



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de ingeniería en Electricidad y Computación**

**“ESTUDIO DE POSIBLES SOLUCIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN  
LAS VIVIENDAS DE GUAYAQUIL”**

**TESINA DE SEMINARIO**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN POTENCIA**

**Presentado por:**

**GARY XAVIER ARAUJO LARA**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2015**

## **AGRADECIMIENTO**

Profundo y sincero agradecimiento a Dios y a esta prestigiosa institución por brindarnos la oportunidad de ser profesionales con conocimiento y responsabilidad social.

A aquellos profesionales de la enseñanza que supieron transmitirnos sus conocimientos de manera acertada, para ser aplicada a nuestra vida profesional.

## DEDICATORIA

Este trabajo de tesis de grado se la dedico a mi Padre y Madre por su esfuerzo y apoyo en todo momento, a mis hermanos y hermana, a mi hija que es mi inspiración y a mi futura esposa, a mis abuelos que ya no están en esta Tierra y a toda mi familia.

**Gary Xavier Araujo Lara**

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

Ing. Msc. Douglas Aguirre H.  
Profesor del Seminario de Graduación

---

Ing. Gustavo Bermúdez F.  
Profesor Delegado por la Unidad Académica

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesina, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

---

Gary Xavier Araujo Lara

## RESUMEN

El presente trabajo propone la fomentación y aplicación de soluciones de eficiencia energética en las viviendas de Guayaquil, tomando en consideración el levantamiento previo de todos los electrodomésticos y tiempo el cual el usuario los energizan, para comparar los consumos al aplicar diferentes métodos de eficiencia y determinar los posibles ahorros tanto energéticos como económicos.

Debido a las diferentes políticas de Estado de incentivar proyectos que promuevan el uso racional de energía eléctrica y de estrategias para mejorar el consumo tanto en el sector industrial como residencial, este estudio está relacionado al aprovechamiento eficiente de la energía y evitar el mal uso de la misma.

Al aplicar la eficiencia energética en el hogar, mediante soluciones como eliminación del consumo StandBy, cambios de electrodomésticos ineficientes

por aquellos que pueden a llegar reducir hasta un 50% del consumo o los también llamados electrodomésticos eficientes tipo "A", reducirían los gastos mensuales por consumo de energía, reduciría las emisiones de dióxido de carbono producida por las centrales térmicas de generación eléctrica protegiendo al medio ambiente y fomentará el uso racional de la energía no solo en el hogar sino en las empresas y la industria.

## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>II</b>
<b>TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN</b> .....	<b>III</b>
<b>DECLARACIÓN EXPRESA</b> .....	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>VII</b>
<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XIV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>XVI</b>

### CAPÍTULO 1

<b>1.- OBJETIVOS Y ALCANCE</b> .....	<b>1</b>
1.1.- Generalidades.....	1
1.2.- Objetivos.....	2
1.2.1.- Objetivos Generales.....	2
1.2.2.- Objetivos Específicos .....	3
1.3.- Alcance.....	3
1.4.- Justificación del Proyecto .....	4

### CAPÍTULO 2

<b>2.- EFICIENCIA ENERGÉTICA. ECONOMÍA Y SITUACIÓN ACTUAL DEL ECUADOR</b> .....	<b>6</b>
2.1.- Eficiencia Energética .....	6
2.1.1.- Intensidad Energética .....	7
2.2.- Eficiencia Económica .....	9
2.3.- Comportamiento de la Economía y la Demanda Eléctrica del Ecuador .....	9

2.4.- Situación del Sector Eléctrico .....	12
2.5.- Organismos Institucionales Relacionados con la Eficiencia Energética del Ecuador..	15
2.5.1.- Ministerio de Electricidad y Energías Renovable – MEER .....	16
2.5.2.- Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia Energética - SEEREE.....	16
2.5.3.- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables – INER .....	17
2.5.4.- Consejo Nacional de Electricidad – CONELEC.....	17
2.5.5.- Centro Nacional de Control de Energía – CENACE .....	18
2.5.6.- Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador – CELEC EP .....	19
2.5.7.- Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP .....	20
2.6.- Políticas de Eficiencia Energética establecidas en el Ecuador .....	20
2.6.1.- Constitución de la República del Ecuador 2008 .....	21
2.6.2.- Ley de Régimen del Sector Eléctrico.....	22
2.6.3.- Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 – PNBV .....	24
2.6.3.1.- Políticas y Lineamientos Estratégicos .....	25
2.6.4.- Plan Maestro de Electrificación 2013-2022 – PME.....	28
2.7.- Planes, Proyectos promovidos para la eficiencia energética .....	30

### **CAPÍTULO 3**

<b>3.- ANÁLISIS TEÓRICO DE LAS POSIBLES SOLUCIONES.....</b>	<b>34</b>
3.1.- Introducción.....	34
3.2.- Concientización de la cultura de consumo. ....	35
3.3.- Eliminación del modo de espera (StandBy) en electrodomésticos. ....	36
3.5.- Cambios estructurales en las viviendas. ....	40
3.5.1.- Vivienda sostenible.....	40
3.5.2.- Captación solar directa, distribución de la energía captada y acumulación energética. ....	45
3.6.- Aplicación de Domótica .....	48
3.6.1.- Uso de domótica en viviendas (Hogar digital) .....	48
3.6.2.- Aplicaciones .....	51
3.6.3.- Estructura de una instalación domótica .....	52

3.6.4.- La arquitectura.....	54
3.6.5.- Soluciones y pruebas de consumos energéticos .....	58
3.6.6.- Ahorro esperado .....	59
3.6.6.1.-Vialidad de la domótica en viviendas en Guayaquil .....	60

## **CAPÍTULO 4**

<b>4.- ANÁLISIS ECONÓMICO Y ESTIMACIÓN DE AHORRO.....</b>	<b>61</b>
4.1.- Metodología.....	61
4.2.- Evaluación Técnica de la situación actual de la vivienda.....	63
4.2.1.- Levantamiento de datos .....	63
4.2.2.- Consolidación de los datos de consumo.....	64
4.3.- Métodos económicos para determinar mejor inversión.....	65
4.3.1.- Fundamentos de matemáticas financieras.....	65
4.3.1.1.- Tasa de descuento .....	66
4.3.1.2.- Vida útil de electrodomésticos y equipos de entretenimiento .....	67
4.3.1.3.- Periodo de análisis .....	67
4.3.1.4.- Flujo de caja .....	67
4.3.1.5.- Valor actual.....	68
4.3.2.- Indicadores Comparativos .....	69
4.3.2.1.- Valor Actual Neto (VAN) .....	69
4.3.2.2.- Tasa Interna de Retorno (TIR).....	70
4.4.- Análisis Económica de las alternativas de eficiencia seleccionadas.....	70
4.4.1.- Cultura del ahorro y uso de regletas. ....	81
4.4.2.- Implementación de Electrodomésticos Eficientes.....	96
(Primera Opción).....	96
4.4.3.- Implementación de Electrodomésticos Eficientes.....	112
(Segunda Opción).....	112
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>129</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>131</b>
<b>BIBLIOGRAFÍAS .....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>135</b>

## ABREVIATURAS

IE	Intensidad Energética
Tcal	Tera Calóricas
TJ	Tera Joules
Tep	Toneladas equivalentes de petróleo
PIB	Producto Interno Bruto
KW	Kilo vatio
GWh	Giga Vatio Hora
KWh	Kilo Vatio Hora
MEER	Ministerio de Electricidad y Energías Renovables
SEEREE	Sub – secretaria de Energía Renovable y Eficiencia Energética
CONELC	Consejo Nacional de Electricidad
LRSE	Ley de Régimen del Sector Eléctrico
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía
SNI	Sistema Nacional Interconectado
MEM	Mercado Eléctrico Mayorista
CELEC EP	Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador.
CNEL EP	Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad

PNBV	Plan Nacional del Buen Vivir
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
PME	Plan Maestro de Electrificación
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
COMEX	Ministerio de Comercio Exterior
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
EE	Empresa Eléctrica
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. No. 2.1: Comparación de Intensidad Energética .....	8
FIG. No. 2.2: Variación Anual del Consumo de Energía y PIB del Ecuador .....	10
FIG. No. 2.3: Consumo de Energía y PIB del Ecuador.....	11
FIG. No. 2.4: Intensidad Energética del Ecuador .....	11
FIG. No. 2.5: Evolución Decenal de clientes por grupo de consumo.....	13
FIG. No. 2.6: Participación de consumo año 2003 .....	14
FIG. No. 2.7: Participación de consumo año 2012 .....	14
FIG. No. 2.8: Evolución decenal de Energía por grupo de consumo .....	15
FIG. No. 2.9: Etiqueta de Eficiencia Energética .....	33
FIG. No. 3.1: Trayectoria del sol y efecto en verano e invierno sobre una ventana.	41
FIG. No. 3.2: Efecto invernadero en las viviendas .....	42
FIG. No. 3.3: Modos de transmisión de la energía de los edificios .....	44
FIG. No. 3.4: Otras posibilidades para la instalación de ventanas .....	46
FIG. No. 3.5: Dispositivos de los sistemas de domótica.....	54
FIG. No. 3.6: Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Centralizada .....	55
FIG. No. 3.7: Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Descentralizada .....	56
FIG. No. 3.8: Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Distribuida .....	57
FIG. No. 3.9: Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Híbrida/Mixta .....	58
FIG. No. 4.1: Comparación de consumo energético aplicando cultura del ahorro...	91
FIG. No. 4.2: Porcentaje de ahorro energético aplicando cultura del ahorro .....	92
FIG. No. 4.3: Comparación de valor anual a pagar aplicando cultura del ahorro.....	93
FIG. No. 4.4: Comparación a pagar en 10 años aplicando cultura del ahorro .....	94
FIG. No. 4.5: Comparación de consumo energético implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción) .....	107
FIG. No. 4.6: Porcentaje de ahorro energético implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción) .....	108
FIG. No. 4.7: Comparación de valor anual a pagar implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción) .....	109
FIG. No. 4.8: Comparación a pagar en 10 años implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción) .....	110

FIG. No. 4.9: Comparación de consumo energético implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción) .....	<b>123</b>
FIG. No. 4.10: Porcentaje de ahorro energético implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción).....	<b>124</b>
FIG. No. 4.11: Comparación de valor anual a pagar implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción) .....	<b>125</b>
FIG. No. 4.12: Comparación a pagar en 10 años implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción).....	<b>126</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: Levantamiento de electrodomésticos .....	71
Tabla 4.2: Energía Mensual Consumida .....	73
Tabla 4.3: Valores a pagar Junio - Noviembre .....	74
Tabla 4.4: Valores de comercialización.....	75
Tabla 4.5: Valores a pagar Diciembre - Mayo .....	78
Tabla 4.6: Valor a pagar en 10 años sin aplicar eficiencia energética .....	80
Tabla 4.7: Levantamiento de electrodomésticos sin consumo StandBy .....	82
Tabla 4.8: Energía Mensual Consumida sin consumo StandBy .....	83
Tabla 4.9: Valores a pagar Junio – Noviembre sin consumo StandBy .....	84
Tabla 4.10: Valores a pagar Diciembre – Mayo sin consumo StandBy .....	88
Tabla 4.11: Valor a pagar en 10 años sin consumo StandBy .....	90
Tabla 4.12: Indicadores Comparativos aplicando cultura del ahorro .....	95
Tabla 4.13: Levantamiento de electrodomésticos sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Primera Opción).....	97
Tabla 4.14: Energía Mensual Consumida sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Primera Opción) .....	98
Tabla 4.15: Valores a pagar Junio – Noviembre sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Primera Opción).....	100
Tabla 4.16: Valores a pagar Diciembre – Mayo sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Primera Opción).....	103
Tabla 4.17: Valor a pagar en 10 años sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Primera Opción) .....	106
Tabla 4.18: Indicadores Comparativos implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción) .....	111
Tabla 4.19: Levantamiento de electrodomésticos sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Segunda Opción).....	113
Tabla 4.20: Energía Mensual Consumida sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Segunda Opción) .....	114
Tabla 4.21: Valores a pagar Junio – Noviembre sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Segunda Opción).....	116
Tabla 4.22: Valores a pagar Diciembre – Mayo sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Segunda Opción).....	119

Tabla 4.23: Valor a pagar en 10 años sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Segunda Opción) .....	<b>122</b>
Tabla 4.24: Indicadores Comparativos implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción).....	<b>128</b>

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población mundial desde la primera mitad del siglo XX hasta la primera década del siglo en curso se ha triplicado de forma heterogénea en todo el mundo, distribuida en zonas muy pobladas con otras prácticamente desérticas acelerando su crecimiento demográfico afectando directa e indirectamente al medio ambiente de cada región.

Como consecuencia, el aumento del sector productivo debido a la demanda de la población en crecimiento por ende el incremento de fábricas hace que se incremente la demanda de energía eléctrica, no consciente del daño que se está ocasionando al medio ambiente. En nuestra lucha por satisfacer las necesidades de la humanidad se deben tomar medidas que ayuden a tener una producción limpia y eficiente por lo que distintos países del mundo están implementando políticas de eficiencia energéticas dentro de su marco institucional.

En países de América Latina y El Caribe como lo son Brasil, México, Chile y Ecuador se han involucrado muy a fondo en la implementación de políticas,

programas y proyectos de eficiencia energética fortaleciéndolas con entidades que están a cargo del desarrollo, monitoreo y control de la eficiencia energética.

## **CAPÍTULO 1**

### **1.- OBJETIVOS Y ALCANCE**

#### **1.1.- Generalidades**

Siendo Ecuador un país con muchos recursos naturales y un gran potencial hidráulico de producir energía a través de las centrales hidroeléctricas, obteniendo notables ventajas como son las de cubrir la demanda energética del país, producción de energía renovable y sobre todo que su impacto es amigable con el medio ambiente debido a que no utiliza combustibles fósiles sino el recurso hídrico que nos brinda energía limpia y abundante, aún no se ha logrado aprovechar al máximo este privilegio.

A finales de 2009 y principios de 2010, tuvo evento una de las crisis energéticas más graves que tuvo que afrontar el Ecuador debido a una época de estiaje y una extensa sequía, obteniendo como resultado problemas con la generación y abastecimiento de la energía lo que conllevó a los constantes

apagones, desde entonces se tomaron las medidas necesarias para impulsar la generación propia y sobre todo limpia y eficiente.

En Ecuador mediante la Dirección Nacional de Eficiencia Energética se han desarrollado políticas y proyectos que promuevan el uso racional de la energía eléctrica además de estrategias para mejorar la eficiencia energética dentro de los sectores de la producción y consumo pero a falta de una debida difusión y poca concientización de los usuarios no se ha logrado promover el uso de la eficiencia energética.

El presente proyecto busca concientizar a los usuarios específicamente al sector residencial a implementar el uso de eficiencia energética en sus hogares mediante el incentivo del ahorro que se obtiene al realizar las buenas prácticas de consumo de energía eléctrica y lograr a fin el desarrollo de manera sustentable del país.

## **1.2.- Objetivos**

### **1.2.1.- Objetivos Generales**

- Estudiar las posibles soluciones de ahorro de energía eléctrica.
- Analizar los ahorros posibles de energía.

### **1.2.2.- Objetivos Específicos**

- Encontrar las ventajas económicas y energéticas de aplicar alguna solución energética.
- Establecer los requerimientos mínimos para la implementación de algunas soluciones de eficiencia energética en las viviendas de Guayaquil.
- Establecer los distintos tipos de vivienda de Guayaquil.

### **1.3.- Alcance**

El presente proyecto propone el uso responsable de la energía específicamente consumida en los hogares de la ciudad de Guayaquil siendo esta una de las ciudades más pobladas del Ecuador, que a su vez demanda mucha de la energía que se producen en las centrales termoeléctricas.

Incentivando a los usuarios que al aplicar la eficiencia energética en sus hogares no es sinónimo de sacrificios en el uso de electrodomésticos o cambios en el estilo de vida, sino la reducción de su consumo de energía eléctrica manteniendo los mismos servicios, obteniendo ahorros económicos en lo que a presupuesto del hogar se refiere, protección del medio ambiente y fomentando un comportamiento sostenible en el uso de la energía eléctrica.

El proyecto considerará la situación actual de Eficiencia Energética del Ecuador, planes y proyectos promovidos para la eficiencia energética, los consumos típicos en las viviendas de la ciudad de Guayaquil y las posibles soluciones de eficiencia energética a ser implantadas en los hogares y de esta forma garantizar el adecuado y racional uso de la energía eléctrica.

#### **1.4.- Justificación del Proyecto**

El Gobierno Nacional mediante la construcción de emblemáticos proyectos hidroeléctricos, así como la instalación de modernas y eficientes centrales y el aprovechamiento de importantes fuentes de energías renovables, quiere garantizar la demanda presente y futura.

Pero debido a que el uso de la energía no ha sido el correcto, se debe considerar programas de eficiencia energética a nivel nacional y así reducir las pérdidas de energéticas. Muchos de los países del mundo están implementando dentro de sus reglamentos gubernamentales políticas para la eficiencia energética, con lo que algunos países han desarrollado con éxito la Eficiencia Energética mientras que otros no lo han logrado como es el caso de nuestro país.

Este tipo de proyecto requiere constancia en su aplicación a largo plazo, debido a que si los resultados se llegan a constatar en corto plazo y no existe continuidad en el proceso sus efectos serán temporales, llegando al fracaso del proyecto, con lo que la perseverancia y constancia de nuestras acciones

como ciudadanos de una ciudad que está encaminada a seguir en desarrollo y siendo habitantes del planeta Tierra es necesario establecer las soluciones para el uso eficiente de la energía eléctrica.

## **CAPÍTULO 2**

### **2.- EFICIENCIA ENERGÉTICA. ECONOMÍA Y SITUACIÓN ACTUAL DEL ECUADOR**

#### **2.1.- Eficiencia Energética**

La eficiencia energética establece los cambios que implica una reducción en el consumo de energía necesaria para producir una unidad de actividad económica o para satisfacer los servicios que requieren las personas, manteniendo o superando el nivel de servicios prestados; al mismo tiempo que limita la producción de gases de efecto invernadero.

Los indicadores de eficiencia energética se construyen con el objeto de dar seguimiento a los cambios en la eficiencia con que los países o áreas de la economía usan la energía.

### **2.1.1.- Intensidad Energética**

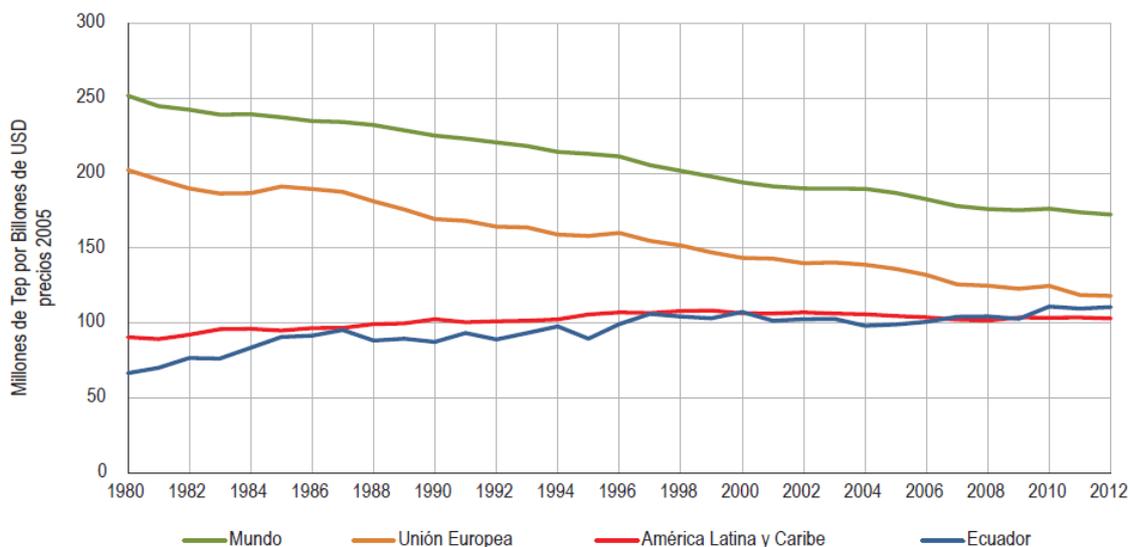
La intensidad energética, IE, se define como la relación entre el consumo de energía en unidades tales como: Tcal, TJ o Tep, e indicadores de la actividad económica, normalmente el PIB o VA, de la rama de actividad.

En los respectivos análisis de las tendencias de la eficiencia energética a través del indicador de intensidad energética, se debe considerar que la evolución del monto de energía consumida por una sociedad depende de cambios ocurridos en:

- La actividad económica (valor agregado, población, área construida, toneladas – Km transportadas);
- La estructura de la economía (estructura industrial, estructura modal del transporte, grado de saturación de los artefactos domésticos); y,
- La intensidad energética.

La intensidad energética es un indicador que se ve influenciado por el crecimiento de la industria y el comercio, la globalización y emprendimientos de programas de eficiencia energética; se puede utilizar como una medida comparativa entre países, mientras que el cambio referido al consumo de energía necesaria para elevar el PIB en un país específico en el tiempo se describe como elasticidad energética. [1]

La intensidad energética a nivel mundial, tiende a la baja, debido a que se está produciendo mayor riqueza con una menor cantidad de energía.



Fuente: Banco Mundial y BP Statistical Review of World Energy 2013

**FIG. No. 2.1: Comparación de Intensidad Energética**

Se puede observar de la figura No. 2.1, la tendencia mundial y de los países desarrollados que pertenecen a la Unión Europea es reducir la intensidad energética; mientras que los países de América Latina y Caribe (incluyendo Ecuador) en el año 2000 recién logra estabilizar el incremento de la intensidad energética que aumentaba desde la década de los 80, esta estabilización y posterior reducción de la intensidad energética es fruto del desarrollo de la región y a múltiples políticas de desarrollo productivo y programas de eficiencia energética.

## **2.2.- Eficiencia Económica**

La eficiencia económica es la tasa de rendimiento económico en su consumo de energía: unidades económicas del PIB producidas por cada unidad de energía consumida.

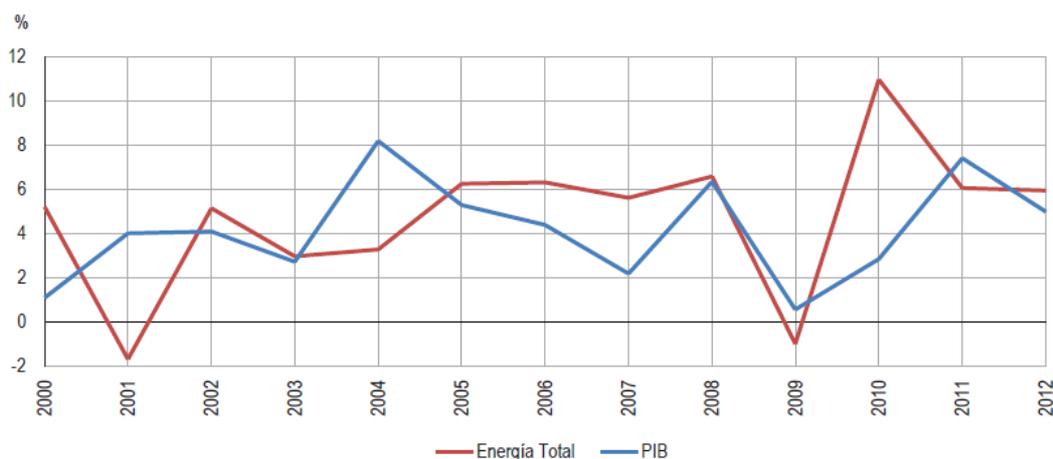
En el modelo económico clásico el indicador macroeconómico del nivel de actividad, el PIB, es el índice por excelencia que define el estado de la economía, de esta forma, mientras más crezca el PIB mayor sería el beneficio global para la sociedad. Sin embargo, este modelo no tiene en cuenta el costo para la colectividad, en términos ecológicos y sociales, del crecimiento de un punto del PIB, ni tampoco que la capacidad de crecimiento económico es finita.

