

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA.**

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Mecánico

**EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS EN EL CONSUMO DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA ASOCIADOS AL USO DE REFRIGERADORES EFICIENTES  
EN EL ECUADOR: “PROGRAMA RENOVA REFRIGERADOR”.**

Autor: Diego Mauricio Álvarez Abad.

Director: Ing. Nelson Jara Cobos.

Cuenca, marzo de 2015

## DECLARATORIA

El trabajo que presento, es original y basado en el proceso y tecnológica establecido en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana. En tal virtud los fundamentos técnicos – científicos y los resultados son exclusiva responsabilidad del autor.

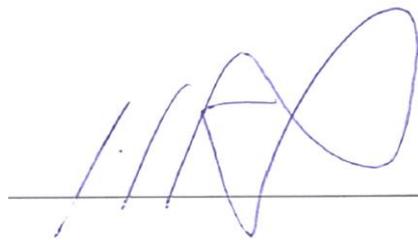
A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la Normativa Institucional vigente.



Diego Mauricio Alvarez Abad

## **CERTIFICO**

Que el presente proyecto de tesis “Evaluación de los Impactos en el Consumo de Energía Eléctrica Asociados al uso de Refrigeradores Eficientes en el Ecuador: “Programa Renova Refrigerador””, realizado por el estudiante: Diego Mauricio Alvarez Abad, fue dirigido por mi persona.



Ing. Nelson Jara Cobos

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado, EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS EN EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA ASOCIADOS AL USO DE REFRIGERADORES EFICIENTES EN EL ECUADOR: “PROGRAMA RENOVA REFRIGERADOR”, ha sido desarrollado con base a un proceso de investigación, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan en el proyecto, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría y los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo son de mi exclusiva responsabilidad.

*Cuenca, 13 marzo del 2015*

Diego Mauricio Alvarez Abad.

## **DEDICATORIA:**

El presente trabajo lo dedico a:

Mis hijos Juan Diego, Martín y Francisco, motores de mi desempeño y razón de mi esfuerzo diario.

Mi esposa Ximena, quien con su amor, paciencia, fortaleza y apoyo permanente está a mi lado en los buenos y malos momentos. Siempre con metas conjuntas en busca de la felicidad.

Mis padres, Kleber y Lia, soportes, fuentes de amor y forjadores de mis valores y convicciones.

## **AGRADECIMIENTOS:**

Un agradecimiento muy profundo al Ing. Juan Leonardo Espinoza Abad, por su aporte desinteresado, guía y enseñanza, para poder realizar este proyecto.

Al Ing. Nelson Jara Cobos, quién creyó, apoyó, motivó y guió la realización de este proyecto. Gracias por su confianza.

A los docentes y personal administrativo de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, por sus enseñanzas y soporte en el cumplimiento de los objetivos estudiantiles.

A la empresa Uniglobe, en especial al Ing. Jorge Carrión y a la Ing. Rocío Segarra, por las facilidades prestadas para la elaboración de este proyecto.

A los Ingenieros Giovanni Mosquera y Christian Buchelli, personeros de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, en la consecución de datos y predisposición para solventar dudas.

A los directivos de la empresa Azende S.A. y en especial al Ing. Ricardo León, por otorgarme las facilidades para terminar este trabajo.

A mis familiares y amigos que nunca dieron por perdido mi esfuerzo.

## Tabla de contenido

Declaración de responsabilidad.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos .....	iv
CAPITULO 1	
INTRODUCCIÓN (OBJETIVOS, ALCANCE) TERMODINÁMICA Y REFRIGERACIÓN	
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 OBJETIVO .....	2
1.3 ALCANCE.....	2
1.4 TERMODINÁMICA Y REFRIGERACIÓN.....	3
1.4.1 CICLO INVERSO DE CARNOT .....	4
1.4.2 COMPONENTES BÁSICOS DE UN REFRIGERADOR DOMÉSTICO .....	5
1.4.1 PERDIDAS DE ENERGÍA.....	7
CAPITULO 2	
<b>DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA DE TRABAJO</b>	
2.1 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA	
2.1.1 INTRODUCCIÓN .....	10
2.1.2 SITUACIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA EN EL ECUADOR .....	11
2.1.3 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA EN EL ECUADOR .....	15
2.2 DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA EN EL ECUADOR .....	18
2.2.1 SITUACIÓN DE LA REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA PREVIA AL PROGRAMA RENOVA .....	20
2.3 POLÍTICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ECUADOR.	
2.3.1 INTRODUCCIÓN .....	23
2.3.1 PLANES DE NORMALIZACIÓN Y ETIQUETADO VIGENTES EN EL ECUADOR .....	25
2.3.2.1 ETIQUETADO DE CONSUMO ENERGÉTICO EN REFRIGERADORAS DE USO DOMÉSTICO .....	30
2.4 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE REFRIGERADORES DOMÉSTICOS DE ACUERDO A PISOS TÉRMICOS DEL ECUADOR.	
2.1.1 INTRODUCCIÓN .....	33

2.4.2 PISOS TÉRMICOS EN ECUADOR .....	35
2.4.2.1 CONDICIONES DEL MÉTODO DE ENSAYO NTE INEN 2206:2009 .....	38

### CAPITULO 3

#### **DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA RENOVA**

3.1 INTRODUCCIÓN.....	41
3.2 ETIQUETADO Y ESTÁNDARES MÍNIMOS DE EFICIENCIA .....	43
3.3 EVOLUCIÓN DE ESTÁNDARES MÍNIMOS DE EFICIENCIA EN PAÍSES DESARROLLADOS .....	44
3.4 EVOLUCIÓN DE ETIQUETADO Y ESTÁNDARES MÍNIMOS DE EFICIENCIA EN AMÉRICA LATINA. ....	47
3.5 RENOVACIÓN TECNOLÓGICA EN OTROS PAÍSES. ....	50
3.5.1 PLAN RENOVE, ESPAÑA .....	51
3.5.1 PROGRAMA CAMBIA TU VIEJO POR UN NUEVO, MEXICO .....	54
3.5.1 PROGRAMA CAMBIA TU NEVERA, AHORRAS TÚ, GANA EL PLANETA Y PROTEGEMOS LA CAPA DE OZONO, COLOMBIA.....	56
3.6 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA RENOVA REFRIGERADOR ECUADOR .....	61
3.6.1 ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL PROGRAMA .....	61
3.6.2 EMPRESAS Y EQUIPOS SELECCIONADOS, PRECIO Y FINANCIAMIENTO PARA LOS BENEFICIARIOS .....	63
3.6.3 PERÍODO DE EJECUCIÓN, CANTIDADES ANUALES Y DISTRIBUCIÓN DE REFRIGERADORAS .....	64
3.6.4 SUSTITUCIÓN DE LAS REFRIGERADORAS .....	66
3.6.5 CHATARRIZACIÓN, MANEJO AMBIENTAL Y DISPOSICIÓN FINAL .....	67
3.6.6 CHATARRIZACIÓN, MANEJO AMBIENTAL Y DISPOSICIÓN FINAL .....	67
3.6.7 FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO .....	70
3.6.8 BENEFICIOS PARA EL USUARIO .....	71
3.6.9 PROCESO PARA ACCEDER AL PROGRAMA.....	72
3.7 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS PARA EL PROGRAMA RENOVA. ....	73
3.7.1 EMPRESAS SELECCIONADAS .....	74

3.7.2 DATOS TÉCNICOS DE EQUIPOS SELECCIONADOS .....	76
3.7.3 DETERMINACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO .....	76
CAPITULO 4	
<b>ANÁLISIS DEL IMPACTO ENERGÉTICO</b>	
4.1 INTRODUCCIÓN.....	80
4.2 CÁLCULO DEL AHORRO ENERGÉTICO .....	80
4.3 RESULTADOS DE AHORRO ENERGÉTICO.....	81
4.4 AVANCE DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA .....	85
CAPITULO 5	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>90</b>
Bibliografía .....	92
<b>ANEXOS .....</b>	<b>iv</b>

# **EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS EN EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA ASOCIADOS AL USO DE REFRIGERADORES EFICIENTES EN EL ECUADOR: “PROGRAMA RENOVA REFRIGERADOR”.**

## **CAPÍTULO 1.**

### **INTRODUCCIÓN (OBJETIVOS, ALCANCE), TERMODINÁMICA Y REFRIGERACIÓN.**

#### **1.1 INTRODUCCIÓN.**

El incremento de la demanda energética a nivel mundial, fundamentada en el desarrollo humano, impulsa a los gobiernos a establecer planes y políticas para mantener control del gasto energético y priorizar la protección ambiental minimizando la emisión de gases de efecto invernadero y particularmente de CO<sub>2</sub>. Los mecanismos para conseguir estos fines son: la racionalización de recursos y el impulso al uso de nuevas tecnologías con mayor eficiencia.

Acorde a esta tendencia mundial en el Ecuador se vienen implementando planes y programas destinados a buscar eficiencia en el consumo energético, principalmente en el uso de energía eléctrica por su facilidad de control y ejecución, entre los que se destacan los programas de sustitución de luminarias incandescentes por fluorescentes compactas, de cocción eficiente (cocinas de inducción) así como el de sustitución de refrigeradores de uso doméstico denominado “Programa Renova Refrigerador”, que busca sustituir 330 000 refrigeradoras con más de 10 años de uso. El programa está en vigencia desde abril del 2011, y “se espera obtener un ahorro de energía eléctrica de 215.780 MWh/año con un ahorro económico de USD 26’972.550 considerando un costo de la energía de 12,5 cUSD/kWh”<sup>1</sup>.

Con el reemplazo de refrigeradoras de uso doméstico ineficientes por equipos nuevos y eficientes, se pretende contribuir a la reducción de la creciente demanda de energía eléctrica en el país, inculcar hábitos adecuados y de uso racional de la energía, realizar una renovación tecnológica de equipos que además brindará un impulso a la industria nacional, temas que se esperan representen ingentes beneficios económicos por el ahorro en inversión en generación de energía y mejor calidad de vida a los Ecuatorianos, otorgando además la posibilidad de brindar mayor cobertura

---

<sup>1</sup> (Ministerio de Electricidad y energía renovable (MEER), 2014)

de abastecimiento de energía eléctrica debido a que el incremento de la oferta no estará destinado en su mayor porcentaje los usuarios existentes.

## **1.2 OBJETIVOS.**

Los objetivos de esta tesis son:

- ✓ Evaluar los impactos en el consumo de energía eléctrica asociados al uso de refrigeradores domésticos eficientes en Ecuador, tomando como base la implementación del “Programa Renova Refrigerador”
- ✓ Analizar el estado actual de la refrigeración doméstica, sus niveles de eficiencia energética, normativa y políticas.
- ✓ Determinar el consumo de energía eléctrica de refrigeradores domésticos de acuerdo a la realidad de pisos térmicos en el Ecuador.
- ✓ Establecer análisis comparativos de los equipos de refrigeración doméstica seleccionados para el programa Renova, en función de normas y etiquetado eficiente utilizados en algunos países de América y Europa.
- ✓ Determinar el impacto energético que significa para el Ecuador, la sustitución de equipos de refrigeración doméstica del Programa Renova Refrigerador, la proyección del consumo y el cumplimiento de los objetivos.

## **1.3 ALCANCE.**

Este documento analiza el actual y el potencial ahorro en el consumo de energía eléctrica en el Ecuador, debido a la implementación del “Programa Renova Refrigerador” que propone la sustitución de refrigeradores ineficientes de uso doméstico por equipos de mayor eficiencia, tomando como referencia el área de cobertura de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, y proyectándola hacia el País.

Para el análisis técnico de este estudio, se describen los principios termodinámicos aplicados a la refrigeración como una introducción de terminología y conceptos de referencia, con la base termodinámica se analiza de desempeño energético de las refrigeradoras escogidas para el programa de sustitución en las

diferentes regiones geográficas del país (costa, sierra y oriente) bajo el cumplimiento de normativas vigentes.

Se revisa y compara las tendencias de equipos eficientes de refrigeración doméstica en América y Europa contra los equipos del programa, así como el etiquetado eficiente y el impacto de la implementación de programas similares en otros países.

Se compara contra normas establecidas la eficiencia de los refrigeradores de uso doméstico escogidos para el programa Renova y determina qué equipo aporta mejores resultados en función de sus características mecánicas y eléctricas en las diferentes regiones del país.

Con datos de las empresas de distribución de energía eléctrica y el uso de indicadores de eficiencia se valida el estado de implementación del programa Renova en función de los equipos sustituidos, analizando el impacto de ahorro energético logrado, su proyección hasta cumplir el quinto año de inicio del mismo (primer período del programa), el cumplimiento de objetivos del programa y posibles ahorros de continuar la sustitución luego de los 5 años.

#### **1.4 TERMODINÁMICA Y REFRIGERACIÓN.**

Se define como refrigeración doméstica a la acción de enfriar en cámaras especiales, a temperaturas próximas a cero grados Celsius, alimentos, productos, etc., para su conservación.

El enfriamiento a temperaturas menores que la de los alrededores no es un sistema natural, según indica la ley cero de la termodinámica: “Si dos cuerpos permanecen en equilibrio térmico con un tercero, entonces estarán en equilibrio térmico entre sí, y por ende, presentan una misma temperatura”<sup>2</sup>. Por lo tanto para lograr el enfriamiento de productos de uso doméstico, es necesario un equipo que realice este trabajo, este equipo por la acción de enfriar se lo ha denominado refrigerador.

---

<sup>2</sup> (Burghardt, 1984 segunda edición, pág. 23)

Los refrigeradores son máquinas térmicas que trabajan con ciclos de funcionamiento basados en la termodinámica, existen de diversos tipos como el de absorción, el de adsorción y el de compresión de vapor. Los dos primeros no son muy utilizados en la refrigeración doméstica debido a: su mayor costo, la necesidad de calor como fuente primaria de energía, su bajo desarrollo actual (sólo hay unos pocos fabricantes en el mercado), su mayor tamaño para igual potencia frigorífica y, su menor COP (Coefficient of performance – Medición de rendimiento de los equipos de refrigeración) referenciado al uso de electricidad como energía primaria, por tanto no serán considerados en este análisis.

### 1.4.1. CICLO INVERSO DE CARNOT.

El ciclo de Carnot invertido es la base de estudio del ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor. En la Figura 1.1, se muestra un esquema de equipo para tal ciclo, junto con diagramas Temperatura – Entropía y Presión - Entalpía ( $T_s$  y  $Ph$ ) del ciclo ideal. El vapor saturado en el estado 1 se comprime isoentrópicamente a vapor sobrecalentado en el estado 2. El vapor refrigerante entra a un condensador, de donde se extrae calor a presión constante hasta que el fluido se convierte en líquido saturado en el estado 3. Para que el fluido regrese a presión más baja, se expande adiabáticamente en una válvula o un tubo capilar hasta el estado 4. El proceso 3-4 es una estrangulación y  $h_3=h_4$ . En el estado 4, el refrigerante es una mezcla húmeda de baja calidad. Finalmente, pasa por el evaporador a presión constante. De la fuente de baja temperatura entra calor al evaporador, convirtiendo el fluido en vapor saturado y se completa el ciclo.

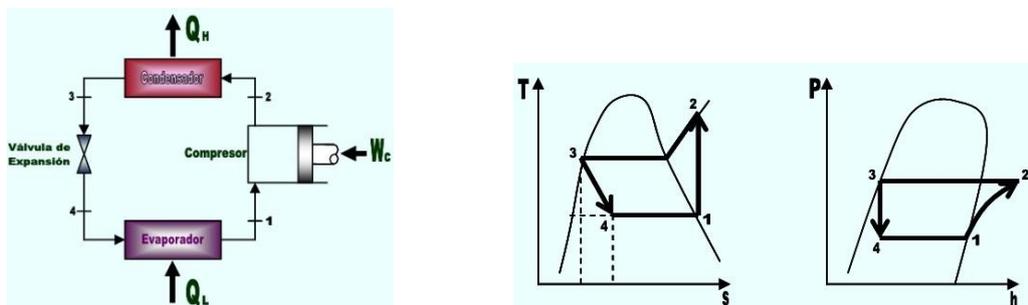


Fig. 1.1. Esquema de la maquinaria y los diagramas  $T_s$  y  $Ph$  de un ciclo de refrigeración por compresión de vapor.

Fuente: (Universidad Nacional Experimental del Táchira, 2005)

Todo el proceso 4-1 y una gran parte del proceso 2-3 ocurren a temperatura constante.

A diferencia de muchos otros ciclos ideales, el ciclo de compresión de vapor que se presenta en la Figura 1.1, contiene un proceso irreversible que es el proceso de estrangulación. Idealmente, las demás partes del ciclo son reversibles.<sup>3</sup>

El rendimiento de las máquinas de ciclo inverso de Carnot se expresan por el COP (coefficient of performance) o coeficiente de funcionamiento CF, se fundamenta en la razón del efecto deseado entre el consumo energético para su obtención. Para el caso de uso de un gas ideal, el COP es<sup>4</sup>:

$$COP = \frac{Q_{ENTRA}}{W_{NETO}} = \frac{T_C}{T_H - T_C}$$

Donde:

- $Q_{ENTRA}$  = Energía calorífica extraída de la región fría.
- $W_{NETO}$  = Potencia requerida para la operación del sistema.
- $T_C$  = Temperatura del depósito frío.
- $T_H$  = Temperatura del depósito caliente (para refrigeración doméstica puede ser la temperatura ambiente).

#### **1.4.2. COMPONENTES BÁSICOS DE UN REFRIGERADOR DOMÉSTICO:**

Del ciclo teórico analizado anteriormente, se deduce que un sistema de refrigeración puede construirse sometiendo a un fluido (gas) a cuatro fases sucesivas de compresión, condensación, expansión y evaporación, en un circuito cerrado, tal como se muestra en la figura 1.2.

---

<sup>3</sup> (Universidad Nacional Experimental del Táchira, 2005)

<sup>4</sup> (Burghardt, 1984 segunda edición)

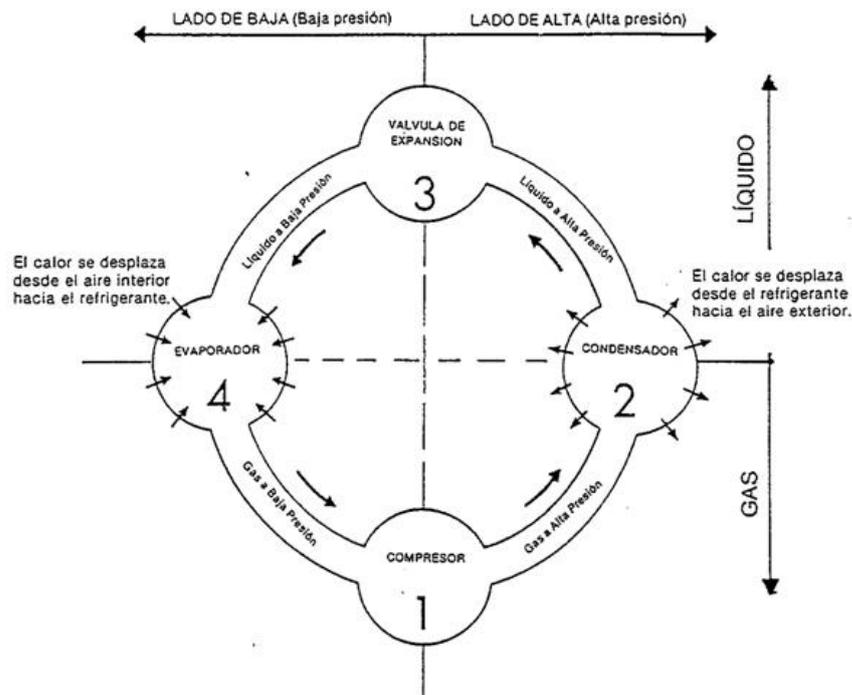


Figura 1.2. Cambios de estado del gas de enfriamiento en un refrigerador doméstico.  
Fuente: Constitución y funcionamiento de un frigorífico doméstico.<sup>5</sup>

El ciclo termodinámico inverso de Carnot traducido a elementos que conformar el refrigerador doméstico se puede ilustrar se muestra en la figura 1.3.

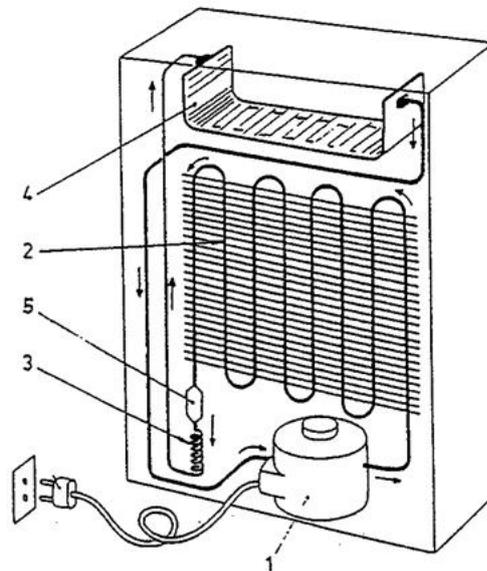


Figura 1.3. Elementos constitutivos de un refrigerador doméstico.  
Fuente: Constitución y funcionamiento de un frigorífico doméstico.

La descripción del ciclo inverso de Carnot sería:

- ✓ El refrigerante alojado en el compresor (1) como gas a baja presión, se comprime y sale de él como gas a alta presión.

<sup>5</sup> (GOBIERNO DE ARAGON, 2013)

- ✓ A continuación el gas llega al condensador (2), donde se condensa, al estar cada vez más comprimido, puesto que la sección de paso es cada vez menor en la válvula de expansión, con lo que no permite fluir todo el caudal impulsado por el compresor, cediendo el calor latente de condensación al exterior (foco caliente).
- ✓ Al atravesar la válvula de expansión (3), el fluido se expande, perdiendo presión mientras se dirige hacia el evaporador (4), al llegar a éste, absorbe calor del entorno (foco frío) al transformarse el fluido de nuevo de líquido a gas.
- ✓ Como gas a baja presión es de nuevo aspirado por el compresor cerrándose el ciclo completo.

### 1.4.3. PERDIDAS DE ENERGÍA.

Los sistemas energéticos modernos, constituyen complejos sistemas de explotación y múltiples conversiones en su transporte y almacenamiento de la energía, con pérdidas en cada una de estas etapas, para recién ahí llegar a convertirse en el trabajo o acción deseada. Como ejemplo se puede citar al rendimiento de las lámparas de uso doméstico del tipo incandescente con alimentación de energía proveniente de una termoeléctrica. Apenas el 2% es energía visible con relación a la energía contenida en los combustibles quemados<sup>6</sup>.

La primera ley de la termodinámica indica “la energía no puede crearse ni destruirse, se transforma en otros tipos de energía, manteniendo un balance exacto entre la energía de entrada y la de salida”. La ecuación de esta ley es<sup>7</sup>:

$$E_2 - E_1 + E(t) = Q - W$$

Donde  $E_2 - E_1 = \Delta E$  es el cambio de energía almacenado en los estados frontera 1 y 2 del sistema,  $E(t)$  define los cambios de energía en estado no estacionario, en estado estacionario este valor es cero.  $Q$  es el calor añadido y  $W$  es el trabajo realizado por el sistema.

En base a esta ley fundamental, se puede definir que la eficiencia energética es el cociente entre la energía aprovechada y la energía consumida para cualquier equipo o proceso:

---

<sup>6</sup> (Horta, 2010)

<sup>7</sup> (Eric, 1989)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Energía aprovechada}}{\text{Energía consumida}}$$

En termodinámica, un proceso ideal sin pérdidas es cuando se puede revertir en su totalidad el mismo, obteniéndose una restitución perfecta de las condiciones iniciales del sistema. Los procesos reales son irreversibles, e implican pérdidas permanentes.

Conociendo que la reversibilidad es imposible en un proceso real en los sistemas energéticos ya que se incurre en cambios de propiedades o del sistema para lograrlo. En termodinámica es un concepto valioso para evaluar a estos sistemas (posibilidad de recuperar su situación inicial luego de los cambios) y por tanto deducir que un proceso será peor (menos eficiente) cuanto más se aleje de la operación de un proceso reversible, transformado toda la energía no aprovechable en pérdidas. Este proceso está basado en la segunda ley de la Termodinámica: la ley de la entropía.

Buscando el uso racional de energía, las pérdidas de energía pueden ser consideradas en dos grandes grupos:

- ✓ Las pérdidas irreversibles o evitables frente a un proceso ideal como las pérdidas térmicas en motores eléctricos.
- ✓ Las pérdidas reversibles o inevitables como parte del calor liberado por una bombilla eléctrica de tipo incandescente.

El indicador correcto de medición de pérdida energética debería ser la Entropía generada en los procesos energéticos, pero razones de orden práctico en su aplicación restringen por el momento el análisis de balances basados en entropía, realizando comúnmente análisis energéticos para determinar pérdidas, que no considera la calidad termodinámica de los flujos energéticos.

En 1956 Ran propuso el análisis energético mediante la propiedad termodinámica denominada Exergía, que se define como la porción de la energía que puede ser transformada en trabajo. “Mientras en los balances energéticos la energía no se crea ni se destruye, en los balances exergéticos se observa una

destrucción de la exergía, que podría ser tomada como una medida de la eficiencia de los sistemas exergéticos”.<sup>8</sup>

“La exergía determina de forma cuantitativa el valor termodinámico de cualquier recurso, y permite analizar rigurosamente el desperdicio de los recursos en las actividades de la sociedad, estableciendo pautas para su ahorro y uso eficiente”.<sup>9</sup>

La eficiencia de un sistema, en función de la exergía se podría definir con la siguiente expresión:

$$Eficiencia = \frac{Efecto\ energético\ útil\ deseado}{Consumo\ energético}$$

En el siguiente capítulo se presenta la metodología de trabajo, describiendo previamente el estado actual de la refrigeración doméstica en Ecuador y la situación energética nacional, donde se incluye las normas y políticas de eficiencia energética vigentes en Ecuador. Un especial análisis merece la comparación entre los pisos térmicos de las distintas regiones naturales del país.

En el capítulo 3 se describen los beneficios de las normativas, estándares y etiquetado energético en diferentes regiones del mundo, resaltando los casos de éxito. Se referencian planes de renovación tecnológica aplicados en otros países, la descripción del programa Renova Ecuador, y el análisis de consumo energético de los equipos del programa Renova Refrigerador.

Finalmente, el capítulo 4 presenta los resultados de la implementación del programa en el país realizando el seguimiento a manera de muestra del impacto de consumo energético en beneficiarios del programa, el cumplimiento de los objetivos y avance hasta la fecha del mismo.

---

<sup>8</sup> (Horta, 2010)

<sup>9</sup> (Horta, 2010)

## **CAPÍTULO 2.**

### **DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA DE TRABAJO.**

#### **2.1 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA EN EL ECUADOR.**

##### **2.1.1 INTRODUCCIÓN:**

La industria de electrodomésticos comprende dos grandes líneas de producción: la línea blanca y los enseres menores.

