L. 387.25	
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00	
		<b>Total</b>	<b>424.15 kWh</b>	<b>Subtotal</b>	
				<b>L. 1217.00</b>	
<b>CONSUMO ENCUESTA "13"</b>				0% ajuste por combustible	L. 0.00
				15% de ISV	L. 0.00
				Contador	L. 5.00
				Alumbrado publico	L. 28.00
				<b>Total a pagar</b>	<b>L. 1250.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal	
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35	
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85	
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55	
Siguientes	200.00kWh/mes	156.20 kWh	L. 3.1193	L. 487.25	
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00	
		<b>Total</b>	<b>456.20 kWh</b>	<b>Subtotal</b>	
				<b>L. 1317.00</b>	
<b>CONSUMO ENCUESTA "14"</b>				0% ajuste por combustible	L. 0.00
				15% de ISV	L. 0.00
				Contador	L. 5.00
				Alumbrado publico	L. 28.00
				<b>Total a pagar</b>	<b>L. 1350.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal	
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35	
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85	
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55	
Siguientes	200.00kWh/mes	27.97 kWh	L. 3.1193	L. 87.25	
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00	
		<b>Total</b>	<b>327.97 kWh</b>	<b>Subtotal</b>	
				<b>L. 917.00</b>	
<b>CONSUMO ENCUESTA "15"</b>				0% ajuste por combustible	L. 0.00
				15% de ISV	L. 0.00
				Contador	L. 5.00
				Alumbrado publico	L. 28.00
				<b>Total a pagar</b>	<b>L. 950.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal	
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35	
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85	
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55	
Siguientes	200.00kWh/mes	188.26 kWh	L. 3.1193	L. 587.25	
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00	
		<b>Total</b>	<b>488.26 kWh</b>	<b>Subtotal</b>	
				<b>L. 1417.00</b>	
<b>CONSUMO ENCUESTA "16"</b>				0% ajuste por combustible	L. 0.00
				15% de ISV	L. 0.00
				Contador	L. 5.00
				Alumbrado publico	L. 28.00
				<b>Total a pagar</b>	<b>L. 1450.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal	
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35	
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85	
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55	
Siguientes	200.00kWh/mes	156.20 kWh	L. 3.1193	L. 487.25	
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00	
		<b>Total</b>	<b>456.20 kWh</b>	<b>Subtotal</b>	
				<b>L. 1317.00</b>	
<b>CONSUMO ENCUESTA "17"</b>				0% ajuste por combustible	L. 0.00
				15% de ISV	L. 0.00
				Contador	L. 5.00
				Alumbrado publico	L. 28.00
				<b>Total a pagar</b>	<b>L. 1350.00</b>

Categorización		Consumo	Precio	Subtotal
Primeros	100.00kWh/mes	100.00 kWh	L. 2.1835	L. 218.35
Siguientes	50.00kWh/mes	50.00 kWh	L. 3.0570	L. 152.85
Siguientes	150.00kWh/mes	150.00 kWh	L. 3.0570	L. 458.55
Siguientes	200.00kWh/mes	156.20 kWh	L. 3.1193	L. 487.25
Exceso	250.00kWh/mes		L. 3.4313	L. 0.00
		<b>Total</b>	<b>456.20 kWh</b>	<b>Subtotal</b>
				<b>L. 1317.00</b>
<b>CONSUMO ENCUESTA "18"</b>		0% ajuste por combustible		L. 0.00
		15% de ISV		L. 0.00
		Contador		L. 5.00
		Alumbrado publico		L. 28.00
		Total a pagar		<b>L. 1350.00</b>

## ANEXO 3



9 de Marzo de 2016  
Tegucigalpa, Honduras

Nury García  
**Administradora Residencial Portal del Bosque**  
Residencial Portal del Bosque  
Su Despacho

*Asunto: Solicitud de información y colaboración para tesis de postgrado “Consumo Energético y Beneficios de la de la Eficiencia Energética en el Cluster Townhouses de la Residencial Portal del Bosque del Distrito Central”*

Distinguida Nury García.

Reciba un cordial saludo de mi parte y deseándole éxitos en sus labores diarias me dirijo a usted por este medio para solicitar acceso a información sobre la Residencial Portal del Bosque.

Soy arquitecto, graduado en el año 2013 de la Universidad Católica de Honduras (UNICAH), con un certificado en Energías Renovables y Eficiencia Energética y actualmente estoy cursando la maestría en Gestión de Energía Renovable impartida en la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC). Estoy elaborando como proyecto de tesis un estudio sobre los beneficios de la implementación de la eficiencia energética en el sector residencial de Honduras, aplicado específicamente a la residencial Portal del Bosque. Para ello necesitare de su colaboración para lo siguiente:

- Acceso a la Residencial Portal del Bosque
- Generalidades del Cluster Townhouses
- Acceso a aplicación de cuestionarios a 18 jefes de familia del Cluster Townhouses

La información que se obtenga de la aplicación de esas encuestas permitirá conocer el patrón de consumo del cluster y realizar un modelo de eficiencia a ser aplicado en las residencias con el propósito de cuantificar la reducción en las facturas eléctricas y demás beneficios colaterales a este.

Agradeciendo de su atención y en espera de su pronta respuesta.  
Cordialmente me despido,

Arq. Emanuel Padilla Pavón  
CAH-LIV 1286  
Estudiante Maestría Gestión de Proyectos de Energía Renovable, UNITEC  
3240-0356, [emanuelpadilla17@gmail.com](mailto:emanuelpadilla17@gmail.com)

## ANEXO 4



Fuente: Google 2016



Fuente: Emanuel Padilla