[2]

## **2.3.- Comportamiento de la Economía y la Demanda Eléctrica del Ecuador**

En las décadas de los sesenta y setenta se mantuvo un crecimiento considerable del PIB (6.7% en promedio anual). Sin embargo, las dos décadas siguientes se consideran décadas perdidas, el crecimiento del PIB fue de apenas 1.9%. En la última década Ecuador retoma la senda de crecimiento sostenido e importante con un ritmo de crecimiento promedio anual del PIB de 4.4%. [3]

Habiendo así alcanzado un crecimiento en la economía ecuatoriana según el Banco Central del Ecuador, de carácter provisional, durante los años 2004, 2008, 2011 de 8.21, 6.36 y 7.79% respectivamente.

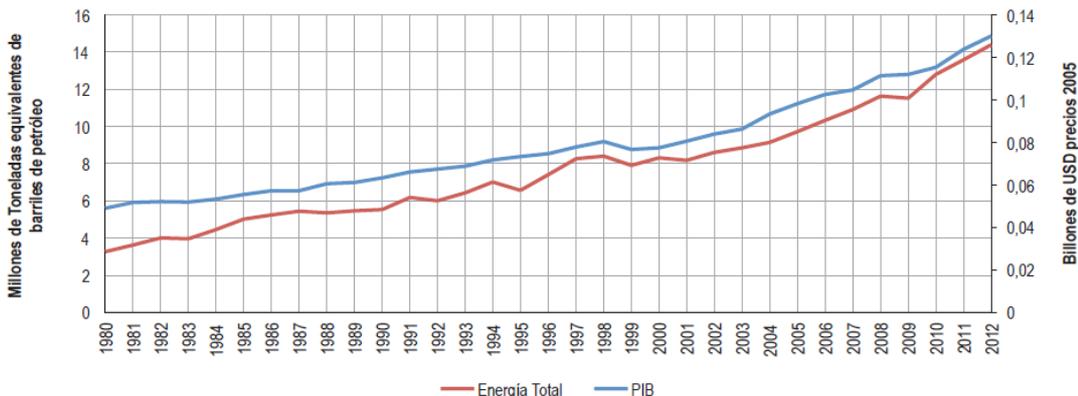


Fuente: Banco Mundial y BP Statistical Review of World Energy 2013

**FIG. No. 2.2: Variación Anual del Consumo de Energía y PIB del Ecuador**

En el periodo comprendido entre 2001 y 2012, el consumo de energía alcanza un valor máximo de 11% mientras que el valor máximo del PIB registrado en el mismo periodo fue de 8%.

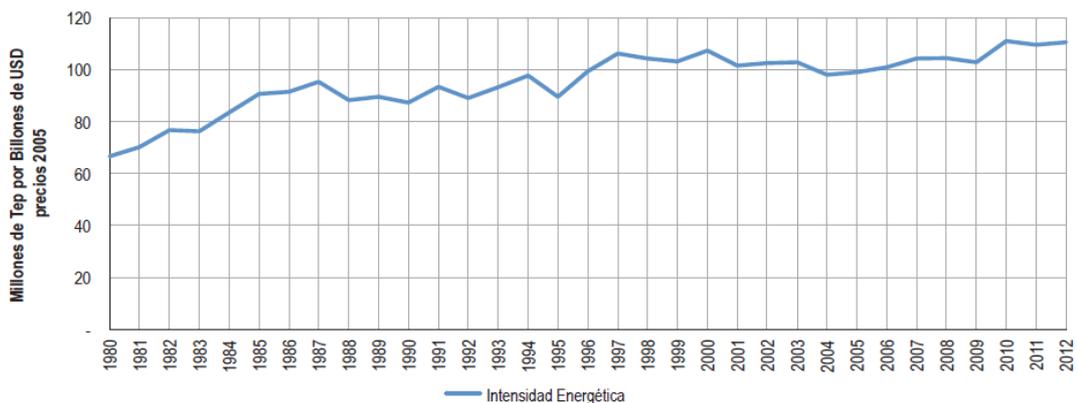
De manera que el PIB del Ecuador creció un promedio anual de 4.4% y el consumo de energía creció un promedio anual de 4.7% lo que indica que se ha reducido la diferencia entre la eficiencia económica con respecto a periodos anteriores.



Fuente: Banco Mundial y BP Statistical Review of World Energy 2013

**FIG. No. 2.3: Consumo de Energía y PIB del Ecuador**

Durante el periodo 2008 – 2009 en el cual debido a la inversión pública se puede observar que el PIB del Ecuador creció un promedio de 6% anual pero la crisis financiera internacional freno la inversión pública en el año 2009 con lo que el PIB creció sólo 0.36% como se observa en la figura No. 2.3.



Fuente: Banco Mundial y BP Statistical Review of World Energy 2013

**FIG. No. 2.4: Intensidad Energética del Ecuador**

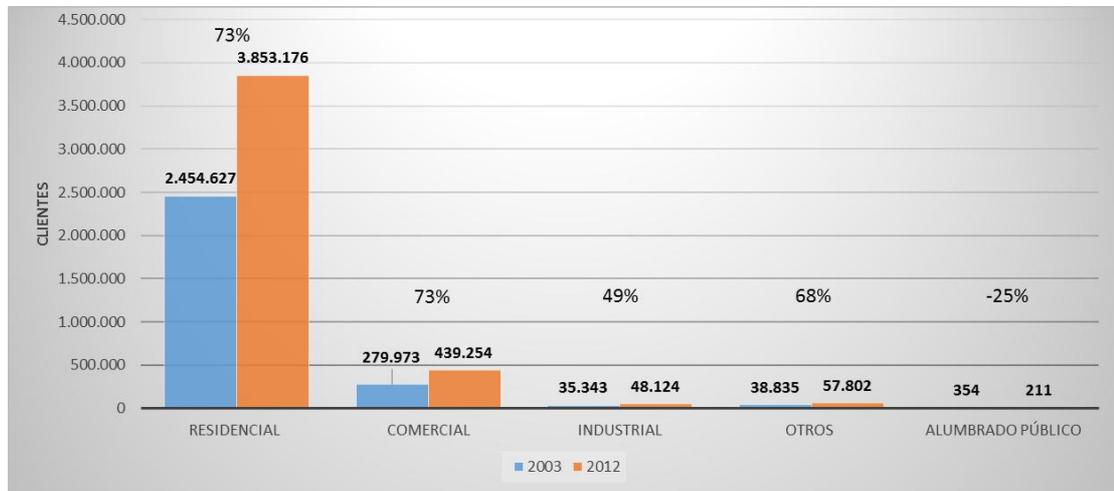
En la figura No. 2.4 se puede observar que durante el periodo 1980 – 2000 la intensidad energética del país aumentaba lo que indica un alto costo en la conversión de la energía en PIB, esto es, el consumo de grandes cantidades de energía para producir un bajo PIB.

Uno de los principales factores durante el periodo 2000 – 2012 que ha mantenido estable la intensidad energética del país ha sido la importante inversión en proyectos emblemáticos de generación eléctrica, especialmente hidroeléctricos, enfocándose en el cambio de la matriz energética y generación de energía a partir de procesos limpios reduciendo al considerablemente el impacto ambiental.

No obstante, cabe mencionar que cuando se instaló el sistema de dolarización, implementación de programas de eficiencia energética y las políticas enfocadas en el desarrollo de la industria y el comercio son factores que han logrado estabilizar la intensidad energética del Ecuador.

#### **2.4.- Situación del Sector Eléctrico**

Los grupos de consumo (residencial, comercial, industrial y alumbrado público) mediante la cantidad de potencia y el horario de consumo determinan el comportamiento de la demanda eléctrica. Cada grupo de consumo tiene un número de clientes el cual ha venido evolucionando como se muestra en la FIG. No. 2.5.

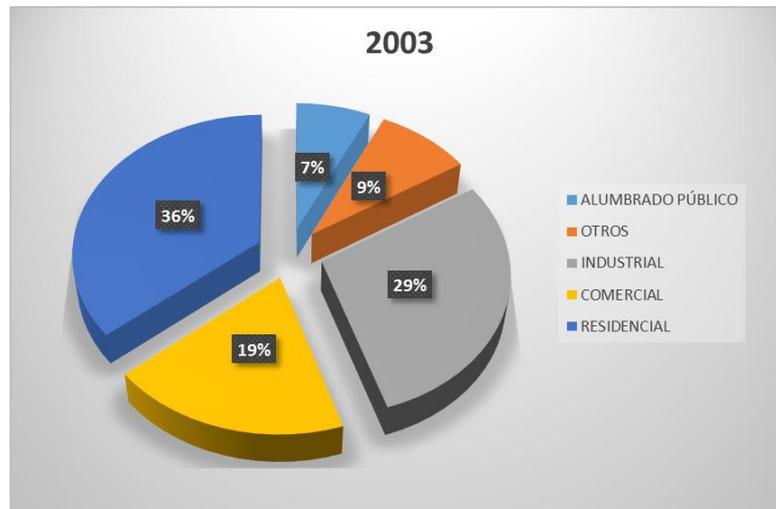


Fuente: Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022

**FIG. No. 2.5: Evolución Decenal de clientes por grupo de consumo**

Se puede observar en la figura anterior el número de clientes por grupo de consumo y la variación decenal 2003 – 2012, resaltando el crecimiento de aproximadamente del 73% de los sectores residenciales y comerciales, de un 49% del sector industrial y un decrecimiento del 25% de alumbrado público.

La estructura de consumo de energía en el año 2003 se puede observar en la FIG. No. 2.6, teniendo como el mayor grupo consumidor el sector residencial seguido del sector industrial.

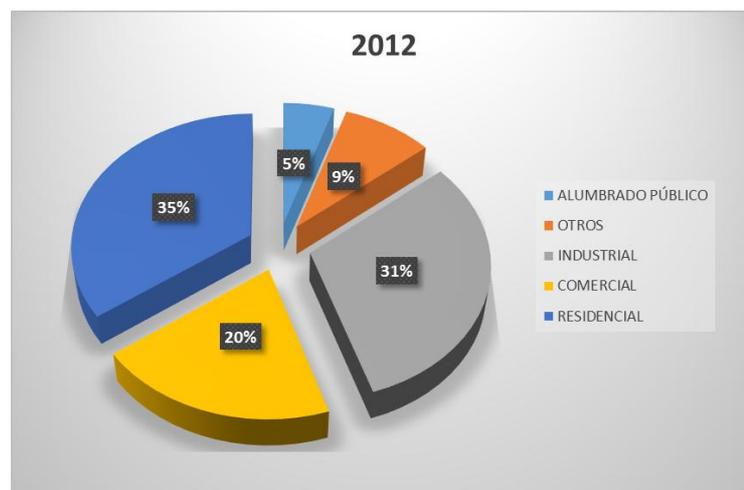


Fuente: Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022

**FIG. No. 2.6: Participación de consumo año 2003**

En el año 2012 la estructura de consumo ha variado, aumentando su porcentaje los sectores industriales y comerciales, como se observa en la FIG.

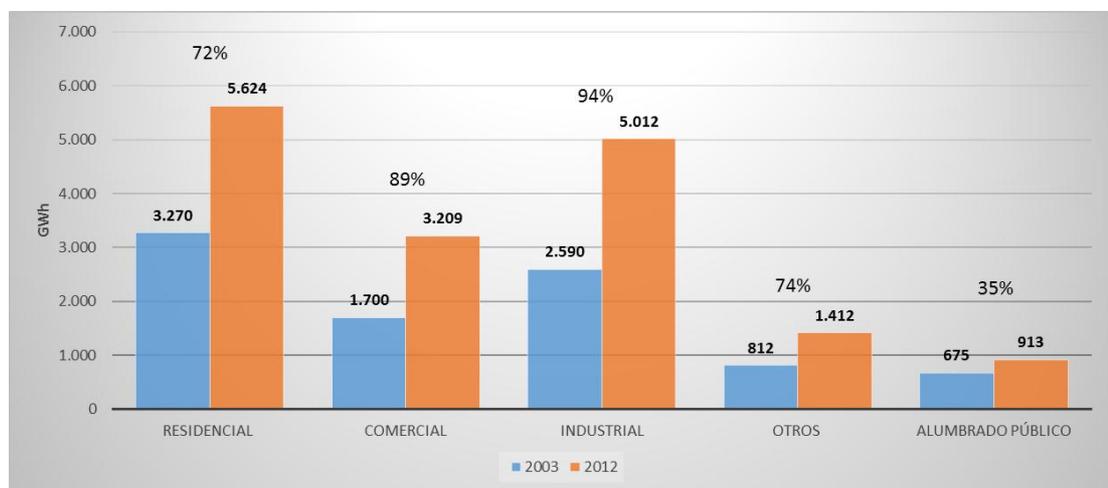
No. 2.7.



Fuente: Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022

**FIG. No. 2.7: Participación de consumo año 2012**

En lo que se refiere al consumo de energía (GWh) a nivel nacional en el periodo 2003 – 2012, el sector de mayor consumo es el industrial con un crecimiento del 94%, seguido del sector comercial con un 89%, el sector otros con un crecimiento del 74%, el sector residencial creció en un 72% y el sector de alumbrado público con un aumento del 35%, como se observa en la FIG. No. 2.8.



Fuente: Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022

**FIG. No. 2.8: Evolución decenal de Energía por grupo de consumo**

## 2.5.- Organismos Institucionales Relacionados con la Eficiencia Energética del Ecuador

Con la creación de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y conjuntamente con la nueva Constitución y el Plan Nacional del Buen Vivir se crearon instituciones públicas destinadas al control, servicio, monitoreo de las

regulaciones, normalización, planificación de planes y programas que permitan obtener una energía sustentable y eficiente en el país.

#### **2.5.1.- Ministerio de Electricidad y Energías Renovable – MEER**

El ministerio de Electricidad y Energía Renovable, creado el 9 de julio de 2007, es el ente rector del sector eléctrico ecuatoriano y de la Energía Renovable. Ésta entidad es la responsable de satisfacer las necesidades de Energía Eléctrica del país, mediante la formulación de normativa pertinente, planes de desarrollo y políticas sectoriales para el aprovechamiento eficiente de los recursos.

El ministerio de Electricidad y Energía Renovable, a través del cumplimiento de la política nacional, los planes y metas de expansión fijados por este Gobierno, entregará con eficiencia, innovación y calidad de su gestión, la electricidad a los ecuatorianos, procurando la soberanía energética, con responsabilidad social y ambiental y, el desarrollo de las competencias de su talento humano comprometido con el progreso del país. [4]

#### **2.5.2.- Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia Energética - SEEREE**

Encargada de la elaboración, propuesta y ejecución de la política nacional en materia de energía (energía eléctrica, hidrocarburos y otros combustibles).

Adicionalmente estudia y analiza el comportamiento del mercado desregulado de hidrocarburos, promoviendo políticas de competencia y de eficiencia en la asignación de recursos. [5]

### **2.5.3.- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables – INER**

Este instituto se encarga de generar conocimiento y aportar al desarrollo de la ciencia, mediante el estudio, fomento, innovación y difusión de la eficiencia energética y la energía renovable; promoviendo las buenas prácticas para el uso racional de la energía y la implantación de las tecnologías dirigidas al aprovechamiento de fuentes energéticas limpias y amigables con el medio ambiente. [6]

### **2.5.4.- Consejo Nacional de Electricidad – CONELEC**

El 10 de Octubre de 1996, se publica la ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE) como respuesta a la necesidad de reformular el grado de participación estatal en este sector. Plantea como objetivo proporcionar al país un servicio eléctrico de alta calidad y confiabilidad, para garantizar su desarrollo económico y social, dentro de un marco de competitividad en el mercado de producción de electricidad.

Lo anteriormente dicho, estará orientado fundamentalmente a brindar un óptimo servicio a los consumidores y a precautelar sus derechos, partiendo de un serio compromiso de preservación del medio ambiente.

La LRSE creó El Consejo Nacional de Electricidad -CONELEC-, como persona jurídica de derecho público con patrimonio propio, autonomía administrativa, económica, financiera y operativa, que comenzó a operar el 20 de noviembre de 1997, una vez promulgado el Reglamento General Sustitutivo de la LRSE.

De esta manera, el CONELEC se constituye como un ente regulador y controlador, a través del cual el Estado Ecuatoriano puede delegar las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, a empresas concesionarias. [7]

#### **2.5.5.- Centro Nacional de Control de Energía – CENACE**

La CENACE fue creada en la Ley de Régimen de Sector Eléctrico publicada en el Registro Oficial, suplemento 43 del 10/oct/1996, y su estatuto aprobado mediante acuerdo ministerial 151 del 27/oct/1998: como una Corporación Civil de derecho privado, sin fines de lucro, cuyos miembros incluyen a todas las empresas de generación, transmisión, distribución y los grandes consumidores.

Sus funciones se relacionan con la coordinación de la operación del Sistema Nacional Interconectado (SNI) y la administración de las transacciones técnicas y financieras del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) del Ecuador, conforme a la normativa promulgada para el Sector Eléctrico (ley, reglamentos y procedimientos). [8]

### **2.5.6.- Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador – CELEC EP**

Su finalidad es la provisión de servicio eléctrico y éste debe responder a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. [9]

Las principales actividades de la Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, son las siguientes:

- La generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de energía eléctrica.
- Asociarse con personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, públicas, mixtas o privadas, para ejecutar proyectos relacionados con su objeto social en general.
- Participar en asociaciones, institutos o grupos institucionales dedicadas al desarrollo e investigación científica y tecnológica, en el campo de la construcción, diseño y operación de obras de ingeniería eléctrica.
- Investigaciones científicas o tecnológicas y de desarrollo de procesos y sistemas y comercialización.

### **2.5.7.- Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP**

La Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP está conformada por 10 Unidades de Negocio: Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Milagro, Guayas – Los Ríos, Los Ríos, El Oro, Bolívar, Santo Domingo y Sucumbíos.

CNEL EP ofrece el servicio de distribución eléctrica a un total de 1.25 millones de abonados, abarcando el 30 % del mercado de clientes del país.

La Corporación Nacional de Electricidad CNEL se constituyó en diciembre del 2008 con la fusión de las 10 empresas eléctricas, que históricamente mantenían los indicadores de gestión más bajos. Teniendo como tarea principal el revertir dichos indicadores en aras de mejorar la situación de las 10 empresas. [10]

### **2.6.- Políticas de Eficiencia Energética establecidas en el Ecuador**

De acuerdo con las políticas establecidas en la Constitución de la República del Ecuador, Ley de Régimen del Sector Eléctrico y demás documentos se proponen lineamientos relacionados con el consumo eficiente de la energía y la conservación del medio ambiente.

### **2.6.1.- Constitución de la República del Ecuador 2008**

Se establece en la Constitución, en el Título II “Derechos”, Capítulo Segundo “Derechos del Buen Vivir”, Sección Segunda “Ambiente Sano” el siguiente artículo relacionado con el consumo de la energía en el país:

**Art 15.-** “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.” [11]

La eficiencia energética a fin de reducir el consumo de energía manteniendo las mismas o mejoras prestaciones de los servicios y productos generados, toma en consideración el impacto hacia el medio ambiente y las consecuencias en el cambio climático, lo cual la Constitución establece en el Título VII “Régimen del Buen Vivir”, Capítulo Segundo “Biodiversidad y Recursos Naturales”, Sección Séptima “Biósfera, ecología urbana y energías alternativas” los siguientes artículos:

**Art 413.-** “El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los sistemas ni el derecho al agua.” [11]

**Art 414.-** “El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.” [11]

### **2.6.2.- Ley de Régimen del Sector Eléctrico**

La presente Ley regula las actividades de generación de energía eléctrica que se origine en la explotación de cualquier tipo de fuente de energía, cuando la producción de energía eléctrica es colocada en forma total o parcial en el Sistema Nacional Interconectado (SNI), o en un sistema de distribución y los servicios públicos de transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, así como también su importación y exportación. [12]

Los objetivos fundamentales de la Ley son:

- a) Proporcionar al país un servicio eléctrico de alta calidad y confiabilidad que garantice su desarrollo económico y social;
- b) Promover la competitividad de los mercados de producción de electricidad y las inversiones de riesgo del sector privado para asegurar el suministro a largo plazo;
- c) Asegurar la confiabilidad, igualdad y uso generalizado de los servicios e instalaciones de transmisión y distribución de electricidad;

- d) Proteger el derecho de los consumidores y garantizar la aplicación de tarifas preferenciales para los sectores de escasos recursos económicos;
- e) Reglamentar y regular la operación técnica y económica del sistema, así como garantizar el libre acceso de los actores del servicio a las instalaciones de transmisión y distribución;
- f) Regular la transmisión y distribución de electricidad, asegurando que las tarifas que se apliquen sean justa tanto para el inversionista como para el consumidor;
- g) Establecer sistemas tarifarios que estimulen la conservación y el uso racional de la energía;
- h) Promover la realización de inversiones privadas de riesgo en generación, transmisión y distribución de electricidad velando por la competitividad de los mercados;
- i) Promover la realización de las inversiones públicas en transmisión;
- j) Desarrollar la electrificación en el sector rural; y,
- k) Fomentar el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, las universidades y las instituciones privadas. [12]

### **2.6.3.- Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 – PNBV**

El Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 es el instrumento del Gobierno Nacional para articular las políticas públicas con la gestión y la inversión pública.

Está estructurado mediante 12 objetivos, 83 metas, 111 políticas y 1,089 lineamientos estratégicos. Fue elaborado por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) en su condición de Secretaria Técnica del Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa.

Se plantean los siguientes objetivos:

1. “Consolidar el estado democrático y la construcción del poder popular”.
2. “Auspiciar la igualdad, la cohesión, la inclusión y la equidad social y territorial en la diversidad”.
3. “Mejorar la calidad de vida de la población.”
4. “Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía”.
5. “Construir espacios de encuentro común y fortalecer la identidad nacional, las identidades diversas, la plurinacionalidad y la interculturalidad”.
6. “Consolidar la transformación de la justicia y fortalecer la seguridad integral, en estricto respeto a los derechos humanos”.
7. “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”.

8. “Consolidar el sistema económico social y solidario, de forma sostenible”.
9. “Garantizar el trabajo digno en todas sus formas”.
10. “Impulsar la transformación de la matriz productiva”.
11. “Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica”.
12. “Garantizar la soberanía y la paz, y profundizar la inserción estratégica en el mundo y la integración latinoamericana”. [13]

#### **2.6.3.1.- Políticas y Lineamientos Estratégicos**

Reestructurar la matriz energética bajo criterios de transformación de la matriz productiva, inclusión, calidad soberanía energética y sustentabilidad, con el incremento de la participación de energía renovable.

Aprovechar el potencial energético basado en fuentes renovables, principalmente de la hidro-energía, en el marco del derecho constitucional al acceso al agua y de la conservación del caudal ecológico.

- a) Aprovechar el potencial de desarrollo de la bioenergía, sin detrimento de la soberanía alimentaria y respetando los derechos de la naturaleza.
- b) Identificar los recursos y la infraestructura estratégica del Estado como elementos de seguridad nacional.