Dentro de la línea blanca está la producción de refrigeradoras, cocinas, lavadoras, secadoras, aires acondicionados, calentadores; hornos microondas, vitrinas frigoríficas, congeladores, lavavajillas; mientras que los enseres menores se refieren a licuadoras, planchas, secadores de pelo, cocinas, hornos empotrables, productos de cocinas como campanas extractoras, cocinetas, así como productos de limpieza general, aspiradoras, abrillantadoras, etc.

En el país, la mayor producción de línea blanca involucra la fabricación y ensamblaje de productos de refrigeración doméstica y comercial, enseres menores de cocina, enseres menores personales, enseres menores y mayores de calefacción y cocinas y hornos.

“La industria nacional de línea blanca se abastece en alrededor del 50% con partes y piezas que se fabrican en el país. El resto se importa, sin embargo, el sector considera que un 30% de lo que se compra al exterior se podría sustituir con la producción local”<sup>10</sup>.

La producción nacional de este sector está conformado por empresas ensambladoras, empresas de elaboración de autopartes y las empresas distribuidoras.

Según datos de participación del mercado hasta el 2010, “las empresas más importantes en el ensamblaje de artículos de línea blanca (cocinas y refrigeradoras) son: Mabe (16%), Indurama (32%), Durex (36%) y Ecogar – Ecasa (15%). Además, se estima que existirían alrededor de 200 pequeñas y medianas empresas fabricantes de partes y piezas que abastecen a esta industria. Mientras que las cadenas de

---

<sup>10</sup> (Varela, 2011)

distribución grandes son más de 10 y las pequeñas sobrepasarían las 200 en todo el país”<sup>11</sup>.

La participación de productores de línea blanca en el Ecuador se ha dinamizado considerablemente, llegando a una contribución del 76,2% del total del mercado de electrodomésticos. Principalmente debido a las remesas recibidas del extranjero y sobre todo a las salvaguardas para proteger al sector, otorgadas por el gobierno nacional en octubre del 2007 en donde se decide que el incremento arancelario se aplique hasta un techo del 30% a las importaciones de varios productos, entre ellos los artefactos de línea blanca. Es así como, las ventas locales entre los años 2005 al 2010, se incrementan en 72,1 millones de dólares lo que representa un 54,5% más que en el 2001. Esto implica una sustitución de importaciones importante dentro del sector.<sup>12</sup>

### **2.1.2 SITUACIÓN ENERGÉTICA EN EL ECUADOR.**

Para iniciar un análisis de la realidad de la refrigeración doméstica en el Ecuador, es fundamental conocer la situación eléctrica previa a la implementación del programa de renovación tecnológica “Renova Refrigerador”, el crecimiento de oferta y demanda energética, y las estadísticas de equipos de refrigeración existentes en el país.

La potencia nominal y efectiva generada en el Ecuador durante el 2010 en las que se excluye las interconexiones internacionales fueron de 5.142,68 MW y de 4.761,39 MW respectivamente, a esto se deben sumar 650 MW y 635 MW para la potencia nominal y efectiva correspondientes a las interconexiones internacionales con Colombia y Perú. Las potencias de generación indicadas, se pueden desagregar en energía renovable de 45,62% y 48,54% para la nominal y efectiva respectivamente y en las no renovables de 54,38% y 51,46% para la nominal y efectiva. Cabe señalar que esta información considera como energía renovable a la generada en las centrales térmicas de los ingenios azucareros por utilizar el bagazo de caña como combustible (biomasa). Los datos se detallan en la tabla 2.1.

---

<sup>11</sup> (Varela, 2011)

<sup>12</sup> (Varela, 2011)

Tabla 2.1.- Potencia por tipo de energía y tipo de central.

Tipo de energía	Tipo de Central	Potencia Nominal		Potencia Efectiva	
		MW	%	MW	%
Renovable	Hidráulica	2.242,42	43,60	2.215,19	46,52
	Térmica Turbovapor (1)	101,30	1,97	93,40	1,96
	Eólica	2,40	0,05	2,40	0,05
	Solar	0,02	0,00	0,02	0,00
<b>Total Renovable</b>		<b>2.346,13</b>	<b>45,62</b>	<b>2.311,01</b>	<b>48,54</b>
No Renovable	Térmica MCI	1.259,56	24,49	1.022,48	21,47
	Térmica Turbogas	1.078,99	20,98	973,90	20,45
	Térmica Turbovapor	458,00	8,91	454,00	9,54
<b>Total No Renovable</b>		<b>2.796,55</b>	<b>54,38</b>	<b>2.450,38</b>	<b>51,46</b>
<b>Total general</b>		<b>5.142,68</b>	<b>100,00</b>	<b>4.761,39</b>	<b>100,00</b>

(1) Corresponde a la generación, cuyo combustible es la Biomasa (Bagazo de caña).

Fuente: CONELEC, boletín estadístico sector eléctrico ecuatoriano 2010.

Los datos de la tabla anterior denotan la significativa dependencia de la utilización de derivados de petróleo ya que el 51,46% de energía eléctrica efectiva proviene de centrales térmicas (no renovables), que utilizan estos combustibles.

En la siguiente figura se muestra porcentualmente la potencia de las centrales eléctricas en función de su principio de funcionamiento o fuente primaria de accionamiento por tipo de central, en las que las de biomasa (ingenios azucareros) se incluyen dentro de las de turbo vapor.

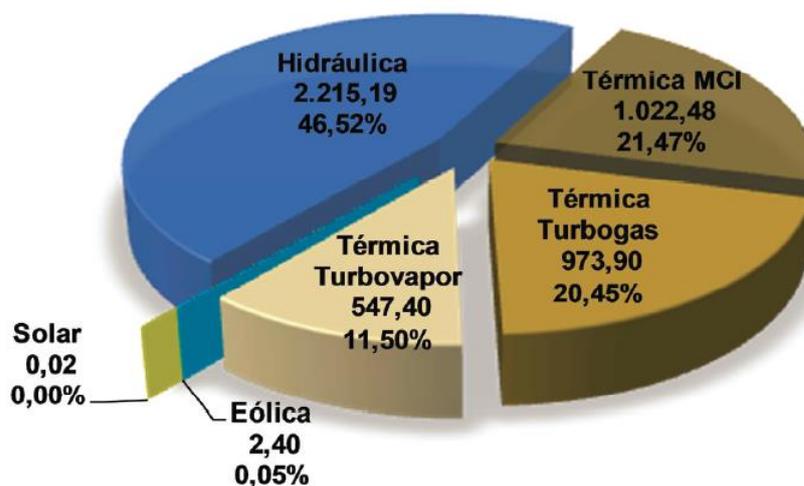
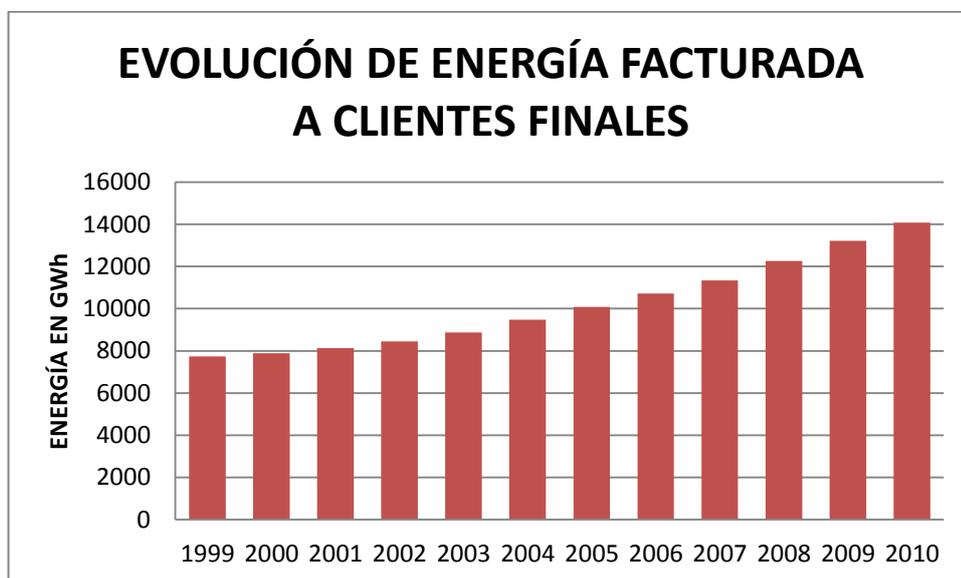


Figura 2.1.- Potencia efectiva por tipo de central.

Fuente: CONELEC, boletín estadístico sector eléctrico ecuatoriano 2010.

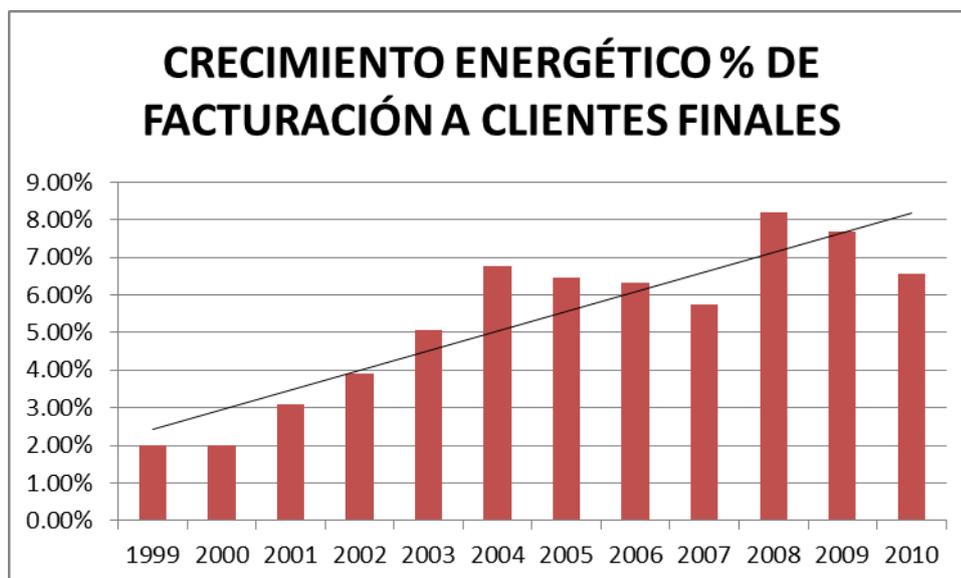
La potencia, es la cantidad de energía entregada o recibida por un elemento en un tiempo determinado, su unidad es el Watt o vatio (W), y corresponde a los datos analizados anteriormente, en la distribución en los sistemas eléctricos la potencia disponible es la fuente energética que cubre la demanda energética en las horas pico de consumo, mientras que la energía es la potencia utilizada en un tiempo

determinado y su unidad es el Julio (J), en sistemas de distribución eléctricos es más común utilizar el Wh (vatio hora) con sus múltiplos. La energía eléctrica entregada hasta el 2010 se resume en la siguiente información:



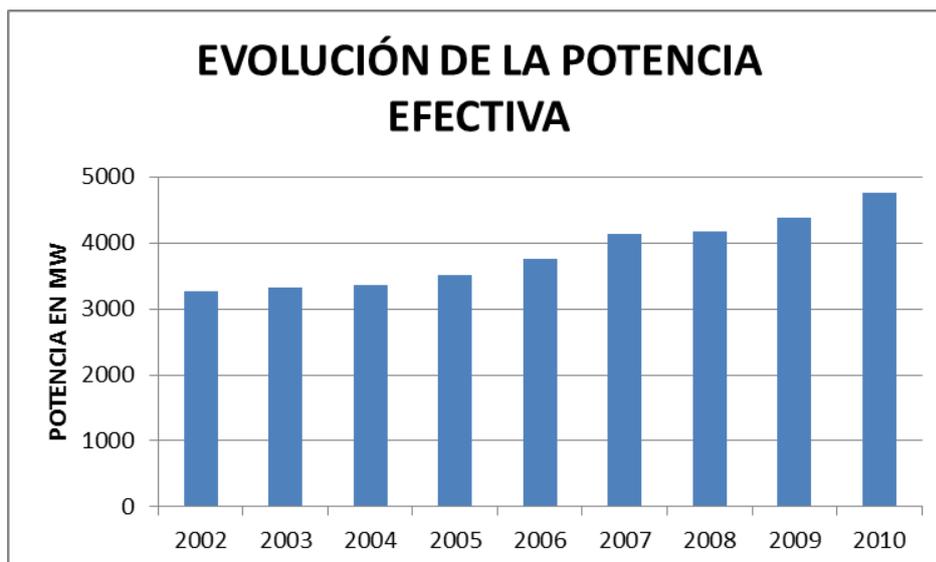
*Figura 2.2.- Energía anual (GWh) facturado a clientes finales.*

*Fuente: CONELEC, boletín estadístico sector eléctrico ecuatoriano 2010, elaboración propia.*



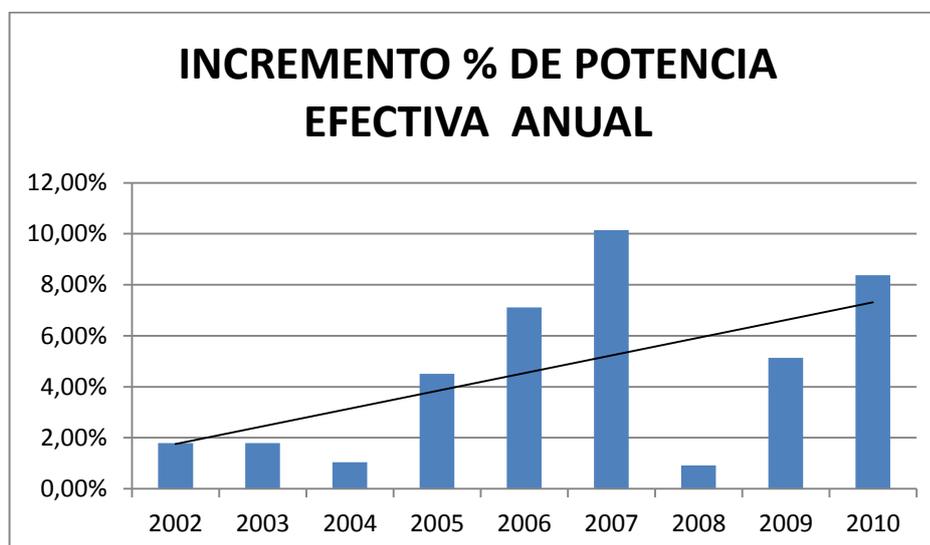
*Figura 2.3.- Crecimiento energético anual porcentual facturado a clientes finales.*

*Fuente: CONELEC, boletín estadístico sector eléctrico ecuatoriano 2010, elaboración propia.*



*Figura 2.4.- Evolución de la potencia efectiva en MW.*

*Fuente: CONELEC, Estadísticas de sector eléctrico ecuatoriano 2011, elaboración propia.*



*Figura 2.5.- Incremento anual de la potencia efectiva.*

*Fuente: CONELEC, Estadísticas de sector eléctrico ecuatoriano 2011, elaboración propia.*

El crecimiento en la generación eléctrica (potencia efectiva) desde el 2002 al 2010 fue del 45,78%, con el mayor incremento del año 2006 al 2007 superior al 10% principalmente por la incorporación de Hidropastaza y nuevas centrales termoeléctricas, el promedio anual de crecimiento fue del 5,51%. Figuras 2.4 y 2.5.

La facturación de energía a clientes finales tiene un promedio del crecimiento anual del 5,62%, con un incremento considerable en el 2008 de más del 8%. Figuras 2.2 y 2.3.

La distribución o consumo de energía eléctrica en el Ecuador al 2010 se desagrega de la siguiente manera:

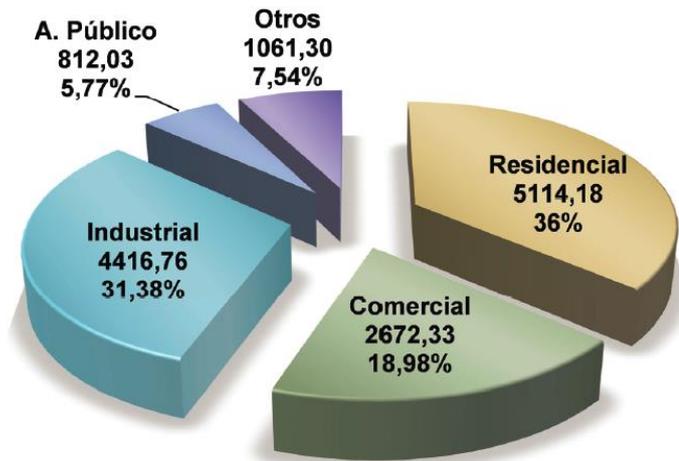


Figura 2.6.- Composición de facturación de energía eléctrica a clientes finales por sector de consumo en GWh.

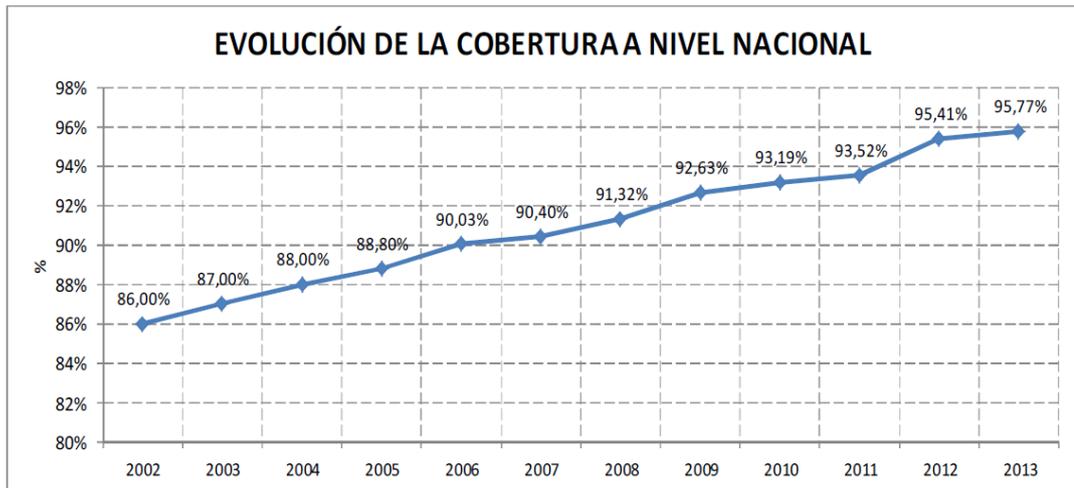
Fuente: CONELEC, Estadísticas de sector eléctrico ecuatoriano 2010.

Se evidencia que el mayor consumidor de energía eléctrica en el país es el sector residencial, y el más influyente en los consumos de horas pico principalmente de 18:00 a 22:00 hrs.

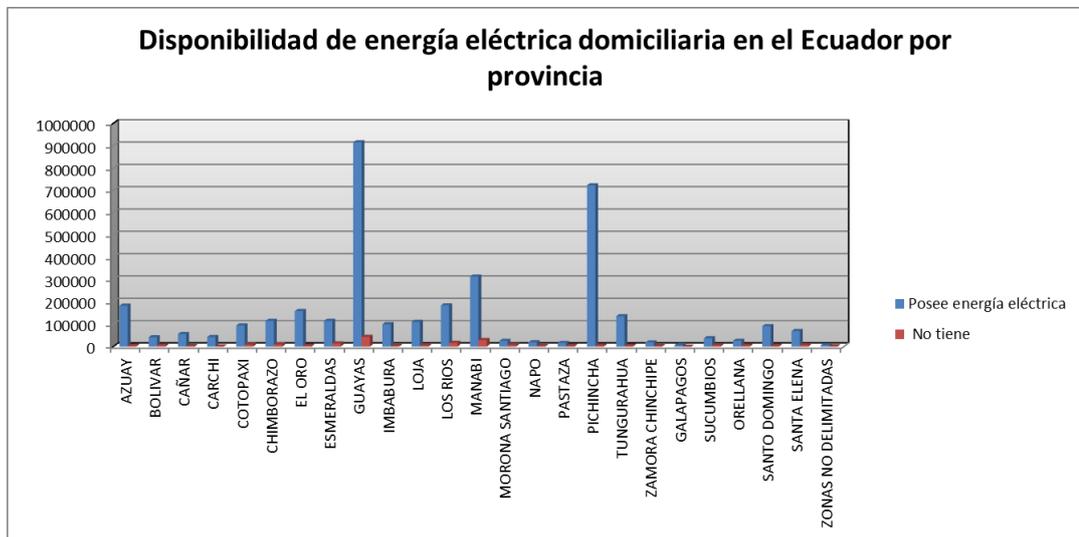
### 2.1.3 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA RESIDENCIAL EN EL ECUADOR.

El acceso a la energía eléctrica en el Ecuador según el censo de población y vivienda del 2010 indica que un 5,2% de los hogares no poseen energía eléctrica, con porcentajes de ausencia de energía eléctrica en los hogares mayores al 11% en el sector rural de las provincias de Sucumbios, Orellana, Napo, Morona Santiago, Zamora Chinchipe, Esmeraldas y de Bolívar con respecto a su total provincial. También se detallan otras fuentes de consecución de energía eléctrica que constituye un 1,7% respecto del total de usuarios con disponibilidad de electricidad. Ver figuras 2.8, 2.9 y 2.10.

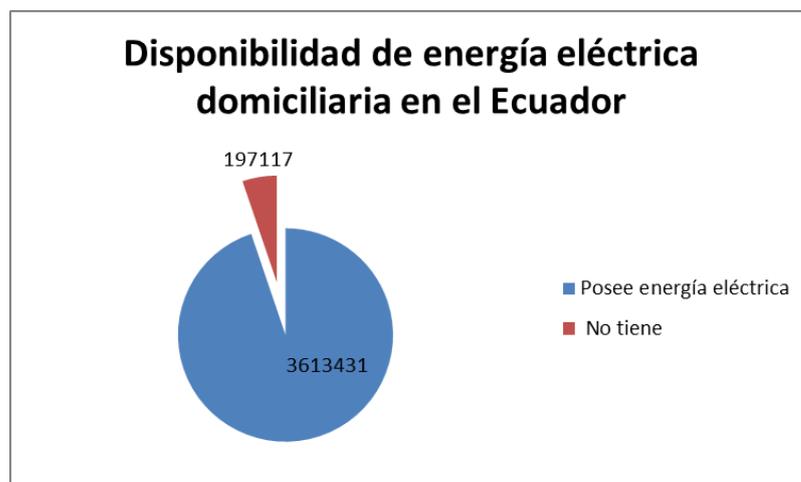
La cobertura (número de clientes reportados por las distribuidoras, respecto al número de viviendas calculado) de las empresas distribuidoras alcanza un 93.19% en el país, y la curva de crecimiento de la cobertura hasta el año 2013 se puede apreciar en la figura 2.7.



*Figura 2.7.- Porcentaje de cobertura del sector eléctrico.  
Fuente: MEER plan estratégico institucional 2014 - 2017.*



*Figura 2.8.- Disponibilidad de energía eléctrica en el Ecuador por provincia.  
Fuente: INEC censo de población y vivienda 2010, Elaboración propia.*



*Figura 2.9.- Disponibilidad de energía eléctrica en el Ecuador.  
Fuente: INEC censo de población y vivienda 2010, Elaboración propia.*

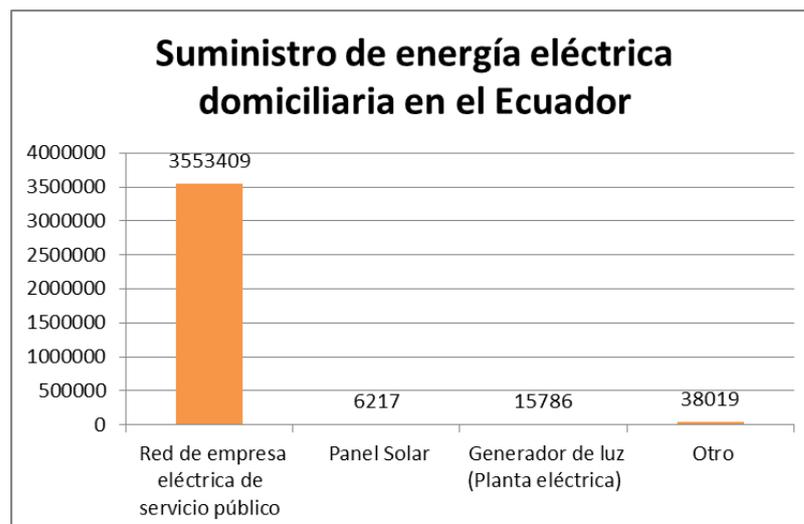


Figura 2.10.- Fuente de suministro de energía eléctrica en el Ecuador.  
Fuente: INEC censo de población y vivienda 2010, Elaboración propia.

Como se observa en la figura 2.8, la provincia de mayor cantidad de abonados es Guayas, esta provincia tiene hasta el 2010, 43 548 domicilios sin acceso a energía eléctrica, que corresponde aproximadamente al 5% del total provincial, una cobertura de la empresa de distribución del 91,92% y el porcentaje restante se abastece por otras fuentes de suministro. Según el plan estratégico institucional 2014 al 2017, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable – MEER tiene como objetivo la cobertura del 96,88 % del servicio de energía eléctrica nacional con el servicio de distribución público.

Hasta el 2010, la caracterización del consumo de los usos finales de la energía eléctrica de usuarios residenciales del Ecuador, oficialmente no estaba actualizado, el último estudio oficial fue realizado en el año 1991 por el desaparecido INECEL (Instituto Ecuatoriano de Electrificación), y son los datos que usó el MEER para el diseño y análisis de implementación programa Renova Refrigerador. En el año 2010 el MEER, mediante consultoría, realizó un nuevo análisis para algunas ciudades en las que se evaluó el consumo de Iluminación, refrigeración, calentamiento de agua y otros (dentro de esta categoría se encuentra la cocción con energía eléctrica) obteniendo los datos que se muestran en la tabla 2.2. La elaboración del estudio de usos finales de energía se basó en la medición y elaboración de curvas de carga y encuestas de percepción de uso, siguiendo la metodología de Neyman.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> (Martinez, 2010)

Tabla 2.2.- Usos finales de energía eléctrica en el sector residencial.

USOS FINALES DE ENERGIA MEDICIONES Y ENCUESTAS. ESTRATO RESIDENCIAL												
KWh mes	Mediciones				Encuesta							
	Ilum	Refri	Cal	Otros	Ilum	Cocción	Cal. Agua	Refri	Aire	Limpieza	Audio y Video	Otros
QUITO	17%	36%	24%	27%	10%	8%	11%	47%	0%	7%	13%	4%
GUAYQUIL	12%	41%	7%	40%	8%	7%	1%	60%	8%	5%	8%	3%
CUENCA	12%	46%	13%	29%	23%	6%	2%	41%	0%	9%	14%	5%
MANTA	13%	46%	6%	35%	8%	10%	0%	47%	19%	5%	8%	3%
N.LOJA	13%	47%	17%	23%	22%	5%	0%	52%	3%	4%	9%	5%

Fuente: MEER. (2010) a. Estudios de demanda por subsectores y usos finales de la energía eléctrica.