- c) Incentivar el uso eficiente y el ahorro de energía, sin afectar la cobertura y calidad de sus productos y servicios.
- d) Aplicar principios de precaución, prevención, eficiencia social, ordenamiento territorial y sustentabilidad biofísica en la ampliación de horizontes de reservas y producción de hidrocarburos.
- e) Potenciar la capacidad de refinación de hidrocarburos, en función de la sostenibilidad de los flujos físicos, para abastecer la demanda interna.
- f) Impulsar el desarrollo de la industria petroquímica, bajo criterios de sostenibilidad, ordenamiento territorial y seguridad geopolítica de aprovisionamiento.
- g) Cuantificar el potencial de recursos de energías renovables para generación eléctrica.
- h) Fortalecer las compras públicas plurianuales, la sustitución de importaciones, el fortalecimiento de encadenamientos productivos locales y la transferencia e innovación tecnológica, en la gestión de las empresas públicas del ámbito energético.
- i) Generar alternativas, fortalecer la planificación e implementar regulación al uso energético en el transporte, los hogares y las industrias, para modificar los patrones de consumo energético, con criterios de eficiencia y sustentabilidad.

- j) Analizar la viabilidad de implementar un tren eléctrico de carga que genere eficiencia energética en el transporte de carga pesada y liviana en el país.
- k) Analizar la viabilidad de desarrollar un auto eléctrico nacional para su utilización en el sector público.
- l) Coordinar con el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda la implementación de normas de construcción de viviendas que obliguen al uso de gasoductos.
- m) Optimizar el uso de los recursos no renovables en la generación de energía eléctrica, a través del empleo de tecnologías eficientes.
- n) Contabilizar el agotamiento de los recursos energéticos no renovables e internalizar costos económicos y ambientales de su extracción, producción y consumo.
- o) Impulsar la generación de cuentas patrimoniales para monitorear la transformación de reservas de recursos naturales en otras formas de capital más duraderas.
- p) Mantener actualizada una base de datos intersectorial de la oferta energética, los centros de transformación y los centros de consumo, para construir balances energéticos y planificar el abastecimiento del país.

- q) Incorporar el cálculo de costos socio-ambientales y términos de intercambio ecológicos en los proyectos de transformación de matriz energética.
- r) Articular la oferta educativa técnica y superior con las necesidades de transformación productiva, tecnológica e industrial del país.
- s) Fortalecer la investigación científica en los ámbitos energéticos de industrias básicas y de generación y uso sustentable de energía renovable, para la industria, los hogares, el transporte y la producción.
- t) Fomentar intercambios energéticos regionales para asegurar el abastecimiento interno de productos y servicios energéticos y favorecer la seguridad y la integración energética regional. [13]

#### **2.6.4.- Plan Maestro de Electrificación 2013-2022 – PME**

Constituye una herramienta integral e intersectorial de planificación que permite determinar las inversiones orientadas a garantizar el normal abastecimiento de energía eléctrica a la demanda nacional, a través del desarrollo de proyectos de generación, expansión, distribución y transmisión a corto, mediano y largo plazo.

Tiene como fin, contribuir al incremento de la confiabilidad y seguridad del sistema eléctrico en su conjunto, coadyuvando al desarrollo sostenible del país.

Los principales objetivos del Plan Maestro de Electrificación son los siguientes:

- Analizar y emplear una metodología y modelo de proyección de demanda eléctrica en energía y potencia, con una dimensión espacial y sectorial, que permita evaluar la dimensión de la demanda eléctrica a nivel nacional y que integre los impactos de modificaciones en variables económicas, sociales, ambientales, tecnológicas o políticas aplicadas.
- Analizar la información disponible de datos históricos y proyectados de demanda de potencia y energía de las distribuidoras; así como de las variables macroeconómicas y demográficas utilizadas a nivel nacional y regional (PIB, población, cantidad de viviendas, entre otros), para tres escenarios de crecimiento del PIB: más probable (medio); pesimista (menor); y, optimista (mayor).
- Elaborar la proyección de clientes, potencia y energía a nivel nacional y por distribuidora para el horizonte 2013 – 2022, desagregadas por grupo de consumo (residencial, comercial, industrial, alumbrado público y otros) y nivel de tensión.
- Analizar los perfiles de carga y los parámetros que definen los patrones de consumo de energía de los usuarios pertenecientes a las distintas categorías tarifarias o grupos de consumo. [14]

## **2.7.- Planes, Proyectos promovidos para la eficiencia energética**

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable ha gestionado, trabajado y participado con diversas instituciones como el INEN y COMEX para promover el uso de equipos eficientes.

Se ha obtenido las siguientes normativas regulatorias:

- Reglamento RTE INEN 036 “Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas”. Rangos de desempeño energético y etiquetado que además regula las importaciones de tal forma que solo se permita la comercialización de lámparas fluorescentes compactas (focos ahorradores) etiquetados con los rangos de desempeño energético A y B.
- RTE INEN 035 “Eficiencia energéticas en artefactos de refrigeración de uso doméstico. Reporte de consumo de energía, método de prueba y etiquetado” y sus modificaciones en lo que se estableció que a partir de marzo del 2011 se permite únicamente la comercialización de aparatos de refrigeración de rango energético A.
- RTE INEN 072 “Eficiencia energética para acondicionadores de aire sin ducto”, mismo que entró en vigencia desde el 29 de mayo del 2013.
- RTE INEN 094 “Eficiencia energética de bombas y conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia, en potencias de 0.187 kW a 0.746 kW y etiquetado”.

- RTE INEN 101 “Aparatos electrodomésticos para cocción por inducción”.
- RTE INEN 109 “Eficiencia térmica de calentadores de agua a gas”.
- RTE INEN 110 “Calentadores de agua eléctricos de acumulación”.
- RTE INEN 111 “Eficiencia Energética. Maquinas secadoras de ropa. Etiquetado”.
- RTE INEN 112 “Eficiencia Energética para ventiladores, con motor eléctrico incorporado de potencia inferior o igual a 125 kW”.
- RTE INEN 117 “Eficiencia Energética en Televisiones. Reporte de consumo de Energía, Método de Ensayo y Etiquetado”.
- RTE INEN 122 “Eficiencia Energética en hornos eléctricos. Reporte de consumo de energía y etiquetado”.
- RTE INEN 123 “Eficiencia energética para hornos microondas”.
- RTE INEN 124 “Eficiencia energética y etiquetado de máquinas lavadora-secadora de ropa”.
- RTE INEN 133 “Lavavajillas. Eficiencia Energética y Etiquetado”.
- PRTE INEN 138 “Eficiencia energética para ventiladores de motor de potencia eléctrica de entrada”.
- PRTE INEN 141 “Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución”.

También existen normas técnicas Ecuatorianas voluntarias de eficiencia energética tales como:

- NTE INEN 2498 “Eficiencia Energética en motores eléctricos estacionarios”.
- NTE INEN 2506 “Eficiencia Energética en Edificaciones”.
- NTE INEN 2507 “Rendimiento térmico de colectores solares en sistemas de calentamiento de agua para uso sanitario. Requisitos”.
- NTE INEN 2511 “Eficiencia energética en cámara de refrigeración instaladas en vehículos automotores. Requisitos”.
- NTE INEN 2567 “Eficiencia Energética en cocinas de inducción de uso doméstico. Requisitos”.
- NTE INEN 2555 “Seguridad en cocinas de inducción”.

Junto con el COMEX se ha gestionado las siguientes resoluciones:

Resolución COMEX 505: Se emitió dictamen favorable para el diferimiento arancelario (0% advalorem) de lámparas fluorescentes compactas (focos ahorradores) de rango A (alta eficiencia) así como para tubos fluorescentes T5 y T8 de mayor eficiencia.

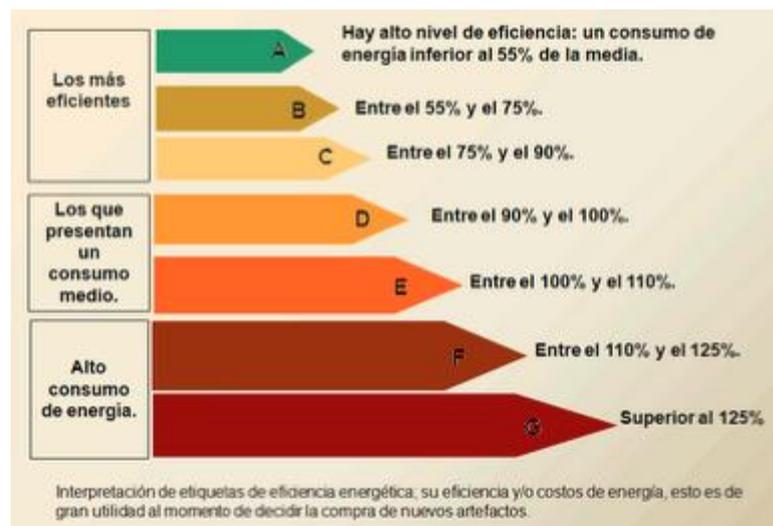
Resolución COMEX 529: Se prohíbe las importaciones de focos incandescentes entre 25 y 100 W de uso residencial a partir de enero del 2010.

Resolución COMEX 595: Incluye a los artefactos de refrigeración en la Resolución 450 del COMEX que contiene la nómina de productos sujetos a controles previo la importación.

Resolución COMEX 076: Restringe la importación de equipos acondicionadores de aire de rango B, C, D, E, F y G.

En el marco del proyecto de Eficiencia Energética en la industria ejecutado por el MEER con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) a través de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), se adopta la norma ISO 50001, como NTE INEN ISO 50001 “Sistemas de Gestión de Energía. Requisitos con orientación para su uso”.

Cómo leer una etiqueta de eficiencia energética.



Fuente: Dirección de Eficiencia Energética

**FIG. No. 2.9: Etiqueta de Eficiencia Energética**

## **CAPÍTULO 3**

### **3.- ANÁLISIS TEÓRICO DE LAS POSIBLES SOLUCIONES**

#### **3.1.- Introducción**

En este capítulo trataremos cuales son las opciones para tener un menor consumo energético, definiremos cuales son los parámetros que decidirán cual representa un mayor ahorro; lo cual conlleva a tener una alta eficiencia energética.

Antes de proseguir con las opciones cabe recalcar que existe una opción un tanto aislada de ser solución pero colabora en alta medida a un menor consumo energético a largo plazo, y es el cambio de artefactos eléctricos de alto consumo por otros de menor consumo que cumplen con las mismas funciones. Cambios que comprenden el reemplazo de refrigeradoras, acondicionadores de aire, televisores, etc.

Esta opción se la analizará más a fondo en el capítulo cuatro donde se podrá apreciar desde la inversión hasta el ahorro que se puede obtener por el reemplazo de dichos artefactos.

Las posibles soluciones serían las siguientes:

- Concientización de la cultura de consumo.
- Eliminar el modo StandBy de los electrodomésticos.
- Reemplazo de electrodomésticos de alto consumo por unos más eficientes.
- Cambios estructurales en las viviendas.
- Aplicación de Domótica

### **3.2.- Concientización de la cultura de consumo.**

Actualmente el tema del uso eficiente de la energía, es directamente ligado a nuestros hábitos que tenemos con el uso de la electricidad, y no sólo conlleva con esfuerzo de la población sino en conjunto con iniciativas del estado para que exista un compromiso en conjunto.

En el Ecuador durante las décadas anteriores este tema no era tan importante como lo es ahora. En nuestro país recién a partir de la última crisis energética del 2009, se ha venido pensando en proyectos relacionados con las EE y energías renovables.

En nuestro país la eficiencia energética debe ser considerada como una política de estado, lo que conllevaría a que se promuevan estrategias para optimizar los recursos energéticos, mejorar la calidad de vida y por ende un crecimiento socioeconómico.

Solo una vez que la cultura de consumo sea tomada en cuenta y aplicada en cada rincón del país, los cambios energéticos serán visibles. Recordando que esto no solo favorece al país sino a la economía de cada hogar.

### **3.3.- Eliminación del modo de espera (StandBy) en electrodomésticos.**

Es de creencia popular que los electrodomésticos, si están apagados no consumen energía eléctrica pero esto es incorrecto. Si bien es cierto que el consumo no es el mismo que encendido no quiere decir que no lo hagan.

Mantener los electrodomésticos y otros aparatos de uso doméstico en modo en espera (StandBy) gasta más de lo que muchos piensan. Si no se usa se puede reducir la factura mensual de la energía eléctrica.

El 'StandBy' o modo en espera representa casi el 11% del consumo eléctrico de un hogar, según el informe 'Consumos del Sector Residual en España' realizado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), que pone de manifiesto la importancia de limitar su utilización.

Para evitar este innecesario gasto hay que identificar qué electrodomésticos tienen ese modelo de consumo y empezar a desarrollar una estrategia racional para contener su uso, pues el gasto en este modo en espera ha dejado de ser residual para convertirse en una necesidad para la economía en el hogar.

Tanto si la ausencia del domicilio será prolongada como si durará poco tiempo, es más que aconsejable dejar apagados todos los aparatos eléctricos, incluso los que están en StandBy, ya que es un consumo que se factura de manera inútil. Para ello, antes de salir de casa, hay que comprobar si algún dispositivo ha quedado en esta situación para apagarlo de inmediato.

Además, esta actuación servirá para que el mantenimiento de los mismos sea más favorable al contar con menos horas de uso, dónde es más habitual el StandBy. No son muchos los aparatos domésticos que presentan esta variable en sus características principales.

Por eso se presenta como obligatoria la labor de memorizarlos para aplicar estas estrategias de ahorro y poder formalizar una serie de actuaciones que reduzcan su consumo, a fin de pagar menos en los recibos.

Televisores: es uno de los dispositivos por excelencia en donde se genera este consumo y, por tanto, necesita de mayor cuidado en su utilización por parte de los usuarios. Cada vez que se apaga el televisor se cree que se está a salvo de posibles consumos, pero no es así, ya que el piloto queda encendido, lo cual significa que está gastando aunque el aparato esté desconectado.

Para eliminar este desembolso hay que apagarlo de forma correcta, esto quiere decir la desconexión del mismo del tomacorriente.

Reproductores como un DVD: junto al televisor hay instalados otros dispositivos para reproducir vídeos y audios que, con frecuencia cuando se termina su visionado, se deja en modo de espera (con el piloto encendido).

Ordenadores: es otro de los casos más habituales en los hogares, pues no se apagan de manera correcta y queda en modo de espera durante varias horas, sin olvidar los muchos casos en los que no se apaga la pantalla. En ambas circunstancias se estará consumiendo una energía inútilmente, y se solucionará con el apagado completo, sobre todo cuando la ausencia será prolongada.

Recargas: hay aparatos que necesitan de su oportuna recarga (móviles, portátiles, etc.) y que se dejan activados aunque el aparato ya esté cargado.

### **3.4.- Reemplazo de electrodomésticos de alto consumo eléctrico por unos más eficientes.**

La eficiencia energética de un electrodoméstico es la capacidad de un electrodoméstico para realizar su función con un consumo de energía menor.

La etiqueta energética de los electrodomésticos es una herramienta informativa que permite saber de forma rápida y sencilla la eficiencia energética de los electrodomésticos.

Los principales electrodomésticos en el hogar -- refrigeradores, lavadora de ropa, secadoras -- representan una gran parte del gasto mensual en una vivienda. Una refrigerador o lavadora que tenga más de diez años, está gastando mucho más de lo necesario en energía.

Hoy en día, los principales electrodomésticos no consumen tanta energía como enseres anteriores, debido a que deben cumplir con normas mínimas federales de eficiencia energética. Esas normas se han ido restringiendo a través de los años, de modo que todos los enseres nuevos que se compra hoy deben consumir menos energía que los que está reemplazando. Por ejemplo, si compra uno de los nuevos refrigeradores eficientes, usará menos de la mitad de la energía que un modelo de 12 o más años.

Por supuesto, los enseres eficientes no solamente le ahorran dinero; también son buenos para el medio ambiente. Mientras menos energía usemos menos plantas generadoras de energía necesitaremos, lo que significa menos contaminación

Hay tres pasos importantes que se deben pensar antes de cambiar los electrodomésticos en una vivienda y son:

- Los modelos Energy Star son los que tienen el uso de energía más eficiente dentro de cualquier categoría de productos, y superan los mínimos de eficiencia energética fijados por los gobiernos internacionales.

- Asegúrese que el producto que compre se ajuste a sus necesidades. Los acondicionadores de aire, calentadores de agua y refrigeradores demasiado grandes desperdician energía y dinero; en muchos casos tampoco funcionan bien.
- Muchos de los enseres más eficientes en el consumo de energía son un poco más costosos inicialmente, pero ahorrarán dinero a largo plazo. En promedio, conservará la mayoría de los enseres mayores entre 10 y 20 años. Un aparato más eficiente se pagará sólo, ya que las cuentas mensuales de servicios durante el tiempo de vida del aparato compensarán de sobra su precio de compra más alto. Además, los modelos más recientes de lavadoras de ropa y lavaplatos no solamente economizan electricidad, también usan mucha menos agua y pueden reducir también ese gasto.

### **3.5.- Cambios estructurales en las viviendas.**

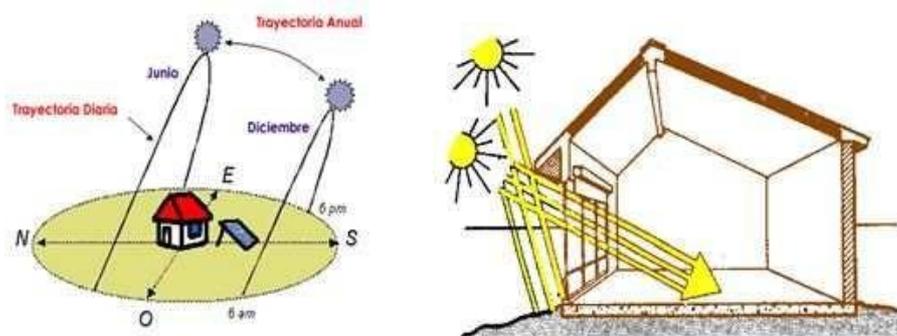
#### **3.5.1.- Vivienda sostenible.**

Para comenzar tendremos que tener algunas consideraciones iniciales como la trayectoria solar, efecto invernadero y modos de transmisión de la energía en los edificios.

### A. Trayectoria solar.

Uno de los aspectos fundamentales a tener en cuenta a la hora de diseñar un sistema solar pasivo, lo constituye la trayectoria del sol. La superficie terrestre recibe los rayos con una inclinación diferente, según la época del año, y por tanto, la energía efectiva que incide en un metro cuadrado de superficie horizontal varía considerablemente.

En invierno los rayos del Sol caen en un ángulo pequeño respecto a la horizontal, lo contrario que en verano, en que el ángulo es mucho mayor. Por esta razón la energía total incidente es muy superior en verano respecto al invierno.



Fuente: Absoluter ProtecSol

**FIG. No. 3.1: Trayectoria del sol y efecto en verano e invierno sobre una ventana.**

## B. Efecto invernadero.

Otro de los aspectos a considerar en el diseño solar pasivo, es el efecto invernadero provocado por los vidrios de las ventanas, que actúan como una trampa de calor dado que dejan pasar la luz solar, pero la radiación calórica no visible que emiten a su vez los objetos, no pasan a través de éstos. El efecto invernadero es beneficioso en invierno, pero no así en verano, donde el concepto es proteger las ventanas de la acción del sol y aprovechar al máximo la ventilación natural durante la noche.



Fuente: Propia

**FIG. No. 3.2: Efecto invernadero en las viviendas**

### **C. Modos de transmisión de la energía de los edificios.**

La energía térmica es la forma de energía que interviene en los fenómenos caloríficos, el calor representa la cantidad de energía térmica que un cuerpo transfiere a otro como consecuencia de una diferencia de temperatura entre ambos. Dicha energía térmica puede transmitirse de tres formas:

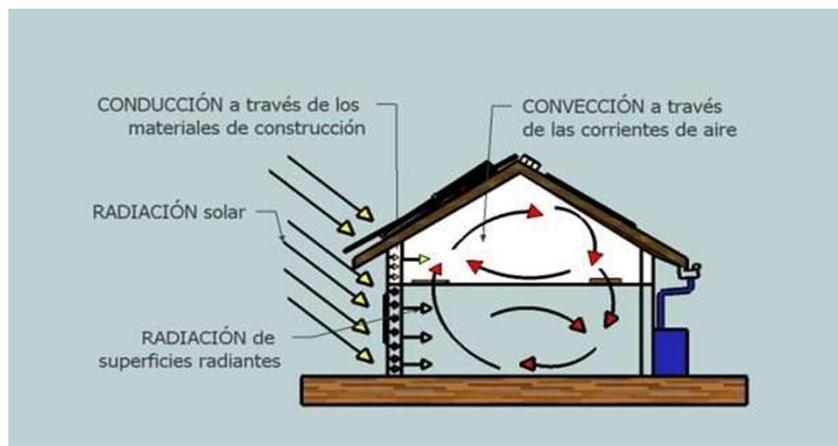
**Convección:** La convección es una de las tres formas de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por intermedio de un fluido (aire o agua) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. Éstos, al calentarse, aumentan de volumen y, por lo tanto, disminuyen su densidad y ascienden desplazando el fluido que se encuentra en la parte superior y que está a menor temperatura. El método de las corrientes de convección es uno de los más eficaces de transferencia de calor y debe tenerse en cuenta, cuando se diseñe o construya una vivienda.

Por esta razón, los materiales aislantes usados en las paredes de la viviendas (viruta de corcho, lana de vidrio, poliestireno expandido, etc...) son malos conductores por sí mismos, dejan pequeños espacios de aire, que son muy malos conductores y, al mismo tiempo, lo suficientemente pequeños para que no se produzcan corrientes de convección.

**Conducción:** La conducción de calor es un mecanismo de transferencia de energía térmica entre dos sistemas basado en el contacto directo de sus partículas.

Uno de los parámetros que definen la conducción de calor es la conductividad térmica de los materiales que valora la capacidad de conducir el calor a través de ellos, siendo muy baja en materiales aislantes térmicos como la lana de roca, fibra de vidrio, vidrio celular, poliestireno expandido, espuma de poliuretano, corcho, etc.

Radiación: La transferencia de calor por radiación no requiere ningún medio material intermedio en el proceso. La energía se traslada desde la superficie del Sol hasta la tierra, donde es absorbida y convertida en energía calorífica. Todos los cuerpos, cualquiera sea su temperatura, emiten energía de forma continua desde sus superficies. Esta energía se denomina energía radiante y es transportada por ondas electromagnéticas, por este motivo, la energía radiante puede transmitirse aún en el vacío.



Fuente: Propia

**FIG. No. 3.3: Modos de transmisión de la energía de los edificios**

### **3.5.2.- Captación solar directa, distribución de la energía captada y acumulación energética.**

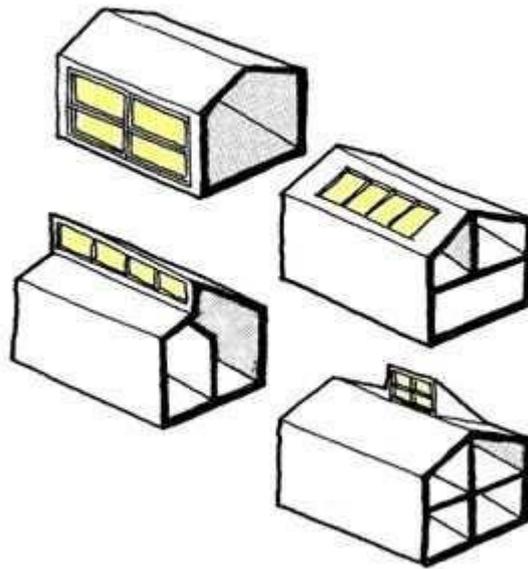
La premisa fundamental en el diseño de los sistemas solares pasivos en viviendas, es el de que sea la propia vivienda la que recoja el calor necesario a merced de una distribución apropiada en sus ventanas. Ese calor captado durante las horas diurnas tiene que ser almacenado y distribuido. Para ello, el diseño juega un papel fundamental puesto que de nuevo, son los componentes de las viviendas los encargados de realizar estas labores

- Captación solar directa.

En la construcción de viviendas, el vidrio es el elemento primordial de todo proceso de diseño gracias a su capacidad de ser transparente a la radiación que recibimos del Sol y opaco a la que emiten los cuerpos del interior del edificio (efecto invernadero). En el diseño de la vivienda sostenible, estas cualidades físicas proporcionadas por el vidrio, han sido simuladas utilizando láminas transparentes de plásticos termoplásticos celulósicos (acetato de celulosa). Las hemos incorporado en ventanas de paredes y techo como parte esencial de la captación de calor.

Dadas las características de localización de nuestra vivienda, para aprovechar mejor la incidencia solar directa y poder calentarla en invierno, hemos dispuesto en la fachada sur un gran ventanal situado en la planta primera.

En la fachada norte hemos diseñado en el techo de la segunda planta, un sistema de ventanas automáticas que nos van a permitir absorber la energía procedente de la radiación solar. Asimismo hemos colocado unas rejillas para aprovechar la ventilación natural en verano.



Fuente: Propia

**FIG. No. 3.4: Otras posibilidades para la instalación de ventanas**

En la fachada este no es recomendable que aparezcan huecos, ya que en invierno no se producirían captaciones y en verano no son deseables. Sin embargo, una protección apropiada puede permitir la entrada de luz al amanecer, en los momentos aún condicionados por el frescor de la noche.

De ahí, que hayamos incluido en esta fachada la puerta de acceso y dos pequeños huecos pertenecientes a dos ventanas.

En la fachada oeste no hemos diseñado ningún hueco, ya que en verano las captaciones no son nada deseables porque se produciría un calentamiento excesivo de la vivienda.

Estos sistemas de captación activa de la energía del entorno, precisan de combinarse con mecanismos de ocultación para proteger al edificio de la entrada indiscriminada de radiación solar en los días calurosos de verano. Para el ventanal orientado al este hemos diseñado un voladizo para que proyecte sombra en verano y nos permita la entrada de la luz solar en invierno.

A las ventanas automáticas del techo, orientadas al norte, les hemos dotado de contraventanas de madera para aislarlas por la noche y evitar pérdidas de calor. Pudiendo utilizar estas contraventanas de sombreado para evitar un sobrecalentamiento cuando exista un exceso de radiación solar. Es interesante destacar, que indistintamente de los dispositivos de protección solar seleccionados, también hubiera cabido la posibilidad de dotar a la vivienda de elementos de carpintería de lamas direccionales, toldos, cortinas, árboles y plantas trepadoras de hoja caduca, etc.

### **3.6.- Aplicación de Domótica**

#### **3.6.1.- Uso de domótica en viviendas (Hogar digital)**

Para comenzar nuestro estudio hay que definir que es domótica, la domótica es el conjunto de técnicas orientadas a automatizar una vivienda, que integran la tecnología en los sistemas de seguridad, gestión energética, bienestar o comunicaciones.

Ahora definamos hogar digital, es un concepto del marketing que solo es entendido bajo una gran integración de las diferentes redes que lo componen, es decir, domótica. De nada nos sirve tener elementos de cada ámbito si no pueden interactuar entre ellos.

Teniendo en claro que hogar digital es una vivienda que a través de equipos y sistemas, y la integración tecnológica entre ellos, gracias a la domótica, ofrece a sus habitantes funciones y servicios que facilitan la gestión y el mantenimiento del hogar, aumentan la seguridad; incrementan el confort; mejoran las telecomunicaciones; ahorran energía, costes y tiempo, y ofrecen nuevas formas de entretenimiento, ocio y otros servicios dentro de la misma y su entorno sin afectar a las casas normales.

La convergencia de las comunicaciones, la informática y el entretenimiento gracias a las redes de banda ancha es una tendencia consolidada a nivel mundial.

El Hogar Digital es la materialización de esta idea de convergencia de servicios de entretenimiento, de comunicaciones, de gestión digital de las viviendas y oficinas y de infraestructuras y equipamiento.

El Hogar Digital, incorpora un sentido más amplio que la domótica. No consiste simplemente en la instalación de dispositivos para controlar determinadas funciones en las viviendas tales como alarmas, iluminación, climatización, control energético, sino que, al incorporar las tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones, permite controlar y programar todos los sistemas tanto en el interior de la vivienda como desde cualquier lugar, en el exterior de la misma, a través de distintas redes como Internet, mediante una interfaz apropiada.

Los productos y sistemas relacionados con el Hogar Digital pueden ser agrupados en las siguientes áreas:

\*Confort: conlleva todas las actuaciones que se puedan llevar a cabo que mejoren el confort en una vivienda. Dichas actuaciones pueden ser de carácter tanto pasivo, como activo o mixtas.

Ejemplos:

-Un acondicionamiento acústico dentro de una vivienda conlleva a una mejora del confort de sus ocupantes.

-Una red de dispositivos automatizados (domótica) que controlen diversas rutinas de la vivienda (iluminación, persianas, climatización, redes de ocio)

\*Seguridad: consiste en una red de seguridad encargada de proteger tanto los Bienes Patrimoniales o alarmas técnicas gestionadas por la domótica (detección de inundación, gas, presencia, incendio, presión, vibración, rotura, apertura...), como la seguridad personal de sus ocupantes, avisando en el caso de incidencia (usuario o CRA) y con carácter disuasorio.

\*Telecomunicaciones: son los sistemas o infraestructuras de comunicaciones que posee el hogar. Tanto si hablamos de las redes interiores (Wireless, LAN, Corrientes portadoras...) o de redes de acceso (RTBC, RDSI, ADSL...) o redes públicas (RTV, Radio...) el concepto de Hogar Digital está ligado a la conectividad de los hogares a la autopista de la información.

\*Ocio: hace referencia a todos los sistemas o infraestructuras que posee el hogar en materia de ocio. Como ejemplo están todo tipo de Consolas, Media Center, TDT, dispositivos de distribución de Audio y Video. En definitiva todo sistema de ocio integrable en una red digital.

\*Ahorro Energético: el ahorro energético no es algo tangible, sino un concepto al que se puede llegar de muchas maneras. En muchos casos no es necesario sustituir los aparatos o sistemas del hogar por otros que consuman menos sino una gestión eficiente de los mismos. Podemos gestionar la climatización del hogar, no regar si está lloviendo, cerrar persianas con la luz del sol directa, regular la intensidad de las luces a una rango en función de la luz natural, avisarnos si se produce un escape, apagar/encender ciertos aparatos.

### 3.6.2.- Aplicaciones

Los servicios que ofrece la domótica se pueden agrupar según cuatro aspectos principales:

- En el ámbito del ahorro energético
- En el ámbito del nivel de confort
- En el ámbito de la protección patrimonial
- En el ámbito de las comunicaciones

En el ámbito de ahorro energético

- Climatización: programación y zonificación
- Gestión eléctrica
- Racionalización de cargas eléctricas: desconexión de equipos de uso no prioritario. Reduce la potencia contratada.
- Gestión de tarifas, derivando el funcionamiento de algunos aparatos a horas de tarifa reducida.
- Uso de energías renovables

En el ámbito de nivel de confort

- Iluminación
- Apagado general de todas las luces de la vivienda.
- Automatización del apagado/ encendido en cada punto de luz.
- Regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad ambiente.

- Automatización de todos los distintos sistemas/ instalaciones / equipos dotándolos de control eficiente y de fácil manejo.
- Integración del portero al teléfono, o del video-portero al televisor.
- Control vía Internet.
- Gestión Multimedia y del ocio electrónico.
- Generación de macros y programas de forma sencilla para el usuario.

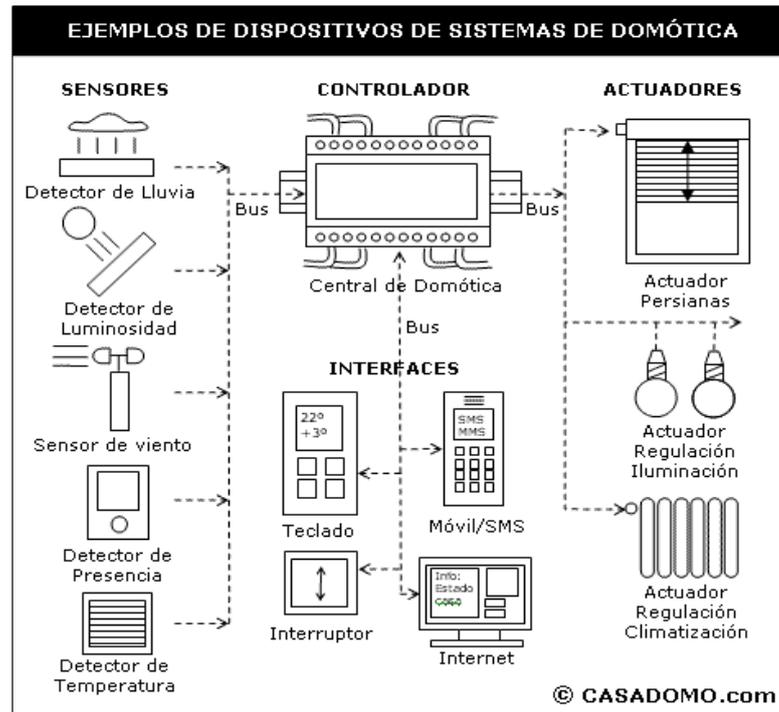
En el ámbito de Protección en el hogar

- Simulación de presencia.
- Detección de conatos de incendio, fugas de gas, escapes de agua.
- Alerta médica. Tele-asistencia.
- Cerramiento de persianas puntual y seguro.
- En el ámbito de las comunicaciones
- Ubicuidad en el control tanto externo como interno.
- Transmisión de alarmas.

### **3.6.3.- Estructura de una instalación domótica**

La amplitud de una solución de domótica puede variar desde un único dispositivo, que realiza una sola acción, hasta amplios sistemas que controlan prácticamente todas las instalaciones dentro de la vivienda. Los distintos dispositivos de los sistemas de domótica se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Controlador – Los controladores son los dispositivos que gestionan el sistema según la programación y la información que reciben. Puede haber un controlador solo, o varios distribuidos por el sistema.
- Actuador – El actuador es un dispositivo capaz de ejecutar y/o recibir una orden del controlador y realizar una acción sobre un aparato o sistema (encendido/apagado, subida/bajada, apertura/cierre, etc.).
- Sensor – El sensor es el dispositivo que monitoriza el entorno captando información que transmite al sistema (sensores de agua, gas, humo, temperatura, viento, humedad, lluvia, iluminación, etc.).
- Bus – Es bus es el medio de transmisión que transporta la información entre los distintos dispositivos por un cableado propio, por la redes de otros sistemas (red eléctrica, red telefónica, red de datos) o de forma inalámbrica.
- Interface – Los interfaces refiere a los dispositivos (pantallas, móvil, Internet, conectores) y los formatos (binario, audio) en que se muestra la información del sistema para los usuarios (u otros sistemas) y donde los mismos pueden interactuar con el sistema.



Fuente: Casadomo

**FIG. No. 3.5: Dispositivos de los sistemas de domótica**

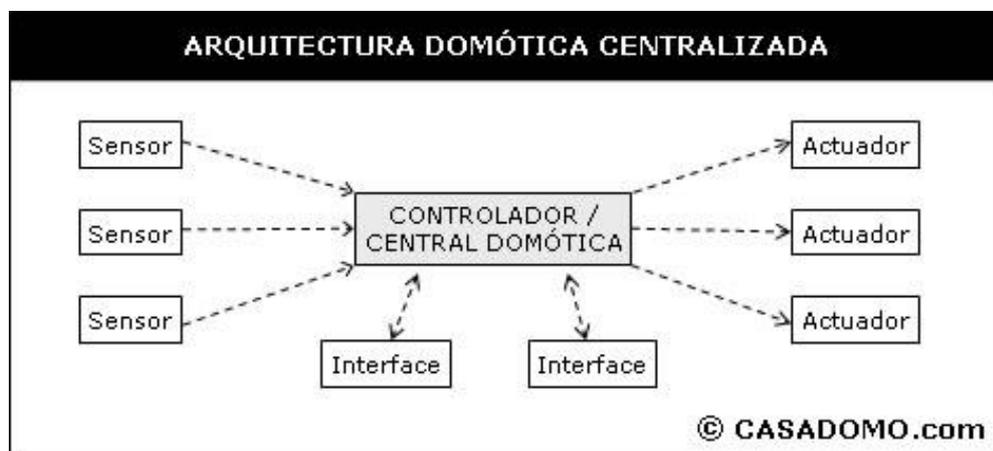
Es preciso destacar que todos los dispositivos del sistema de domótica no tienen que estar físicamente separados, sino varias funcionalidades pueden estar combinadas en un equipo. Por ejemplo un equipo de Central de Domótica puede ser compuesto por un controlador, actuadores, sensores y varios interfaces.

#### **3.6.4.- La arquitectura**

La Arquitectura de los sistemas de domótica hace referencia a la estructura de su red. La clasificación se realiza en base de donde reside la “inteligencia” del sistema de domótica.

Las principales arquitecturas son:

- **Arquitectura Centralizada** – En un sistema de domótica de arquitectura centralizada, un controlador centralizado, envía la información a los actuadores e interfaces según el programa, la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios.

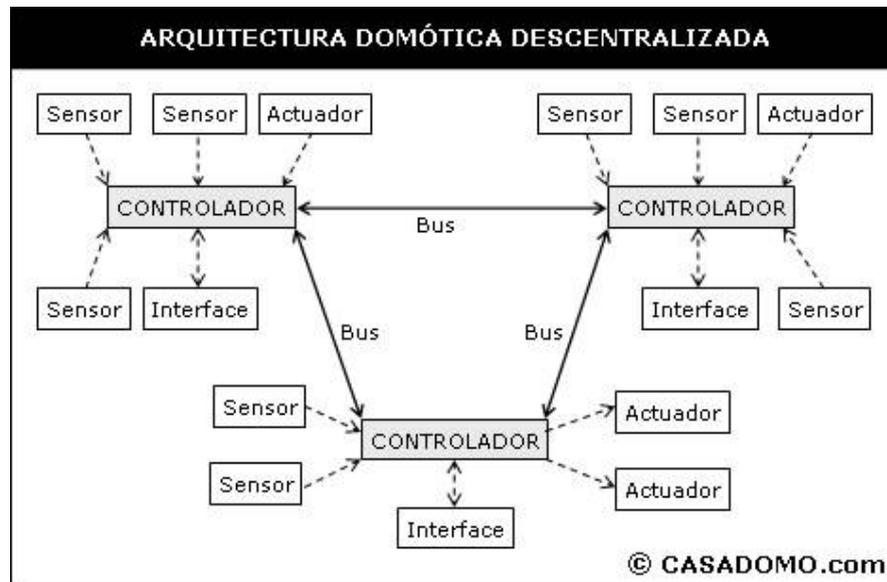


Fuente: Casadomo

**FIG. No. 3.6: Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Centralizada**

- **Arquitectura Descentralizada** – En un sistema de domótica de Arquitectura Descentralizada, hay varios controladores, interconectados por un bus, que envía información entre ellos y a los actuadotes e interfaces conectados a los controladores, según el

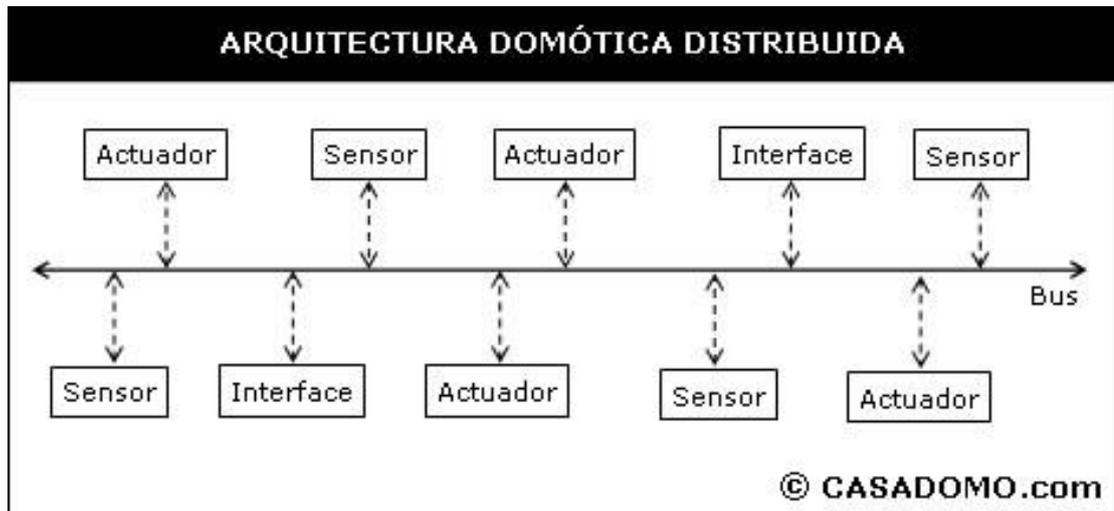
programa, la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios.



Fuente: Casadomo

**FIG. No. 3.7: Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Descentralizada**

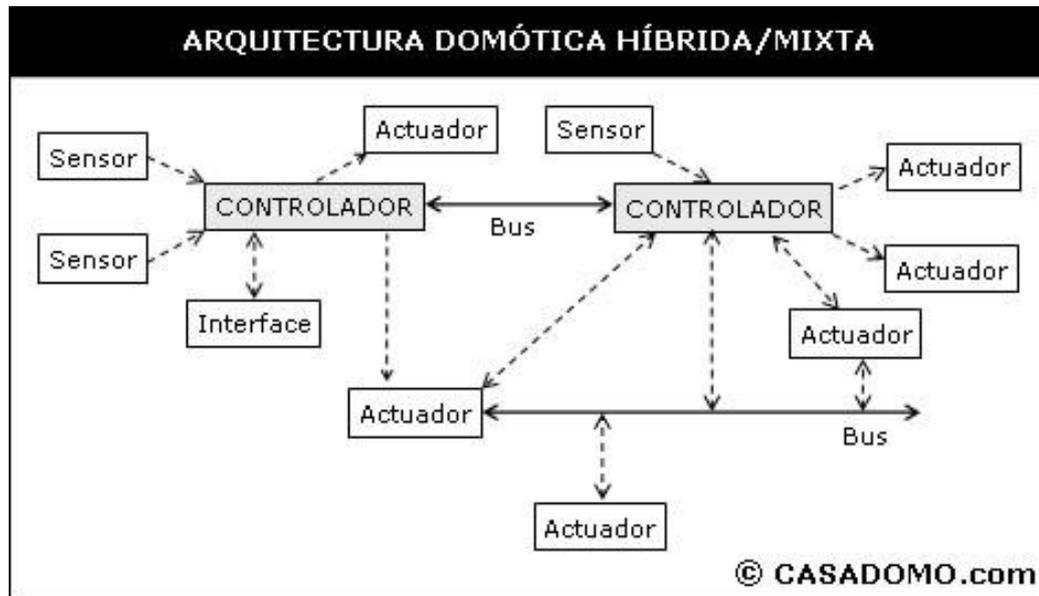
- Arquitectura Distribuida - En un sistema de domótica de arquitectura distribuida, cada sensor y actuador es también un controlador capaz de actuar y enviar información al sistema según el programa, la configuración, la información que capta por sí mismo y la que recibe de los otros dispositivos del sistema.



Fuente: Casadomo

**FIG. No. 3.8: Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Distribuida**

- **Arquitectura Híbrida / Mixta** – En un sistema de domótica de arquitectura híbrida (también denominado arquitectura mixta) se combinan las arquitecturas de los sistemas centralizadas, descentralizadas y distribuidas. A la vez que puede disponer de un controlador central o varios controladores descentralizados, los dispositivos de interfaces, sensores y actuadores pueden también ser controladores (como en un sistema “distribuido”) y procesar la información según el programa, la configuración, la información que capta por sí mismo, y tanto actuar como enviarla a otros dispositivos de la red, sin que necesariamente pasa por otro controlador.



Fuente: Casadomo

**FIG. No. 3.9: Esquema de Arquitectura de Sistema Domótica Híbrida/Mixta**

### 3.6.5.- Soluciones y pruebas de consumos energéticos

Muy bien teniendo en claro lo que es la domótica nos centraremos a soluciones.

El importe que pagamos por la electricidad a través de las facturas que nos realiza la compañía eléctrica no es debido únicamente al consumo de energía que realizamos, sino que también pagamos por la potencia y la tarifa que tenemos contratada.

Por otro lado, desconocemos cuales son los aparatos o sistemas de nuestra vivienda que están provocando un mayor consumo.

Una gestión inteligente de la energía podría permitir a un hogar reducir la potencia contratada, reducir el coste de la energía que consume y utilizar de forma más eficiente los electrodomésticos, para así ahorrar energía y por lo tanto dinero.

Actualmente se comercializan diferentes dispositivos que permiten la gestión inteligente de la energía integrando diferentes funciones orientadas a reducir y producir un consumo más eficiente de energía en las viviendas.

Este tipo de aparatos pueden ayudarnos a ahorrar energía de las siguientes formas:

- Monitoreando el consumo de energía: Nos proporcionara información sobre el consumo eléctrico de nuestra vivienda.
- Programando el uso diario de los aparatos: El poder programar el horario de uso de determinante para obtener ahorro en momentos en los que nadie se encuentre en casa apagar luces, desconectar sistemas de enfriamiento, sistemas te permite reducir el precio que pagas por la electricidad.

### **3.6.6.- Ahorro esperado**

Si instalamos en nuestra vivienda alguno de los sistemas descritos en esta ficha podremos conseguir ahorros en el consumo de hasta el 40%.

El ahorro que obtendremos al aplicar las medidas dependerá de:

- El tipo de gestión de energía instalado: El ahorro puede variar dependiendo de las funciones que incorpore el dispositivo instalado.
- La eficiencia, el uso y el número de equipos: El ahorro dependerá de la eficiencia de los equipos de refrigeración y agua caliente de los que dispongamos en la vivienda, ya que cuanto más eficientes sea el equipo menor será el ahorro que obtendremos con este tipo de dispositivos. También influye el uso que demos a cada equipo y de cuantos equipos tengamos. Cuanto mayor sea el uso y el número de equipos mayores serán los ahorros.
- El tamaño de la vivienda: El ahorro que conseguirá cada hogar dependerá del tipo de vivienda. Cuanto mayor sea la superficie de ventanas, la superficie de fachada y cubierta en contacto con el exterior, mayor será la demanda energética que deberemos cubrir, y por lo tanto mayor será el ahorro absoluto que podremos conseguir.

#### **3.6.6.1.-Vialidad de la domótica en viviendas en Guayaquil**

En nuestro país el costo de energía va desde USD 0.08/KWh hasta USD 0.14/KWh para el sector residencial, por lo tanto invertir en un proyecto de eficiencia energética no se supondría como una opción muy rentable, además si consideramos el costo de inversión es muy alto, lo que dificulta la inversión en esta opción para la mayoría de las viviendas en Guayaquil.

## **CAPÍTULO 4**

### **4.- ANÁLISIS ECONÓMICO Y ESTIMACIÓN DE AHORRO**

#### **4.1.- Metodología**

En el siguiente capítulo se analiza el costo del servicio eléctrico, la tarifa aplicada al consumidor y mediante la aplicación de diferentes métodos de consumo responsable de energía, los posibles ahorros económicos en las viviendas de Guayaquil.

Los aspectos relevantes considerados para el análisis contemplan:

- La cantidad de electrodomésticos son estimados promedios que posee una familia de clase media en la ciudad de Guayaquil.
- Los cargos tarifarios aplicados pertenecen a Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil.

- Para determinar el consumo anual de la vivienda, los cargos tarifarios aplicados utilizados se establecen en las tablas de diferentes periodos Conforme el Numeral 4 de la Resolución No. 043/11 del CONELEC.