Tomando promedios de las mediciones, y por simple observación directa de la tabla anterior, se determina que el consumo mayor está en los equipos de refrigeración domésticos con un promedio de 43,2%, cabe señalar que el alto porcentaje de “otros” en las ciudades de Guayaquil, Manta y Nueva Loja, que son de clima tropical, es debido al uso de sistemas de acondicionamiento de aire.

El consumo de otros, involucra también a computadores, equipos de audio y video, accesorios de cocina, limpieza, etc.

Los datos de las encuestas constituyen una información importante y complementaria a las mediciones, según el método utilizado se configura como una herramienta de validación de las mismas.

## 2.2 DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA EN EL ECUADOR.

Según datos del INEC, tomados de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares Urbanos y Rurales 2011-2012 (ENIGHUR), existen 2'964.148 refrigeradores en los hogares de los ecuatorianos, lo que involucra un índice de penetración del 75,96%.

En la Tabla 3 se detalla más información con respecto a la disponibilidad de equipos de refrigeración doméstica en el Ecuador:

Tabla 2.3.- Unidades de hogares con refrigeradores domésticos en Ecuador por región geográfica.

	Total Costa	Total Sierra	Total Oriente	Total Galápagos	Total País
Unidades	1,620,605	1,219,039	116,986	7,518	2,964,148
% Penetración	80.1%	71.2%	65.2%	86.5%	75.6%

Fuente: INEC, ENIGHUR 2011-2012, Elaboración Propia.

Se advierte con claridad que el clima (temperatura ambiente), es fundamental para la adquisición de equipos de refrigeración domésticos como se evidencia en la mayor penetración de refrigeradores en la región Costa y Galápagos, figuras 2.11 y 2.12. Otra fuerte influencia en la tenencia de estos equipos es la cultural y la situación socio – económica como es el caso de tendencia más baja de penetración de equipos en la Sierra y el Oriente.

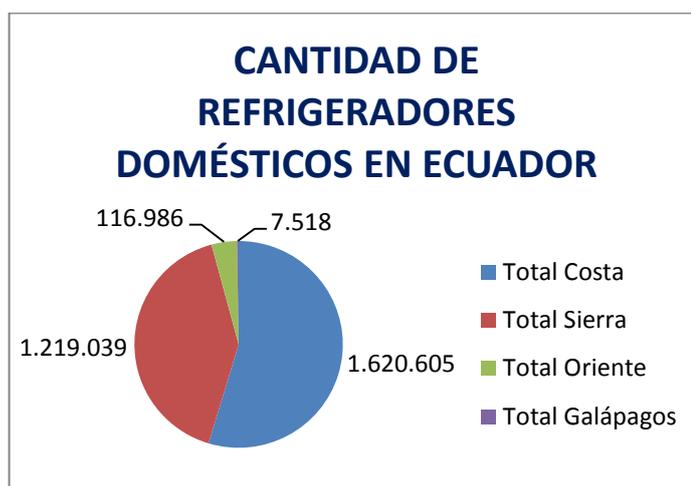


Figura 2.11.- Distribución regional de refrigeradores domésticos en Ecuador.  
Fuente: INEC, ENIGHUR 2011-2012, Elaboración Propia.

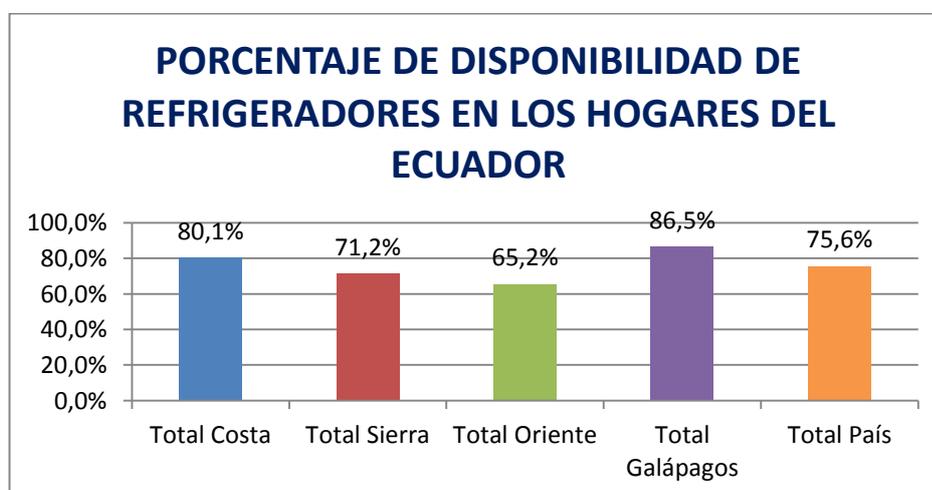


Figura 2.12.- Porcentaje regional de penetración de refrigeradores domésticos en Ecuador.  
Fuente: INEC, ENIGHUR 2011-2012, Elaboración Propia.

La tabla 2.4 proporciona información de potenciales clientes para el programa de renovación tecnológica de refrigeradores basado en una proyección realizada por el MEER en el 2009, con segmentación en función de la energía consumida por cliente en Kwh/mes. Se determina que la mayoría de abonados del país se encuentra dentro de la tarifa de consumo energético de hasta 200 Kwh.

*Tabla 2.4.- Proyección de posesión de refrigeradoras domésticas.*

<b>Estrato (kWh/mes)</b>	<b>SIERRA Porcentaje</b>	<b>SIERRA equipos</b>	<b>COSTAY ORIENTE Porcentaje</b>	<b>COSTAY ORIENTE equipos</b>	<b>TOTAL</b>
0 a 50	21,05 %	117 171	48,28 %	252 000	369 171
51 a 130	48,03%	283 890	67,37%	334 688	618 588
131 a 200	75,00 %	207 254	86,36 %	184 900	392 154
<b>Total</b>	N/A	608 315	N/A	771 588	1 379 904

*Fuente: Estadísticas de usuarios residenciales por empresas eléctricas del año 2009, elaborado por el MEER.*

De los datos expuestos y considerando que un 25% de usuarios de la tarifa de hasta 200 Kwh decida renovar su equipo de refrigeración en los próximos años, existe un aproximado de 330 000 equipos, que es la base que proyecta el MEER para el programa Renova Refrigerador.

### **2.2.1 SITUACIÓN DE LA REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA PREVIA AL PROGRAMA RENOVA.**

En el año 2009 entra en vigencia el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 035:2009, “Eficiencia energética en artefactos de refrigeración de uso doméstico. Reporte de consumo de energía, métodos de prueba y etiquetado” sean de fabricación nacional o importados que se comercialicen en la República del Ecuador. Este reglamento técnico establece la obligatoriedad de que los equipos de refrigeración doméstica de hasta 850 litros (30 pies cúbicos aproximadamente), informen el consumo energético y clasifique la eficiencia del equipo con letras de la A a la G, siendo A el equipo más eficiente y G el menos eficiente. El 18 de marzo del 2010 se produce la primera modificatoria en la que se permite únicamente la comercialización de refrigeradores del tipo A, B y C en equipos menores o iguales a 500 litros, y de la categoría a A a la D en artefactos mayores a 500 litros. Luego se

produce la segunda modificación que permite la comercialización desde el 01 diciembre del 2010 al 01 de marzo del 2011, únicamente de clase A y B, y únicamente clase A a partir del 02 de marzo del 2011, para refrigeradores domésticos de hasta 850 litros, operados por compresor hermético. Es decir, a partir del 18 de marzo del 2010 se incorpora por primera vez el control mediante el uso de estándares mínimos de eficiencia energética, que han provocado muchas ventajas en otros países como se verá más adelante.

En el país hasta esa época se producían y comercializaban de forma masiva refrigeradores con eficiencia menores a las tipo A actuales, equipos que por su tecnología deficiente tenían una relación directa con su precio de comercialización, es decir a mayor eficiencia mayor precio, por tanto y por desconocimiento del usuario del ahorro que en el tiempo podía incurrir debido a la reducción de consumo energético, se optaba por la decisión de equipos más baratos pero menos eficientes, lo que llenó al país de artefactos de alto consumo energético, que comúnmente consumen de 2 a 3 veces más que un equipo eficiente.

Según el Anexo Técnico Renova del MEER, se indica que hasta el 2007 se comercializaron refrigeradoras de eficiencia energética E a G, con un consumo promedio de 735 kWh/año. Luego de la implementación del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 035:2009, los consumos de los equipos se ubican en rangos de 250 a 450 kWh/año en dependencia del tamaño y clase de eficiencia, podían ser A, B o C. Y actualmente con la obligatoriedad de solo clase A, se logran ahorros promedios de 350 kWh/año en la gran mayoría de artefactos<sup>14</sup>.

Otras variables importantes que impactan negativamente en la eficiencia energética de las refrigeradoras de uso doméstico es la vetustez de los equipos. Según el seminario Nacional del sector eléctrico realizado en mayo del 2010 en Azogues, se indica que el 48,2% de la población posee refrigeradoras con más de 10 años de vida; y el 25,9% posee refrigeradoras con más de 15 años, equipos que por las condiciones comerciales y de normativas del país, no eran elaborados con mejoras tecnológicas ni control de consumo energético según se indicó en párrafos anteriores.

---

<sup>14</sup> (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014)

El período de vida útil de un refrigerador de uso doméstico se estima en 15 años aproximadamente, y según los datos expuestos en el párrafo anterior, una gran cantidad de equipos en el país han superado ese tiempo y otros están cumpliéndolo o por cumplirlo, sumado a esto están los factores de bajo o inadecuado mantenimiento como el estado de los cauchos que realizan el cierre hermético de las puertas, elementos que cuando están deteriorados, permiten fuga de frío del interior del refrigerador hacia el ambiente, provocando continuos arranques del sistema de enfriamiento, así como también las deficiencias en la calidad de los talleres de mantenimiento, que con el afán de alargar la vida de los artefactos, reciclan partes usadas, principalmente el compresor, sin poder determinar el estado de consumo energético del refrigerador luego de las modificaciones, provocando generalmente un mayor consumo de electricidad.

La Tabla 2.5 muestra un cuadro comparativo de datos de consumo de refrigeradores de uso doméstico en las ciudades de Guayaquil y Quito contra equipos de similares capacidades de refrigeración en la actualidad, evidenciando el cambio tecnológico que repercute directamente en la eficiencia energética de los equipos:

*Tabla 2.5.- Evolución de consumo energético promedio en refrigeradores domésticos.*

PIES CÚBICOS NETOS	1991		1999		2014
	CONSUMO PROMEDIO EN KWH/MES				
	QUITO	GYQ	QUITO	GYQ	SEGÚN ETIQUETA ENERGETICA
10	46.95	81.09	40.58	56.82	31.2
12	71.06	100.1	65	90.75	35.1
14	85.02	143.07	93.03	130.25	36.37
18	133.8	248.85	131.97	184.75	43.7
20	99.77	255.34	116.24	162.82	46.6

*Fuente: (Suarez Salvador, 1992); (Aguilar Canseco, 1999); Etiquetas de consumo energético de refrigeradores en el mercado ecuatoriano; elaboración propia.*

Cabe señalar que los datos anteriores tanto los de 1991 y 1999, fueron realizados dentro de la elaboración de tesis de grado previo al título de ingenieros eléctricos, y que corresponden a promedios de mediciones para obtener las caracterizaciones de consumo en los domicilios, mientras que los datos actuales (2014), son tomados y convertidos a consumo mensual de las etiquetas de energía de los refrigeradores que se encuentran en el comercio nacional, y por tanto corresponden a ensayos en laboratorio, por lo que la energía consumida, puede variar en estos últimos generalmente en aumento debido a los hábitos de uso. Pero es

importante notar el ahorro considerable que se logra con la mejora tecnológica que se ha desarrollado principalmente para minimizar el impacto ambiental, logrando en algunos casos disminuciones de 3 a 1 como en el caso de la refrigeradora de 18 pies cúbicos indicada en la tabla 2.5.

## **2.3 POLÍTICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ECUADOR.**

### **2.3.1 INTRODUCCIÓN:**

“La planificación eléctrica involucra la muy difícil tarea de estimar la demanda futura en quince años o más y entonces comprometer grandes cantidades de capital para proveer la capacidad de generación para satisfacer esa demanda”<sup>15</sup>

Desde inicios de la década de los 90's, el Ecuador se ha visto inmerso en profundas crisis económicas, políticas, sociales y de producción de energía eléctrica última que llevó a racionamientos de energía eléctrica de hasta 10 horas por día en los años 1995, 1996, 1997, medidas singulares como el adelantamiento de una hora en todas las labores diarias dictada en el gobierno de Sixto Duran en 1992 con su respectivo racionamiento eléctrico. En los años 2003 y 2005 existieron racionamientos de energía eléctrica de menor tiempo y cantidad de horas al día principalmente por la interconexión con Colombia (compra de energía) y el incremento de generación termoeléctrica, pero con costos altos. En el 2009 se produce el último racionamiento y uno de los más connotados políticamente esto ya en el gobierno de Rafael Correa, pese a que se implementaron programas de reducción de consumo energético (focos ahorradores), aumento de producción termoeléctrica con nuevas y más eficientes plantas generadoras y la habilitación de la compra de energía eléctrica a Perú. El fuerte estiaje de la zona con índices no registrados 45 años antes, que afectó también a Colombia, fue la principal causa de estos racionamientos eléctricos.

El problema energético eléctrico en el Ecuador, surge años atrás de la crisis eléctrica, principalmente por la falta de ejecución política de los planes y proyectos que a finales de los 70's e inicios de los 80's el INECEL (Instituto Ecuatoriano de Electrificación, extinto en 1999 por el CONADE) los tenía estudiados y en cronograma para su ejecución, como ejemplo, la demora de casi 25 años para la construcción de la presa Mazar, una obra fundamental para proteger (retención de

---

<sup>15</sup> (Kellow, 1996)

sedimentos) y optimizar (regulación de caudales) la operación de la central hidroeléctrica Molino del proyecto Paute, la más importante fuente de generación eléctrica del país hasta el momento.

Debido a la crisis económica, social y política y energética en Ecuador se presentan los primeros intentos de programas de eficiencia eléctrica en el país dirigidos a optimizar el uso final de la energía en el sector residencial principalmente por ser el de mayor consumo energético en el país. El primero y con éxito corresponde a un proyecto impulsado por la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, que consistió en el reemplazo de 71 644 de luminarias del tipo incandescente comúnmente de potencia entre 60 a 100 W por lámparas fluorescentes compactas (LFC) de entre 15 a 20 W, sin disminuir el nivel de iluminación ni el nivel de satisfacción de las necesidades de los abonados. El impacto logrado fue superior a 4 MW de potencia en las horas pico de 18:00 a 22:00 hrs, que representó un 4% en la reducción de la demanda. Este proyecto se llevó a cabo desde noviembre de 1998 a Mayo de 1999 y tenía previsto el reemplazo de 60 000 luminarias, excediendo la cantidad a la indicada. Se logró el objetivo con medidas económicas adoptadas como el financiamiento de compra de las lámparas ahorradoras de hasta 6 meses de cobro en la planilla, mejores precios conseguidos a los proveedores por volumen de compra, programas de concienciación y comunicación para instruir sobre ahorro energético, la facilidad de canje de las lámparas y la eliminación de subsidios al consumo eléctrico que obligó a los abonados a buscar alternativas de ahorro<sup>16</sup>.

Existieron varios programas en los gobiernos de turno, como el “Programa de ahorro de energía” en el año 2000, basado en el “Proyecto para Ahorro de Energía (PAE)” del Ministerio de Energía y Minas del Perú, pero ninguno con incidencia o trascendencia importante en el consumo eléctrico del Ecuador.

Desde el año 2007 con la creación del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), se pretende estructurar de mejor manera el sector eléctrico del país y establecer planes, programas y normativas que promuevan el ahorro y eficiencia energética, fundamentados en la sustitución tecnológica, de gestión y de transformación de hábitos culturales de la población.

---

<sup>16</sup> (Ministerio de energía y minas del Ecuador, 2000)

Entre los planes se destaca el de normalización y etiquetado, mientras que los programas de eficiencia energética más importantes están el de sustitución de focos incandescentes por ahorradores, el programa de cocción eficiente (cocinas de inducción) y el programa Renova (refrigeradores eficientes), mismo que es materia del presente análisis.

### **2.3.2 PLANES DE NORMALIZACIÓN Y ETIQUETADO VIGENTES EN EL ECUADOR<sup>17</sup>:**

Mediante Decreto Ejecutivo No.475 del 09 de julio de 2007, y publicado en el Registro Oficial No. 132 de 23 de julio de 2007, se crea el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER).

De este Ministerio pasan a formar parte la Subsecretaría de Electrificación y Dirección de Energías Renovables y la Subsecretaría de Eficiencia Energética, dependientes hasta ese entonces del Ministerio de Energía y Minas.

Los ámbitos de competencia del MEER son:

- ✓ Generación y transmisión de energía.
- ✓ Distribución y comercialización de energía.
- ✓ Energía renovable.
- ✓ Eficiencia energética.
- ✓ Uso pacífico de la energía atómica.

Las facultades que posee el MEER son: Rectoría, Planificación, Gestión, Evaluación, Coordinación y Participación.

En el ejercicio de sus competencias y facultades, el MEER desarrolla entre otras las siguientes atribuciones:

- Formulación de políticas y estrategias del sector eléctrico.
- Elaboración de proyectos de reglamentos y normativa superior a ser remitida a la presidencia de la república.
- Aprobación de tarifas del sector eléctrico.
- Evaluación del cumplimiento de políticas, estrategias, planes y proyectos del sector eléctrico
- Diseño de sistemas de evaluación de gestión del sector eléctrico

---

<sup>17</sup> (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014)

- Evaluación del impacto.
- Coordinación con otros sectores la formulación de políticas y ejecución de planes y programas.
- Coordinación el diseño, desarrollo, operación, mantenimiento y procesamiento del sistema de información del sector eléctrico.
- ...

Con este antecedente, el MEER ha desarrollado, gestionado, trabajado y participado con diversas instituciones como el Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN y COMEX<sup>18</sup> para promover el uso de equipos eficientes.

Se ha obtenido las siguientes normativas obligatorias:

- 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 permite la comercialización de lámparas fluorescentes compactas (focos ahorradores) etiquetados con los rangos de desempeño energético A y B.
- RTE INEN 035 “Eficiencia energética en artefactos de refrigeración de uso doméstico. Reporte de consumo de energía, métodos de prueba y etiquetado” y sus modificatorias en la que se estableció que a partir de marzo de 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 de 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 para 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. Máquinas secadoras de ropa. Etiquetado”

---

<sup>18</sup> COMEX: Comité de comercio exterior, organismo que aprueba las políticas públicas nacionales en materia de política comercial. Pertenece al Ministerio de Comercio Exterior.

- RTE INEN 112 “Eficiencia energética para ventiladores, con motor eléctrico incorporado de potencia inferior o igual a 125 W”.
- 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 eléctrico 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 cámaras 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, el MEER ha gestionado las siguientes resoluciones:

- ✓ Resolución COMEXI 505: Se emitió dictamen favorable para el diferimiento arancelario (0% advalorem) de lámparas compactas fluorescentes compactas (focos ahorradores) de rango A (alta eficiencia) así como para tubos fluorescentes T5 y T8 de mayor eficiencia.
- ✓ Resolución COMEXI 529: Se prohíbe las importaciones de focos incandescentes entre 25 y 100W de uso residencial a partir de enero de 2010.

- ✓ Resolución COMEXI 595: Incluye a los artefactos de refrigeración en la Resolución 450 del COMEXI que contiene al 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 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 (ONUUDI), se adoptó la norma ISO 50001, como NTE INEN ISO 50001 “Sistemas de Gestión de Energía. Requisitos con orientación para su uso”.<sup>19</sup>

A más de la información citada, y con foco en la normalización y control de equipos de refrigeración domésticos, la base de los ensayos para equipos que se producen en el Ecuador es la norma **NTNE INEN 2206:2011 “Artefactos de refrigeración domésticos con o sin escarcha. Refrigeradores con o sin compartimiento de baja temperatura. Requisitos e inspección”**<sup>20</sup>, la cual está vigente desde agosto de 2011 en su tercera revisión, es de carácter voluntaria, y tiene entre otros los siguientes detalles:

- **Objeto:** Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los refrigeradores domésticos con o sin escarcha, con o sin depósito o compartimiento de baja temperatura, refrigeradores, refrigeradores-congeladores, los cuales son totalmente ensamblados en la fábrica y están sujetos a métodos de ensayo para la verificación de estos requisitos.
- **Alcance:**
  - Incluye las características, los métodos de ensayo del rendimiento de la refrigeración y las definiciones particulares para artefactos de uso doméstico enfriados por circulación interna de aire forzada.
  - Los ensayos descritos en esta norma son ensayos tipo. Cuando sea necesario verificar el rendimiento de un artefacto de refrigeración de un tipo dado en relación a esta norma, todos los ensayos descritos deben ser en principio aplicados a una misma unidad.

---

<sup>19</sup> (Ministerio de Electricidad y energía renovable (MEER), 2014)

<sup>20</sup> (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2011)

- Estos ensayos pueden también ser realizados individualmente para el estudio de una característica particular.
- **La norma permite evaluar las siguientes variables:**
  - Determinación de las dimensiones lineales, áreas y volúmenes.
  - Ensayo de la hermeticidad de los sellos de la (los) puerta(s) o tapa(s).
  - Ensayo de la fuerza de abertura de la(s) puerta(s) o tapa(s).
  - Ensayo de la durabilidad de bisagras y manijas de la(s) puerta(s) y tapa(s).
  - Ensayo de la resistencia mecánica de parrillas y componentes similares.
  - Ensayo de las temperaturas de almacenamiento.
  - Ensayo de la condensación de vapor de agua.
  - Ensayo del consumo de energía.
  - Ensayo de la elevación de la temperatura (si es aplicable).
  - Ensayo de congelación si es aplicable (refrigeradores sin escarcha).
  - Ensayo de fabricación de hielo (si es aplicable)
  - Ensayo de ausencia de olor y sabor.

Como se mencionó en párrafos anteriores, el reglamento técnico **obligatorio** vigente en el Ecuador es el **RTE INEN 035:2009 “Eficiencia energética en artefactos de refrigeración de uso doméstico. Reporte de consumo de energía, métodos de prueba y etiquetado”**<sup>21</sup>. El Reglamento ha sufrido 2 modificaciones, principalmente para la introducción de estándares mínimos de eficiencia, estableciendo desde el 02 de marzo de 2011 en su última modificación la comercialización únicamente de equipos de categoría de eficiencia energética “A”.

El objeto del reglamento técnico RTE INEN 035 es establecer los procedimientos y requisitos para reportar los valores de Consumo de Energía de Referencia (CER) y los rangos de consumo de energía que permiten clasificar a refrigeradores, refrigeradores-congeladores y congeladores de alimentos de acuerdo a su desempeño energético. Y especifica el contenido de la etiqueta de consumo de energía para todos los tipos de artefacto de refrigeración doméstica, a fin de prevenir los riesgos para la seguridad, la salud, el medio ambiente y prácticas que pueden inducir a error a usuarios de la energía eléctrica.

---

<sup>21</sup> (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2011)

Este reglamento técnico aplica a los aparatos de refrigeración domésticos de hasta 850 litros (30 pies cúbicos aproximadamente) operados por compresor hermético que se fabriquen, elaboren, importen o se comercialicen en el Ecuador.

### 2.3.2.1 ETIQUETA DE CONSUMO ENERGÉTICO EN REFRIGERADORES DE USO DOMÉSTICO:

El contenido y el formato de presentación de la etiqueta de consumo energético que se debe colocar en cada equipo de refrigeración doméstico, se detalla en el numeral 5 del RTE INEN 035:2009.

Se describe a continuación los datos que comprende la etiqueta de un refrigerador doméstico en el Ecuador:

- ❖ Funcionamiento de los refrigeradores en diferentes climas (temperaturas), los cuales se designan conforme a lo expuesto en la tabla 2.6.

*Tabla 2.6.- Clases de climas (valores en grados centígrados).*

CLASE	SÍMBOLO	Rango de temperaturas ambiente en el cual los artefactos son considerados a ser usados y para el cual las temperaturas de almacenamiento requeridas deben ser cumplidas
Templado extendido	SN	+10 a +32
Templado	N	+16 a +32
Sub tropical	ST	+18 a +38
Tropical	T	+18 a +43

*Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2011).*

Según La Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2206:2011, numeral 5.2, los ensayos se realizarán únicamente considerando las clases Sub Tropical (ST) o Tropical (T), esto debido al clima existente en las diferentes regiones del Ecuador.

- ❖ Según las temperaturas de funcionamiento de (los) compartimento(s) de almacenamiento de alimentos frescos y/o de baja temperatura o congelados, se presenta la siguiente clasificación<sup>22</sup>:
  - Compartimento “Una Estrella”: En la que la temperatura de almacenamiento medida según se indica en la NTE INEN 2206:2011, numeral 8.7 no sea mayor que -6.0°C.

<sup>22</sup> (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2011)

- Compartimento “Dos Estrellas”: En la que la temperatura de almacenamiento medida según se indica en la NTE INEN 2206:2011, numeral 8.7 no sea mayor que  $-12.0^{\circ}\text{C}$ . También se puede aplicar esta clasificación a una sección de un compartimento “tres estrellas” que no tenga una tapa o puerta independiente.
- Compartimento “Tres Estrellas”: En la que la temperatura de almacenamiento medida según se indica en la NTE INEN 2206:2011, numeral 8.7 no sea mayor que  $-18.0^{\circ}\text{C}$ .
- Compartimento “Cuatro estrellas”: El que a más de cumplir la característica de un compartimento “tres estrellas” según se indica en la NTE INEN 2206:2011, numeral 8.7 tiene la capacidad de generar hielo mayor al 5% del volumen bruto total.

Los volúmenes de los compartimentos se definen así:

- Volumen bruto: El volumen dentro de las paredes interiores del artefacto, o de un compartimento con la puerta cerrada sin los accesorios internos, puertas o tapas cerradas.
- Volumen Neto o de almacenamiento: Parte del volumen bruto de algún compartimento, del cual se deduce el volumen de componentes y espacios reconocidos como inservibles para el almacenamiento de alimentos según se estipula en el numeral 8.1.2 del NTE INEN 2206:2011.
- Volumen neto total, es la suma de los volúmenes netos del compartimento de alimentos frescos y el compartimento de almacenamiento de alimentos congelados.

El consumo energético en kWh/año, se determina según el ensayo descrito en la norma técnica ecuatoriana INEN 2206:2011 numeral 8.9.

El índice de eficiencia energética resulta de dividir el Consumo energético en kWh/año para el volumen neto total en litros.

En la Figura 2.13, se indica una etiqueta de consumo energético de uso en un refrigerador de marca Indurama, modelo RI-365, de características similares a las del equipo Induglob escogido para el programa Renova Refrigerador.