Al desarrollar el siguiente proyecto se plantearon las siguientes dos actividades principales:

1. Evaluación técnica de la situación actual de la vivienda.
2. Análisis económico de las alternativas de eficiencia seleccionadas.

Para poder desarrollar el primero punto, es necesario conocer los artefactos existentes en la vivienda, la forma real de operación con lo que se establece el tiempo de uso del usuario, tomando en cuenta el tiempo de espera o también llamado StandBy el cual es un punto importante a tomar en cuenta en lo que a consumo de energía se refiere.

Mediante el cambio o reemplazo de diferentes equipos como son electrodomésticos, equipos de entretenimiento o de trabajo que han cumplido con más de 8 a 10 años de uso, por equipos nuevos que ofrecen una eficiencia en su consumo de energía; el cambio estructural de la vivienda de ser el caso, para el aprovechamiento de los recursos naturales como lo son la luz solar y el viento serán determinantes para el análisis de reducción de consumo de energía que tendrá como resultado un ahorro tanto energético como

económico beneficiando así a la economía del hogar y a la reducción de dióxido de carbono ayudando a la conservación del medio ambiente.

En el último punto se determinará el consumo real de una vivienda utilizando los cargos tarifarios utilizados por la Empresa Eléctrica de Guayaquil, con lo que estos datos serán la base para realizar la comparación entre los consumos proyectados aplicando las diferentes soluciones de eficiencia energética en el hogar.

#### **4.2.- Evaluación Técnica de la situación actual de la vivienda**

Par realizar la evaluación técnica de la situación actual de la vivienda se realizaron las siguientes actividades:

##### **4.2.1.- Levantamiento de datos**

Se lleva a cabo el levantamiento de electrodomésticos de la vivienda con lo cual se toman datos de la potencia de cada uno de ellos, que cantidad de equipos o electrodomésticos posee en el hogar, su tiempo de vida estimada de haber sido adquiridos, el tiempo de uso estimado de uso de electrodomésticos y conocer si los propietarios de la vivienda mantienen una cultura del ahorro.

Todos estos datos iniciales son esenciales para determinar el consumo de energía de la vivienda, no obstante se deben aclarar diversos aspectos considerados en este levantamiento:

- El consumo eléctrico de una nevera es diferente al resto de electrodomésticos debido a que permanece las 24 horas del día conectada al tomacorrientes, pero se activa y desactiva automáticamente manteniendo un consumo periódico y no continuo, no obstante el consumo en StandBy se debe considerar en el consumo del electrodoméstico.
- Electrodomésticos que tienen un consumo alto como las tostadoras, planchas, licuadoras, etc no están encendidos las 24 horas del día sino que al ser utilizados de manera puntual su consumo es en el periodo que se utiliza en este caso serían en minutos.
- En equipos de entretenimiento como televisores, minicomponentes, DVDs, etc, se considerará el consumo en Standby justificado en el levantamiento previamente realizado.

#### **4.2.2.- Consolidación de los datos de consumo**

Una vez realizado el levantamiento, los datos obtenidos son consolidados con sus respectivas características de consumo, nivel de voltaje a la que operan y el tiempo el cual operan los diferentes equipos.

Utilizaremos estos datos como base para realizar el análisis tanto energético como económico y así poder establecer mediante los resultados obtenidos la factibilidad de las soluciones de eficiencia energética aplicadas al sector residencial.

Se evaluarán las aplicaciones técnicas de las alternativas de mejoras planteadas, con lo que se analizarán si se ajustan a las necesidades planteadas para poder reducir el consumo de energía manteniendo la calidad del servicio y el estilo de vida, incluso mejorarlos obteniendo incluso ahorros económicos.

#### **4.3.- Métodos económicos para determinar mejor inversión**

El objetivo del análisis económico en este capítulo es la de demostrar al usuario si es factible, o no, efectuar una inversión para la adquisición de electrodomésticos y equipos de entretenimiento eficientes a ser reemplazados por los artefactos antiguos de baja eficiencia.

##### **4.3.1.- Fundamentos de matemáticas financieras**

Para determinar la conveniencia, o no, de realizar la inversión en electrodomésticos y equipos eficientes o saber cuál es la mejor alternativa entre varias opciones, simplemente se realiza la diferencia entre la inversión inicial y los ahorros esperados durante el periodo de análisis.

Sin embargo este procedimiento que resulta sencillo, no contempla que el dinero tiene distinto valor según se lo invierta en el presente o el futuro.

Por lo tanto, para realizar la comparación entre la inversión inicial y los ahorros esperados en el tiempo, se debe considerar un valor temporal del dinero.

Esto quiere decir que un dólar el día de hoy tiene mayor poder adquisitivo que dentro de 1 año. Viceversa, un dólar que se reciba en el futuro vale menos que uno en el presente, pues se pierde la oportunidad de invertirlo y pierde interés.

#### **4.3.1.1.- Tasa de descuento**

Para determinar el valor temporal del dinero se utiliza la tasa de descuento,  $i$ , y se interpreta de la siguiente manera:

$$1 \text{ DÓLAR HOY} = (1 + i) \text{ DÓLAR EN 1 AÑO}$$

La tasa de descuento se expresa como una tasa de interés, en forma de fracción y no de porcentaje.

Se considera la tasa de descuento como una medida de valor temporal del dinero, se percibe que no es la misma para diferentes inversores. Esta puede variar según el sector, de empresa a empresa, incluso de país a país.

Para un usuario residencial se puede considerar las oportunidades de alternativas de inversión, como la tasa de interés activa, cifra que esta publicada en los indicadores financieros del Banco Central del Ecuador.

El cuál será la utilizada para el análisis de este proyecto que será de 7.41 % para todos los posibles análisis a realizar.

#### **4.3.1.2.- Vida útil de electrodomésticos y equipos de entretenimiento**

La vida útil de los electrodomésticos y equipos de entretenimiento eficientes esta expresada en años para nuestro análisis y comprende el tiempo de uso de dichos artefactos.

La determinación de este valor es muy importante para el análisis de este proyecto el cual es de 10 años para todos los artefactos, se obtuvieron estos datos según los fabricantes y fuentes varias.

#### **4.3.1.3.- Periodo de análisis**

El periodo de análisis puede o no coincidir con la vida útil de los electrodomésticos y equipos de entretenimiento eficientes y depende de la tasa de descuento, con lo cual se realizaría la evaluación a fin de determinar si es viable invertir en la eficiencia en el hogar.

Para nuestro análisis de inversión de eficiencia energética, coincidirán el periodo de análisis y la vida útil de los artefactos eficientes.

#### **4.3.1.4.- Flujo de caja**

El flujo de caja está constituido por ingresos y egresos realizados en los diferentes intervalos de tiempo que dura el análisis.

En este caso de eficiencia los ingresos serán los ahorros económicos ocurridos debido a la reducción del consumo de energía eléctrica debido a la

implementación de equipos eficientes, y los egresos será el valor total de la inversión debido a la adquisición de dichos artefactos.

#### 4.3.1.5.- Valor actual

El valor actual es la medida del valor presente, año cero, de los costos y beneficios ocurridos en el futuro.

Esto es determinado en base a la tasa de descuento seleccionada anteriormente.

El valor actual o presente,  $P$ , de un valor que ingresa o sale de caja en el futuro puede calcularse multiplicando por un factor que dependerá de la tasa de descuento,  $i$ , y del periodo en el que se produzca el movimiento como se demuestra en la fórmula [1].

$$P = Fn * \frac{1}{(1 + i)^n} \quad [1]$$

Donde:

$P$ : valor actual (\$)

$n$ : años

$F_n$ : valor a  $n$  años en el futuro (\$)

$i$ : tasa anual de descuento

### **4.3.2.- Indicadores Comparativos**

Una vez aclarado los conceptos de tasa de descuento, valor actual, etc., se pueden definir indicadores financieros útiles para determinar la rentabilidad de uso de artefactos eficientes en el hogar.

Debido a que este proyecto se enfocará en la inversión que conlleva la adquisición de artefactos de consumo eficiente a ser utilizados en el hogar obteniendo ahorros tanto energéticos y monetarios, utilizaremos dos indicadores financieros para seleccionar la alternativa que más sea conveniente para los usuarios.

Por lo general los artefactos que actualmente se comercializan con un consumo de energía eficiente son caros. Sin embargo y a lo largo de la vida útil de los equipos, se prevé una reducción en los costos de operación debido a su bajo consumo de energía y posiblemente también en el mantenimiento de las mismas. La evaluación económica consiste en demostrar cual es la solución más adecuada para el usuario para invertir en la eficiencia energética.

#### **4.3.2.1.- Valor Actual Neto (VAN)**

El Valor Actual Neto es la sumatoria de los costos y beneficios producidos en un determinado proyecto, y periodo establecido ajustándolo a su valor actual.

Se podrá calcular mediante la fórmula [2]:

$$VAN = \sum_{n=0}^N \frac{Fn}{(1+i)^n} = F0 + \frac{F1}{(1+i)^1} + \frac{F2}{(1+i)^2} + K + \frac{FN}{(1+i)^N} \quad [2]$$

Para el cálculo del VAN en las posibles soluciones de eficiencia energética se utilizarán los ahorros generados anualmente como valores positivos y las inversiones como negativas.

#### 4.3.2.2.- Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es la tasa de descuento (  $i$  ) cuando el valor actual neto es igual a cero, de una inversión que tiene una serie de flujo de cajas futuros.

Se puede calcular mediante la fórmula [3]

$$TIR = \sum_{n=0}^N \frac{Fn}{(1+i)^n} = F0 + \frac{F1}{(1+i)^1} + \frac{F2}{(1+i)^2} + K + \frac{FN}{(1+i)^N} = 0 \quad [3]$$

#### 4.4.- Análisis Económica de las alternativas de eficiencia seleccionadas

Para realizar el análisis económico tendremos como referencia el levantamiento y consolidación de datos de consumo realizado en la vivienda, con lo cual se podrá realizar el cálculo del consumo de energía mensual y así obtener el valor a pagar en la planilla de luz.



Mediante las potencias de cada electrodoméstico y la cantidad de cada uno de ellos, se debe establecer otra variable importante para determinar la energía consumida mensualmente que es el tiempo de uso del o los electrodomésticos.

El tiempo de uso de cada electrodoméstico es la promedio establecida por el usuario lo cual puede variar dependiendo de las condiciones o usos que cada vivienda estime en su hogar.

Como primer paso obtendremos el consumo mensual de cada electrodoméstico con lo cual utilizamos la fórmula [4]:

$$E = P * t \quad [4]$$

Donde:

E: Es la energía (kWh)

P: Potencia (W)

t: Tiempo (h)

La energía es calculada mensualmente por lo que no todos los electrodomésticos están los 30 días del mes conectados a la red eléctrica por lo que nuestro cálculos se basaron en días promedios de uso mensual, no obstante cabe recalcar que electrodomésticos como neveras o refrigeradoras si están todos los días conectados con lo que se ha tomado en cuenta en el análisis.

EQUIPOS	DIMENSIONES	CANTIDAD	POTENCIA (WATTS)	TIEMPO DE USO (horas)	CONSUMO MENSUAL (kWh)	CONSUMO MENSUAL STAND-BY (kWh)	TOTAL CONSUMO MENSUAL (kWh)
NEVERA	14 - 16 pies cúbicos	1	350	8	84.00	8.40	92.40
TELEVISOR RAYOS CATÓDICOS	29"	1	175	6	23.10	2.31	25.41
TELEVISOR RAYOS CATÓDICOS	21"	1	100	4	8.80	0.88	9.68
ACONDICIONADOR DE AIRE DE PARED	12000 Btu	1	1230	5	135.30	13.53	148.83
ACONDICIONADOR DE AIRE DE PARED	12000 Btu	1	1230	5	135.30	13.53	148.83
LAVADORA	45 Lts	1	500	3	9.00	0.90	9.90
MICROONDAS	STANDARD	1	1100	0.15	2.48	0.25	2.72
SANDUCHERA	STANDARD	1	600	0.15	1.35	-	1.35
PLANCHA	STANDARD	1	1000	0.15	2.25	-	2.25
DIREC TV	STANDARD	1	40	10	8.80	0.88	9.68
MINICOMPONENTE	STANDARD	1	80	2	3.20	0.32	3.52
ARROCERA	STANDARD	1	1000	2	50.00	-	50.00
LAPTOP	14"	1	80	6	10.56	-	10.56
DVD	STANDARD	1	25	2	0.75	0.08	0.83
LICUADORA	STANDARD	1	400	0.15	1.32	1.74	3.06
FOCOS AHORRADORES	STANDARD	12	25	7	63.00	-	63.00
					<b>539.21</b>	<b>42.81</b>	<b>582.02</b>

Fuente: Propia

**Tabla 4.2: Energía Mensual Consumida**

Una vez obtenido el total del consumo mensual de la vivienda procedemos a calcular los valores a pagar por dicha cantidad de energía requerida por el usuario al mes, por lo tanto utilizaremos la fórmula [5];

$$Valores = \sum R_e * P_e \quad [5]$$

Donde:

Re: Valor de Energía consumida en el rango de la planilla [kWh]

Pe: Precio de la Energía para ese rango de consumo [USD/kWh]

El usuario consume 582.02 kWh de energía mensual por lo tanto para calcular el valor a pagar utilizamos la Tabla 4.3 para determinar los valores a pagar durante los meses de Junio a Noviembre, y la Tabla 4.5, para determinar los valores a pagar durante los meses de Diciembre a Mayo, y poder obtener el valor anual a pagar por el consumo eléctrico de la vivienda.

CONELEC			
PERIODO:	ENERO - DICIEMBRE *		
EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL			
CARGOS TARIFARIOS			
JUNIO - NOVIEMBRE **			
RANGO DE CONSUMO (kWh)	ENERGÍA (kWh)	PRECIO DE LA ENERGÍA (USD/kWh)	VALOR A PAGAR (USD)
0 - 50	50	0.078	3.90
51 - 100	50	0.081	4.05
101 - 150	50	0.083	4.15
151 - 200	50	0.090	4.50
201 - 250	50	0.096	4.80
251 - 300	50	0.103	5.15
301 - 350	50	0.103	5.15
351 - 500	150	0.103	15.45
501 - 700	82.02	0.1285	10.54
701 - 1000	-	0.1450	-
1001 - 1500	-	0.1709	-
1501 - 2500	-	0.2752	-
2501 - 3500	-	0.4360	-
Superior	-	0.6812	-
VALORES			57.69

Fuente: Cargos Tarifarios CONELEC

**Tabla 4.3: Valores a pagar Junio - Noviembre**

Una vez calculado el costo de la energía consumida mensualmente se realiza el cálculo de los siguientes rubros que darán como resultado el valor en dólares a pagar en la planilla de luz.

- Comercialización

Este es un valor administrativo cobrado por las empresas eléctricas, el cargo por comercialización se obtiene de la planilla y depende del consumo como se observa en la Tabla 4.4.

COMERCIALIZACIÓN (USD/consumidor)
CONSUMO DE:
0 - 300 kWh/mes
1,414
301 - 500 kWh/mes
2,826
501 - 1000 kWh/mes
4,240
1001 - Sup kWh/mes
7,066

**Tabla 4.4: Valores de comercialización**

En este caso el consumo es de 582.02 kWh de energía mensual por lo tanto esta en el rango de 501 – 1000 kWh/mes por lo tanto debe pagar \$ 4.24.

- Subsidio cruzado

Es el valor que paga todo usuario que tenga por encima de 130 kWh de consumo mensual en la zona de la costa y la amazonia, en la región sierra es

de 110 kWh mensual, los que consumen menos de este valor el precio de la energía es de 0.04 \$/kWh/mes, para financiar a los beneficiados de la tarifa de la dignidad. Este valor es el 5% de la suma de Valores a pagar por el consumo de la energía eléctrica consumida mensualmente más el valor de comercialización.

$$\text{Subsidio} = 5\% (\text{Valores} + \text{Comercialización})$$

$$\text{Subsidio} = 5\% (\$ 57.69 + \$ 4.24)$$

$$\text{Subsidio} = \$ 3.09$$

- Total del servicio eléctrico

Este valor corresponde al valor a pagar por el consumo de energía eléctrica mensual incluido los gastos por comercialización de energía y subsidio.

$$\text{Total del servicio eléctrico} = TSE$$

$$TSE = \text{Valores} + \text{Comercialización} + \text{Subsidio}$$

$$TSE = \$ 57.69 + \$ 4.24 + \$ 3.09$$

$$TSE = \$ 65.02$$

- Alumbrado Público

Este valor es el pago de energía eléctrica por el servicio de energía eléctrica en la calle.

$$\text{Alumbrado Público} = AP$$

$$AP = 6.67\% * TSE$$

$$AP = 6.67\% * (\$ 65.02)$$

$$AP = \$ 4.33$$

- Tasa de recolección de basura

Este valor no es un valor eléctrico, corresponde al municipio de la ciudad, pero se lo cobra a través de la planilla eléctrica y se lo relaciona con el consumo de energía.

$$\textit{Tasa de Recolección de Basura} = TRB$$

$$TRB = 11.16\% * (TSE + AP)$$

$$TRB = 11.16\% * (\$ 65.02 + \$ 4.33)$$

$$TRB = 11.16\% * \$ 69.35$$

$$TRB = \$ 7.73$$

- Contribución a los bomberos (CB)

Este es un valor fijo de \$ 1.59 mensual.

- Total a pagar en la planilla eléctrica

$$\textit{Total a pagar} = TSE + AP + TRB + CB$$

$$\textit{Total a pagar} = \$ 65.02 + \$ 4.33 + \$ 7.73 + \$ 1.59$$

$$\textit{Total a pagar} = \$ 78.67$$

El total a pagar del consumo de energía será de \$ 78.67 mensuales durante el periodo de Junio a Noviembre.

Procederemos a calcular el total a pagar durante el periodo de Diciembre a Mayo con cual se utilizará la Tabla 4.5.

CONELEC			
PERIODO:	ENERO - DICIEMBRE *		
EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL			
CARGOS TARIFARIOS			
DICIEMBRE - MAYO **			
RANGO DE CONSUMO (kWh)	ENERGÍA (kWh)	PRECIO DE LA ENERGÍA (USD/kWh)	VALOR A PAGAR (USD)
0 - 50	50	0.078	3.90
51 - 100	50	0.081	4.05
101 - 150	50	0.083	4.15
151 - 200	50	0.090	4.50
201 - 250	50	0.096	4.80
251 - 300	50	0.103	5.15
301 - 350	50	0.103	5.15
351 - 500	150	0.103	15.45
501 - 700	82.02	0.103	8.45
701 - 1000	-	0.1450	-
1001 - 1500	-	0.1709	-
1501 - 2500	-	0.2752	-
2501 - 3500	-	0.4360	-
Superior	-	0.6812	-
VALORES			55.60

Fuente: Cargos Tarifarios CONELEC

**Tabla 4.5: Valores a pagar Diciembre - Mayo**

Una vez calculado el costo de la energía consumida mensualmente se realiza el cálculo de los siguientes rubros que darán como resultado el valor en dólares a pagar en la planilla de luz.

- Comercialización

En este caso el consumo es de 582.02 kWh de energía mensual por lo tanto si observamos la Tabla 4.4, se encuentra en el rango de 501 – 1000 kWh/mes por lo tanto debe pagar \$ 4.24.

- Subsidio cruzado

$$\textit{Subsidio} = 5\% (\textit{Valores} + \textit{Comercialización})$$

$$\textit{Subsidio} = 5\% (\$ 55.60 + \$ 4.24)$$

$$\textit{Subsidio} = \$ 2.99$$

- Total del servicio eléctrico

$$\textit{Total del servicio eléctrico} = \textit{TSE}$$

$$\textit{TSE} = \textit{Valores} + \textit{Comercialización} + \textit{Subsidio}$$

$$\textit{TSE} = \$ 55.60 + \$ 4.24 + \$ 2.99$$

$$\textit{TSE} = \$ 62.83$$

- Alumbrado Público

$$\textit{Alumbrado Público} = \textit{AP}$$

$$\textit{AP} = 6.67\% * \textit{TSE}$$

$$\textit{AP} = 6.67\% * (\$ 62.83)$$

$$\textit{AP} = \$ 4.19$$

- Tasa de recolección de basura

$$\textit{Tasa de Recolección de Basura} = \textit{TRB}$$

$$\textit{TRB} = 11.16\% * (\textit{TSE} + \textit{AP})$$

$$\textit{TRB} = 11.16\% * (\$ 62.83 + \$ 4.19)$$

$$\textit{TRB} = 11.16\% * \$ 67.02$$

$$TRB = \$ 7.47$$

- Contribución a los bomberos (CB)

Este es un valor fijo de \$ 1.59 mensual.

- Total a pagar en la planilla eléctrica

$$Total\ a\ pagar = TSE + AP + TRB + CB$$

$$Total\ a\ pagar = \$ 62.83 + \$ 4.19 + \$ 7.47 + \$ 1.59$$

$$Total\ a\ pagar = \$ 76.08$$

CONSUMO ENERGÍA MENSUAL (kWh)	VALOR MENSUAL A PAGAR JUNIO - NOVIEMBRE (\$)	VALOR MENSUAL A PAGAR DICIEMBRE - MAYO (\$)	VALOR ANUAL A PAGAR (\$)	VALOR A PAGAR EN 10 AÑOS (\$)
582.02	78.67	76.08	928.50	9,285.00

Fuente: Propia

**Tabla 4.6: Valor a pagar en 10 años sin aplicar eficiencia energética**

Como se puede observar en la Tabla 4.6, estos serán los valores a pagar acumulados dentro de 10 años, sin aplicar la eficiencia energética en el hogar. Estos datos son indispensables para la comparación entre nuestros posibles ahorros energéticos los cual conllevan un ahorro económico, se realizarán distintos métodos para poder reducir el consumo de energía eléctrica en el hogar sin reducir la calidad de vida y tiempo de uso de los electrodomésticos del usuario.

#### **4.4.1.- Cultura del ahorro y uso de regletas.**

El método más económico para poder reducir el consumo de energía eléctrica en el hogar es mantener una cultura de ahorro, que este caso será energético.

Cómo se puede aplicar este método en el hogar, pues sencillamente apagando los electrodomésticos que no estemos utilizando, pero en sí para nuestro análisis analizaremos el ahorro esperado si desconectamos los electrodomésticos de nuestros hogares.

Tomando en cuenta que no todos los electrodomésticos pueden ser desconectados del toma corriente, por ejemplo la refrigeradora o nevera, que en cuyo caso debe permanecer encendido día tras día., haremos énfasis en electrodomésticos como televisores, minicomponentes, DVDs, decodificadores de televisión, acondicionadores de aire, microondas y lavadoras. Puesto que estos electrodomésticos generalmente en los hogares permanecen conectados produciendo el consumo en espera o StandBy, como posible solución para determinar el ahorro energético en el hogar se debe implementar el uso de regletas específicamente para electrodomésticos de entretenimiento debido a que su uso en general es en conjunto y se encuentran en un solo lugar como la sala adecuado para los diferentes toma-corrientes que posee la regleta.

Como continuación para realizar un ahorro energético en este proyecto se deberá desconectar acondicionadores de aires, lavadoras y microondas, cuando no estén en uso, eliminando así el consumo StandBy del hogar.