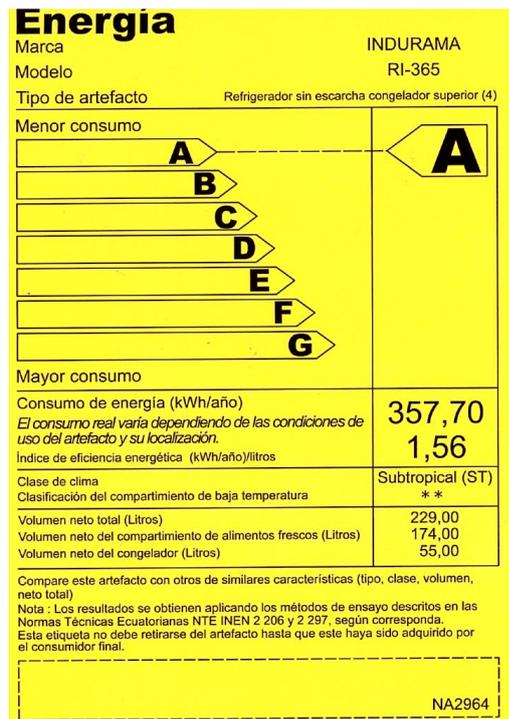


Figura 2-13. Etiqueta de consumo energético Refrigerador Indurama similar al escogido para programa RENOVA.  
Fuente: Indurama S.A.

## 2.4 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE REFRIGERADORES DOMÉSTICOS DE ACUERDO A PISOS TÉRMICOS DEL ECUADOR:

### 2.4.1 INTRODUCCIÓN:

“La temperatura ambiente es la variable que mayor impacto individual tiene en el consumo energético de un refrigerador de uso doméstico”<sup>23</sup>, la variable de alta temperatura ambiente sumada a la mala cultura de uso de los refrigeradores como son las aperturas por largos tiempos de las puertas, las constantes aperturas de las puertas, la carga de productos excesiva y/o con temperaturas mayores a las del medio ambiente, y un errado ajuste de las temperaturas de funcionamiento de los compartimentos, pueden reducir la eficiencia energética provocando un consumo de energía de hasta 300% (o más) del valor de la etiqueta energética.

Harrington (2009) explica que se realizaron pruebas de consumo energético en 100 refrigeradores como parte de un desarrollo para de un nuevo procedimiento de medición de eficiencia energética en refrigeradores de uso doméstico en Australia, basados en las temperaturas de 15°C y de 30°C, se determinó que el cambio de

<sup>23</sup> (Harrington, 2009)

temperatura ambiente en la mayoría de los casos se ubicó cerca del doble del consumo de energía, para 30°C vs los 15°C respectivamente. Esto se puede evidenciar en la figura 2.14 También en otro experimento se tomaron 6 refrigeradores similares con compartimiento congelador en la parte inferior, pero de diferentes marcas, en las que las curvas de comportamiento de consumo energético son similares, y se puede evidenciar que se encuentra aproximadamente al doble el consumo energético en la temperatura de 15°C Vs la de 30°C.

Con los mismos 6 equipos de refrigeración se determinó también el cambio porcentual de energía por cambio de temperatura ambiente, según se verifica en la figura 2.15. Se puede apreciar que la razón de cambio energético porcentual puede incrementarse con el incremento de temperatura ambiente, mantenerse o disminuir, según el comportamiento del equipo. Esto se corroboró con un ensayo adicional sobre 70 equipos que otorgaron como resultado que el estado de potencia vs la temperatura van desde 1% por °C a 9% por °C<sup>24</sup>.

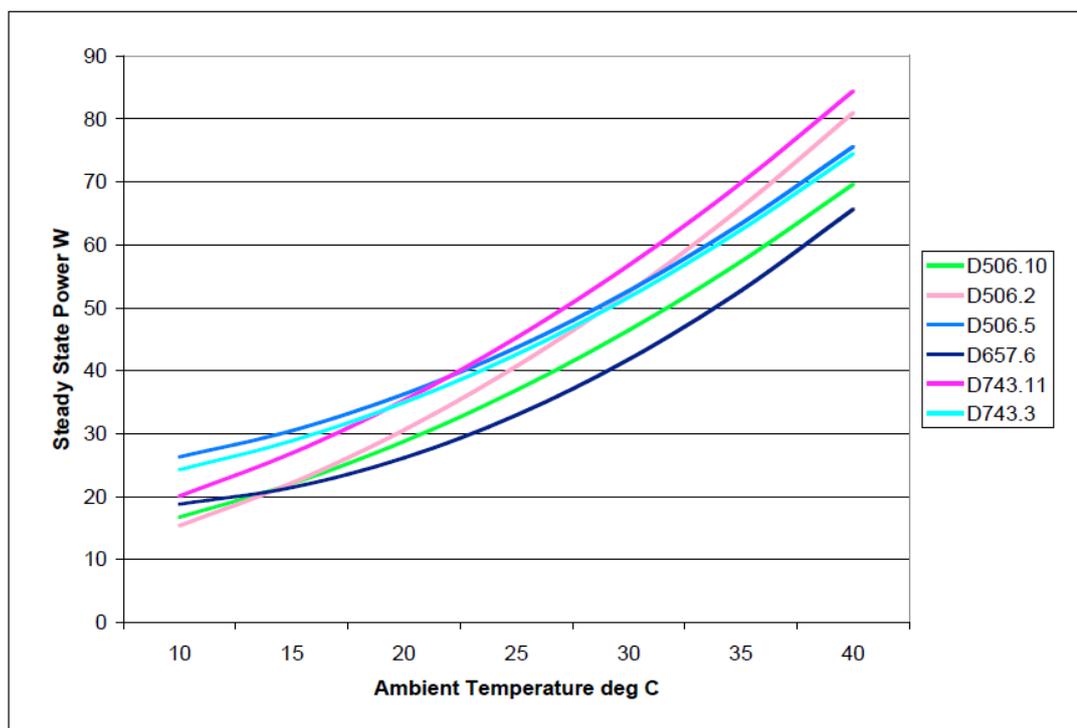


Figura 2.14. Curvas energía - temperatura de 6 refrigeradores similares de capacidad <400 L  
Fuente: (Harrington, 2009)

<sup>24</sup> (Harrington, 2009)

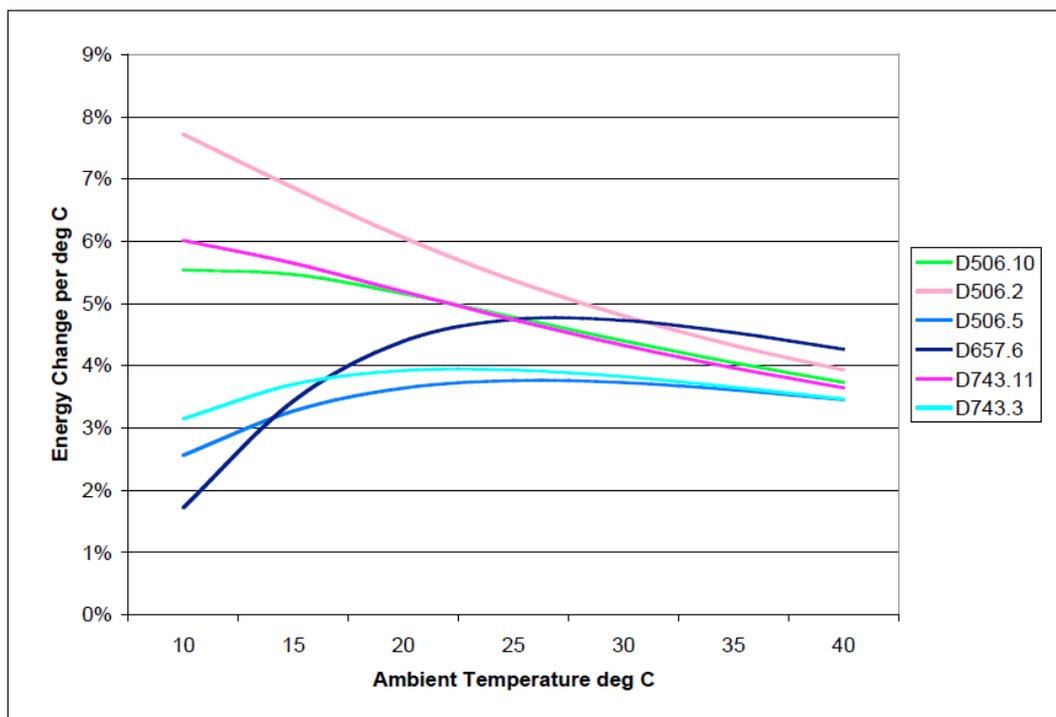


Figura 2.15. Curvas %energía - temperatura de 6 refrigeradores similares de capacidad <400 L  
Fuente: (Harrington, 2009)

#### 2.4.2 PISOS TÉRMICOS EN ECUADOR:

Con datos climatológicos propios, el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) ha desarrollado un mapa de Isotermas del país que lo divide en 9 zonas térmicas de acuerdo a la temperatura media anual registrada. Este mapa puede ser consultado en el anexo 1 de este documento.

El INAMHI, divide en función de los rangos de temperatura en 6 zonas climáticas, que se detallan en la tabla 2.7.

Tabla 2.7.- Zonas climáticas de acuerdo a los rangos de temperatura en Ecuador.

Zona Climática	Rango de temperatura. Según datos del INHAMI
ZT1	6 - 10 [°C]
ZT2	10 - 14 [°C]
ZT3	14 - 18 [°C]
ZT4	18 - 22 [°C]
ZT5	22 - 25 [°C]
ZT6	25 - 27 [°C]

Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2011)

En la Tabla 2.8, se puede observar datos de temperaturas para algunas ciudades o regiones del Ecuador:

Tabla 2.8.- Zonas climáticas de acuerdo a los rangos de temperatura en Ecuador.

PROMEDIO AÑOS 2000 - 2008					
ESTACION		VALOR ANUAL			
		Temperaturas Extremas °C			Humedad Relativa
COD / NOMBRE	PROVINCIA	Mínima	Media	Máxima	Media %
M002 La Tola	PICHINCHA	9,41	15,57	22,82	76,58
M003 Izobamba	PICHINCHA	6,33	11,99	18,37	78,75
M004 Rumipamba	COTOPAXI	8,74	14,03	19,85	75,44
M005 Portoviejo	MANABI	21,13	25,11	30,75	76,98
M006 Pichilingue	LOS RIOS	21,53	24,95	29,49	82,96
M007 Rocafuerte	NAPO	22,07	25,72	31,25	86,58
M008 Puyo	PASTAZA	17,12	20,77	26,09	87,13
M024 Quito-Iñaquito	PICHINCHA	9,62	14,94	21,18	68,12
M026 Puerto Ila	PICHINCHA	21,30	24,38	28,32	87,96
M031 Cañar	CAÑAR	7,46	11,93	16,84	76,35
M033 La Argelia Loja	LOJA	12,16	16,17	21,61	74,35
M037 Milagro	GUAYAS	21,86	25,39	29,44	79,24
M051 Babahoyo	LOS RIOS	33,15	25,04	29,05	76,46
M103 San Gabriel	CARCHI	6,73	12,47	17,55	78,81
M105 Otavalo	IMBABURA	8,39	14,71	21,89	80,44
M133 Guaslan	CHIMBORAZO	8,34	13,97	15,04	63,52
M138 Paute	AZUAY	11,04	17,41	24,49	78,99
M153 Muisne	ESMERALDAS	21,37	25,06	27,40	85,61
M221 Galapagos	GALAPAGOS	21,54	24,25	27,92	81,84
M258 Quero Chico-Ambato	TUNGURAHUA	7,78	12,70	18,77	76,02
MA2V Guayaquil	GUAYAS	22,38	26,10	30,63	73,86

*Fuente: (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2011).*

Como se mencionó en el numeral 2.2.2.1, en Ecuador debido a que las regiones de la costa y oriente poseen un clima tropical se comercializan refrigeradores del tipo ST y T, cuyos ensayos para determinar el consumo energético se realizan a temperaturas de 25°C y 32°C, respectivamente. Considerando que estas temperaturas cubren adecuadamente el funcionamiento de los artefactos de refrigeración en todas las zonas térmicas determinadas por el INMAHI, no debería existir incremento en el consumo energético de las refrigeradoras domésticas en Ecuador. Sin embargo, según lo investigado y expresado en la introducción (numeral 2.3.1), y según la verificación de diferencias de valores de consumos energéticos de refrigeradores en diferentes climas del País como los expresados en la tabla 5, se evidencia con claridad el efecto que la temperatura ambiente ocasiona en el consumo energético de estos equipos.

Para la implementación del programa Renova Refrigerador se seleccionaron para el cambio tecnológico equipos con clasificación ST, los cuales son evaluados a temperatura de 25°C que cubren según la norma NTE INEN 2206:2011 un funcionamiento normal en temperaturas que van hasta desde los +18 a los +38°C, por tanto no debería existir mayores variaciones en el consumo energético.

Para verificar si esta la temperatura ambiente en el funcionamiento afecta o no al desempeño energético en Ecuador, y gracias al apoyo de la empresa Induglob, se realizó el ensayo en dos refrigeradores diseñados para clase ST (25°C de temperatura de prueba) y para clase T (32 °C de temperatura de prueba), utilizando el método descrito en la norma técnica NTE INEN 2206:2011 y consultando la clasificación energética en el RTE INEN 035:2009. En el ensayo se determinaron los datos descritos en la tabla 2.9.

Tabla 2.9.- Valores de ensayo de eficiencia energética clase de temperatura T y ST.

<b>MARCA: INDURAMA</b> <b>MODELO: RI-425</b> <b>VOLUMEN DE COMPARTIMIENTO REFRIGERACIÓN: 197 Litros</b> <b>VOLUMEN DE COMPARTIMIENTO CONGELAMIENTO: 73 Litros</b> <b>VOLUMEN DE COMPARTIMIENTO CONGELAMIENTO: 270 Litros</b> <b>REFRIGERADOR SIN ESCARCHA (4)</b> <b>CONGELADOR SUPERIOR</b>			
TEMPERATURA CLASE	CONSUMO DE ENERGÍA POR AÑO	CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA	INDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
°C	KWh/año	Según INEN 035	KWh/año/ litros
32 (T)	711.75	C	2.64
25 (ST)	379.6	A	1.41

Fuente: Informe de resultados pruebas y/o ensayos de consumo de energía P0881-1 Induglob. Elaboración propia.

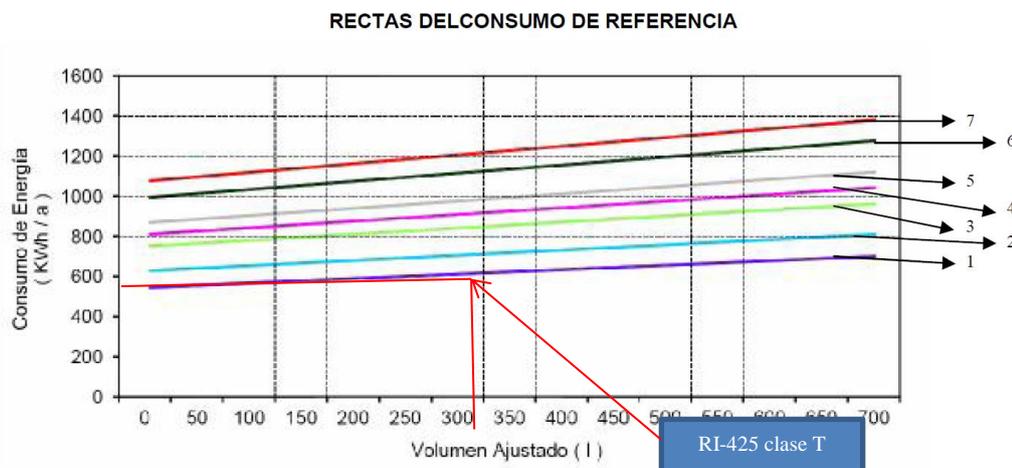


Figura 2.16 Determinación en recta CER Tipo 4 para refrigeradores clase T.  
Fuente: RTE INEN 035:2009, Recta de consumo para Refrigerador tipo 4 y clase T. Elaboración propia para refrigerador RI-425 clase T.

De los resultados obtenidos en el ensayo, y con relación a las gráficas CER, para artefacto clase T y tipo 4 que se muestra en la Figura 2.16, se evidencia que el rendimiento energético se encuentra entre las líneas CER 2 y 3. Relacionando con procedimiento de RTE INEN 035:2009 y establecido en la tabla 2.10, se determina que la categoría energética se ubica en la clase C.

Tabla 2.10 Determinación del rango de eficiencia de refrigeradores de uso doméstico.

4.1.1 Consumo de Energía. El consumo de energía determinado según lo establecido en el ensayo "Consumo de Energía" del numeral 8.9 de la NTE INEN 2 206 vigente y ensayado a un voltaje igual a  $115\text{ V} \pm 1\%$ , debe clasificar los artefactos en un determinado rango, establecidos de acuerdo a los siguientes criterios:

- Rango A: espacio comprendido entre CER<sub>0</sub> y el CER<sub>1</sub> incluido
- Rango B: espacio comprendido entre CER<sub>1</sub> y el CER<sub>2</sub> incluido
- Rango C: espacio comprendido entre CER<sub>2</sub> y el CER<sub>3</sub> incluido
- Rango D: espacio comprendido entre CER<sub>3</sub> y el CER<sub>4</sub> incluido
- Rango E: espacio comprendido entre CER<sub>4</sub> y el CER<sub>5</sub> incluido
- Rango F: espacio comprendido entre CER<sub>5</sub> y el CER<sub>6</sub> incluido
- Rango G: espacio comprendido entre CER<sub>6</sub> y el infinito

TABLA 4. Rangos de consumo de energía de referencia

Rangos de consumo de energía de referencia		
Rango	Limite superior (incluido) (%)	Limite inferior (%)
A	67,5	0
B	77,5	67,5
C	92,5	77,5
D	107,5	92,5
E	122,5	107,5
F	132,5	122,5
G	$\infty$	132,5

\*El porcentaje es respecto al consumo de energía de referencia nacional

Fuente: RTE INEN 035:2009.

Con igual procedimiento al descrito, se determina el rendimiento energético del refrigerador Global RI-425 para ensayo de temperatura clase ST. Es un artefacto tipo 4 (Refrigerador sin escarcha, congelador superior), y su posición en la gráfica de Rectas de Consumo de Referencia correspondiente determina que se encuentra entre las CRE0 y CER1, la cual se describe en la figura 2.18, por lo que se clasifica dentro del Rango de eficiencia energética A, conforme a lo indicado en la Tabla 2.10.

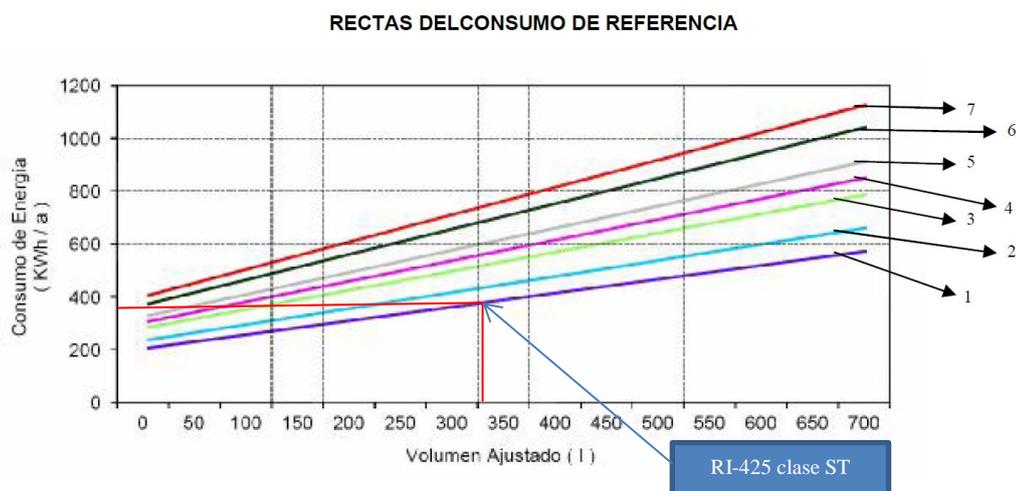


Figura 2.18. Determinación en recta CER Tipo 4 para para refrigeradores clase ST. Fuente: RTE INEN 035:2009, Recta de consumo para Refrigerador tipo 4 y clase ST. Elaboración propia para refrigerador RI-425 clase ST

Los datos del ensayo se pueden consultar en el anexo 2.

Relacionando los consumos, se determina una variación considerable de un 87.5 % de incremento en el consumo de energía para el cambio de temperatura de ensayo. El ensayo para clase ST se lo realiza a temperatura ambiente de 25°C, y debe validar el funcionamiento del refrigerador en temperaturas de 18°C a 38°C. Mientras que el ensayo para clase T se realiza a temperatura ambiente de 32°C, y la validación de funcionamiento es de 18°C a 43°C. La afección al consumo energético es considerable para el ensayo clase T vs el ST por lo que se prevé que el funcionamiento en estos diferentes escenarios de temperatura genere considerables cambios en el comportamiento energético, por tanto queda descrito el impacto de la temperatura ambiente en el desempeño energético de los refrigeradores.

#### **2.4.2.1 CONDICIONES DEL MÉTODO DE ENSAYO NTE INEN 2206:2009<sup>25</sup>.**

El refrigerador se coloca en una cámara de ensayo térmicamente acondicionada, con una temperatura ambiente: para clase ST a  $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$ , y para clase T a  $32 \pm 0,5^\circ\text{C}$ . La humedad debe ser menor a 75%. En la figura 2.19, se muestra una cámara de ensayos para refrigeradores.



*Figura 2.19. Cámara de ensayo para refrigeradores de uso doméstico.*

<sup>25</sup> (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2011)

Fuente: (Gomez, 2012)

Los compartimientos del refrigerador se cargan con paquetes de ensayo según un plan normalizado y se hace operar el refrigerador hasta alcanzar la temperatura de conservación objetivo de cada compartimiento. En la figura 2.20, se aprecia la carga en los compartimientos y los paquetes M, para ensayo.



Figura 2.20. Carga de paquetes M en un compartimiento de congelamiento de un refrigerador de uso doméstico.

Fuente: Informe de resultados pruebas y/o ensayos de consumo de energía P0881-1 Induglob.

En condiciones de funcionamiento estable se mide el consumo de energía del refrigerador (en base 24 horas). El consumo de energía debe ser el que se obtenga cuando todas las condiciones de temperatura de almacenamiento estén de acuerdo a lo establecido en la Tabla 2.11, si es aplicable, que se cumplan simultáneamente y den el consumo más bajo de energía.

Tabla 2.11. Temperaturas de almacenamiento para prueba de consumo energético.

TABLA 2: Temperaturas de almacenamiento para todas las clases de clima (Ver numeral 4). (Valores en grados centígrados)

		compartimiento de almacenamiento de alimentos frescos [ver 3.1.5.3, literal a)]		Compartimiento, gabinete o sección para almacenamiento de alimentos congelados o congelador de alimentos, como sea aplicable [ver 3.1.5.3, literal b) y 8.1.2.6]			compartimiento de depósito [ver 3.1.5.3, literal c)]	compartimiento de enfriamiento [ver 3.1.5.3, literal d)]
		$t_1, t_2, t_3$	$t_m, \text{máx}$	$t^{***}$	$t^{**}$	$t^*$	$t_{cm}$	$t_{cc\text{máx}, \text{min}}$
I	Temperaturas de almacenamiento	$0 \leq t_1, t_2, t_3 \leq +10$	$\leq +5$	$\leq -18$	$\leq -12$	$\leq -6$	$+8 \leq t_{cm} \leq +14$	$-2 \leq t_{cc \text{ min}}, t_{cc \text{ máx}} \leq +3$
I I	Desviaciones permitidas de temperatura (ciclo de descongelación)	$0 \leq t_1, t_2, t_3 \leq +10$	$\leq +7$	$\leq -15$	$\leq -12$	$\leq -6$	$+8 \leq t_{cm} \leq +14$	$-2 \leq t_{cc \text{ min}}, t_{cc \text{ máx}} \leq +3$

NOTAS:

- La duración de la desviación de temperatura sobre la temperatura de almacenamiento (línea "I") como un resultado de un ciclo de descongelación no debe ser mayor de 4 h o 20% de la duración del ciclo de operación, cualquiera que sea más corto.
- En el caso de  $t^{***}$ , la duración de la desviación debe ser medida desde el momento en que la temperatura del primer paquete "M" exceda  $-18^\circ\text{C}$  hasta el momento en que la temperatura del último paquete "M" retoma permanentemente a  $-18^\circ\text{C}$  o más fría.
- En el caso de  $t_m$ , la duración de la desviación debe ser medida desde el momento en que  $t_m$  excede  $+5^\circ\text{C}$  hasta el momento en que  $t_m$  retoma permanentemente a  $+5^\circ\text{C}$  o más fría.
- Estas dos desviaciones no necesitan ocurrir simultáneamente (ver la figura 20 para ejemplo).

Fuente: Norma Técnica NTE INEN 2206:2011.

El valor del consumo de energía debe ser calculado a partir del valor medido para un período exacto de 24 horas.

El consumo de energía eléctrica de los refrigeradores debe ser expresado en Kilovatios hora por 24 hora (KWh/24h), con dos cifras decimales.

La clasificación de los refrigeradores según el Reglamento técnico RTE INEN 035:2009, se aplica a los siguientes artefactos de uso doméstico para producción de frío:

1. Refrigerador convencional.
2. Enfriador doméstico.
3. Refrigerador – congelador.
4. Refrigerador sin escarcha, congelador superior.
5. Refrigerador sin escarcha, congelador inferior.
6. Refrigerador Side by Side.
7. Refrigerador sin escarcha, con dispensador.
8. Refrigerador Side by Side, con dispensador.
9. Congelador vertical.
10. Congelador vertical sin escarcha.
11. Congelador horizontal sin escarcha.

## CAPÍTULO 3.

### DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA RENOVA

#### 3.1. INTRODUCCIÓN.

Según (Harrington, 2009) durante el 2008 en el mundo se produjeron aproximadamente 90 millones de refrigeradores para uso doméstico y comercial. El índice de penetración en el mercado de estos artefactos en países desarrollados es de 0,9 a 1,5 unidades por hogar promedio, en los países en vías de desarrollo la tasa de crecimiento de la propiedad de equipos por hogar es muy variable pero incrementándose rápidamente conforme aumentan los niveles de vida.

En los países desarrollados la vida útil de un equipo de refrigeración doméstico puede llegar hasta 20 años. Se calcula que la población mundial de estos equipos puede ser de más de 1 000 millones de unidades, en base a presunciones y proyecciones pues estos datos son escasos. La Agencia Internacional de Energía (AIE), estimó que el stock de refrigeradores de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) fue de más de 500 millones en el año 2000.

La producción mundial de equipos de refrigeración doméstica mantiene un crecimiento sostenido, se estima que en el año 1992 se produjeron 73 millones de unidades siendo los países que pertenecen al Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) los de mayor aporte con aproximadamente el 60% de la producción, correspondiente a 40 millones de unidades por año. Hoy se calculan producciones anuales superiores a los 90 millones de refrigeradores, en los que China se convierte en el país con mayor aporte mundial en la producción con más de 30 millones de unidades, Europa aporta con alrededor de 25 millones, Norte y sur América alrededor de 20 millones de equipos y el resto de Asia con 15 millones aproximadamente, en otros lugares las producciones son pequeñas<sup>26</sup>.