EQUIPOS	DIMENSIONES	VOLTAJE		POTENCIA (WATTS)	MARCA	HORARIO DE USO																							
		110 [V]	220 [V]			06h00	07h00	08h00	09h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00	15h00	16h00	17h00	18h00	19h00	20h00	21h00	22h00	23h00	00h00	01h00	02h00	03h00	04h00	05h00
NEVERA	14 - 16 pies cúbicos	X		350	INDURAMA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
TELEVISOR RAYOS CATÓDICOS	29"	X		175	SONY												X	X	X	X									
TELEVISOR RAYOS CATÓDICOS	21"	X		100	SONY					X	X																		
ACONDICIONADOR DE AIRE DE PARED	12000 Btu	X		1230	INDURAMA							X	X																
ACONDICIONADOR DE AIRE DE PARED	12000 Btu	X		1230	INDURAMA																								
LAVADORA	45 Lts	X		500	GENERAL ELECTRIC						X	X																	
MICROONDAS	STANDARD	X		1100	GENERAL ELECTRIC																								
SANDUCHERA	STANDARD	X		600	ITALUX																								
PLANCHA	STANDARD	X		1000	BLACK&DECKER																								
DIRECTV	STANDARD	X		40	DIRECTV					X	X	X																	
MINICOMPONENTE	STANDARD	X		80	SONY																								
ARROCERA	STANDARD	X		1000	OSTER																								
LAPTOP	14"	X		80	HP						X	X																	
DVD	STANDARD	X		25	LG																								
LIJADORA	STANDARD	X		400	OSTER																								
FOCOS AHORRADORES	STANDARD	X		20	OSRAM																								

Fuente: Propia

Tabla 4.7: Levantamiento de electrodomésticos sin consumo StandBy

(X) Consumo continuo

Para determinar el consumo de energía mensual aplicando el uso de regletas y eliminar el consumo StandBy se utilizarán los mismos datos de levantamiento base con lo cual el usuario no cambiará su estilo de vida en cuanto a uso de electrodomésticos en el hogar se refiere.

EQUIPOS	DIMENSIONES	CANTIDAD	POTENCIA (WATTS)	TIEMPO DE USO (horas)	CONSUMO MENSUAL (kWh)	CONSUMO MENSUAL STAND-BY (kWh)	TOTAL CONSUMO MENSUAL (kWh)
NEVERA	14 - 16 pies cúbicos	1	350	8	84.00	8.40	92.40
TELEVISOR RAYOS CATÓDICOS	29"	1	175	6	23.10	-	23.10
TELEVISOR RAYOS CATÓDICOS	21"	1	100	4	8.80	-	8.80
ACONDICIONADOR DE AIRE DE PARED	12000 Btu	1	1230	5	135.30	-	135.30
ACONDICIONADOR DE AIRE DE PARED	12000 Btu	1	1230	5	135.30	-	135.30
LAVADORA	45 Lts	1	500	3	9.00	-	9.00
MICROONDAS	STANDARD	1	1100	0.15	2.48	-	2.48
SANDUCHERA	STANDARD	1	600	0.15	1.35	-	1.35
PLANCHA	STANDARD	1	1000	0.15	2.25	-	2.25
DIREC TV	STANDARD	1	40	10	8.80	-	8.80
MINICOMPONENTE	STANDARD	1	80	2	3.20	-	3.20
ARROCERA	STANDARD	1	1000	2	50.00	-	50.00
LAPTOP	14"	1	80	6	10.56	-	10.56
DVD	STANDARD	1	25	2	0.75	-	0.75
LICUADORA	STANDARD	1	400	0.15	1.32	-	1.32
FOCOS AHORRADORES	STANDARD	12	25	7	63.00	-	63.00
					<b>539.21</b>	<b>8.40</b>	<b>547.61</b>

Fuente: Propia

**Tabla 4.8: Energía Mensual Consumida sin consumo StandBy**

Una vez obtenido el total del consumo mensual de la vivienda procedemos a calcular los valores a pagar por dicha cantidad de energía requerida por el usuario al mes.

El usuario consume 547.61 kWh de energía mensual por lo tanto para calcular el valor a pagar utilizamos la Tabla 4.9 para determinar los valores a pagar

durante los meses de Junio a Noviembre, y la Tabla 4.10, para determinar los valores a pagar durante los meses de Diciembre a Mayo, este método será necesario debido a que realizaremos los análisis a 10 años y así poder obtener resultados concluyente en este proyecto.

CONELEC			
PERIODO:	ENERO - DICIEMBRE *		
EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL			
CARGOS TARIFARIOS			
JUNIO - NOVIEMBRE **			
RANGO DE CONSUMO (kWh)	ENERGÍA (kWh)	PRECIO DE LA ENERGÍA (USD/kWh)	VALOR A PAGAR (USD)
0 - 50	50	0.078	3.90
51 - 100	50	0.081	4.05
101 - 150	50	0.083	4.15
151 - 200	50	0.090	4.50
201 - 250	50	0.096	4.80
251 - 300	50	0.103	5.15
301 - 350	50	0.103	5.15
351 - 500	150	0.103	15.45
501 - 700	47.61	0.1285	6.12
701 - 1000	-	0.1450	-
1001 - 1500	-	0.1709	-
1501 - 2500	-	0.2752	-
2501 - 3500	-	0.4360	-
Superior	-	0.6812	-
VALORES			53.27

Fuente: Cargos Tarifarios CONELEC

**Tabla 4.9: Valores a pagar Junio – Noviembre sin consumo StandBy**

Una vez calculado el costo de la energía consumida mensualmente se realiza el cálculo de los siguientes rubros que darán como resultado el valor en dólares a pagar en la planilla de luz.

- Comercialización

Este es un valor administrativo cobrado por las empresas eléctricas, el cargo por comercialización se obtiene de la planilla y depende del consumo como se observa en la Tabla 4.4.

En este caso el consumo es de 547.61 kWh de energía mensual por lo tanto esta en el rango de 501 – 1000 kWh/mes por lo tanto debe pagar \$ 4.24.

- Subsidio cruzado

$$\textit{Subsidio} = 5\% (\textit{Valores} + \textit{Comercialización})$$

$$\textit{Subsidio} = 5\% (\$ 53.27 + \$ 4.24)$$

$$\textit{Subsidio} = \$ 2.87$$

- Total del servicio eléctrico

Este valor corresponde al valor a pagar por el consumo de energía eléctrica mensual incluido los gastos por comercialización de energía y subsidio.

$$\textit{Total del servicio eléctrico} = \textit{TSE}$$

$$TSE = \text{Valores} + \text{Comercialización} + \text{Subsidio}$$

$$TSE = \$ 53.27 + \$ 4.24 + \$ 2.87$$

$$TSE = \$ 60.38$$

- Alumbrado Público

Este valor es el pago de energía eléctrica por el servicio de energía eléctrica en la calle.

$$\text{Alumbrado Público} = AP$$

$$AP = 6.67\% * TSE$$

$$AP = 6.67\% * (\$ 60.38)$$

$$AP = \$ 4.02$$

- Tasa de recolección de basura

Este valor no es un valor eléctrico, corresponde al municipio de la ciudad, pero se lo cobra a través de la planilla eléctrica y se lo relaciona con el consumo de energía.

$$\text{Tasa de Recolección de Basura} = TRB$$

$$TRB = 11.16\% * (TSE + AP)$$

$$TRB = 11.16\% * (\$ 60.38 + \$ 4.02)$$

$$TRB = 11.16\% * \$ 64.40$$

$$TRB = \$ 7.18$$

- Contribución a los bomberos (CB)

Este es un valor fijo de \$ 1.59 mensual.

- Total a pagar en la planilla eléctrica

$$\textit{Total a pagar} = TSE + AP + TRB + CB$$

$$\textit{Total a pagar} = \$ 60.38 + \$ 4.02 + \$ 7.18 + \$ 1.59$$

$$\textit{Total a pagar} = \$ 73.17$$

El total a pagar del consumo de energía será de \$ 73.17 mensuales durante el periodo de Junio a Noviembre.

Procederemos a calcular el total a pagar durante el periodo de Diciembre a Mayo con cual se utilizará la Tabla 4.10.

CONELEC			
PERIODO:	ENERO - DICIEMBRE *		
EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL			
CARGOS TARIFARIOS			
DICIEMBRE - MAYO **			
RANGO DE CONSUMO (kWh)	ENERGÍA (kWh)	PRECIO DE LA ENERGÍA (USD/kWh)	VALOR A PAGAR (USD)
0 - 50	50	0.078	3.90
51 - 100	50	0.081	4.05
101 - 150	50	0.083	4.15
151 - 200	50	0.090	4.50
201 - 250	50	0.096	4.80
251 - 300	50	0.103	5.15
301 - 350	50	0.103	5.15
351 - 500	150	0.103	15.45
501 - 700	47.61	0.103	4.90
701 - 1000	-	0.1450	-
1001 - 1500	-	0.1709	-
1501 - 2500	-	0.2752	-
2501 - 3500	-	0.4360	-
Superior	-	0.6812	-
VALORES			52.05

Fuente: Cargos Tarifarios CONELEC

**Tabla 4.10: Valores a pagar Diciembre – Mayo sin consumo StandBy**

Una vez calculado el costo de la energía consumida mensualmente se realiza el cálculo de los siguientes rubros que darán como resultado el valor en dólares a pagar en la planilla de luz.

- Comercialización

En este caso el consumo es de 547.61 kWh de energía mensual por lo tanto si observamos la Tabla 4.4, se encuentra en el rango de 501 – 1000 kWh/mes por lo tanto debe pagar \$ 4.24.

- Subsidio cruzado

$$\text{Subsidio} = 5\% (\text{Valores} + \text{Comercialización})$$

$$\text{Subsidio} = 5\% (\$ 52.05 + \$ 4.24)$$

$$\text{Subsidio} = \$ 2.81$$

- Total del servicio eléctrico

$$\text{Total del servicio eléctrico} = TSE$$

$$TSE = \text{Valores} + \text{Comercialización} + \text{Subsidio}$$

$$TSE = \$ 52.05 + \$ 4.24 + \$ 2.81$$

$$TSE = \$ 59.10$$

- Alumbrado Público

$$\text{Alumbrado Público} = AP$$

$$AP = 6.67\% * TSE$$

$$AP = 6.67\% * (\$ 59.10)$$

$$AP = \$ 3.94$$

- Tasa de recolección de basura

$$\text{Tasa de Recolección de Basura} = TRB$$

$$TRB = 11.16\% * (TSE + AP)$$

$$TRB = 11.16\% * (\$ 59.10 + \$ 3.94)$$

$$TRB = 11.16\% * \$ 63.04$$

$$TRB = \$ 7.03$$

- Contribución a los bomberos (CB)

Este es un valor fijo de \$ 1.59 mensual.

- Total a pagar en la planilla eléctrica

$$Total\ a\ pagar = TSE + AP + TRB + CB$$

$$Total\ a\ pagar = \$ 59.10 + \$ 3.94 + \$ 7.03 + \$ 1.59$$

$$Total\ a\ pagar = \$ 71.66$$

CONSUMO ENERGÍA MENSUAL (kWh)	VALOR MENSUAL A PAGAR JUNIO - NOVIEMBRE (\$)	VALOR MENSUAL A PAGAR DICIEMBRE - MAYO (\$)	VALOR ANUAL A PAGAR (\$)	VALOR A PAGAR EN 10 AÑOS (\$)
547.61	73.17	71.66	868.98	8,689.80

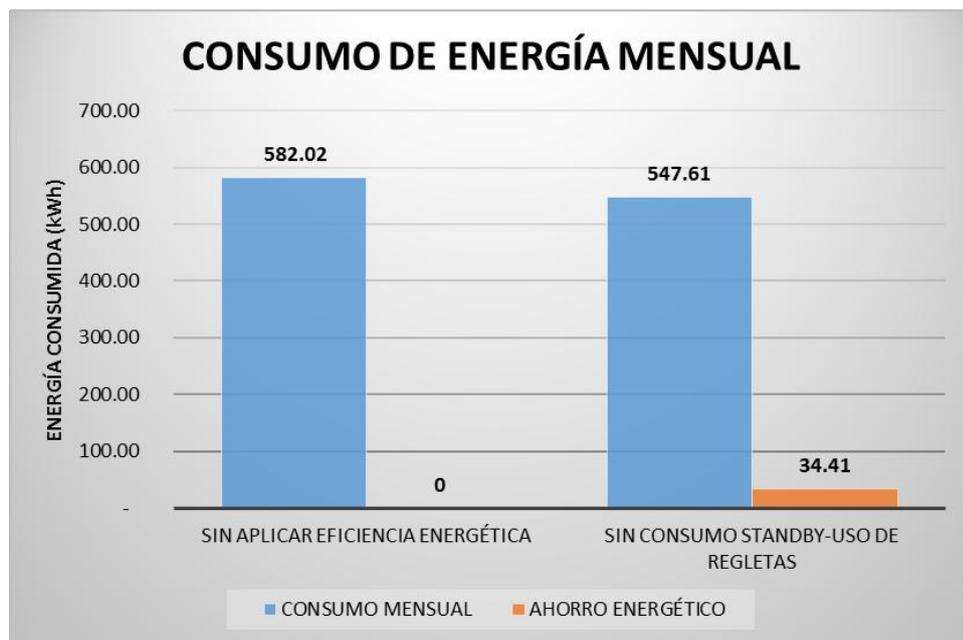
Fuente: Propia

**Tabla 4.11: Valor a pagar en 10 años sin consumo StandBy**

Como se puede observar en la Tabla 4.11, estos serán los valores a pagar acumulados dentro de 10 años, aplicando un método de eficiencia energética en el hogar, el cual es el uso de regletas y desconectar los equipos que no estamos utilizando para evitar el consumo innecesario de energía como lo es el consumo en StandBy.

En la FIG. No. 4.1 se observa la comparación entre el consumo de energía mensual, sin aplicar ningún método de eficiencia energética en la vivienda el cual es de 582.02 kWh mensuales y el consumo de energía mensual aplicando

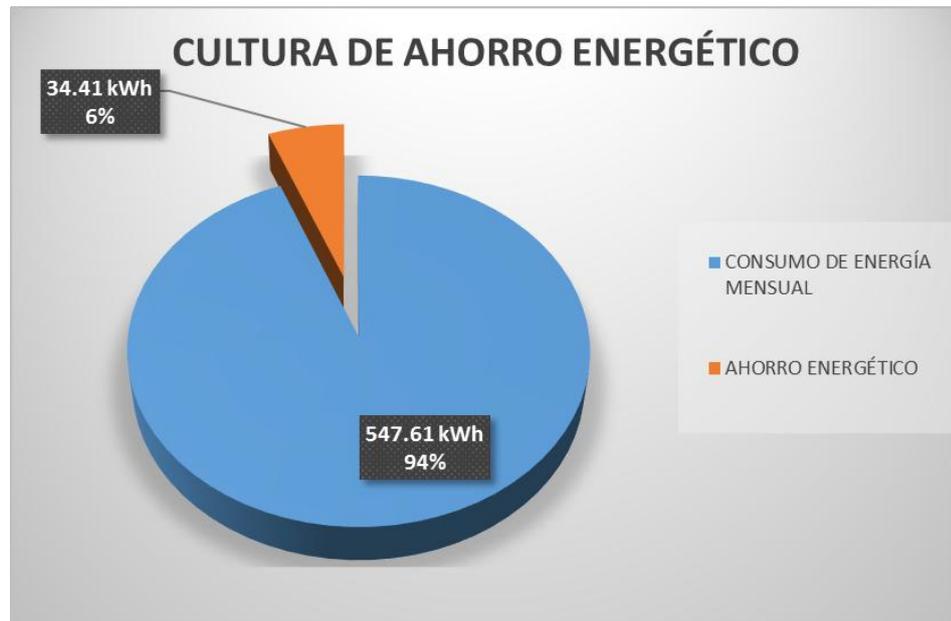
la cultura del ahorro que comprende apagar los electrodomésticos y equipos que no estamos utilizando incluso la utilización de regletas para desconectar por completo de la red eléctrica y así eliminar el consumo StandBy, con lo cual se ahorra un consumo de 34.41 kWh mensuales.



Fuente: Propia

**FIG. No. 4.1: Comparación de consumo energético aplicando cultura del ahorro**

Mediante el ahorro energético mensual aplicando la cultura del ahorro como método básico, el cual es de 34.41 kWh mensuales determina una reducción del 6% del consumo de energía al mes como se puede observar en la FIG. No. 4.2.



Fuente: Propia

**FIG. No. 4.2: Porcentaje de ahorro energético aplicando cultura del ahorro**

En la FIG. No. 4.3 se realiza la comparación de los valores a pagar durante el año mediante el ahorro energético producido por la cultura del ahorro, el cual en cifras monetarias es de \$ 59.52 ahorrados, con lo cual se demuestra que este método si produce ahorro energético cambiando los hábitos del consumidor pero beneficiando la economía del hogar, el consumo innecesario de energía eléctrica y reducción de emisiones de dióxido de carbono al ambiente.

Cabe tomar en consideración que al adquirir regletas que van desde los \$ 10 hasta los \$ 20 la recuperación de esta inversión se estimaría en el primer año de uso, debido al ahorro energético producido.



Fuente: Propia

**FIG. No. 4.3: Comparación de valor anual a pagar aplicando cultura del ahorro**

Realizando el análisis comparativo durante los primeros 10 años, se observa en la FIG. No. 4.4 que el monto ahorrado sería de \$ 595.20, y el valor a pagar por el consumo durante ese tiempo sería de \$ 8,689.80.

Debido que es un análisis para determinar los posibles ahorros energéticos en el hogar en un periodo de 10 años utilizando la eficiencia energética, se toma en consideración que el usuario no incluirá durante ese periodo ningún electrodomésticos, ni cambiará su estilo de vida a fin de que los cálculos sean los más cercanos a la realidad.



Fuente: Propia

**FIG. No. 4.4: Comparación a pagar en 10 años aplicando cultura del ahorro**

Se comprueba teóricamente la reducción de consumo de energía eléctrica aplicando un método sencillo de eficiencia energética, cambiando ligeramente los hábitos de los consumidores en general, este método puede ser aplicado a todos los hogares de diferentes niveles sociales incluso en oficinas o empresas, donde es común mantener los equipos de computación y acondicionadores de aire conectados a la red eléctrica, teniendo como resultado ahorros económicos y energéticos.

Obtenidos los valores de ahorro anuales, estos serán utilizados como los ingresos para el respectivo análisis para determinar si es adecuado invertir en

la eficiencia energética, en este caso la inversión será mínima debido a que las regletas son equipos económicos dependiendo de su capacidad de interrupción.

El análisis se realizara a 10 años como se especificó anteriormente, utilizando una tasa de descuento de 7.41%.

En la Tabla 4.12, se observa que el Valor Actual Neto resulta positivo lo cual muestra que la inversión para el usuario es económica y viable, en cuanto a la Tasa Interna de Retorno tenemos un 119% lo que muestra que los ahorros energéticos están generando beneficios.

<b>USO DE REGLETAS</b>			
AÑO	AHORRO (\$)		
1	59.52		
2	59.52	INVERSIÓN (\$)	TASA
3	59.52	50	0.0741
4	59.52	<b>VAN (\$)</b>	
5	59.52	360.23	
6	59.52	<b>TIR</b>	
7	59.52	119%	
8	59.52		
9	59.52		
10	59.52		

Fuente: Propia

**Tabla 4.12: Indicadores Comparativos aplicando cultura del ahorro**

#### **4.4.2.- Implementación de Electrodomésticos Eficientes**

##### **(Primera Opción)**

Debido a las políticas gestionadas por el MEER para promover el uso de equipos eficientes se realizará el siguiente método de posible solución de eficiencia energética, con electrodomésticos de etiquetado “A” que serán reemplazados teóricamente con los electrodomésticos antiguos de la vivienda de Guayaquil, para fines de cálculos de consumo de energía eléctrica.

Se reemplazarán electrodomésticos que generalmente su consumo es considerable en el hogar y son usados con mucha frecuencia por el usuario o la familia, como se puede observar en la Tabla 4.13, se mantendrán los hábitos de consumo, adicionando en el análisis se mantiene el uso de regletas y eliminación de consumo StandBy de los equipos y electrodomésticos.

EQUIPOS	DIMENSIONES	VOLTAJE		POTENCIA (WATTS)	MARCA	HORARIO DE USO																								
		110 [V]	220 [V]			06400	07400	08400	09400	10400	11400	12400	13400	14400	15400	16400	17400	18400	19400	20400	21400	22400	23400	00400	01400	02400	03400	04400	05400	
NEVERA EFICIENTE	14 - 16 pies cúbicos	X		150	INDURAMA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
TELEVISOR LED	29"	X		35	SONY																									
TELEVISOR LED	21"	X		30	SONY																									
ACONDICIONADOR SPLIT INVERTER	12000 Btu	X		300	INDURAMA																									
ACONDICIONADOR SPLIT INVERTER	12000 Btu	X		300	INDURAMA																									
LAVADORA EFICIENTE	45 Lts	X		450	GENERAL ELECTRIC					X	X																			
MICROONDAS	STANDARD	X		1100	GENERAL ELECTRIC																									
SANDUCHERA	STANDARD	X		600	ITALUX																									
PLANCHA	STANDARD	X		1000	BLACK&DECKER																									
DIREC TV	STANDARD	X		40	DIREC TV																									
MINICOMPONENTE	STANDARD	X		80	SONY																									
ARROCERA	STANDARD	X		1000	OSTER																									
LAPTOP	14"	X		80	HP																									
DVD	STANDARD	X		25	LG																									
LICUADORA	STANDARD	X		400	OSTER																									
FOCOS AHORRADORES	STANDARD	X		25	OSRAM																									

Fuente: Propia

**Tabla 4.13: Levantamiento de electrodomésticos sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Primera Opción)**

(X) Consumo continuo

En la tabla 4.14, se procede a realizar el cálculo del consumo mensual manteniendo las dimensiones y capacidades de los electrodomésticos reemplazados por los antiguos, se mantendrá el mismo tiempo de uso diario y realizar la comparación con el consumo base de la vivienda.

Cabe mencionar que las potencias de los nuevos electrodomésticos y equipos son especificadas por el fabricante y se encuentran en la placa de los mismos, al igual que el etiquetado de eficiencia energética el cual debe ser revisado por el consumidor antes de adquirir el producto.

EQUIPOS	DIMENSIONES	CANTIDAD	POTENCIA (WATTS)	TIEMPO DE USO (horas)	CONSUMO MENSUAL (kWh)	CONSUMO MENSUAL STAND-BY (kWh)	TOTAL CONSUMO MENSUAL (kWh)
NEVERA EFICIENTE	14 - 16 pies cúbicos	1	150	8	36.00	3.60	39.60
TELEVISOR LED	29"	1	35	6	4.62	-	4.62
TELEVISOR LED	21"	1	30	4	2.64	-	2.64
ACONDICIONADOR SPLIT INVERTER	12000 Btu	1	300	5	33.00	-	33.00
ACONDICIONADOR SPLIT INVERTER	12000 Btu	1	300	5	33.00	-	33.00
LAVADORA EFICIENTE	45 Lts	1	450	3	8.10	-	8.10
MICROONDAS	STANDARD	1	1100	0.15	2.48	-	2.48
SANDUCHERA	STANDARD	1	600	0.15	1.35	-	1.35
PLANCHA	STANDARD	1	1000	0.15	2.25	-	2.25
DIREC TV	STANDARD	1	40	10	8.80	-	8.80
MINICOMPONENTE	STANDARD	1	80	2	3.20	-	3.20
ARROCERA	STANDARD	1	1000	2	50.00	-	50.00
LAPTOP	14"	1	80	6	10.56	-	10.56
DVD	STANDARD	1	25	2	0.75	-	0.75
LICUADORA	STANDARD	1	400	0.15	1.32	-	1.32
FOCOS AHORRADORES	STANDARD	12	25	7	63.00	-	63.00
					<b>261.07</b>	<b>3.60</b>	<b>264.67</b>

Fuente: Propia

**Tabla 4.14: Energía Mensual Consumida sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Primera Opción)**

Una vez obtenido el total del consumo mensual de la vivienda procedemos a calcular los valores a pagar por dicha cantidad de energía requerida por el usuario al mes.

El usuario consume 264.67 kWh de energía mensual por lo tanto para calcular el valor a pagar utilizamos la Tabla 4.15 para determinar los valores a pagar durante los meses de Junio a Noviembre, y la Tabla 4.16, para determinar los valores a pagar durante los meses de Diciembre a Mayo, este método será necesario debido a que realizaremos los análisis a 10 años y así poder obtener resultados concluyente en este proyecto.

CONELEC			
PERIODO:	ENERO - DICIEMBRE *		
EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL			
CARGOS TARIFARIOS			
JUNIO - NOVIEMBRE **			
RANGO DE CONSUMO (kWh)	ENERGÍA (kWh)	PRECIO DE LA ENERGÍA (USD/kWh)	VALOR A PAGAR (USD)
0 - 50	50	0.078	3.90
51 - 100	50	0.081	4.05
101 - 150	50	0.083	4.15
151 - 200	50	0.090	4.50
201 - 250	50	0.096	4.80
251 - 300	14.67	0.103	1.51
301 - 350		0.103	-
351 - 500		0.103	-
501 - 700		0.1285	-
701 - 1000	-	0.1450	-
1001 - 1500	-	0.1709	-
1501 - 2500	-	0.2752	-
2501 - 3500	-	0.4360	-
Superior	-	0.6812	-
VALORES			22.91

Fuente: Cargos Tarifarios CONELEC

**Tabla 4.15: Valores a pagar Junio – Noviembre sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Primera Opción)**

Una vez calculado el costo de la energía consumida mensualmente se realiza el cálculo de los siguientes rubros que darán como resultado el valor en dólares a pagar en la planilla de luz.

- Comercialización

Este es un valor administrativo cobrado por las empresas eléctricas, el cargo por comercialización se obtiene de la planilla y depende del consumo como se observa en la Tabla 4.4.

En este caso el consumo es de 264.67 kWh de energía mensual por lo tanto esta en el rango de 0 – 300 kWh/mes por lo tanto debe pagar \$ 1.414.

- Subsidio cruzado

$$\textit{Subsidio} = 5\% (\textit{Valores} + \textit{Comercialización})$$

$$\textit{Subsidio} = 5\% (\$ 22.91 + \$ 1.414)$$

$$\textit{Subsidio} = \$ 1.21$$

- Total del servicio eléctrico

Este valor corresponde al valor a pagar por el consumo de energía eléctrica mensual incluido los gastos por comercialización de energía y subsidio.

$$\textit{Total del servicio eléctrico} = \textit{TSE}$$

$$\textit{TSE} = \textit{Valores} + \textit{Comercialización} + \textit{Subsidio}$$

$$\textit{TSE} = \$ 22.91 + \$ 1.414 + \$ 1.21$$

$$\textit{TSE} = \$ 25.54$$

- Alumbrado Público

Este valor es el pago de energía eléctrica por el servicio de energía eléctrica en la calle.

$$\text{Alumbrado Público} = AP$$

$$AP = 6.67\% * TSE$$

$$AP = 6.67\% * (\$ 25.54)$$

$$AP = \$ 1.70$$

- Tasa de recolección de basura

Este valor no es un valor eléctrico, corresponde al municipio de la ciudad, pero se lo cobra a través de la planilla eléctrica y se lo relaciona con el consumo de energía.

$$\text{Tasa de Recolección de Basura} = TRB$$

$$TRB = 11.16\% * (TSE + AP)$$

$$TRB = 11.16\% * (\$ 25.54 + \$ 1.70)$$

$$TRB = 11.16\% * \$ 27.24$$

$$TRB = \$ 3.04$$

- Contribución a los bomberos (CB)

Este es un valor fijo de \$ 1.59 mensual.

- Total a pagar en la planilla eléctrica

$$\text{Total a pagar} = TSE + AP + TRB + CB$$

$$\text{Total a pagar} = \$ 25.54 + \$ 1.70 + \$ 3.04 + \$ 1.59$$

$$\text{Total a pagar} = \$ 31.87$$

El total a pagar del consumo de energía será de \$ 31.87 mensuales durante el periodo de Junio a Noviembre.

Procederemos a calcular el total a pagar durante el periodo de Diciembre a Mayo con cual se utilizará la Tabla 4.16.

CONELEC			
PERIODO:	ENERO - DICIEMBRE *		
EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL			
CARGOS TARIFARIOS			
DICIEMBRE - MAYO **			
RANGO DE CONSUMO (kWh)	ENERGÍA (kWh)	PRECIO DE LA ENERGÍA (USD/kWh)	VALOR A PAGAR (USD)
0 - 50	50	0.078	3.90
51 - 100	50	0.081	4.05
101 - 150	50	0.083	4.15
151 - 200	50	0.090	4.50
201 - 250	50	0.096	4.80
251 - 300	14.67	0.103	1.51
301 - 350		0.103	-
351 - 500		0.103	-
501 - 700		0.103	-
701 - 1000		0.1450	-
1001 - 1500	-	0.1709	-
1501 - 2500	-	0.2752	-
2501 - 3500	-	0.4360	-
Superior	-	0.6812	-
VALORES			22.91

Fuente: Cargos Tarifarios CONELEC

**Tabla 4.16: Valores a pagar Diciembre – Mayo sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Primera Opción)**

Una vez calculado el costo de la energía consumida mensualmente se realiza el cálculo de los siguientes rubros que darán como resultado el valor en dólares a pagar en la planilla de luz.

- Comercialización

En este caso el consumo es de 264.67 kWh de energía mensual por lo tanto esta en el rango de 0 – 300 kWh/mes por lo tanto debe pagar \$ 1.414.

- Subsidio cruzado

$$\textit{Subsidio} = 5\% (\textit{Valores} + \textit{Comercialización})$$

$$\textit{Subsidio} = 5\% (\$ 22.91 + \$ 1.414)$$

$$\textit{Subsidio} = \$ 1.21$$

- Total del servicio eléctrico

Este valor corresponde al valor a pagar por el consumo de energía eléctrica mensual incluido los gastos por comercialización de energía y subsidio.

$$\textit{Total del servicio eléctrico} = \textit{TSE}$$

$$\textit{TSE} = \textit{Valores} + \textit{Comercialización} + \textit{Subsidio}$$

$$\textit{TSE} = \$ 22.91 + \$ 1.414 + \$ 1.21$$

$$\textit{TSE} = \$ 25.54$$

- Alumbrado Público

Este valor es el pago de energía eléctrica por el servicio de energía eléctrica en la calle.

$$\text{Alumbrado Público} = AP$$

$$AP = 6.67\% * TSE$$

$$AP = 6.67\% * (\$ 25.54)$$

$$AP = \$ 1.70$$

- Tasa de recolección de basura

Este valor no es un valor eléctrico, corresponde al municipio de la ciudad, pero se lo cobra a través de la planilla eléctrica y se lo relaciona con el consumo de energía.

$$\text{Tasa de Recolección de Basura} = TRB$$

$$TRB = 11.16\% * (TSE + AP)$$

$$TRB = 11.16\% * (\$ 25.54 + \$ 1.70)$$

$$TRB = 11.16\% * \$ 27.24$$

$$TRB = \$ 3.04$$

- Contribución a los bomberos (CB)

Este es un valor fijo de \$ 1.59 mensual.

- Total a pagar en la planilla eléctrica

$$\text{Total a pagar} = TSE + AP + TRB + CB$$

$$\text{Total a pagar} = \$ 25.54 + \$ 1.70 + \$ 3.04 + \$ 1.59$$

$$\text{Total a pagar} = \$ 31.87$$

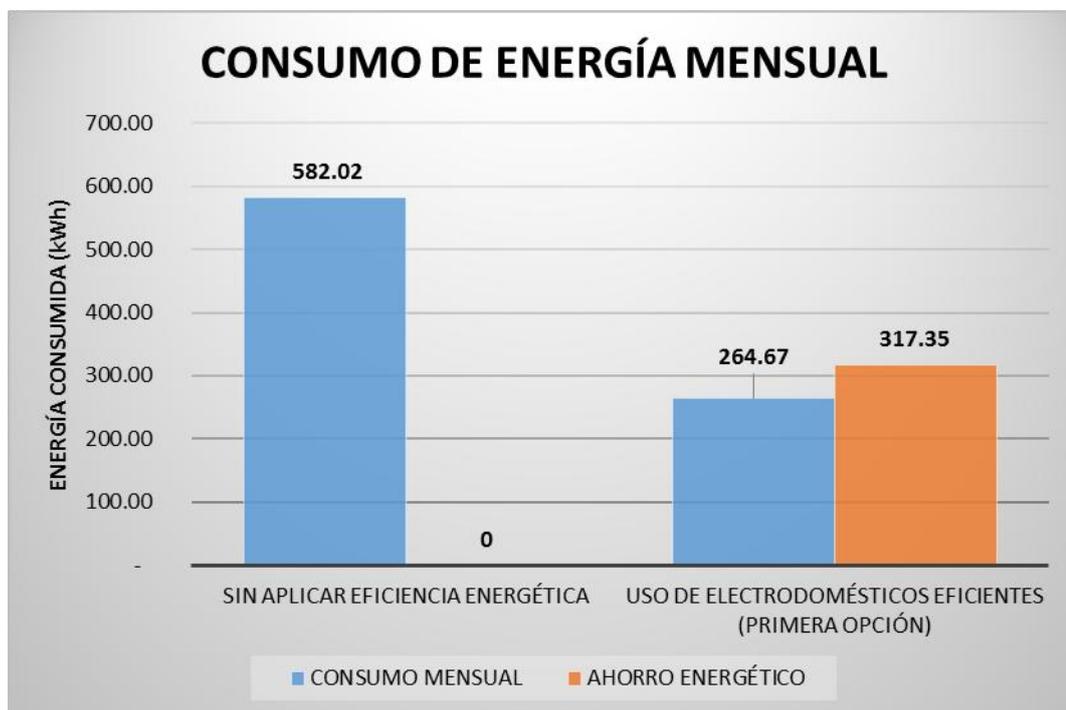
CONSUMO ENERGÍA MENSUAL (kWh)	VALOR MENSUAL A PAGAR JUNIO - NOVIEMBRE (\$)	VALOR MENSUAL A PAGAR DICIEMBRE - MAYO (\$)	VALOR ANUAL A PAGAR (\$)	VALOR A PAGAR EN 10 AÑOS (\$)
264.67	31.87	31.87	382.44	3,824.40

Fuente: Propia

**Tabla 4.17: Valor a pagar en 10 años sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Primera Opción)**

Como se puede observar en la Tabla 4.17, estos serán los valores a pagar acumulados dentro de 10 años, aplicando el segundo método de eficiencia energética en el hogar, el cual es la sustitución de los electrodomésticos y equipos de gran consumo de energía o varios años de antigüedad con los que actualmente se encuentran en el mercado, que tienen un consumo mucho menor y ofrecen incluso mayores prestaciones.

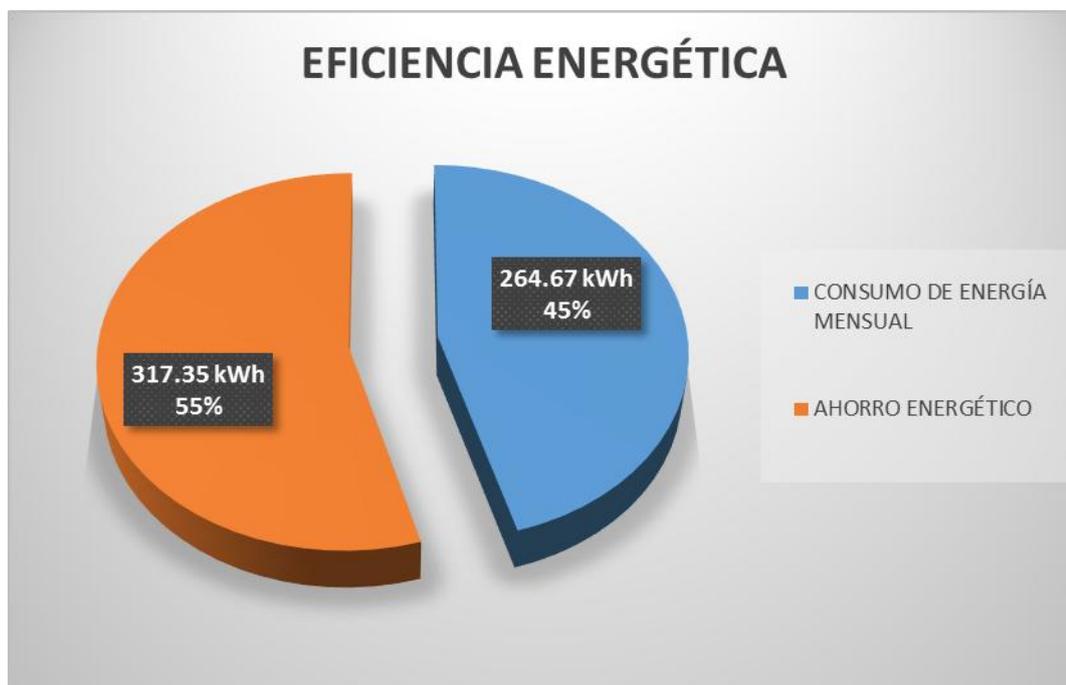
En la FIG. No. 4.5 se observa la comparación entre el consumo de energía mensual, sin aplicar ningún método de eficiencia energética en la vivienda, el cual se menciona anteriormente es de 582.02 kWh mensuales y el consumo de energía mensual implementando electrodomésticos eficientes incluyendo la cultura del ahorro y uso de regletas, con lo cual se ahorra un consumo de 317.35 kWh mensuales.



Fuente: Propia

**FIG. No. 4.5: Comparación de consumo energético implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción)**

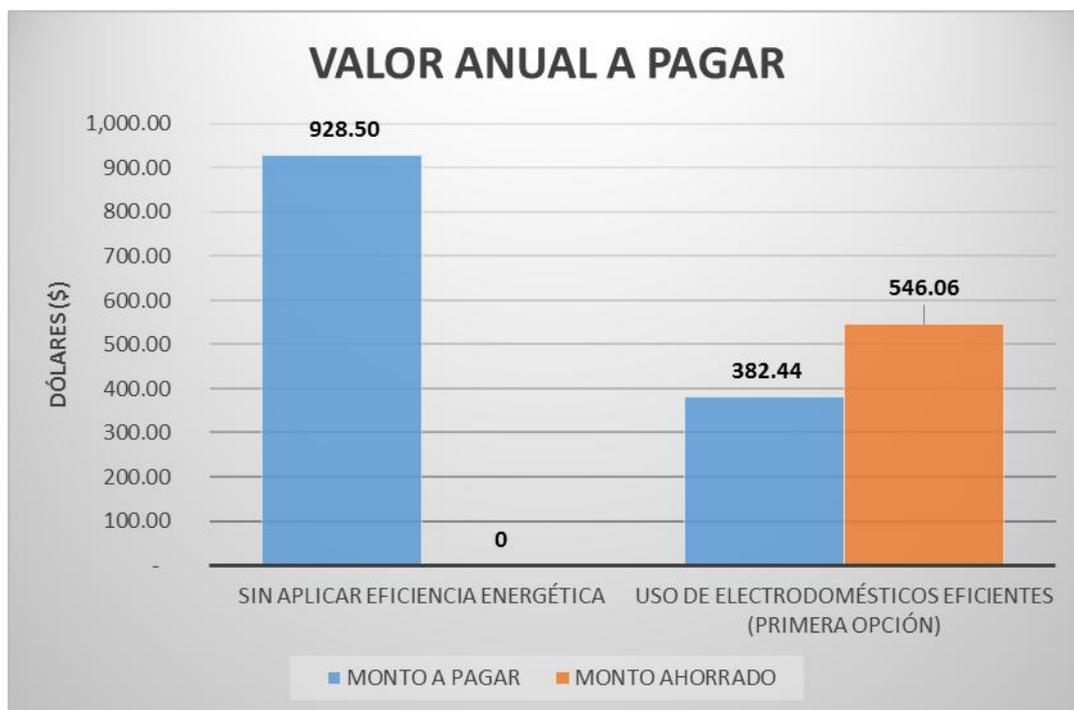
Mediante el ahorro energético mensual realizando la implementación de electrodomésticos eficientes, el cual es de 317.35 kWh mensuales determina una reducción del 55% del consumo de energía al mes como se puede observar en la FIG. No. 4.6.



Fuente: Propia

**FIG. No. 4.6: Porcentaje de ahorro energético implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción)**

En la FIG. No. 4.7 se realiza la comparación de los valores a pagar durante el año mediante el ahorro energético producido por la implementación de electrodomésticos eficientes, el cual en cifras monetarias es de \$ 546.06 ahorrados, con lo cual se demuestra que este método si produce ahorro energético realizando el reemplazo de electrodomésticos y equipos de varios años de uso o consumos elevados por los nuevos y eficientes artefactos.



Fuente: Propia

**FIG. No. 4.7: Comparación de valor anual a pagar implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción)**

Realizando el análisis comparativo durante los primeros 10 años, se observa en la FIG. No. 4.8 que el monto ahorrado sería de \$ 5,460.60, y el valor a pagar por el consumo durante ese tiempo sería de \$ 3,824.40.

Debido que es un análisis para determinar los posibles ahorros energéticos en el hogar en un periodo de 10 años utilizando la eficiencia energética, se toma en consideración que el usuario no incluirá durante ese periodo ningún electrodomésticos, ni cambiará su estilo de vida a fin de que los cálculos sean los más cercanos a la realidad.



Fuente: Propia

**FIG. No. 4.8: Comparación a pagar en 10 años implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción)**

Se comprueba teóricamente la reducción de consumo de energía eléctrica en casi un 55% con respecto al consumo realizado sin aplicar ningún método de eficiencia energética en el hogar, este método de reemplazo de electrodomésticos y equipos de eficiencia energética categoría "A" debido a su alto costo en inversión que conllevaría la adquisición de estos artefactos no sería aplicado por todas las familias de Guayaquil debido a las condiciones económicas de cada una de ellas.

Obtenidos los valores de ahorro anuales, estos serán utilizados como los ingresos para el respectivo análisis para determinar si es adecuado invertir en la eficiencia energética, en este caso el cambio de los electrodomésticos seleccionados ya de varios años de uso por los electrodomésticos eficientes.

El análisis se realizara a 10 años como se especificó anteriormente, utilizando una tasa de descuento de 7.41%.

En la Tabla 4.18, se observa que el Valor Actual Neto resulta positivo lo cual muestra que la inversión para el usuario es económica y viable, en cuanto a la Tasa Interna de Retorno tenemos un 8% lo que muestra que los ahorros energéticos están generando beneficios.

<b>CAMBIO DE ELECTRODOMÉSTICOS (PRIMERA OPCIÓN)</b>			
AÑO	AHORRO (\$)		
1	546.06		
2	546.06	INVERSIÓN (\$)	TASA
3	546.06	3,700	0.0741
4	546.06	<b>VAN (\$)</b>	
5	546.06	63.65	
6	546.06	<b>TIR</b>	
7	546.06	8%	
8	546.06		
9	546.06		
10	546.06		

Fuente: Propia

**Tabla 4.18: Indicadores Comparativos implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción)**

Sin duda, es viable la inversión en electrodomésticos eficientes debido a que por su eficiencia reduce el consumo energético y económico en algunos casos de mantenimiento, sin embargo estos electrodomésticos son caros, por lo que no todos los usuarios de las viviendas podrán realizar el cambio de varios electrodomésticos eficientes a la vez, con lo cual se realizará como segunda opción el cambio de una cantidad menor de electrodomésticos eficientes reduciendo así la inversión con lo cual se ajustará al presupuesto del residente, y se analizarán los posibles ahorros y beneficios a generar.

#### **4.4.3.- Implementación de Electrodomésticos Eficientes**

##### **(Segunda Opción)**

Debido a la gran inversión inicial para realizar el reemplazo de electrodomésticos antiguos por eficientes visto en la sección anterior, en este análisis económico y energético no se realizará el cambio de dos artefactos como lo son el acondicionador de aire y la lavadora, manteniendo así el cambio de los demás electrodomésticos, cabe mencionar que se escogieron estos artefactos debido a su alto costo de inversión, no obstante se podrá determinar si es económicamente viable esta opción.

Como se puede observar en la Tabla 4.19, se mantendrán los hábitos de consumo, adicionando en el análisis se mantiene el uso de regletas y eliminación de consumo StandBy de los equipos y electrodomésticos.

EQUIPOS	DIMENSIONES	VOLTAJE		POTENCIA (WATTS)	MARCA	HORARIO DE USO																							
		110[V]	220[V]			06h00	07h00	08h00	09h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00	15h00	16h00	17h00	18h00	19h00	20h00	21h00	22h00	23h00	00h00	01h00	02h00	03h00	04h00	05h00
		NEVERA EFICIENTE	14 - 16pies cubicos			X		150	INDURAMA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TELEVISOR LED	29"	X		35	SONY	X																							
TELEVISOR LED	21"	X		30	SONY	X																							
ACONDICIONADOR DE AIRE DE PARED	12000 Btu	X		1230	INDURAMA																								
ACONDICIONADOR SPLIT INVERTER	12000 Btu	X		300	INDURAMA																								
LAVADORA	45 Lts	X		500	GENERAL ELECTRIC				X	X																			
MICROONDAS	STANDARD	X		1100	GENERAL ELECTRIC																								
SANDUCHERA	STANDARD	X		600	ITALUX																								
PLANCHA	STANDARD	X		1000	BLACK&DECKER				X																				
DIRECTV	STANDARD	X		40	DIRECTV				X	X	X	X																	
MINICOMPONENTE	STANDARD	X		80	SONY																								
ARROCERA	STANDARD	X		1000	OSTER						X																		
LAPTOP	14"	X		80	HP						X	X	X																
DVD	STANDARD	X		25	LG																								
LICUADORA	STANDARD	X		400	OSTER																								
FOCOS-AHORRADORES	STANDARD	X		25	OSRAM																								

Fuente: Propia

**Tabla 4.19: Levantamiento de electrodomésticos sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)**

(X) Consumo continuo

En la tabla 4.20, se procede a realizar el cálculo del consumo mensual manteniendo las dimensiones y capacidades de los nuevos electrodomésticos reemplazados por los antiguos, se mantendrá el mismo tiempo de uso diario y realizar la comparación con el consumo base de la vivienda.

Cabe mencionar que las potencias de los nuevos electrodomésticos y equipos son especificadas por el fabricante y se encuentran en la placa de los mismos, al igual que el etiquetado de eficiencia energética el cual debe ser revisado por el consumidor antes de adquirir el producto.

EQUIPOS	DIMENSIONES	CANTIDAD	POTENCIA (WATTS)	TIEMPO DE USO (horas)	CONSUMO MENSUAL (kWh)	CONSUMO MENSUAL STAND-BY (kWh)	TOTAL CONSUMO MENSUAL (kWh)
NEVERA EFICIENTE	14 - 16 pies cúbicos	1	150	8	36.00	3.60	39.60
TELEVISOR LED	29"	1	35	6	4.62	-	4.62
TELEVISOR LED	21"	1	30	4	2.64	-	2.64
ACONDICIONADOR DE AIRE DE PARED	12000 Btu	1	1230	5	135.30	-	135.30
ACONDICIONADOR SPLIT INVERTER	12000 Btu	1	300	5	33.00	-	33.00
LAVADORA	45 Lts	1	500	3	9.00	-	9.00
MICROONDAS	STANDARD	1	1100	0.15	2.48	-	2.48
SANDUCHERA	STANDARD	1	600	0.15	1.35	-	1.35
PLANCHA	STANDARD	1	1000	0.15	2.25	-	2.25
DIREC TV	STANDARD	1	40	10	8.80	-	8.80
MINICOMPONENTE	STANDARD	1	80	2	3.20	-	3.20
ARROCERA	STANDARD	1	1000	2	50.00	-	50.00
LAPTOP	14"	1	80	6	10.56	-	10.56
DVD	STANDARD	1	25	2	0.75	-	0.75
LICUADORA	STANDARD	1	400	0.15	1.32	-	1.32
FOCOS AHORRADORES	STANDARD	12	25	7	63.00	-	63.00
					<b>364.27</b>	<b>3.60</b>	<b>367.87</b>

Fuente: Propia

**Tabla 4.20: Energía Mensual Consumida sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)**

Una vez obtenido el total del consumo mensual de la vivienda procedemos a calcular los valores a pagar por dicha cantidad de energía requerida por el usuario al mes.