Si se considera que el refrigerador de uso doméstico es normalmente de uso continuo, es decir, permanece conectado y consumiendo energía durante todo el día, todos los días, y detallando que su consumo anual en dependencia de sus características, diseño, tamaño, eficiencia y cultura de uso varía de 100 a 1000 o más kWh, el refrigerador de uso doméstico se constituye en una importante fuente de

---

<sup>26</sup> (Harrington, 2009)

empleo de energía eléctrica. Por ejemplo, se estima que en Australia el consumo energético de refrigeradores de uso doméstico constituyó 7,2 TWh/año en el año 2008, representando el 12% del gasto residencial de energía eléctrica de ese país.

Como ya se indicó en el Capítulo 2, en el Ecuador la energía eléctrica suministrada para la operación de refrigeradores de uso doméstico, constituye un 43.2% del total del consumo eléctrico residencial, que transformado en energía es aproximadamente 2200 GWh/año con referencia al año 2010.

A más del importante consumo energético debido a la gran cantidad de refrigeradores funcionando en el mundo existe el agravante sobre el preocupante impacto ambiental que la tecnología de refrigeración basada en Hidrocarburos Clorofluorados totalmente Halogenados (CFCs) causa al medio ambiente, como es el caso de los gases refrigerantes usados en el sistema de enfriamiento y en la fabricación de espuma aislante conocida como Poliuretano.

Los CFC's son compuestos muy estables, cuando son liberados a la atmósfera no son degradado y pueden tener una vida entre 50 a 100 años. Con el paso del tiempo alcanzan la estratósfera, en este punto son irradiados por luz UV y se descomponen rápidamente para liberar átomos de cloro, iniciando una cadena de reacciones fotoquímicas que interfieren con el ozono estratosférico, teniendo como consecuencia la destrucción de este último. Se estima que un átomo de cloro puede destruir 100 000 moléculas de ozono antes de ser neutralizado<sup>27</sup>. En la figura 3.1 se observa el proceso de degradación del ozono.

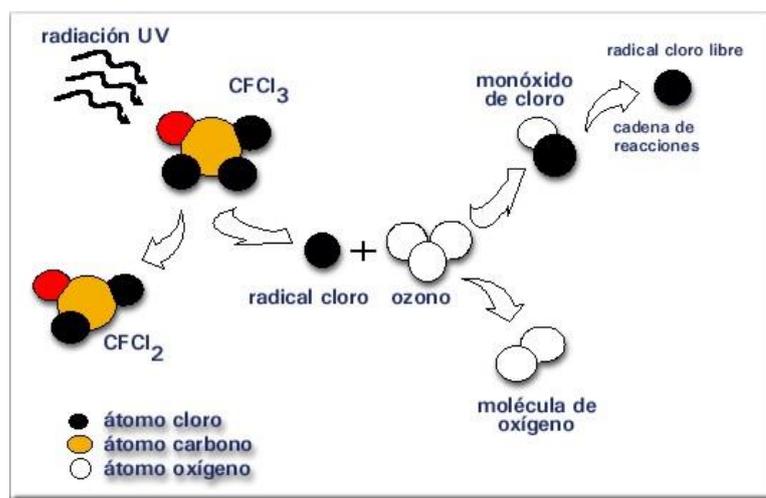


Figura 3.1. Proceso de destrucción de la capa de ozono por los gases CFC.  
Fuente: <http://www.profesorenlinea.cl/imagencencias/ozonoCFCimage002.jpg>

<sup>27</sup> (Poblete Jaramillo, 2004)

Los gases CFC contribuyen también en un 20% al efecto invernadero. Su aumento de concentraciones en la atmósfera y su dispersión en el aire pueden causar resequedad y cáncer en la piel, queratinización del cabello y alteraciones del sistema inmunológico y de los ojos<sup>28</sup>.

Los efectos nocivos que producen los CFCs sobre la capa de ozono, misma que protege al planeta de los rayos UV del sol, llevaron al mundo a suscribir un acuerdo técnico-político para erradicar dichos gases, en el denominado protocolo de Montreal de 1987. Si bien los resultados del protocolo han sido satisfactorios a la fecha, aún quedan tareas pendientes para erradicar definitivamente los CFCs, particularmente en los países menos desarrollados<sup>29</sup>.

Los problemas de impacto ambiental, a los que se suma la generación eléctrica para cubrir la demanda creciente de energía para el funcionamiento de los refrigeradores de uso doméstico que también se refleja en un impacto ambiental, alertan y generan la necesidad de controlar el consumo y eficiencia de los equipos y exigen presentar alternativas de materiales que mejoren su rendimiento y minimicen el impacto ambiental. Es por esto que a nivel mundial se trabaja en Normas, Políticas y Estrategias para lograr eficiencia energética en estos artefactos.

### **3.2. ETIQUETADO Y ESTÁNDARES MÍNIMOS DE EFICIENCIA.**

La gestión eficiente de la energía es uno de los principales retos de los gobiernos del mundo para enfrentar el cambio climático e impacto ambiental. El etiquetado energético comparativo y los estándares mínimos de eficiencia energética se han convertido en una valiosa herramienta para lograrlo. Según (Harrington, 2009) hasta finales del 2008 a nivel internacional, cerca de 60 países en todo el mundo tienen algún tipo de programa para regular la eficiencia energética de refrigeradores y congeladores independientes de uso doméstico.

Para implementar estos programas es indispensable generar primero políticas que determinen con claridad el camino y objetivo a conseguir, normativas, métodos y procedimientos que permitan la valoración de la eficiencia solicitada y validación, seguimiento y control de la ejecución de las mismas.

Los programas de etiquetado y de estándares mínimos de eficiencia, buscan con una buena implementación, retirar del mercado artefactos ineficientes,

---

<sup>28</sup> (Montaño Arias & Sandoval Pérez, 2007)

<sup>29</sup> (PNUMA, 2007)

proporcionar al consumidor información para la toma de una decisión de compra más razonada y estimular a los fabricantes la elaboración de productos más eficientes.

El objetivo de los programas de etiquetado y normas mínimas de eficiencia, es disminuir el consumo innecesario de energía (electricidad, combustibles, etc.) en los hogares y las oficinas e industrias, con las siguientes consecuencias beneficiosas:

- ✓ Disminución de la inversión de capital en la infraestructura del suministro de energía.
- ✓ Mejoramiento del bienestar del consumidor, menor gasto en energía y equipos con mejoras tecnológicas.
- ✓ Aporte a la minimización del impacto ambiental y cambio climático.
- ✓ Fortalecimiento de mercados competitivos, rompe barreras comerciales y genera mayor equilibrio en el mercado interno.

Si bien este proceso de implementar estándares mínimos y etiquetado, que parte de una política estatal de eficiencia energética, se ha venido dando también en el Ecuador (como se explica en la sección 2.3.2 del capítulo anterior), es importante hacer un breve recuento histórico a nivel mundial, para recalcar la importancia que tiene este tema en la eficiencia del consumo energético de electrodomésticos, particularmente en refrigeradores.

### **3.3. EVOLUCIÓN DE ESTÁNDARES MÍNIMOS DE EFICIENCIA EN PAÍSES DESARROLLADOS.**

El país pionero en estándares de consumo energético fue Polonia estableciendo por primera vez Estándares Mínimos de Eficiencia (Minimum Energy Performance Standards – MEPS) a un rango de productos en el sector industrial. La primera experiencia de implementación de MEPS en artefactos de uso doméstico se remonta al año de 1966, cuando Francia decide aplicarlo a refrigeradores. Entre finales de los años 60 y la década de los 70, otros países de Europa y Rusia siguieron el ejemplo, pero la aplicación, incluyendo a Francia, fue débil y con resultados de ahorros energéticos pequeños, lo que provocó que no evolucionen estos programas. El primer caso de éxito en la implementación de estándares mínimos de eficiencia, con significativos ahorros de energía eléctrica fue establecido en 1974 e implementado por el estado de California en 1977<sup>30</sup>.

---

<sup>30</sup> (Dungen, 2011)

A partir del éxito logrado en California, en Estados Unidos de Norte América se implementan estándares mínimos para refrigeradores de uso doméstico, con revisiones estrictas en 1990, 1993 y 2001. Como consecuencia directa, se obtuvo reducciones de consumo energético residencial en promedio del 74% desde la implementación en California y el año 2001, esta reducción de 1 825 kWh a 476 kWh al año se puede observar en la figura 3.2<sup>31</sup>.

En Europa, debido a las condiciones del bloque, se realizan regulaciones globales y consensuadas con implantaciones de MEPS desde 1994. Antes de ésta, existieron intentos de varios países por implementar programas de etiquetado eficiente obligatorio como Dinamarca en 1990 y Holanda, de igual manera para refrigeradores de uso doméstico, pero la Comisión Europea no dio paso aduciendo que los programas individuales pueden constituir obstáculos para el armónico desarrollo de la región y que está en estudio el “Programa de etiquetado energético obligatorio”. En 1994 se implementó este programa dirigido a refrigeradores y congeladores de uso doméstico y en 1999 aparecieron estándares de desempeño mínimos para estos equipos, cuyo impacto se aprecia en la figura 3.3 y que alcanzó logros de mejora de eficiencia energética en estos artefactos del 27% aproximadamente<sup>32</sup>.

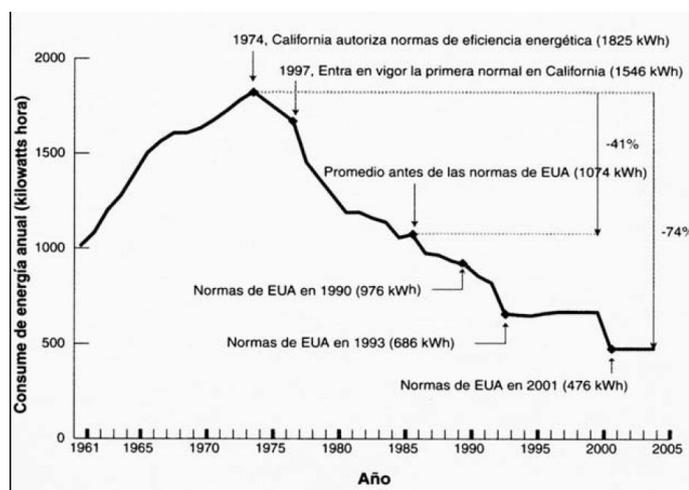


Figura 3.2 Evolución de la eficiencia energética en los EE.UU.  
Fuente: (Wiel & McMahon, 2003)

<sup>31</sup> (ADVIESBUREAU VOOR ENERGIESTRATEGIE (AES); COLLABORATIVE LABELING AND AMPPLIANCE STANDAR PROGRAM (CLASP), 2009)

<sup>32</sup> (Dungen, 2011)

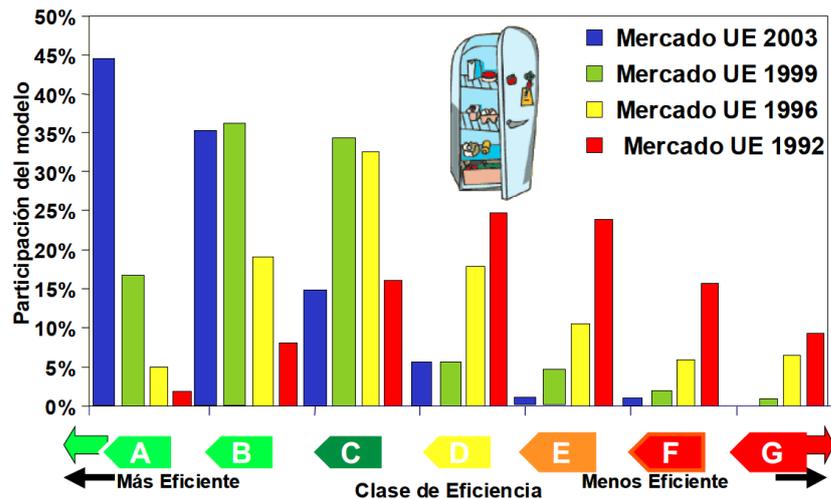


Figura 3.3 Efecto del etiquetado en la Unión Europea para refrigeradores y congeladores  
Fuente: (ADVIESBUREAU VOOR ENERGIESTRATEGIE (AES); COLLABORATIVE LABELING AND AMPPLIANCE STANDAR PROGRAM (CLASP), 2009)

La Unión Europea no dio paso a Normativas Obligatorias, pero si permitió la implementación de normas voluntarias, a este último se acogió Alemania, que en 1978 desarrolló su propio programa denominado (Blue Angel) “Ángel Azul”, según (Dungen, 2011) hasta 2010 el programa tenía certificados aproximadamente 11 500 productos con etiqueta eco-energética “Blue Angel”.

Australia y Nueva Zelanda mantienen estrategias técnicas, comerciales y administrativas conjuntas en eficiencia energética, su programa se denomina “Equipment Energy Efficiency” (E3). Australia estableció desde 1986 etiquetas de eficiencia energética en los refrigeradores y congeladores de uso doméstico con un cambio en el cálculo de la eficacia en el año 2000, establece MEPS para estos equipos en el año 1999, mientras que Nueva Zelanda lo hace en el año 2002.

La figura 3.4 muestra la relación entre el consumo de energía y el precio de los refrigeradores desde el año en que se implementó un estándar mínimo en cada país, hasta el año 2003<sup>33</sup> que se realiza esta evaluación. Los precios de los artefactos eficientes en 2003 se comparan contra el valor de equipos eficientes correspondientes al período de inicio de la implementación de los programas y han reducido su valor debido a su producción a mayor escala.

<sup>33</sup> (Ministerio de Energía Gobierno de Chile, 2014)

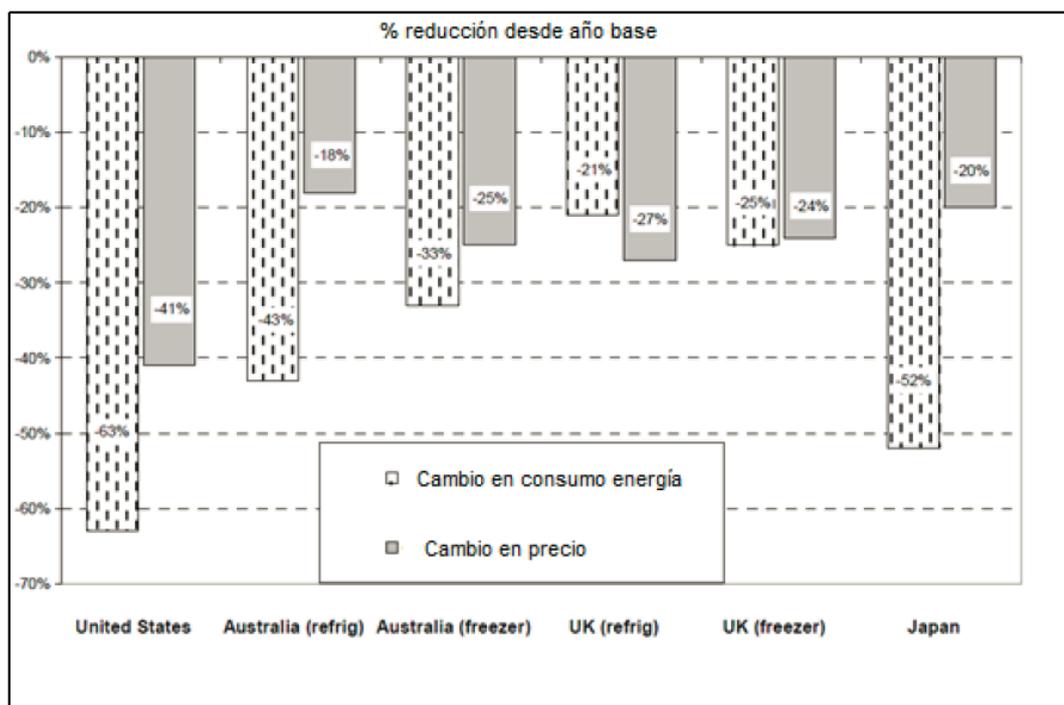


Figura 3.4 Porcentajes de reducción de consumo energético y precio de los refrigeradores en varios países.

Fuente: (Ministerio de Energía Gobierno de Chile, 2014)

### 3.4. EVOLUCIÓN DE ETIQUETADO Y ESTÁNDARES MÍNIMOS DE EFICIENCIA EN AMÉRICA LATINA.

Los países pioneros en América Latina en desarrollar programas relacionados con Etiquetado Eficiente y Obligatoriedad de Estándares Mínimos de Eficiencia son Brasil, que arrancó en 1984 y México en 1992.

Brasil implementa el proceso de Etiquetado Eficiente en el año de 1984 con el Programa Brasileño de Etiquetado (PBE). En 1985 inicia su operación el PROCEL (Programa Nacional para Conservación de Energía Eléctrica), que tiene como objetivo fundamental promover la producción racional y el uso eficiente de la energía eléctrica, es regentado por la empresa Electrobras. Desde el año 1986 hasta el año 2005, PROCEL ha logrado un ahorro de energía de 21 753 GWh anuales, o una potencia de generación de 5 124 MW, para lo que ha invertido US \$461 millones, pero ha postergado inversiones en infraestructura energética de US \$ 8 027 millones<sup>34</sup>.

En el año 2001, en Brasil se crea la ley de Eficiencia Energética 10.295/2001: mandato del gobierno para ordenar Normas de Desempeño Energético Mínimo

<sup>34</sup> (Poveda, 2007)

(MEPS), en el 2002 y posterior revisión en el 2005 se establecen MEPS para motores eléctricos trifásico, en el 2007 se establecen para Refrigeradores y congeladores de uso doméstico

Por su parte, México establece en el año 1992 la Ley Federal de Metrología y Normalización e inicia el desarrollo de normas enfocadas a la eficiencia energética, en 1995 se implementan las primeras Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de Eficiencia Energética, que incluyen en un documento legal:

- Procedimientos de ensayo.
- Normas de desempeño energético mínimo MEPS
- Requerimientos de etiquetado.

Desde el año 2003 se produce la alineación de normas de Refrigeradores / congeladores de uso doméstico y otras con MEPS con EEUU y Canadá.

En el período 1993 – 2004 la NOM-ENER para refrigeradores / congeladores generaron ahorros de 52 700 GWh, que equivale a 2 844 MW de generación eléctrica, y que representó el 25% de la generación eléctrica nacional<sup>35</sup>.

A más de los países que llevan el liderazgo y éxito en sus programas, vale la pena resaltar las siguientes implementaciones y logros, cuyos datos son tomados de la presentación en el “III Seminario Latinoamericano y del Caribe de Eficiencia Energética”, llevado a cabo en Ciudad de Panamá en el año 2010, “Programas de Normas y Etiquetado de Eficiencia Energética de Artefactos y Equipos en Latinoamérica y el Caribe ¿Armonización, Convergencia o Alineación?” (Lutz, 2010):

Argentina:

- 1999, Programas de Calidad de Artefactos Energéticos para el Hogar (PROCAEH), que incluye Normas de ensayo y de etiquetado para refrigeradores y congeladores.
- 2003, Reiniciación del Programas de Normas y Etiquetado, obligatorio para refrigeradores / congeladores, y otros.
- 2011, Prohibición de comercialización de lámparas incandescentes.
- Acuerdo para eliminar refrigeradores y congeladores de baja eficiencia.

---

<sup>35</sup> (Lutz, 2010)

En la figura 3.5 se puede apreciar el cambio de nivel energético de los refrigeradores antes (Pre – Resolución, color azul) y después del etiquetado de eficiencia energética (color verde), este estudio muestra el resultado desde el año 2003 al 2009. Se puede observar que ha existido una aparente mejora, un corrimiento de las categorías principalmente a la clase B de mejor desempeño energético.

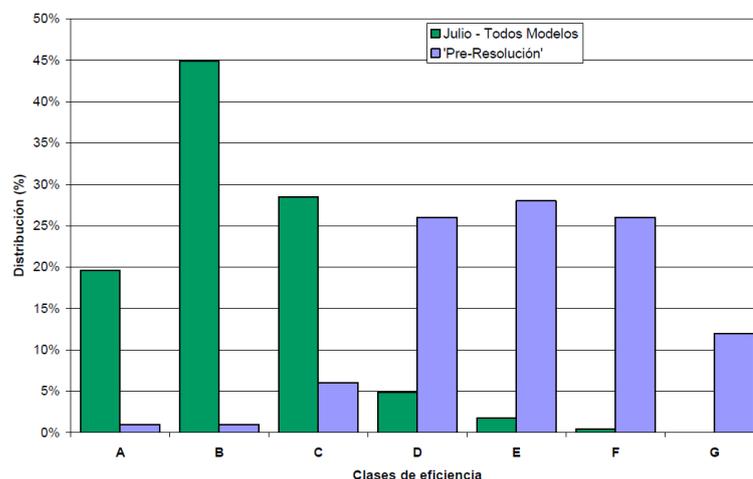


Figura 3.5 Eficiencia energética de refrigeradores / congeladores, antes y después del etiquetado obligatorio (Argentina).

Fuente: (ADVIESBUREAU VOOR ENERGIESTRATEGIE (AES); COLLABORATIVE LABELING AND AMPPLIANCE STANDAR PROGRAM (CLASP), 2009)

Chile:

- 2005, Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), que incluye el Etiquetado Obligatorio para refrigeradores / congeladores, y otros.

Uruguay:

- 2005, Programa Nacional de Eficiencia Energética.
- 2008, Norma técnica para etiquetado eficiente en aparatos de refrigeración de uso doméstico.
- 2009, Decretos de etiquetado obligatorio para artefactos eléctricos y a gas.

Colombia:

- 2001: Programa CONOCE.
- UPME e ICONTEC, métodos de ensayo y normas para 30 tipos de artefactos y equipos, en los que se incluye Refrigeradores y Congeladores. Hasta 2009 el etiquetado era todavía voluntario.

Venezuela:

- 1996. Métodos de ensayo y normas de etiquetado para Refrigeradores / Congeladores y acondicionadores de aire.
- 1999 Etiquetado Obligatorio de refrigeradores y congeladores.
- 2006, Misión Revolución Energética, Elaboración de normas de eficiencia energética. Sustitución masiva de lámparas incandescentes.

Perú:

- 1996, Métodos de ensayo para refrigeradores y congeladores. Lámparas, balastos y otros. Normas voluntarias para refrigeradores / congeladores.
- 2007, MEPS, para Lámparas Fluorescentes (LFCs). Mandato para etiquetado obligatorio para artefactos y equipos.

### **3.5. RENOVACIÓN TECNOLÓGICA EN OTROS PAÍSES.**

Previo a la descripción del programa RENOVA-Ecuador, se presenta una síntesis de tres experiencias internacionales de la implementación de programas de renovación tecnológica de equipos de refrigeración doméstica en España, México y Colombia.

Plan “Renove” de España, es un plan global e involucra al sector de transporte, artefactos de uso doméstico y eficiencia energética en viviendas, se muestra en resumen los lineamientos del plan y se da un ejemplo del proceso operativo en la región de Valencia.

El programa “Cambia tu viejo por un nuevo” implementado en México, se enfoca en la mejora de eficiencia energética eléctrica como un plan piloto realizado con 2 000 usuarios.

El programa Colombiano “Cambia tu Nevera, Ahorras Tú, Gana el Planeta y Protegemos la Capa de Ozono”, priorizó la renovación de equipos que contienen CFCs. Es un proyecto piloto practicado en 2 000 equipos, que sirvió de base para el Plan de Renovación Tecnológica puesto en marcha desde octubre de 2014 denominado “Red Verde, Post Consumo de Electrodomésticos Neveras”, que pretende el cambio indefinido, en primera instancia de equipos de refrigeración doméstica donde se espera canjear 300 000 unidades hasta el año 2018 (Armijo Sánchez, 2015).

### **3.5.1. PLAN RENOVE, ESPAÑA<sup>36</sup>**

España implementa el Plan Renove que es parte del plan de acción del programa Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004 – 2012. Fue aprobado el 28 de noviembre del 2003. Para detectar y elaborar los planes y medidas requeridos en la estrategia, se estableció un plan de acción 2005 – 2007. El objetivo es implementar la estrategia, inventariando y concretando las actuaciones que deben ponerse en marcha a corto y mediano plazo en cada sector, durante los próximos 3 años, detallando para ello objetivos, plazos, recursos y responsabilidades, y evaluando finalmente los impactos globales derivados de estas actuaciones.

España presenta las siguientes condiciones energéticas, que impulsan a implementar el plan:

- Elevada dependencia energética exterior, cerca del 80%, lo que puede generar riesgos inflacionarios y desequilibrios macroeconómicos en un escenario de precios al alza del crudo.
- Altas tasas anuales de crecimiento de la demanda energética, por encima del crecimiento del PIB.
- Necesidad de disponer de una herramienta de planificación de la demanda energética
- Dificultad para cumplir con el objetivo de 12% de energías renovables sobre el total de la demanda, en ausencia de medidas que contengan el fuerte aumento del consumo.
- Necesidad urgente de cumplir con los compromisos de reducción de gases efecto invernadero.

El Plan considera un potencial de ahorro de 11 318 ktep (Kilo Toneladas Equivalentes de Petroleo) considerando un escenario de consumo de 214 420 ktep para el año 2000 y de 316 317 ktep para el 2010. El sector transporte contribuye en un 42% a este objetivo, la industria con un 21%, la edificación con un 16%, la

---

<sup>36</sup> ANÁLISIS DEL RECAMBIO DE REFRIGERADORES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES COMO MEDIDA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y PROPUESTAS DE IMPLEMENTACIÓN (CANCINO, 2010)

transformación de energía con un 13%, el equipamiento residencial y ofimática con un 3,6%, el sector agrícola con un 3% y el sector público con un 1,4%.

Entre las medidas que van en directo beneficio del sector residencial, se distinguen las que buscan que los edificios cumplan con requisitos mínimos de eficiencia energética más exigentes, introducidos en la fase de diseño, mediante normativa obligatoria. Otra medida interesante busca proporcionar al futuro comprador o usuario, información sobre la eficiencia energética del edificio, de manera que este criterio informe o pueda ser una forma de decidir la elección de un edificio u otro, todo esto mediante certificación energética de la vivienda.

Las medidas técnicas específicas son:

- Realizar la normativa para eficiencia energética en edificios residenciales
- Rehabilitación de la envolvente térmica en los edificios existentes
- Mejora de la eficiencia energética en las instalaciones existentes
- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación existentes.

Para el sector equipamiento residencial y ofimática, las acciones comprenden equipos electrodomésticos, aire acondicionados de uso doméstico (hasta 12kW de potencia), cocinas y hornos.

El objetivo de las medidas es incrementar la penetración de los equipos de alta eficiencia energética en el mercado, en particular los de clase A o superior.

- Plan Renove de electrodomésticos: la medida propone la introducción de incentivos económicos que estimulen la compra de equipos clase A, de manera que sea posible la sustitución de 2 millones de equipos (frigoríficos, congeladores, lavadoras y lavavajillas) durante todo el periodo de vigencia del plan.
- Concienciación y formación de vendedores y compradores: firma de acuerdos de colaboración con las asociaciones de vendedores de electrodomésticos para la formación y difusión del etiquetado energético.
- Incorporación de equipamiento eficiente en nuevas viviendas: la medida pretende que las nuevas viviendas, cuando sean equipadas inicialmente para su venta, vayan dotadas con electrodomésticos de clase A y electrodomésticos bitérmicos.

La responsabilidad de ejecución de estas medidas corresponde al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio con la colaboración del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).

Se definió que el Plan global se financiara en un 60% a 65%, con aportes del IDAE (aumento en su presupuesto de un 10%), aportes desde las tarifas eléctricas (un 0,8% del costo total del suministro de energía eléctrica) y aportes de diferentes ministerios y en un 34% a 39% con aportes de las administraciones locales. Se esperaba lograr por este medio, 173,46 MM€ y 176,76 MM€ para los años 2006 y 2007, respectivamente lo que supone un 53% y un 50% del apoyo público necesario para el logro de los objetivos del Plan en materia de ahorro y eficiencia energética en estos dos años.

Actualmente el Plan está siendo ejecutado por las diferentes provincias de España, a la fecha no se cuenta con antecedentes de su grado de éxito.

*Esquema de operación del Plan “Renove” en Valencia.*

En esta Región el Plan busca reemplazar 59.375 electrodomésticos, pagando 80 Euros por cada unidad reemplazada.

Al Plan postulan las tiendas comerciales que deseen adherir al Plan Renove. El monto de ayuda por cada aparato es objeto de la campaña, 80 €, de los cuales 75€ van dirigidos al comprador final y 5€ al establecimiento adherido que realiza la venta, en concepto de compensación por los costos de financiación, gestión y tramitación administrativa.

Los establecimientos adheridos a la campaña, descuentan del precio final de venta al público la cantidad de 75€ por cada uno de los electrodomésticos vendidos que cumpla con los requisitos establecidos en esta campaña. Posteriormente, la Agencia Valenciana de la Energía a través de transferencias bancarias abona a los establecimientos adheridos 80€ por electrodoméstico vendido, previa comprobación de los justificantes respectivos.

Para obtener los abonos las empresas comercializadoras deben presentar los impresos de solicitud normalizado de adhesión a la campaña y los documentos que acrediten el retiro de las unidades antiguas y su disposición en un gestor autorizado.

Para los consumidores existe un listado de locales comerciales adheridos a la campaña, disponible en la página web de la Agencia Valenciana de Energía, y un listado de equipos eficientes, en la página web del IDAE.

### **3.5.2. PROGRAMA “CAMBIA TI VIEJO POR UN NUEVO”, MÉXICO.<sup>37</sup>**

En este caso, se crea un fideicomiso especial para el programa. La misión del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) de México es “promover e inducir, con acciones y resultados concretos el ahorro de energía eléctrica entre los consumidores”.

El programa de Refrigeradores Domésticos es una de las iniciativas de FIDE que consiste en dar apoyo financiero a los consumidores residenciales para que cambien sus refrigeradores ineficientes de más de 8 años de antigüedad, por equipos eficientes de la misma capacidad o como máximo la capacidad inmediatamente superior, con lo cual ellos obtendrán ahorros energéticos de más del 40% de sus consumos.

En Mayo del 2002, se lanzó el programa piloto cuyo objetivo fue reemplazar 2.000 refrigeradores en seis ciudades, esperando obtener ahorros de 0,73 GWh/año y 0,84MW de consumo eléctrico y demanda. El éxito de esta etapa permitió expandirlo a nivel nacional.

El FIDE es el administrador global del financiamiento y recibe la línea de crédito de Nacional Financiera, que asciende a tres mil millones de pesos (US\$ 273 millones aprox.), mientras que CFE (Comisión Federal de Electricidad) funciona como el medio de recuperación del crédito, otorga garantías y cubre los costos de operación del programa. Para la operación del programa el FIDE mantiene convenios con los fabricantes Mabe, Whirlpool, LG, y Samsung.

Requisitos:

- Los equipos de los fabricantes se deben registrar para participar y deben contar con el Sello FIDE.
- Los usuarios para poder participar en el programa de sustitución de refrigeradores deben cumplir con los siguientes requisitos:

---

<sup>37</sup> (CANCINO, 2010)

- ✓ Tener contrato de luz con la CFE.
- ✓ Ser el propietario de la vivienda o en caso de ser rentada tener un aval (Propietario de la casa que está arrendando el inmueble o un tercero).
- ✓ Autorizar la consulta en el Buró16 de crédito.
- ✓ Aceptar el retiro del equipo viejo. (pago de 500 pesos, US\$ 45,5 aprox.).

El programa se desarrolla con la participación de tres de los principales fabricantes de refrigeradores de México (que representan el 80% del mercado) a través de 16 cadenas comerciales, con 76 tiendas, quienes tienen el compromiso de recolectar la información requerida de los usuarios, que permite firmar el Contrato FIDE-Usuario, para suministrar el nuevo equipo, retirar desde las casas el equipo ineficiente, y lo más importante extraer el refrigerante y aceite para enviarlo a una compañía autorizada por el gobierno para su reciclado, dado que estos compuestos son considerados residuos peligrosos.

El Programa de Sustitución de refrigeradores y aires acondicionados, tiene vigencia en todos los estados del país donde la CFE suministra el servicio de energía eléctrica.

El crédito se ejerce mediante financiamiento, a través de distribuidores de línea blanca, con el apoyo de los fabricantes de equipos de aire acondicionado, refrigeradores y de aislamiento térmico, a los usuarios, quienes lo reembolsarán mediante cargos en su facturación eléctrica, en un período de 36 meses, con una tasa de interés fija del 21% del costo del refrigerador.

El Programa cubre además de refrigeradores con baja eficiencia energética a aquellos que estén interesados en efectuar un aislamiento térmico al techo de su vivienda. Para el caso de aire acondicionado y aislamiento térmico, deben registrar un consumo mínimo durante los meses de verano que varía dependiendo de la tarifa aplicable. Los interesados deben cumplir con la documentación y requisitos crediticios que se establecen, el cual se trata de un crédito simple: en caso de aire acondicionado y refrigeradores existe garantía prendaria. La tasa anual de interés del crédito es fija, sobre saldos insolutos, que Nacional Financiera revisa cada 3 meses.

### **3.5.3. PROGRAMA “CAMBIA TU NEVERA, AHORRAS TÚ, GANA EL PLANETA Y PROTEGEMOS LA CAPA DE OZONO”, COLOMBIA<sup>38</sup>**

El proyecto consistió en realizar un piloto en la ciudad de Bogotá para la sustitución de refrigeradores domésticos, de diferentes tamaños y marcas comerciales, que contenían compuestos clorofluorocarbonados (CFCs) y que se encontraban en poder de los usuarios finales (consumidores) y la gestión de los residuos provenientes de estos equipos, la cual incluyó aprovechamiento de partes y destrucción de los CFCs del circuito de refrigeración y de la espuma de poliuretano usada como aislamiento térmico.

Colombia es parte del Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono. Para la implementación de los acuerdos y compromisos establecidos en este Protocolo, el Gobierno Nacional, con el apoyo de las Naciones Unidas ha constituido la Unidad Técnica Ozono, a cargo del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Esta Unidad ha identificado, gestionado e implementado una serie de proyectos de reconversión industrial, financiados por el Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal, con el propósito de eliminar el consumo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, en los diferentes sectores industriales del país. Desde 1994, se han ejecutado 62 proyectos, totalizando un desembolso de US \$19.676.660 para una reducción de 1.170 toneladas de sustancias agotadoras (expresadas en potencial de agotamiento de ozono), con la participación de más de 130 empresas beneficiarias directas en todo el país.

Colombia ha reconvertido la totalidad de las empresas fabricantes de refrigeradores domésticos a tecnologías libres de CFC y, desde el año 1997, no se producen estos equipos en el país con las sustancias agotadoras de ozono CFC-11 y CFC-12. Sin embargo, el país debe considerar que existen en poder de los usuarios finales, cerca de tres millones de refrigeradores domésticos, los cuales fueron fabricados antes de 1997 y que aún contienen y requieren CFC para su funcionamiento.

---

<sup>38</sup> (CANCINO, 2010)

De igual forma, las empresas nacionales fabricantes de equipos de refrigeración comercial e industrial han eliminado el uso de los CFC en los procesos de manufactura desde finales del año 2006.

Mediante la Resolución 1652 del 10 de septiembre de 2007, se prohibió la fabricación e importación de equipos y productos que contuvieran o requiriesen para su producción u operación las sustancias agotadoras de la capa de ozono, dentro de los cuales se encuentran los equipos de refrigeración para uso doméstico, comercial e industrial.

Por otra parte, es claro que el consumo de energía de un refrigerador depende de diversos factores como son la edad y el estado del compresor, la calidad del aislamiento térmico, su exposición a fuentes de calor como hornos o rayos solares, el funcionamiento del termostato, el estado de las empaquetaduras de la puerta, el régimen de uso y el modo de empleo por parte del usuario.

Los refrigeradores se han convertido en los dispositivos de mayor consumo de electricidad en los hogares que tienen gas natural para cocción y calentamiento de agua. El país está comprometido en la promoción de Programas de Uso Eficiente de Energía en toda la cadena energética incluido el uso final, y los refrigeradores son fuente importante de consumo y por lo tanto de ahorro potencial energético.

El proyecto piloto contempló los siguientes componentes:

- ❖ Componente comercial: Información, campaña e incentivo (bono por recambio) para que los usuarios cambiaran sus refrigeradores antiguos con CFC por refrigeradores nuevos.
- ❖ Componente financiero: Diferentes alternativas para la financiación del valor del refrigerador nuevo, descontando el bono por recambio que incluían modalidades de crédito con plazos y tasas de interés atractivas para los usuarios.
- ❖ Componente logístico: Alternativas para el transporte, entrega y retiro de los refrigeradores domésticos.
- ❖ Componente normativo: Cumplimiento de legislación nacional vigente y estudio de reglamentaciones necesarias.
- ❖ Componente energético: Equipos de refrigeración doméstica más eficientes y que consumen menor cantidad de energía que los refrigeradores antiguos

(clasificación de los equipos según su eficiencia energética, bandas A y B preferiblemente).

- ❖ Componente ambiental: Alternativas de gestores de residuos y excedentes industriales y de procedimientos que garantizaran el tratamiento ambientalmente seguro de los materiales y residuos sobrantes del despiece de los refrigeradores.

Para la gestión ambientalmente segura de los refrigeradores domésticos antiguos, se consideró la ejecución de las siguientes actividades:

1. Recolección y transporte:
2. La actividad de entrega del refrigerador nuevo y retiro del refrigerador antiguo se realizó con un operador contratado por las empresas fabricantes, lo cual garantizó un completo control y seguimiento de los refrigeradores. Recepción y registro de equipos / neveras entregadas en las instalaciones del gestor:
  - La recepción se realizó en las instalaciones del gestor, Compraventa de Excedentes Industriales LITO LTDA., empresa cuyas instalaciones en Bogotá contaban con área suficiente en su bodega y con las condiciones necesarias para la recepción, segregación y almacenamiento de los materiales y residuos provenientes de los refrigeradores antiguos.
3. Recuperación del gas refrigerante:
  - La primera parte de esta actividad correspondió a la identificación del gas refrigerante de cada nevera, utilizando el equipo analizador de gases refrigerantes suministrado por la Unidad Técnica de Ozono de Colombia (UTO), con el propósito de orientar el almacenamiento del gas recuperado.
  - Después del proceso de recuperación, se procedía a determinar la cantidad de gas recuperado para conservar esta información en los formatos respectivos.
  - Por las condiciones operativas del proyecto piloto se tomó la decisión de recuperar el gas refrigerante y almacenarlo para enviarlo a destrucción en el exterior.
4. Disposición final de desechos y residuos peligrosos no aprovechables:
5. Espuma de poliuretano y /o Fibra de vidrio: La alternativa definida para el tratamiento de estas fue la destrucción por incineración directa, con la opción clara de realizar este proceso en horno cementero, teniendo en cuenta el concepto de la Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales del Ministerio de

Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Basuras: Dependiendo del tipo de material generado en el proceso de despiece, este puede ser compactado y enviado al relleno sanitario municipal.

El proceso operativo para los beneficiarios del plan consistió de:

1. Requisitos para aplicar al programa:

- Equipo antiguo: Refrigerador de uso doméstico (convencional o no frost) de cualquier marca.
- Fecha de fabricación del equipo antiguo: antes del 31 de diciembre de 1999.
- El refrigerador doméstico debía estar funcionando y completo.
- Equipo nuevo: debía ser de las marcas comerciales de las empresas HACEB o MABE de las referencias seleccionadas para el proyecto.

2. Procedimiento:

1. El consumidor interesado en participar en el proyecto piloto se acercaba a uno de los Almacenes incluidos en la campaña, manifestaba su interés y firmaba la carta de compromiso en la cual aceptaba que cumplía los requisitos.
2. Seleccionaba un refrigerador doméstico de las marcas comerciales de las empresas HACEB o MABE de las referencias participantes en el proyecto. Según el tipo de refrigerador doméstico seleccionado, el consumidor recibía un bono (entre \$80.000 y \$100.000) redimible en el momento del pago del refrigerador.
3. Realizaba el pago del valor del refrigerador descontando el valor del bono. Dentro de las diferentes modalidades de pago se logró obtener algunas ventajas (tasas especiales para el proyecto piloto).
4. Una vez realizada la compra, las empresas fabricantes llevaban directamente a los domicilios de los consumidores, los equipos nuevos y retiraban los equipos antiguos, verificando el cumplimiento de los requisitos. Luego, los equipos antiguos eran llevados por los fabricantes a las instalaciones del gestor para la disposición.
5. En las instalaciones del gestor se procedió a la ejecución de las siguientes actividades:
  - a. Recepción y registro de equipos.
  - b. Recuperación del gas refrigerante.

- c. Despiece del equipo de refrigeración.
- d. Aprovechamiento de materiales.
- e. Disposición final de residuos no aprovechables: espuma de poliuretano y /o fibra de vidrio y basuras.
- f. Manejo y destino final del gas refrigerante. Eliminación de los gases refrigerantes recuperados en el exterior, en especial CFC-12 y mezclas, mediante el uso de tecnologías aprobadas por el Protocolo de Montreal para la destrucción de estas sustancias. Se consideró el cumplimiento de la normatividad nacional e internacional para el movimiento transfronterizo de estas sustancias.

Los logros alcanzados se detallan a continuación:

- ✓ Ejecución del proyecto piloto de chatarrización de refrigeradores domésticos en la ciudad de Bogotá, por un período de cuatro meses.
- ✓ Se sustituyeron cerca de 2.000 refrigeradores domésticos que habían sido fabricados con CFC.
- ✓ Se identificaron y evaluaron las principales variables que determinan un programa de esta clase, relacionadas con los aspectos logísticos, administrativos, financieros y ambientales.
- ✓ Se difundió la importancia de sustituir equipos antiguos con CFC, debido a sus impactos ambientales, generándose sensibilidad entre los usuarios finales y creándose expectativa para las acciones futuras.
- ✓ Se promovió la responsabilidad social relacionada con la adecuada disposición de equipos antiguos, para evitar los efectos ambientales negativos.
- ✓ Se inició un proceso de coordinación con los fabricantes, importadores y distribuidores de refrigeradores, quienes son conscientes de las oportunidades que presenta un tipo de programa de sustitución de refrigeradores, en un contexto de responsabilidad ambiental y social.
- ✓ Se creó un ambiente favorable para la búsqueda de mecanismos e instrumentos económicos y jurídicos que ayuden a remover las barreras que impiden la sustitución de los más de 2 millones de equipos con CFC aún instalados en los hogares colombianos.

- ✓ Se recopiló información relevante con el fin de desarrollar más adelante un proyecto de chatarrización a nivel nacional que involucre variables energéticas en el marco de un proyecto bajo esquemas de los mercados de carbono.

### **3.6. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA RENOVA REFRIGERADOR ECUADOR<sup>38,39</sup>.**

El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable – MEER, ha planificado implementar un nuevo mecanismo de reducción del consumo de potencia y energía eléctrica en el sector residencial, mediante la renovación de refrigeradoras obsoletas con más de 10 años de uso por nuevas y eficientes que consumen en el orden de cuatro veces menos energía, el mismo que se denomina:

“Programa para la Renovación de Equipos de Consumo Energético Ineficiente – Proyecto N° 1 Sustitución de Refrigeradoras ineficientes. Decreto Ejecutivo N° 741 de 21 de abril de 2011”.

Para la implementación, y sustento técnico de este programa el MEER desarrolló el documento “ANEXO TÉCNICO RENOVADORA”, el cual ha sufrido 3 revisiones, estando vigente al momento la VERSIÓN 4, correspondiente al mes de mayo de 2014<sup>39</sup>.

#### **3.6.1 Antecedentes, justificación y objetivos del programa.**

Corresponde la responsabilidad de la ejecución del programa RENOVA-Refrigerador a los Ministerios de Electricidad y Energía Renovable; de Industrias y Productividad; de Finanzas; y, de Ambiente de acuerdo a sus competencias.

El Proyecto de Sustitución de Refrigeradoras busca la renovación de 330.000 refrigeradoras de consumo ineficiente (mayor de 10 años de uso) por otras de alta eficiencia (rango A), de un volumen de enfriamiento entre 280 y 340 litros (10 a 12 pies cúbicos), para lo cual se está entregando un estímulo a los usuarios del sector

---

<sup>39</sup> ANEXO TÉCNICO RENOVADORA VERSIÓN 4 DE 2014 (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014)

residencial que consuman hasta 200 kWh por mes. Ello permitirá contribuir al cambio de la matriz energética del país a través de la reducción de la demanda de electricidad en el sector residencial por el uso de electrodomésticos más eficientes; estimular la producción nacional de equipos y electrodomésticos de alta eficiencia; y, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero que potencian el calentamiento global.

El monto total del proyecto, es de USD 121'810.000,00 que corresponde al valor de todas las actividades, menos la recuperación de la cartera.

En el Capítulo 2, numerales 2.1 y 2.2 de este documento se detalló la situación energética eléctrica y de refrigeración doméstica previa a la implementación del programa Renova, y en numeral 2.3.1 se presentó un breve análisis de la situación energética del Ecuador.

Se debe indicar que en el año 2010, el consumo de combustibles para la generación eléctrica fue de: 264,33 millones de galones de fuel oil y residuo, 238,15 millones de galones de diesel, 14,64 millones de galones de nafta y 10 270,18 millones de pies cúbicos de gas natural, además, los precios promedio de los diferentes tipos de combustible para ese año fueron: fuel oil 0,54 USD/galón, diesel 0,92 USD/galón, nafta 4,11 USD/galón y gas natural 0,71 USD/1000 pies cúbicos.

Conforme lo expuesto, la compra de diesel en el 2010, representó un gasto para el Estado de 218 millones de dólares aproximadamente, solamente para la generación eléctrica, a precio subsidiado (US\$ 0,92 Vs US\$ 3,00 sin subsidio, aproximadamente).

Por otro lado, la cantidad estimada de refrigeradoras existentes en los hogares de los usuarios que consumen hasta 200 kWh/mes es de 1 379 904 unidades. Si de la cantidad anterior se considera que una de cada cuatro unidades pudiera cumplir con el requisito de edad para la renovación, se obtiene una cantidad por demanda del orden de 330 000 refrigeradoras a ser renovadas, de los cuales aproximadamente 198 000 corresponden a la tarifa de la dignidad (0 -130 kWh/mes).

Una vez se alcance la sustitución de las 330.000 refrigeradoras por las denominadas del tipo A, según el RTE 035:2009 y RTE 009:20054, se obtendrán los siguientes beneficios: a) Reducción de 20,6 MW en la demanda de potencia; b) ahorro anual de 215 780 MWh; lo cual representa un beneficio económico de USD

26'972.550/año considerando un costo de la energía de 12,5 cUSD/kWh. Durante la vida estimada de los nuevos equipos (10 años), el ahorro sería de USD 292 083 000.

Queda claro que el fin o propósito del programa RENOVA es disminuir la demanda de potencia y energía por medio de la reducción del consumo de energía eléctrica en el sector residencial del país, así como disminuir la planilla por el consumo de electricidad de los usuarios con menos ingresos.

### **Objetivo General:**

Sustituir 330 000 refrigeradoras obsoletas por nuevas y eficientes en el sector residencial, a través de la implementación de incentivos económicos y financieros.

### **Objetivos Específicos:**

- Preseleccionar, seleccionar, calificar y ubicar los usuarios beneficiarios del proyecto.
- Proveer refrigeradoras a los usuarios beneficiarios.
- Chatarrizar adecuadamente las refrigeradoras en desuso (Disposición final).
- Gestionar el crédito a los usuarios y la recuperación del mismo.
- Generar ahorros económicos para el Estado Ecuatoriano mediante una disminución en el consumo de energía eléctrica.
- Generar ahorros económicos para los consumidores en las planillas de energía eléctrica.
- Contribuir a la generación de empleo en el país a través de las empresas nacionales productoras de electrodomésticos energéticamente más eficientes.
- Motivar a las empresas productoras nacionales de electrodomésticos a la fabricación de equipos más eficientes.

### **3.6.2 Empresas y equipos seleccionados, precio y financiamiento para el beneficiario.**

A la fecha del desarrollo del presente estudio, la oferta de los equipos proviene de las fábricas nacionales ECASA S.A. e INDUGLOB S.A. que elaboran refrigeradoras de bajo consumo. En caso requerir de equipos de importación ensamblados en el país, éstos deberán tener una contribución de agregado nacional con un componente igual al porcentaje establecido en las Normas Especiales para la Calificación y Certificación del Origen de Mercancías.

Los modelos escogidos para el programa son:

- Marca GLOBAL ; Modelo: RG-12-NF
- Marca ECASA Modelo: RENOVA Boreal 211

Los equipos básicos a remplazar corresponden a unidades no menores de 249 litros de volumen bruto, con una capacidad de almacenamiento neto de los compartimientos de enfriamiento sumado al de congelamiento de 232 litros, con una tolerancia de +/- 2.5%; dos puertas; clase de clima Subtropical (ST); clasificación del compartimiento de baja temperatura de dos estrellas (\*\*). Adicionalmente tendrán una bandeja para legumbres, una bandeja para huevos y cubetas de hielo.

Según el Acuerdo Interministerial N° 196-2012, suscrito el 9 de octubre del 2012, se define que el nuevo precio a los fabricantes de las refrigeradoras será de US\$ 506.30 dólares incluido IVA (al inicio del programa se fijó en US\$ 482,00), mismo que regirá a partir de la tercera asignación. Al valor de USD 506.30 se deberá añadir los USD 16.00 dólares para los procesos a cargo de las empresas eléctricas y los USD 22.80 dólares para cubrir otras actividades a cargo del MEER, así como para cubrir otros pagos relacionados con el proyecto y que están por determinarse, con lo cual resulta un precio de USD 545.10 por unidad. Los clientes de la tarifa de la dignidad aportarán con el 54,14% (USD 286,1) y el Estado con el 45,86% (USD 250,00 incentivo económico); los demás clientes aportarán con el 63,31% (USD 345,10) y el Estado con el 36,69% (USD 200,00).

El Apoyo financiero al usuario, tendrá una tasa de interés fija del 5% anual, cuotas fijas con opciones de pago a 12, 24 o 36 meses. En caso de mora, se cobrará el interés que apliquen las empresas eléctricas a sus clientes por la cancelación en mora de las facturas por el suministro de energía eléctrica. El usuario no podrá pagar una cuota mayor a la definida en la tabla de amortización adjunta al contrato, salvo que desee cancelar totalmente la deuda de manera anticipada, en cuyo caso la empresa eléctrica, en el mes en que el beneficiario quisiera liquidar el contrato cobrará la cuota correspondiente más el valor indicado en la columna “saldo por cancelar” que se indica en las Tablas de Amortización. Dicha columna expresa únicamente el valor del capital adeudado, sin intereses.

### **3.6.3 Período de ejecución, cantidades anuales y distribución de refrigeradoras.**

El periodo de ejecución del Programa es de 5 años, iniciando con una renovación de 30.000 refrigeradoras en el primer año; 42.000 unidades en el segundo año; 72.000 en el tercero; 96.000 en el cuarto y 90.000 en el quinto año. En la determinación de las cantidades citadas se consideró, entre otras cosas, la capacidad de las fábricas nacionales de garantizar el abastecimiento para el proyecto. Luego del quinto año, el proyecto podrá continuar renovando más refrigeradoras anuales durante los tres años subsiguientes, únicamente con la recaudación que se obtenga de la recuperación del apoyo financiero (cartera) que otorgue el Estado.

Tablas 3.1 Distribución de refrigeradoras por área de concesión.