El usuario consume 367.87 kWh de energía mensual por lo tanto para calcular el valor a pagar utilizamos la Tabla 4.21 para determinar los valores a pagar durante los meses de Junio a Noviembre, y la Tabla 4.22, para determinar los valores a pagar durante los meses de Diciembre a Mayo, este método será necesario debido a que realizaremos los análisis a 10 años y así poder obtener resultados concluyente en este proyecto.

CONELEC			
PERIODO:	ENERO - DICIEMBRE *		
EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL			
CARGOS TARIFARIOS			
JUNIO - NOVIEMBRE **			
RANGO DE CONSUMO (kWh)	ENERGÍA (kWh)	PRECIO DE LA ENERGÍA (USD/kWh)	VALOR A PAGAR (USD)
0 - 50	50	0.078	3.90
51 - 100	50	0.081	4.05
101 - 150	50	0.083	4.15
151 - 200	50	0.090	4.50
201 - 250	50	0.096	4.80
251 - 300	50	0.103	5.15
301 - 350	50	0.103	5.15
351 - 500	17.87	0.103	1.84
501 - 700	-	0.1285	-
701 - 1000	-	0.1450	-
1001 - 1500	-	0.1709	-
1501 - 2500	-	0.2752	-
2501 - 3500	-	0.4360	-
Superior	-	0.6812	-
VALORES			33.54

Fuente: Cargos Tarifarios CONELEC

**Tabla 4.21: Valores a pagar Junio – Noviembre sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)**

Una vez calculado el costo de la energía consumida mensualmente se realiza el cálculo de los siguientes rubros que darán como resultado el valor en dólares a pagar en la planilla de luz.

- Comercialización

Este es un valor administrativo cobrado por las empresas eléctricas, el cargo por comercialización se obtiene de la planilla y depende del consumo como se observa en la Tabla 4.4.

En este caso el consumo es de 367.87 kWh de energía mensual por lo tanto esta en el rango de 301 – 500 kWh/mes por lo tanto debe pagar \$ 2.826.

- Subsidio cruzado

$$\textit{Subsidio} = 5\% (\textit{Valores} + \textit{Comercialización})$$

$$\textit{Subsidio} = 5\% (\$ 33.54 + \$ 2.826)$$

$$\textit{Subsidio} = \$ 1.81$$

- Total del servicio eléctrico

Este valor corresponde al valor a pagar por el consumo de energía eléctrica mensual incluido los gastos por comercialización de energía y subsidio.

$$\textit{Total del servicio eléctrico} = \textit{TSE}$$

$$\textit{TSE} = \textit{Valores} + \textit{Comercialización} + \textit{Subsidio}$$

$$\textit{TSE} = \$ 33.54 + \$ 2.826 + \$ 1.81$$

$$\textit{TSE} = \$ 38.17$$

- Alumbrado Público

Este valor es el pago de energía eléctrica por el servicio de energía eléctrica en la calle.

$$\text{Alumbrado Público} = AP$$

$$AP = 6.67\% * TSE$$

$$AP = 6.67\% * (\$ 38.17)$$

$$AP = \$ 2.54$$

- Tasa de recolección de basura

Este valor no es un valor eléctrico, corresponde al municipio de la ciudad, pero se lo cobra a través de la planilla eléctrica y se lo relaciona con el consumo de energía.

$$\text{Tasa de Recolección de Basura} = TRB$$

$$TRB = 11.16\% * (TSE + AP)$$

$$TRB = 11.16\% * (\$ 38.17 + \$ 2.54)$$

$$TRB = 11.16\% * \$ 40.71$$

$$TRB = \$ 4.54$$

- Contribución a los bomberos (CB)

Este es un valor fijo de \$ 1.59 mensual.

- Total a pagar en la planilla eléctrica

$$\text{Total a pagar} = TSE + AP + TRB + CB$$

$$\text{Total a pagar} = \$ 38.17 + \$ 2.54 + \$ 4.54 + \$ 1.59$$

$$\text{Total a pagar} = \$ 46.84$$

El total a pagar del consumo de energía será de \$ 46.84 mensuales durante el periodo de Junio a Noviembre.

Procederemos a calcular el total a pagar durante el periodo de Diciembre a Mayo con cual se utilizará la Tabla 4.22.

CONELEC			
PERIODO:	ENERO - DICIEMBRE *		
EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL			
CARGOS TARIFARIOS			
DICIEMBRE - MAYO **			
RANGO DE CONSUMO (kWh)	ENERGÍA (kWh)	PRECIO DE LA ENERGÍA (USD/kWh)	VALOR A PAGAR (USD)
0 - 50	50	0.078	3.90
51 - 100	50	0.081	4.05
101 - 150	50	0.083	4.15
151 - 200	50	0.090	4.50
201 - 250	50	0.096	4.80
251 - 300	50	0.103	5.15
301 - 350	50	0.103	5.15
351 - 500	17.87	0.103	1.84
501 - 700		0.103	-
701 - 1000		0.1450	-
1001 - 1500	-	0.1709	-
1501 - 2500	-	0.2752	-
2501 - 3500	-	0.4360	-
Superior	-	0.6812	-
VALORES			33.54

Fuente: Cargos Tarifarios CONELEC

**Tabla 4.22: Valores a pagar Diciembre – Mayo sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)**

Una vez calculado el costo de la energía consumida mensualmente se realiza el cálculo de los siguientes rubros que darán como resultado el valor en dólares a pagar en la planilla de luz.

- Comercialización

En este caso el consumo es de 367.87 kWh de energía mensual por lo tanto esta en el rango de 301 – 500 kWh/mes por lo tanto debe pagar \$ 2.826.

- Subsidio cruzado

$$\textit{Subsidio} = 5\% (\textit{Valores} + \textit{Comercialización})$$

$$\textit{Subsidio} = 5\% (\$ 33.54 + \$ 2.826)$$

$$\textit{Subsidio} = \$ 1.81$$

- Total del servicio eléctrico

Este valor corresponde al valor a pagar por el consumo de energía eléctrica mensual incluido los gastos por comercialización de energía y subsidio.

$$\textit{Total del servicio eléctrico} = \textit{TSE}$$

$$\textit{TSE} = \textit{Valores} + \textit{Comercialización} + \textit{Subsidio}$$

$$\textit{TSE} = \$ 33.54 + \$ 2.826 + \$ 1.81$$

$$\textit{TSE} = \$ 38.17$$

- Alumbrado Público

Este valor es el pago de energía eléctrica por el servicio de energía eléctrica en la calle.

$$\text{Alumbrado Público} = AP$$

$$AP = 6.67\% * TSE$$

$$AP = 6.67\% * (\$ 38.17)$$

$$AP = \$ 2.54$$

- Tasa de recolección de basura

Este valor no es un valor eléctrico, corresponde al municipio de la ciudad, pero se lo cobra a través de la planilla eléctrica y se lo relaciona con el consumo de energía.

$$\text{Tasa de Recolección de Basura} = TRB$$

$$TRB = 11.16\% * (TSE + AP)$$

$$TRB = 11.16\% * (\$ 38.17 + \$ 2.54)$$

$$TRB = 11.16\% * \$ 40.71$$

$$TRB = \$ 4.54$$

- Contribución a los bomberos (CB)

Este es un valor fijo de \$ 1.59 mensual.

- Total a pagar en la planilla eléctrica

$$\text{Total a pagar} = TSE + AP + TRB + CB$$

$$\text{Total a pagar} = \$ 38.17 + \$ 2.54 + \$ 4.54 + \$ 1.59$$

$$\text{Total a pagar} = \$ 46.84$$

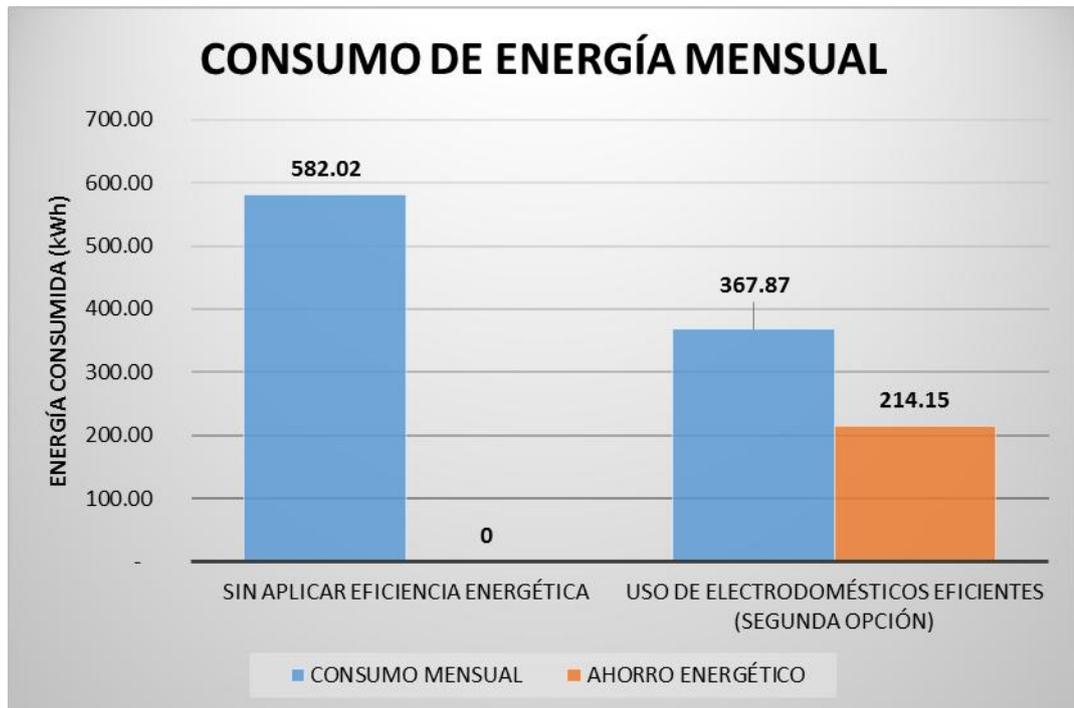
CONSUMO ENERGÍA MENSUAL (kWh)	VALOR MENSUAL A PAGAR JUNIO - NOVIEMBRE (\$)	VALOR MENSUAL A PAGAR DICIEMBRE - MAYO (\$)	VALOR ANUAL A PAGAR (\$)	VALOR A PAGAR EN 5 AÑOS (\$)
367.87	46.84	46.84	562.08	5,620.80

Fuente: Propia

**Tabla 4.23: Valor a pagar en 10 años sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)**

Como se puede observar en la Tabla 4.23, estos serán los valores a pagar acumulados dentro de 10 años, aplicando el segundo método de eficiencia energética en el hogar, el cual es la sustitución parcial de electrodomésticos y equipos de gran consumo de energía o varios años de antigüedad con los que actualmente se encuentran en el mercado, que tienen un consumo menor y ofrecen incluso mayos prestaciones.

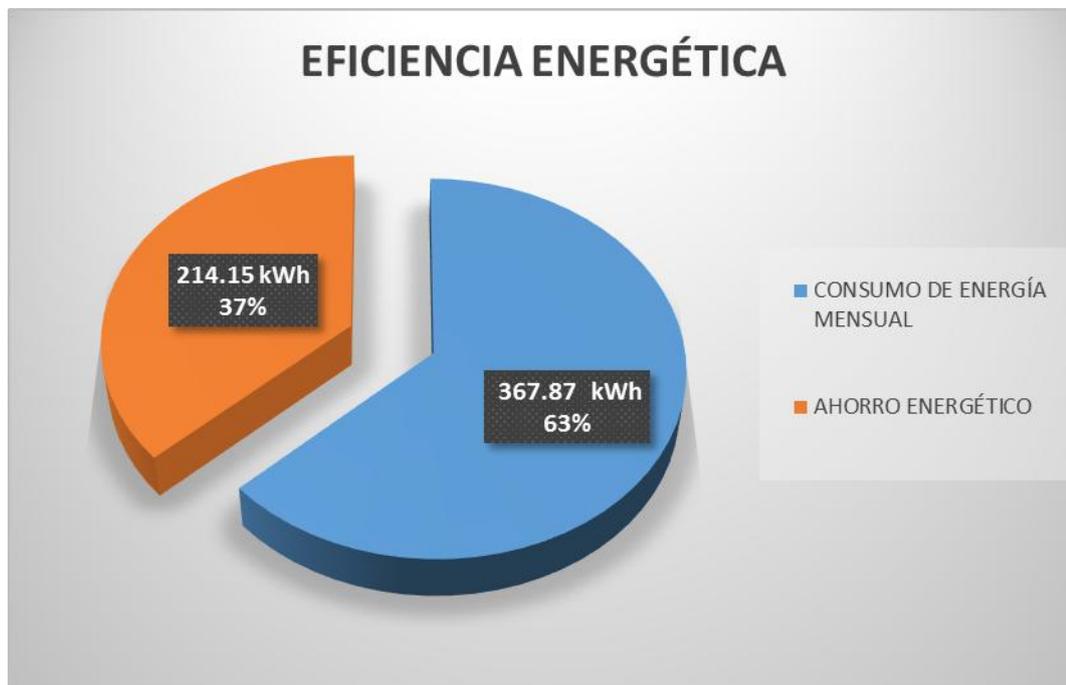
En la FIG. No. 4.9 se observa la comparación entre el consumo de energía mensual, sin aplicar ningún método de eficiencia energética en la vivienda, el cual se menciona anteriormente es de 582.02 kWh mensuales y el consumo de energía mensual implementando la segunda opción de electrodomésticos eficientes, incluyendo además la cultura del ahorro y uso de regletas, con lo cual se ahorra un consumo de 214.15 kWh mensuales.



Fuente: Propia

**FIG. No. 4.9: Comparación de consumo energético implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)**

Mediante el ahorro energético mensual realizando la implementación de electrodomésticos eficientes, el cual es de 214.15 kWh mensuales determina una reducción del 37% del consumo de energía al mes como se puede observar en la FIG. No. 4.10.



Fuente: Propia

**FIG. No. 4.10: Porcentaje de ahorro energético implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)**

En la FIG. No. 4.11 se realiza la comparación de los valores a pagar durante el año mediante el ahorro energético producido por la segunda opción de implementación de electrodomésticos eficientes, el cual en cifras monetarias es de \$ 366.42 ahorrados, con lo cual se demuestra que este método si produce ahorro energético realizando el reemplazo de ciertos electrodomésticos y equipos de varios años de uso o consumos elevados por los nuevos y eficientes artefactos.



Fuente: Propia

**FIG. No. 4.11: Comparación de valor anual a pagar implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)**

Realizando el análisis comparativo durante los primeros 10 años, se observa en la FIG. No. 4.12 que el monto ahorrado sería de \$ 3,664.20, y el valor a pagar por el consumo durante ese tiempo sería de \$ 5,620.80.

Debido que es un análisis para determinar los posibles ahorros energéticos en el hogar en un periodo de 10 años utilizando la eficiencia energética, se toma en consideración que el usuario no incluirá durante ese periodo ningún electrodomésticos, ni cambiará su estilo de vida a fin de que los cálculos sean los más cercanos a la realidad.



Fuente: Propia

**FIG. No. 4.12: Comparación a pagar en 10 años implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)**

Se comprueba teóricamente la reducción de consumo de energía eléctrica en casi un 37% con respecto al consumo realizado sin aplicar ningún método de eficiencia energética en el hogar, este segundo método de reemplazo de electrodomésticos y equipos de eficiencia energética categoría "A" debido a su costo en inversión menor que la primera opción, sería el más conveniente a aplicar en las familias Guayaquil debido a que no todos tienen el mismo nivel económico para hacer una gran inversión para reemplazar todos los artefactos.

Obtenidos los valores de ahorro anuales, estos serán utilizados como los ingresos para el respectivo análisis para determinar si es adecuado invertir en la eficiencia energética, en este caso la segunda opción de cambio de los electrodomésticos seleccionados ya de varios años de uso por los electrodomésticos eficientes.

El análisis se realizara a 10 años como se especificó anteriormente, utilizando una tasa de descuento de 7.41%.

En la Tabla 4.24, se observa que el Valor Actual Neto resulta positivo lo cual muestra que la inversión para el usuario es económica y viable, en cuanto a la Tasa Interna de Retorno tenemos un 10% lo que muestra que los ahorros energéticos están generando beneficios.

<b>CAMBIO DE ELECTRODOMÉSTICOS (SEGUNDA OPCIÓN)</b>			
AÑO	AHORRO (\$)		
1	366.42		
2	366.42	INVERSIÓN (\$)	TASA
3	366.42	2,250	0.0741
4	366.42	<b>VAN (\$)</b>	
5	366.42	275.51	
6	366.42	<b>TIR</b>	
7	366.42	10%	
8	366.42		
9	366.42		
10	366.42		

Fuente: Propia

**Tabla 4.24: Indicadores Comparativos implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)**

Sin duda, es viable la inversión de la segunda opción de electrodomésticos eficientes, debido a que por su eficiencia reduce el consumo energético y económico, en algunos casos de mantenimiento. Con esto se deduce que los artefactos de categoría "A" de eficiencia reduce el consumo por lo tanto el ahorro de dinero.

## CONCLUSIONES

1. Las políticas de estado relacionadas al consumo de la energía producida en el país, la eliminación de artefactos ineficientes en consumo de energía eléctrica y la fomentación de la cultura del ahorro, podrá reducir el consumo energía eléctrica, logrando así ser una nación con mayor nivel de eficiencia energética en la región y el mundo.
2. Se comprueba que al aplicar la cultura del ahorro y la eliminación del consumo StandBy de ciertos electrodomésticos a una vivienda de Guayaquil, que consume 582.02 kWh mensuales, se reduce a 547.61 kWh mensuales, ahorrando 34.41 kWh equivalente al 6% del consumo mensual de energía y un ahorro aproximado de \$59.52 anuales.
3. Se comprueba que al realizar el reemplazo de ciertos electrodomésticos ineficientes (primera opción) que tienen una vida de uso mayor a 8 años, que en este caso consumen aproximadamente 582.02 kWh mensuales, por electrodomésticos eficientes de nivel "A", se reduce a 264.67 kWh mensuales, ahorrando 317.35 kWh equivalente a un 55% de ahorro de energía mensual, generando un ahorro de \$546.06 anuales.

4. Se comprueba que al realizar el reemplazo de ciertos electrodomésticos ineficientes (segunda opción) que tienen una vida de uso mayor a 8 años, que en este caso consumen aproximadamente 582.02 kWh mensuales, por electrodomésticos eficientes de nivel "A", se reduce a 367.87 kWh mensuales, ahorrando 214.15 kWh equivalente a un 37% de ahorro de energía, generando un ahorro de \$366.42 anuales.
  
5. Se determina que la segunda opción de cambio de electrodomésticos eficientes es la elección más conveniente para el usuario según los indicadores comparativos, se obtiene un Valor Actual Neto de \$275.51 el cual es un beneficio generado a través del ahorro y una Tasa Interna de Retorno del 10% el cual demuestra que se está invirtiendo efectivamente el dinero.

## RECOMENDACIONES

1. Coloque la nevera o refrigerador alejado de áreas donde reciba la luz directa del sol y de fuentes de calor como estufas.
2. Si va a reemplazar su nevera o refrigerador asegúrese de revisar la etiqueta de eficiencia energética, que cumpla con sus necesidades y se ajuste a su presupuesto.
3. Si está encendido el acondicionador de aire, cierre todas las puertas y ventanas para mantener el lugar fresco, se recomienda mantener los filtros limpios.
4. La capacidad del acondicionador de aire debe ser la adecuada para sus necesidades, una de menor capacidad encendida durante un periodo prolongado funciona con mayor eficiencia que uno de gran capacidad el cual se enciende y se apaga por ciclos con demasiada frecuencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013 – 2022. VOLÚMEN 2: ESTUDIO Y GESTIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA. PÁGINA 10.
- [2] “ESTUDIO DE LAS RELACIONES ENTRE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y EL DESARROLLO ENERGÉTICO”, PROGRAMA DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES DE ENERGÍA, GTZ, SANTIAGO, JULIO 2003.
- [3] SUPUESTOS MACROECONÓMICOS 2012 – 2015. BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. [En línea]. Available:  
  
<http://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorReal/Previsiones/Supuestos%20Macro2012-2015.pdf>
- [4] MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGIA RENOVABLE – MEER «El Ministerio» [En línea]. Available:  
  
<http://www.energia.gob.ec/el-ministerio/>
- [5] SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA RENOVABLE Y EFICIENCIA ENERGÉTICA - SEERE [En línea]. Available:  
  
<http://red-lac-ee.org/institucion-redlac/subsecretaria-de-energia-renovable-y-eficiencia-energetica-seere/>
- [6] INSTITUTO NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES – INER [En línea]. Available:

<http://www.webiner.iner.ec/es-ES/iner/info>

- [7] CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD – CONELEC «Funciones y Facultades» [En línea]. Available:

<http://www.conelec.gob.ec/contenido.php?cd=1107&l=1>

- [8] CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE ENERGÍA – CENACE «Quienes Somos» [En línea]. Available:

[http://www.cenace.org.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=45&Itemid=53](http://www.cenace.org.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=53)

- [9] EMPRESA PÚBLICA ESTRATÉGICA CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR – CELEC «Quienes Somos» [En línea]. Available:

[https://www.celec.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=89&Itemid=198](https://www.celec.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=198)

- [10] EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA ESTRATÉGICA CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD – CNEL EP «Quienes Somos» [En línea]. Available:

<http://www.cnel.gob.ec/quienes-somos.html>

- [11] CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR 2008

- [12] LEY DE RÉGIMEN DEL SECTOR ELÉCTRICO. CAPÍTULO 2 “DISPOSICIONES GENERALES”. PÁGINA 2.

- [13] PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR 2013-2017 – PNBV. CAPÍTULO 6: OBJETIVOS NACIONALES PARA EL BUEN VIVIR. PÁGINA 322 – 323.

- [14] PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013 – 2022. VOLÚMEN 2:  
ESTUDIO Y GESTIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA. PÁGINA 3.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1**



<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA</b> <b>Lavadora Automática</b>	
Marca (s): ELECTROLUX	Tipo : Lavadora de ropa automática de eje vertical, con capacidad volumétrica del contenedor de ropa, igual o mayor de 45,3 L
Modelo (s): EW114D3CGMW	
<b>Consumo de Energía (kWh/año)</b>	<b>559,23</b>
<b>Factor de Energía (FE)</b>	
Este factor relaciona la capacidad volumétrica, en litros, del contenedor de ropa, con el consumo total de energía en un ciclo de lavado	
Determinado como se establece en la NTE INEN 2659	
<b>FE establecido en la norma (L/kWh/ciclo)</b>	<b>58,5</b>
<b>FE determinado por el fabricante (L/kWh/ciclo)</b>	<b>58,59</b>
Compare el Factor de Energía (FE) de esta lavadora con el de otras de características similares, antes de comprar.	
<b>A MAYOR FACTOR DE ENERGÍA (FE), MAYOR USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS</b>	
<b>IMPORTANTE</b>	
El consumo real dependerá de los hábitos de uso de esta lavadora	
La etiqueta no debe retirarse del producto hasta que haya sido adquirido por el consumidor final	

**Etiquetado de eficiencia energética de lavadora**



**Etiquetado de eficiencia energética de acondicionador de aire 12000 Btu**



**Etiquetado de eficiencia energética de televisor Led**