Tabla 3.1 a

Tabla 3.1 b

DISTRIBUCIÓN DE REFRIGERADORAS POR EMPRESAS ELÉCTRICAS Y POR ESTRATOS				DISTRIBUCIÓN DE REFRIGERADORAS POR EMPRESAS ELÉCTRICAS Y POR ESTRATOS			
Total del Programa				Primer Año			
Empresa	Estrato Tarifa de la Dignidad kWh/mes	Estrato hasta 200 kWh/mes	Total Refrigeradoras	Empresa Eléctrica	NUMERO DE REFRIGERADORAS ASIGNADAS		
					Estrato Tarifa de la Dignidad	Estrato hasta 200 kWh/mes	Total Refrigeradoras
Ambato	8.400	5.600	14.000	Ambato	720	480	1.200
Azogues	1.200	800	2.000	Azogues	120	80	200
Bolívar	1.800	1.200	3.000	Bolívar	120	80	200
Centro sur	12.600	8.400	21.000	Centro sur	1.020	680	1.700
Cotopaxi	4.200	2.800	7.000	Cotopaxi	360	240	600
Norte	8.400	5.600	14.000	Norte	720	480	1.200
Quito	35.400	23.600	59.000	Quito	2.940	1.960	4.900
Riobamba	8.400	5.600	14.000	Riobamba	720	480	1.200
Sur	6.000	4.000	10.000	Sur	480	320	800
<b>Total Sierra</b>	<b>86.400</b>	<b>57.600</b>	<b>144.000</b>	<b>Total Sierra</b>	<b>7.200</b>	<b>4.800</b>	<b>12.000</b>
Guayaquil	28.800	19.200	48.000	Guayaquil	2.400	1.600	4.000
El Oro	12.600	8.400	21.000	El Oro	1.020	680	1.700
Esmeraldas	6.600	4.400	11.000	Esmeraldas	540	360	900
Guayas-Los Ríos	15.600	10.400	26.000	Guayas-Los Ríos	1.260	840	2.100
Los Ríos	6.000	4.000	10.000	Los Ríos	480	320	800
Manabí	14.400	9.600	24.000	Manabí	1.200	800	2.000
Milagro	7.800	5.200	13.000	Milagro	660	440	1.100
Sta. Elena	6.000	4.000	10.000	Sta. Elena	480	320	800
Sto. Domingo	9.000	6.000	15.000	Sto. Domingo	720	480	1.200
Galápagos	1.800	1.200	3.000	Galápagos	1.800	1.200	3.000
Sucumbios	3.000	2.000	5.000	Sucumbios	240	160	400
<b>Total Costa</b>	<b>111.600</b>	<b>74.400</b>	<b>186.000</b>	<b>Total Costa</b>	<b>10.800</b>	<b>7.200</b>	<b>18.000</b>
<b>Total Nacional</b>	<b>198.000</b>	<b>132.000</b>	<b>330.000</b>	<b>Total Nacional</b>	<b>18.000</b>	<b>12.000</b>	<b>30.000</b>

Tabla 3.1c

<b>DISTRIBUCIÓN DE REFRIGERADORAS POR EMPRESAS ELÉCTRICAS Y POR ESTRATOS Segundo Año</b>			
<b>Empresa Eléctrica</b>	<b>NUMERO DE REFRIGERADORAS ASIGNADAS</b>		
	<b>Estrato Tarifa de la Dignidad</b>	<b>Estrato hasta 200 kWh/mes</b>	<b>Total Refrigeradoras</b>
Ambato	1.032	688	1.720
Azozques	300	200	500
Bolívar	210	140	350
Centro sur	1.740	1.160	2.900
Cotopaxi	516	344	860
Norte	858	572	1.430
Quito	5.178	3.452	8.630
Riobamba	882	588	1.470
Sur	690	460	1.150
<b>Total Sierra</b>	<b>7.200</b>	<b>4.800</b>	<b>19.010</b>
Guayaquil	4.266	2.844	7.110
El Oro	1.440	960	2.400
Esmeraldas	690	460	1.150
Guayas-Los Ríos	1.770	1.180	2.950
Los Ríos	510	340	850
Manabí	1.770	1.180	2.950
Milagro	882	588	1.470
Sta. Elena	606	404	1.010
Sto. Domingo	1.020	680	1.700
Galápagos	570	380	950
Sucumbios	270	180	450
<b>Total Costa</b>	<b>13.794</b>	<b>9.196</b>	<b>22.990</b>
<b>Total Nacional</b>	<b>20.994</b>	<b>13.996</b>	<b>42.000</b>

Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014)

La distribución de equipos por área de concesión, para los dos primeros años, se muestra en las tablas 3.1 (a, b, c) que detallan la distribución total del programa por estratos (tarifas de consumo) y región (Sierra y Costa que incluye también a Amazonía). También se muestra la distribución de equipos a canjearse por empresa distribuidora de energía eléctrica, y por estrato de consumo, respectivamente.

Es importante puntualizar que la tarifa de la dignidad en la Sierra es hasta 110 kWh/mes y en la Costa de 130 kWh/mes.

De la información presentada en las tablas 3.1 (a, b y c) es claro que el mayor cantidad de refrigeradores a sustituir se concentra en las distribuidoras con mayor número de abonados: Guayaquil, Guayas-Los Ríos y Manabí en la costa, y Quito y Centrosur en la sierra. En el capítulo 4 se analiza el impacto en el consumo de energía eléctrica debido a la penetración de los refrigeradores eficientes, tomando información relevante de las distribuidoras antes citadas.

### **3.6.4 Sustitución de las refrigeradoras:**

El distribuidor comercial autorizado en el lapso NO mayor de 7 días laborables en las áreas urbanas y 15 días laborables en las áreas rurales entregará en el domicilio del usuario beneficiario la refrigeradora nueva a cambio de la refrigeradora usada, según lo establecido en el contrato y documentos de respaldo.

Los fabricantes deberán establecer y garantizar los mecanismos que permitan la adecuada distribución de las refrigeradoras de su marca en todas las capitales provinciales a nivel nacional, incluida la provincia de Galápagos e informará oficialmente al MEER sobre éstos.

El usuario beneficiario firmará el acta entrega recepción Beneficiario - Fabricantes de Refrigeradoras o Centro de Distribución Comercial Autorizado) en el momento que sea efectuado el intercambio de refrigeradoras; para que a partir de esa fecha comience el pago de las cuotas del crédito.

Los beneficiarios que hayan incumplido con la cuota del crédito, serán notificados por la Empresa Eléctrica a la que pertenecen para que procedan a cancelar la deuda incurrida en un plazo de diez días laborables, en el caso de la no cancelación de la tercera cuota consecutiva, se considerará:

- Aquellos beneficiarios que por situación imprevisible o calamidad doméstica no pudieran cumplir con los pagos, procederán a efectuar una devolución voluntaria de la refrigeradora para que la empresa eléctrica realice una liquidación y cancelación del contrato conforme el procedimiento que determine el Comité Técnico de Gestión.
- Aquellos beneficiarios que por cualquier otro motivo a los indicados arriba, no deseen devolver la refrigeradora, la empresa procederá a notificar a la central de riesgos e iniciar un proceso legal para el retiro de la refrigeradora.
- Las refrigeradoras retiradas de los beneficiarios impagos, deberán retornar a la empresa eléctrica correspondiente al área de concesión, para que sean entregadas a otro usuario beneficiario. Los costos de estas actividades serán justificadas al Comité Técnico de Gestión para su posterior reconocimiento.

### **3.6.5 Chatarrización, Manejo ambiental y disposición final:**

La chatarrización y disposición final de los refrigeradores usados sigue el siguiente procedimiento:

- a) El MIPRO (Ministerio de Productividad) y ADELCA (Acería del Ecuador), mediante Convenio de Cooperación Interinstitucional Nro. 13 053 suscrito el 31 de octubre de 2013 acuerdan realizar una adecuada recuperación de gases refrigerantes y demás residuos

especiales, y a una disposición final adecuada de la chatarra y demás residuos a través de un modelo de gestión de chatarrización que garantice una apropiada disposición final.

- b) El fabricante (INDUGLOB/ECASA) entrega las refrigeradoras en desuso en los Centros de Acopio destinados por ADELCA, los mismos que se detallan en la tabla 3.2.

Tabla 3.2.- Centros de acopio ADELCA.

	Ciudad Centro de Acopio	Dirección
1	Aloag Fabrica	Km 1,5 vía Aloag - Sto Domingo
2	Ambato	Samanga, Panamericana Norte S/N
3	Cuenca	Panamericana Norte Km 13,5
4	Guayaquil	Km 10,5 vía a Daule
5	Duran (Desguace Buques)	Vía Duran Tambo Km 4,5 Manzana W Solares 4 y 5 Sector Ferias
6	Loja	Av 8 de Diciembre Km 4
7	Machala	Vía machala Pasaje Km 13
8	Manta	Vía Manta Portoviejo Km 1,5 S/N
9	Portoviejo	Vía Portoviejo Manta, calle Eloy Alfaro S/N
10	Quito Calderon	Panamericana Norte Km 14 (Junto bodegas Coca Cola )
11	Quevedo	Vía El Empalme S/N
12	Santo Domingo	Km 7 vía Quininde
13	Ibarra	La Florida Av Mariano Acosta S/N
14	El Coca	Puesta en operación, 17 de febrero de 2014

Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014)

- c) ADELCA destina al menos un (1) técnico por cada Centro de Acopio para la recuperación de gases refrigerantes previo a su capacitación por parte del Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional (SECAP).
- d) ADELCA se encargará de realizar el acopio, almacenamiento y resguardo de los gases refrigerantes recuperados de las refrigeradoras en desuso, como se representa en un esquema general en la figura 3.6.
- e) ADELCA procesará la chatarra ferrosa y no ferrosa, que recibirá en sus instalaciones producto de desmantelamiento de las refrigeradoras en desuso.
- f) ADELCA emitirá informes semanales y mensuales del avance de la chatarrización de las refrigeradoras en desuso, informe que deberá detallar el peso (kg) en toneladas métricas.
- g) El MIPRO validará los informes de chatarrización y disposición final de las refrigeradoras en desuso, de extracción y de destrucción de los gases refrigerantes, remitidos por los respectivos responsables de los Centros de Acopio de ADELCA



Figura 3.6 . Proceso de Chatarrización de refrigeradores canjeados.  
Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014)

- h) El MIPRO presentará los informes mensuales de chatarrización y disposición final de las refrigeradoras en desuso, de extracción y de destrucción de los gases refrigerantes, para consideración del MEER, de acuerdo a los formatos previamente acordados para el efecto, adjuntando los documentos de soporte (actas).

El modelo de gestión establecido para la chatarrización de las refrigeradoras en desuso canjeadas dentro del Proyecto Renova Refrigeradora corresponde al Proceso de Chatarrización de Bienes Públicos determinado bajo el Decreto Ejecutivo 1791-A y, reglamentado por el Acuerdo Ministerial 10-330.

Según el esquema operativo, el usuario (abonado) que recibe del distribuidor y/o fabricante la refrigeradora nueva, entrega a éste su refrigeradora usada para la disposición final de la misma. A su vez, el distribuidor y/o fabricante entrega la refrigeradora en desuso en los centros de acopio de ADELCA, para lo cual firman el Acta Entrega Recepción respectiva, para que se inicie el proceso de disposición final, que incluye el retiro de los gases refrigerantes, el aceite del compresor y el desguace de la refrigeradora, en base al convenio firmado entre el MIPRO y ADELCA.

Periódicamente el MIPRO firmará actas entrega - recepción con ADELCA para formalizar la recepción de las refrigeradoras por parte de ADELCA. El valor resultante de los bienes sometidos a chatarrización será depositado en la Cuenta

Única del Tesoro Nacional e informado oficialmente al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

### **3.6.7 Financiamiento del proyecto:**

En la tabla 3.4 se detalla el financiamiento del programa, en el que sobresale el gran estímulo económico que realiza el estado subsidiando parte del precio de la refrigeradora de acuerdo a la tarifa eléctrica de consumo.

Este estímulo al final de los 5 años será de USD 75 900 000,00.

El estado facilitará el dinero para el financiamiento de compra del equipo a los beneficiarios, dinero que se recuperará vía cobro en las planillas de energía eléctrica mensual, y que tiene una tasa de interés fija del 5% anual. Existe financiamiento a 12, 24 o 36 meses.

El programa pretende extenderse por 3 años más, pero para este período ya no existirá el estímulo económico del estado (subsidio según la tarifa de consumo energético). Pero si apoyará al financiamiento de compra, cuyos valores los recuperará de igual manera por planilla eléctrica. Esta extensión del programa pretende incorporar 175 000 unidades eficientes más.

En julio del 2011, se fijó el precio a reconocer a los fabricantes en USD 482,00 incluido el IVA. A partir de la expedición del Acuerdo Interministerial N° 196-2012 el nuevo precio unitario de las refrigeradoras a los fabricantes es de USD 506.30 dólares incluido IVA.

*Tabla 3.4.- Financiamiento del programa de renovación tecnológica.*

Componentes/ Rubros	FUENTES DE FINANCIAMIENTO (dólares)	
	Internas	Fiscal
	<b>1. Preselección, selección, calificación y ubicación de usuarios beneficiarios del proyecto.</b>	
1.1 Desarrollo del Marco Regulatorio para la colaboración con los actores del proyecto: MEER, MIPRO, MICSE, BNF, MAE y sus dependencias INEN, CAE, Empresas Eléctricas de distribución, Asociación de línea Blanca del Ecuador ALBE y Comercializadoras Minoristas.	0	
1.2 Selección y Calificación de Beneficiarios, establecimiento de prioridades en base a: capacidades especiales, adultos mayores, vetustez de la refrigeradora, condiciones eléctricas, etc.	0	
1.3 Inspecciones para constatación de características físicas y estado de la instalación eléctrica domiciliaria.	5 280 000,0	
<b>2. Provisión de refrigeradoras para usuarios beneficiarios.</b>		
2.1 Firma de contratos de aceptación por parte de los beneficiarios	0	
2.2 Entrega de las refrigeradoras nuevas a los beneficiarios	159 060 000,0	
<b>3. Disposición final adecuada de refrigeradoras en desuso.</b>		
3.1 Retiro de las refrigeradoras obsoletas a los beneficiarios	0	
3.2 Chatarrización de las refrigeradoras obsoletas.	5 610 000,0	
<b>4. Gestión del crédito y Recuperación del mismo.</b>		
4.1 Otorgamiento de créditos a los beneficiarios del proyecto	7 524 000,0	
4.2 Recuperación de créditos a través de la planilla eléctrica	0	
<b>TOTAL:</b>	<b>177 474 000</b>	
<b>Recuperación de cartera</b>	<b>55 663 967</b>	
<b>TOTAL FINANCIAMIENTO (USD)</b>	<b>121 810 033</b>	

Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014)

El financiamiento se lo realiza por intermedio de Banco Nacional de Fomento BNF.

### 3.6.8 Beneficios para los Usuarios:

Los usuarios del Programa RENOVA que tienen un consumo inferior a 110 kW/h al mes en la Sierra y 130 kW/h al mes en la Costa, es decir, que han sido beneficiarios de la tarifa de la dignidad recibirán un estímulo económico de USD 250,00. Mientras que aquellos usuarios que sin haber sido beneficiarios de la tarifa dignidad han tenido consumos inferiores a los 200 kW/h al mes durante los últimos doce meses recibirán USD 200,00.

Los beneficiarios podrán pagar el saldo por su refrigeradora nueva a una tasa de interés preferencial de 5% anual y un plazo máximo de tres años. El usuario puede escoger si paga el crédito a 12, 24 o 36 meses, a través de su planilla de consumo eléctrico. Dicho estímulo económico sirve para cubrir parte del costo de las refrigeradoras nuevas y permite compensar a los beneficiarios por la refrigeradora usada que entregan.

La sustitución de la refrigeradora antigua permite al usuario reducir el consumo de energía, impactando positivamente su economía familiar, pues genera un ahorro en la tarifa eléctrica que tiene que pagar (se estima que puede ahorrar un promedio entre USD 6,00 a USD 8,00 mensuales) y además también beneficia al Estado Ecuatoriano.

### **3.6.9 Proceso para acceder al programa**

Los usuarios interesados deben acceder al proyecto a través de la página web de la empresa eléctrica que les brinda el servicio.

Para participar en el Programa se tiene que cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Inscribirse indicando dirección de domicilio y características básicas de la refrigeradora que desea sustituir (revisar la página web o directamente en atención al cliente de la empresa eléctrica más cercana a su domicilio).
- 2) Ser usuario del servicio público de energía eléctrica en tarifa residencial.
- 3) Habitar en el domicilio registrado en la dirección indicada en la factura de energía eléctrica.
- 4) Tener actualizado y suscrito el contrato de suministro.
- 5) No tener deudas vencidas (de más de 30 días de mora) por el consumo de energía eléctrica con la empresa eléctrica, durante los últimos doce meses.
- 6) El medidor deberá estar a nombre del usuario participante, caso contrario solo podrá beneficiarse del estímulo económico directo.
- 7) Los usuarios deberán registrar un consumo promedio NO mayor al límite de consumo establecido (200 kWh por mes) durante los últimos 12 meses.

- 8) Los arrendatarios deberán justificar su condición presentando el contrato de arrendamiento y la garantía del propietario del inmueble o de otro usuario a quien cargar la cartera, caso contrario sólo podrán beneficiarse del estímulo económico directo.
- 9) No ser beneficiario del programa en otro suministro.
- 10) Tener un refrigerador con más de 10 años de vida y que esté funcionando, en el mismo lugar de la vivienda.
- 11) Informe favorable de la empresa eléctrica sobre la situación del usuario y de sus instalaciones eléctricas domiciliarias tales como puesta a tierra, toma polarizada tipo B para el nuevo equipo.

En la figura 3.7 se describen los pasos para beneficiarse del programa.

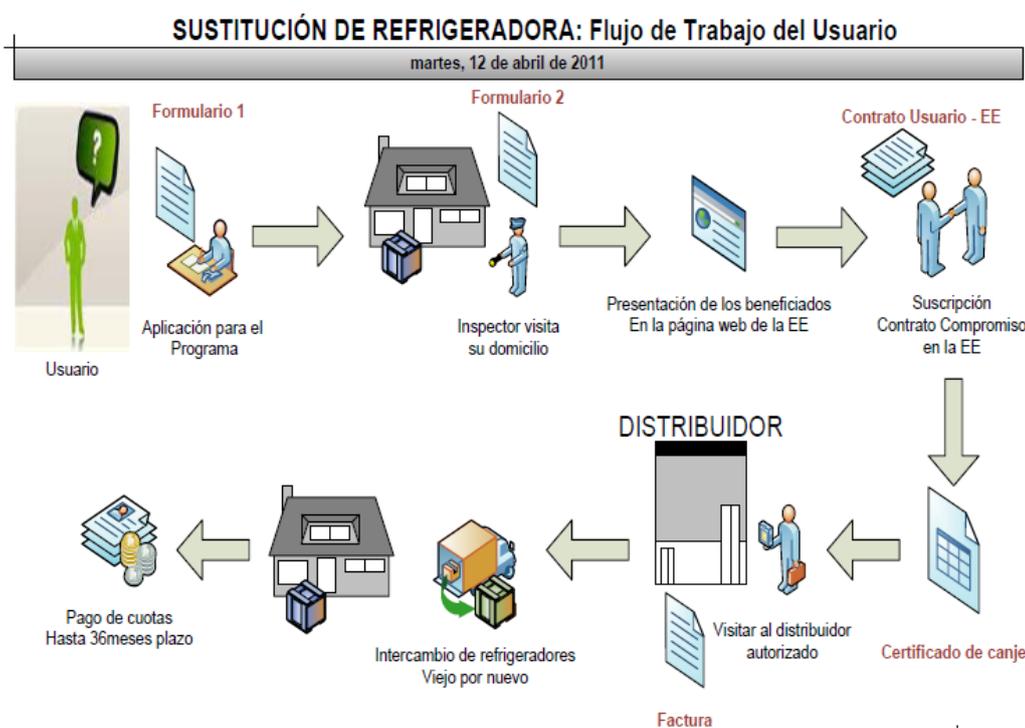


Figura 3.7.- Proceso de sustitución de Refrigeradora del programa Renova.  
Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014)

### 3.7 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS PARA EL PROGRAMA RENOVA.

En el numeral 3.3.2 de este documento se informó acerca de los equipos de refrigeración domésticos escogidos para la sustitución tecnológica en el Programa “Renova Refrigerador”. En esta sección se detallan las características técnicas de dichos equipos y se describe el proceso de determinación de la eficiencia energética de uno de ellos.

Los ensayos y pruebas en el refrigerador para determinar su consumo energético se realizaron aplicando la Norma Técnica NTE INEN 2206:2011 ARTEFACTOS DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICOS CON O SIN ESCARCHA. REFRIGERADORES CON O SIN COMPARTIMIENTO DE BAJA TEMPERATURA. REQUISITOS E INSPECCIÓN, de la que se utiliza el procedimiento descrito en el numeral 8.9 "Ensayo del consumo de energía".

También se aplicó el Reglamento Técnico RTE INEN 035:2009 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ARTEFACTOS DE REFRIGERACIÓN DE USO DOMÉSTICO. REPORTE DE CONSUMO DE ENERGÍA, MÉTODOS DE PRUEBA Y ETIQUETADO. Para determinar la clasificación de consumo energético.

Los ensayos que sirven de muestra y soporte para el estudio que se describe en la presente sección, fueron realizados en el laboratorio de la empresa INDUGLOB, ubicado en la ciudad de Cuenca, durante el período del 13 de mayo al 21 de mayo de 2014, como procedimiento de aseguramiento de calidad de su producción normal.

### **3.7.1 EMPRESAS SELECCIONADAS:**

#### **INDUGLOB.**

Induglob es la empresa productora de línea Blanca de las marcas Global, Indurama y Whirpool. La empresa se encuentra localizada en la ciudad de Cuenca y tiene cadenas de distribución en todo el país.

Sus inicios se remontan al año 1972 con la fabricación de bicicletas, para esta época, disponían de 500 metros cuadrados de planta industrial y 45 trabajadores. Sus actividades principales han sufrido cambios a lo largo del tiempo, luego de las bicicletas, emprendieron en la fabricación de ollas y calentadores de agua domésticos a gas. En la década de los ochenta inicia la producción de cocinetas, en poco tiempo incorpora la producción de cocinas con horno, y más tarde las refrigeradoras de uso doméstico. Actualmente se posiciona como una empresa líder en el país en la producción de línea blanca. A partir de 1994 inicia sus exportaciones. Al momento mantiene relaciones de venta con 25 países entre otros, Venezuela, Perú, , Bolivia, Jamaica, República Dominicana, El Salvador, Honduras, Chile, Colombia,

Guatemala y Panamá. En estos tres últimos países abrió empresas comerciales en los últimos años.

La capacidad instalada de la planta permite producir 800 000 artefactos al año. Ahora, se fabrican unos 650 000, cerca de 400 000 son cocinas y el resto refrigeradores. El 60% de la producción se exporta y el resto abastece al Ecuador<sup>40</sup>.

Induglob posee certificado de calidad ISO 9001, validado por Bureau Veritas. Así mismo, tiene implementados y en proceso de certificación los siguientes sistemas de gestión:

- ✓ ISO 14000 Sistema de Gestión Ambiental.
- ✓ ISO 50001 Sistema de Gestión de la Energía.
- ✓ SART Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.
- ✓ BASC 4 Sistema de Gestión de Seguridad y Confort.
- ✓ ISO IEC 17025 Laboratorios.

Además posee Certificados de producto “Sello de Calidad INEN” en cocinas, refrigeradores y congeladores (Induglob, 2014).

### **ECASA.**

“La empresa Ecuatoriana de Artefactos S.A. (ECASA) inició sus actividades de producción en 1964 para el mercado ecuatoriano y el Pacto Andino. Ecasa fabrica línea blanca: refrigeradores, congeladores, vitrinas, cocinas, cocinetas, lavadoras y secadoras. Ecuatoriana de Artefactos S.A. es la primera fábrica de electrodomésticos en el Ecuador, con más de 40 años de trayectoria. Hoy por hoy es una empresa eficiente y de reconocido prestigio internacional.

Ecasa ha producido para el mercado ecuatoriano, andino y centroamericano más de dos millones de electrodomésticos de línea blanca.

Dentro de la perspectiva de Ecasa, está el consolidar el prestigio proveniente de una trayectoria de cuatro décadas, aumentando la participación en el mercado, logrando una alianza estratégica con los diferentes canales de distribución y trabajar permanentemente con tecnología que brinde confianza y comodidad a sus clientes, siendo capaces de combinar diseño y perfección” (Ecasa, 2014).

---

<sup>40</sup> (Astudillo, 2014)

Se encuentra domiciliada en la ciudad de Quito y fabrica electrodomésticos que llevan la marca ECASA.

### 3.7.2 DATOS TÉCNICOS DE EQUIPOS SELECCIONADOS:

Con la información de las etiquetas de consumo energético de los equipos de refrigeración escogidos para el programa Renova, se realiza una tabla comparativa, la misma que se muestra en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. – Características de los equipos RENOVA en función de las etiquetas energéticas.

<b>CARACTERÍSTICAS DE REFRIGERADORES DE PROGRAMA RENOVA</b>			
<b>MARCA:</b>		<b>GLOBAL</b>	<b>ECASA</b>
<b>MODELO:</b>		<b>RG-12-NF</b>	<b>BOREAL 211</b>
<b>EMPRESA:</b>		<b>INDUGLOB</b>	<b>ECASA</b>
<b>TIPO</b>		<b>4 REFRIGERADOR SIN ESCARCHA CONGELADOR SUPERIOR</b>	<b>4 REFRIGERADOR SIN ESCARCHA CONGELADOR SUPERIOR</b>
<b>CLASE TEMPERATURA</b>	°C	ST (25)	ST (25)
<b>VOLUMEN DE COMPARTIMENTO REFRIGERACIÓN</b>	Litros	174	182
<b>VOLUMEN DE COMPARTIMENTO CONGELAMIENTO</b>	Litros	55	52
<b>VOLUMEN TOTAL</b>	Litros	229	234
<b>TEMPERATURA DEL CONGELADOR</b>	°C	-12	-12
<b>TEMPERATURA DEL REFRIGERADOR</b>	°C	5	5
<b>CONSUMO DE ENERGÍA POR AÑO</b>	KWh/año	357.7	335
<b>CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA</b>	Según INEN 035	A	A
<b>INDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	KWh/año/litros	1.56	1.43
<b>CONSUMO DE ENERGÍA POR DÍA</b>	KWh/24h	0.98	0.92

Fuente: Datos de etiquetas energéticas, Anexo 3 de este documento. Elaboración propia.

Se observa que los equipos son muy similares en sus características, resaltando que la información que detalla el equipo ECASA tiene un mejor Índice de Eficiencia Energética.

### 3.7.3 DETERMINACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO:

La empresa Uniglob, facilitó un informe de los ensayos de consumo energético de un lote de producción de refrigeradores RG-12-NF. Equipo seleccionado para el programa Renova Refrigerador.

De los datos del ensayo de consumo energético (ver Anexo 2), se observa que el consumo de energía por día (kWh/24h) es en promedio 0,84 kWh/24h. Consumo menor aproximadamente en un 14% con respecto al consumo diario de 0,98 kWh/24h impreso en la etiqueta energética de este equipo, dato que resulta de dividir el consumo anual en kWh/año para 365 días. Por lo que, el comportamiento de desempeño energético del equipo podría ser mejor que el señalado en su etiqueta.

Con el fin de obtener el indicador que categoriza el consumo energético del equipo, es necesario ubicar el cruce de los valores de VA (Volumen Ajustado en litros) y Consumo de Energía en kWh/año, en la gráfica de Rectas de Consumo de Referencia. Procedimiento que se ilustra en la figura 3.8.

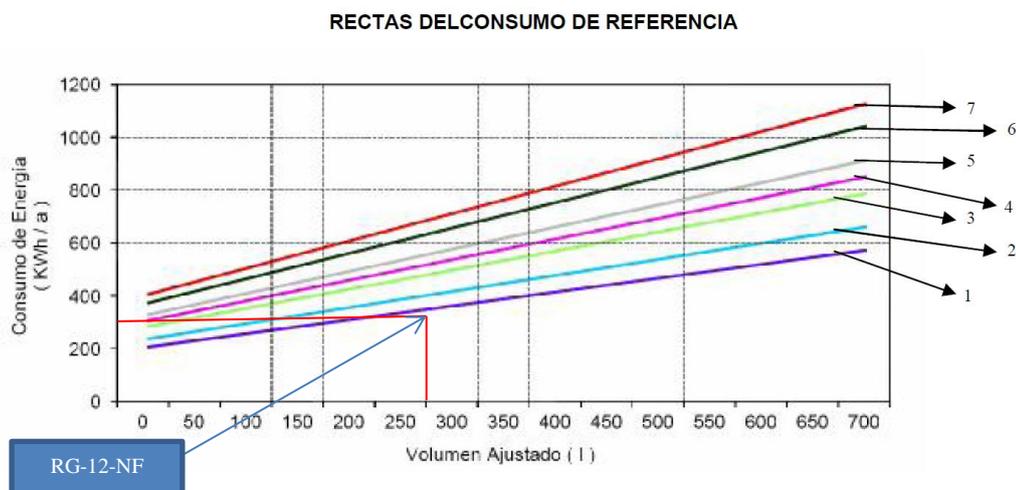


Figura 3.8 Determinación en recta CER para refrigeradores RG12NF y RI-425 de Induglobe.  
Fuente: RTE INEN 035:2009, Recta de consumo para Refrigerador tipo 4 y clase ST.

Estas gráficas de rectas de consumo se encuentran en el Reglamento Técnico RTE INEN 035:2009 como anexo B., y su uso está condicionado por la clase de temperatura del ensayo ST (25°C sub tropical) o T (32°C tropical). Y la clasificación del tipo de artefacto que se describe en el Reglamento Técnico RTE INEN 035:2009 numeral 3.2.1. En la tabla 2 de la tabla 3.6 se muestra un extracto de esta tabla que describe el tipo de artefacto.

Tabla 3.6 Extracto de los tipos de artefactos de refrigeración domésticos.

Clasificación según el diseño del producto	Tipo artefacto	Descripción
1	Refrigerador Convencional	Refrigerador con compartimiento congelador montado interiormente, en el cual, la superficie refrigerada encierra parcialmente el congelador. Tanto el enfriamiento del compartimiento de alimentos frescos como el compartimiento congelador se realizan por convección natural. Requiere descongelado manual (la acción de descongelado puede terminarse automáticamente). Control simple.
2	Enfriador doméstico	Refrigerador sin compartimiento congelador (puede tener un compartimiento para congelación y almacenamiento de hielo) (solo refrigerador). Control simple sin descongelado automática.
3	Refrigerador - congelador	Combinación refrigerador congelador, con congelador montado en la parte superior. Descongelado automático para el compartimiento de alimentos frescos, se requiere descongelado manual para el compartimiento congelador. Se diferencia del tipo 4 por la ausencia de la circulación de aire forzado y a menudo por la presencia de una placa enfriadora en la parte posterior del compartimiento de alimentos frescos.
4	Refrigerador sin escarcha, congelador superior	Artefacto refrigerador y/o refrigerador-congelador sin escarcha con congelador montado en la parte superior, y descongelado automática (sin escarcha), pueden tener controles separados para el congelador y compartimiento de alimentos frescos. Sin servicio de hielo y/o agua a través de la puerta, incluye todos los refrigeradores con descongelado automático.

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2011).

Los valores de VA y consumo energético se calculan conforme a lo estipulado en el RTE INEN 035:2009. Con los datos obtenidos del ensayo de consumo energético para el refrigerador en estudio. El valor de VA es de 275,33 litros, y el consumo energético de 306,6 kWh/año. Y se interceptan en la posición indicada en la figura 3.8.

Llegado a esta determinación de ubicación en el gráfico de rectas CER (Consumo de Energía de Referencia), se determina entre que rango de consumo de energía de referencia se encuentra considerando dos CER consecutivos, según se indica en la tabla 4 de la tabla 3.7. Para el caso se encuentra entre la CER0 y la CER1, por lo que se determina que el refrigerador descrito está dentro de la categoría A de consumo de energía eléctrica. Por tanto cumplen la obligatoriedad de la segunda modificación de la Norma Técnica RTE INEN 035:2009, que indica que los aparatos de refrigeración domésticos de volumen menores a o iguales a 850 litros operador por compresor hermético, se comercializarán únicamente los de rango energético "A".

Figura 3.10 Determinación del rango de eficiencia de refrigeradores de uso doméstico.

**4.1.1 Consumo de Energía.** El consumo de energía determinado según lo establecido en el ensayo "Consumo de Energía" del numeral 8.9 de la NTE INEN 2 206 vigente y ensayado a un voltaje igual a  $115\text{ V} \pm 1\%$ , debe clasificar los artefactos en un determinado rango, establecidos de acuerdo a los siguientes criterios:

Rango A: espacio comprendido entre CER<sub>0</sub> y el CER<sub>1</sub> incluido

Rango B: espacio comprendido entre CER<sub>1</sub> y el CER<sub>2</sub> incluido

Rango C: espacio comprendido entre CER<sub>2</sub> y el CER<sub>3</sub> incluido

Rango D: espacio comprendido entre CER<sub>3</sub> y el CER<sub>4</sub> incluido

Rango E: espacio comprendido entre CER<sub>4</sub> y el CER<sub>5</sub> incluido

Rango F: espacio comprendido entre CER<sub>5</sub> y el CER<sub>6</sub> incluido

Rango G: espacio comprendido entre CER<sub>6</sub> y el infinito

**TABLA 4. Rangos de consumo de energía de referencia**

Rangos de consumo de energía de referencia		
Rango	Limite superior (incluido) (%)	Limite inferior (%)
A	67,5	0
B	77,5	67,5
C	92,5	77,5
D	107,5	92,5
E	122,5	107,5
F	132,5	122,5
G	$\infty$	132,5

\*El porcentaje es respecto al consumo de energía de referencia nacional

Fuente: RTE INEN 035:2009.

La información presentada en este y anteriores capítulos permite contextualizar el análisis materia del presente estudio. En el siguiente capítulo se determina el impacto en el consumo energético a nivel país, con la implementación del programa RENOVA-refrigerador....

## **CAPÍTULO 4.**

### **ANÁLISIS DEL IMPACTO ENERGÉTICO.**

#### **4.1. INTRODUCCIÓN.**

Según se indicó en secciones previas, la crisis de energía eléctrica de años pasados en Ecuador, sumada a la falta de políticas y estructura adecuada desde la década de 1990, agravada con la desaparición del INECEL, mantuvo al país sin un objetivo claro y principalmente sin el desarrollo de planes y programas que incrementen la oferta por un lado y que por otro orienten al consumidor final a generar ahorro energético, así como a mejorar sus hábitos y cultura de consumo eficiente de energía.

Desde el año 2007, con la creación del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable – MEER, se han reestructurado, fortalecido y creado organismos institucionales que orientan técnicamente al cambio de la matriz energética, potenciando al Ecuador como un referente en el manejo e implementación de infraestructura. El plan estratégico 2014 – 2017 del MEER, establece entre otros objetivos, considerando como periodo o línea base el año 2012, los siguientes<sup>41</sup>:

- ✓ Suministro de energía eléctrica con fuentes renovables del 43.1% al 60%.
- ✓ Cobertura del servicio eléctrico del 95,41 al 96,88%
- ✓ Medidas de ahorro energético de 667 GWh/año a 1 448 GWh/año, incluye pérdidas técnicas.

Se detallará la eficiencia o ahorro energético logrado y la eficacia, que expresa el avance, en la implementación del programa Renova-refrigerador.

#### **4.2. CALCULO DE AHORRO ENERGÉTICO.**

A continuación se demuestra la eficacia de la aplicación de estándares mínimos en los equipos de refrigeración de uso doméstico en el país con la implementación del reglamento técnico RTE INEN 035:2009, que obliga a la comercialización de artefactos con eficiencia clase A, en el Ecuador, y principalmente la ejecución del programa Renova Refrigerador desde el año 2012.

El documento, “Anexo Técnico Renovadora en su versión 4 del 2014”, en el numeral 9.8 Monitoreo y Evaluación, señala la metodología para determinar el

---

<sup>41</sup> (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014)

ahorro y cumplimiento de metas establecidas. Utilizando esta forma de cálculo se determinó el impacto de ahorro de energía eléctrica para una muestra del País.

La base del análisis está desarrollada con datos del año 2014, proporcionados por la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, que brinda cobertura de servicio de distribución eléctrica a las provincias de Azuay, Cañar (excepto Azogues) y Morona Santiago. El impacto de ahorro energético está analizado únicamente en ese año para las regiones señaladas.

La metodología que describe el anexo técnico para cálculo del ahorro es la siguiente<sup>42</sup>:

Obtención de “muestra de beneficiarios aceptables” por cada marca de refrigeradora:

- Obtener el consumo del mes previo al anterior a aquel en que se registró la entrega de la refrigeradora (mes “A”)
- Obtener el consumo del mes siguiente al posterior a aquel en que se entregó la refrigeradora (mes “P”)
- Obtener la diferencia entre los valores del consumo del mes A y el mes P.
- Si el valor  $A - P$  es mayor a cero; el abonado es considerado como usuario aceptable para evaluar el ahorro.

Calculo de los ahorros de la muestra de beneficiarios aceptables:

- Obtener el consumo promedio de los dos meses previos al anterior en que se registró la entrega de la refrigeradora.
- Obtener el consumo promedio de los dos meses posteriores al siguiente a aquel en que se registró la entrega de la refrigeradora.
- Obtener la diferencia positiva de los promedios de cada uno de los beneficiarios.
- Hacer la sumatoria de los ahorros obtenidos por cada uno de los beneficiarios de la muestra.
- Sacar el promedio de los ahorros obtenidos de la muestra.

### **4.3. RESULTADOS DE AHORRO ENERGÉTICO.**

---

<sup>42</sup> (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014)

La tabla 4.1 resume los datos de ahorro calculados para el año 2014 según datos proporcionados por la EERCS. Se expresan las muestras de usuarios nuevos y aceptados según el método de cálculo, de los meses que se puede calcular en función de la disponibilidad de datos, es decir desde abril hasta septiembre.

Tabla 4.1. Impacto energético de ahorro de implementación del programa Renova Refrigerador en el año 2014 en la EERCS.

AÑO 2014			
PERÍODO BASE	NUMERO DE MUESTRAS	SUMA DE AHORROS	PROMEDIO AHORROS
	Abonados	KWh/mes	KWh/mes
ABRIL	105	3043.78	28.99
MAYO	20	618.03	30.90
JUNIO	36	997.29	27.70
JULIO	80	2330.72	29.13
AGOSTO	25	836.65	33.47
SEPTIEMBRE	19	466.52	24.55
<b>TOTAL</b>	<b>285</b>	<b>8292.99</b>	<b>29.10</b>

Fuente: Datos de consumo energético de abonados pertenecientes al programa Renova Refrigerador de la EERCS. Elaboración propia.

Los datos totales representados en la tabla 4.1, evidencian que la implementación genera ahorros energéticos en el orden de 30 kWh/mes por abonado, lo que representa un ahorro económico aproximado de US\$ 3 al mes.

En la tabla 4.2 se detalla el comportamiento por tarifa energética, donde el promedio de ahorro es de 13 kWh/mes para un abonado de la tarifa dignidad versus 30 kWh/mes para un abonado de hasta 200 kWh de consumo mensual. Con ello, es evidente que a mayor consumo mayor ahorro.

Tabla 4.2. Impacto energético de ahorro de implementación del programa Renova Refrigerador en el año 2014 en la EERCS.

		abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	TOTAL
TARIFA DIGNIDAD <110 KWh/MES	CONSUMO MENSUAL KWh/mes	6826	1744	1757	4701	1759	1496	18283
	USUARIOS NUEVOS EN PLAN	114	32	47	82	29	23	327
	DIFERENCIA POSITIVA KWh/mes	1490	331	405	1223	431	243	4123
	PROMEDIO AHORRO KWh/mes	13	10	9	15	15	11	13
TARIFA <200 KWh/MES	CONSUMO MENSUAL KWh/mes	7009	1630	2452	5517	2427	1527	20562
	USUARIOS NUEVOS EN PLAN	48	11	17	39	16	10	141
	DIFERENCIA POSITIVA KWh/mes	1553	287	593	1108	405	224	4170
	PROMEDIO AHORRO KWh/mes	32	26	35	28	25	22	30

Fuente: Datos de consumo energético de abonados pertenecientes al programa Renova Refrigerador. Elaboración propia.

En los numerales 3.4 “Línea Base del proyecto” y 6.5 “Valoración de los beneficios por disminución del consumo de energía eléctrica”, del Anexo Técnico

Renovadora, consideran ahorros promedio por equipo según la tarifa de consumo, es decir, para la tarifa de la dignidad (<110 kWh/mes en la sierra y menor a 130 kWh/mes en la costa) de 35.5 y 64.1 kWh/mes, respectivamente. Y ahorros de 49.0 y 66.5 kWh/mes para la tarifa menor a 200 kWh/mes, en la sierra y costa respectivamente, la tabla 4.3 presenta estos valores, considerados esperados.

*Tabla 4.3. Ahorros esperados por mes base para el programa RENOVA Refrigerador.*

	TARIFA DIGNIDAD KWh/mes	TARIFA HASTA 200 KWh/mes
<b>AHORRO ESPERADO REGIÓN SIERRA KWh/mes</b>	<b>35.5</b>	<b>49</b>
<b>AHORRO ESPERADO COSTA SIERRA KWh/mes</b>	<b>64.1</b>	<b>66.5</b>

*Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014). Datos clientes Renova EERCS. Elaboración propia.*

La tabla 4.4 muestra el cálculo de pérdida de ahorro ponderado con datos de asignación de refrigeradores para la EERCS entre un escenario “real” (ahorro promedio tabla 4.2 en verde) y el ahorro esperado u “optimista” en la región Sierra.

*Tabla 4.4. Ahorros esperados por mes base para el programa RENOVA Refrigerador.*

	TARIFA DIGNIDAD KWh/mes	TARIFA HASTA 200 KWh/mes
<b>AHORRO ESPERADO REGIÓN SIERRA KWh/mes</b>	<b>35.5</b>	<b>49</b>
<b>AHORRO REAL REGIÓN SIERRA KWh/mes</b>	<b>13</b>	<b>30</b>
<b>ASIGNACIONES EERCS POR TARIFA</b>	<b>12600</b>	<b>8400</b>
<b>AHORRO PONDERADO ESPERADO BASE EERCS</b>	<b>40.9</b>	
<b>AHORRO PONDERADO REAL BASE EERCS</b>	<b>19.8</b>	
<b>% PERDIDA DE AHORRO</b>	<b>48%</b>	

*Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014). Datos clientes Renova EERCS. Elaboración propia.*

Comparando los valores de la tabla 4.2, resaltados en verde, con los valores esperados (en la región sierra) descritos en la tabla 4.3, para las dos tarifas, se aprecia que no cumple lo estimado por el MEER en el documento base de este programa. Con ello, se podría hablar de un rango esperado de ahorro que iría desde un escenario “real” (con valores similares a los mostrados en la tabla 4.2) a un escenario “optimista” o esperado (cuyos valores se muestran en la tabla 4.3). Con este enfoque, las metas de cálculo de ahorro esperado pueden tener un desvío significativo, pudiendo ser ahorros menores al 48%, (según cálculo establecido en la tabla 4.4) de los estimados inicialmente. Esta valoración que se hace en el presente estudio, considera que el cálculo se realiza con abonados que recién incorporan el equipo eficiente en su domicilio y que no deben existir mayores o profundos cambios en su

comportamiento de uso de energía. A ello se suma el argumento que la mayor cantidad de usuarios está en la tarifa de la dignidad y mantiene consumos promedios menores a 110 KWh/mes y es el estrato que se comporta con mayor desviación. Sin embargo, hay que tener presente que el ahorro podría ser mayor en la costa por efecto del clima.

En la tabla 4.5, se presenta una proyección de ahorro energético, considerando los dos escenarios planteados, uno optimista con los datos de la tabla 4.3, y otro con un escenario real que se basa en los datos de la tabla 4.2, considerando que efectos del clima afecten positivamente al ahorro, para lo que se espera que se reduzca el esperado en un 45%, también fundamentado en que la región costa tiene una mayor cantidad de equipos a implementar.

Tabla 4.5. Proyección de ahorro esperado considerando dos escenarios de ahorro.

DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS PLANEADA POR EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA					AHORRO ESCENARIO OPTIMISTA		AHORRO ESCENARIO REAL	
Unidades de Negocio	Unidades de Negocio	Estrato Tarifa de la Dignidad	Estrato hasta 200 KWh/mes	Total Refrigeradoras Programa RENOVA	AHORRO ESPERADO DE 64.1 KWh/mes	AHORRO ESPERADO DE 66.5 KWh/mes	AHORRO ESPERADO DE 35.255 KWh/mes	AHORRO ESPERADO DE 36.575 KWh/mes
E. GALÁPAGOS	GALÁPAGOS	1800	1200	3000	115	80	63	44
EOR	EL ORO	12600	8400	21000	808	559	444	307
ESM	ESMERALDAS	6600	4400	11000	423	293	233	161
GLR	GUAYAS-LOS RÍOS	15600	10400	26000	1000	692	550	380
LRS	LOS RÍOS	6000	4000	10000	385	266	212	146
MAN	MANABÍ	14400	9600	24000	923	638	508	351
MLG	MILAGRO	7800	5200	13000	500	346	275	190
STE	SANTA ELENA	6000	4000	10000	385	266	212	146
STD	SANTO DOMINGO	9000	6000	15000	577	399	317	219
SUC	SUCUMBÍOS	3000	2000	5000	192	133	106	73
GUA	GUAYAQUIL	28800	19200	48000	1846	1277	1015	702
<b>TOTAL COSTA</b>		<b>111600</b>	<b>74400</b>	<b>186000</b>	<b>7154</b>	<b>4948</b>	<b>3934</b>	<b>2721</b>
AHORRO REGION COSTA EN MWh/mes					<b>12101</b>		<b>6656</b>	
Unidades de Negocio	Unidades de Negocio	Estrato Tarifa de la Dignidad	Estrato hasta 200 KWh/mes	Total Refrigeradoras Programa RENOVA	AHORRO ESPERADO DE 35.5 KWh/mes	AHORRO ESPERADO DE 49 KWh/mes	AHORRO ESPERADO DE 19.525 KWh/mes	AHORRO ESPERADO DE 26.95 KWh/mes
BOL	BOLÍVAR	1800	1200	3000	64	59	35	32
EEQ	QUITO	35400	23600	59000	1257	1156	691	636
EERSSA	SUR	6000	4000	10000	213	196	117	108
EERCS	CENTRO SUR	12600	8400	21000	447	412	246	226
E. CENTRO NORTE	AMBATO	8400	5600	14000	298	274	164	151
E. AZOGUES	AZOGUES	1200	800	2000	43	39	23	22
E. COTOPAXI	COTOPAXI	4200	2800	7000	149	137	82	75
E. REGIONAL NORTE	NORTE	8400	5600	14000	298	274	164	151
E. RIOBAMBA	RIOBAMBA	8400	5600	14000	298	274	164	151
<b>TOTAL SIERRA</b>		<b>86400</b>	<b>57600</b>	<b>144000</b>	<b>3067</b>	<b>2822</b>	<b>1687</b>	<b>1552</b>
AHORRO REGION SIERRA EN MWh/mes					<b>5890</b>		<b>3239</b>	
<b>TOTAL NACIONAL</b>		<b>198000</b>	<b>132000</b>	<b>330000</b>	<b>17991</b>		<b>9895</b>	

Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014). *Elaboración propia*

El escenario “Real”, generaría ahorros de energía totales de 9.895 MWh/mes, mientras el optimista indica ahorros de 17.991 Mwh/mes.

#### 4.4. AVANCE DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA.

En este punto se determina la eficacia de implementación del programa. Se mostrará el cumplimiento de objetivos de penetración de equipos para cada distribuidora responsable del programa, en su respectiva área de concesión.

El corte de datos de entregas, está con fecha 31 de diciembre de 2014. Lastimosamente no se logró coleccionar la información de todas las empresas distribuidoras de energía eléctrica, debido a restricciones administrativas principalmente con empresas de la región sierra indicada en fondo color salmón en las tablas 4.6 y 4.7. Sin embargo, se obtuvieron datos de sustitución de equipos de estas empresas con fecha de corte de abril de 2014, como consta en el análisis.

En la tabla 4.6 se detalla el plan de distribución de equipos por empresa eléctrica y por estrato de tarifa según se detalla en el documento técnico base del programa. Se incluye el avance de los equipos sustituidos hasta la fecha de corte lo cual representa un valor del 15% del total proyectado a nivel nacional.

*Tabla 4.6 Distribución y avance del programa Renova Refrigerador.*

<b>DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS PLANEADA Y AVANCE DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA RENOVADORA</b>						
<b>Unidades de Negocio</b>	<b>Unidades de Negocio</b>	<b>Estrato Tarifa de la Dignidad</b>	<b>Estrato hasta 200 KWh/mes</b>	<b>Total Refrigeradoras Programa RENOVA</b>	<b>EQUIPOS SUSTITUIDOS HASTA 2014</b>	<b>AVANCE DEL PROGRAMA</b>
E. GALÁPAGOS	GALÁPAGOS	1800	1200	3000	631	21.0%
EOR	EL ORO	12600	8400	21000	1983	9.4%
ESM	ESMERALDAS	6600	4400	11000	1214	11.0%
GLR	GUAYAS-ÑOS RÍOS	15600	10400	26000	2970	11.4%
LRS	LOS RÍOS	6000	4000	10000	562	5.6%
MAN	MANABÍ	14400	9600	24000	6151	25.6%
MLG	MILAGRO	7800	5200	13000	1771	13.6%
STE	SANTA ELENA	6000	4000	10000	946	9.5%
STD	SANTO DOMINGO	9000	6000	15000	3236	21.6%
SUC	SUCUMBÍOS	3000	2000	5000	858	17.2%
GUA	GUAYAQUIL	28800	19200	48000	8117	16.9%
	<b>TOTAL COSTA</b>	<b>111600</b>	<b>74400</b>	<b>186000</b>	<b>28439</b>	<b>15.3%</b>
BOL	BOLÍVAR	1800	1200	3000	529	17.6%
EEQ	QUITO	35400	23600	59000	12578	21.3%
EERSSA	SUR	6000	4000	10000	1012	10.1%
EERCS	CENTRO SUR	12600	8400	21000	3220	15.3%
E. CENTRO NORTE	AMBATO	8400	5600	14000	1285	9.2%
E. AZOGUES	AZOGUES	1200	800	2000	399	20.0%
E. COTOPAXI	COTOPAXI	4200	2800	7000	350	5.0%
E. REGIONAL NORTE	NORTE	8400	5600	14000	1078	7.7%
E. RIOBAMBA	RIOBAMBA	8400	5600	14000	633	4.5%
	<b>TOTAL SIERRA</b>	<b>86400</b>	<b>57600</b>	<b>144000</b>	<b>21084</b>	<b>14.6%</b>
	<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>198000</b>	<b>132000</b>	<b>330000</b>	<b>49523</b>	<b>15.0%</b>

*Nota: Los datos de las empresas GALÁPAGOS, AMBATO, AZOGUES, COTOPAXI, NORTE Y RIOBAMBA. Tienen datos únicamente hasta abril de 2014.*

*Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014). Información de empresas distribuidoras. Elaboración propia.*

Las distribuciones de unidades planificadas por región se muestran en las figuras 4.1 y 4.2 para la costa y la sierra, y la figura 4.3 muestra la distribución por región, con demanda mayor en la región costa. Cabe indicar que la distribución por tarifas de consumo, representa el 60% la tarifa de la dignidad y su complemento la de consumo menor a 200 kWh/mes.

Considerando que el programa arrancó con canje de equipos en marzo del 2012, está próximo a cumplirse 3 años, con lo cual debería estar cercano a la meta de 144000 unidades sustituidas, valor correspondiente a dicho periodo.

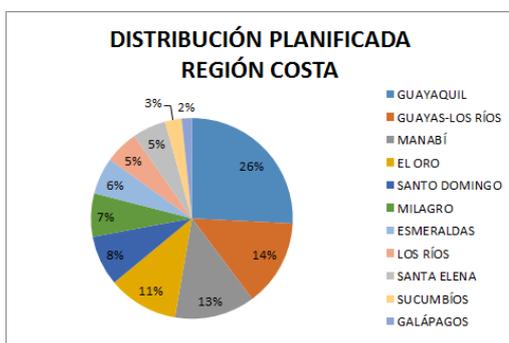


Figura 4.1 Distribución región costa

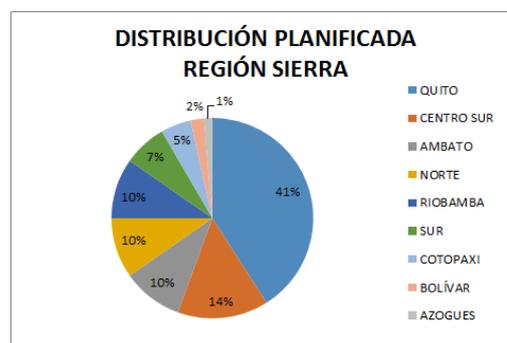


Figura 4.2 Distribución región sierra.

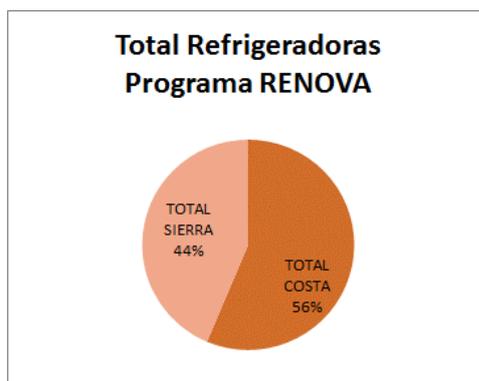


Figura 4.3 Distribución Nacional.

Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014). Elaboración propia.

Sin embargo, como se muestra en la tabla 4.6, hasta la fecha lleva únicamente 49 523 equipos de refrigeración canjeados aproximadamente. Hay que resaltar que este valor no incluye los datos completos del año 2014 de las distribuidoras antes indicadas, aunque ese ajuste no incidirá de manera significativa en los resultados, al ser distribuidoras “pequeñas”. Este dato de unidades sustituidas mostraría un retraso importante respecto al cronograma de sustitución pues apenas lleva el 35% de la meta inicialmente trazada. Los lineamientos establecidos por el MEER en el documento técnico sobre la implantación anual de unidades indican que deben sustituirse: 30.000 el año 1, 42.000 el año 2, 72.000 el año 3, 96.000 el año 4 y

90.000 para el año 5. Los resultados a la fecha advierten una dificultad en el cumplimiento de la meta de 330 000 unidades sustituidas en 5 años, más aun considerando que los años 4 y 5 constituyen el 56 % de la implementación (186 000 unidades).

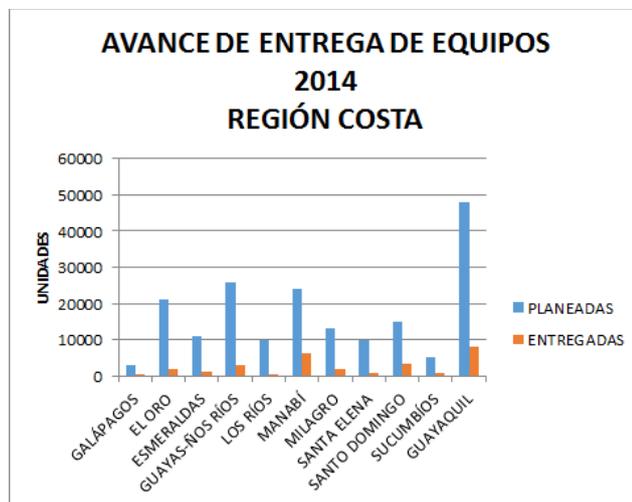


Figura 4.4 Distribución planeada región costa y avance de sustitución de equipos. Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014). Información de distribuidoras del país. Elaboración propia.

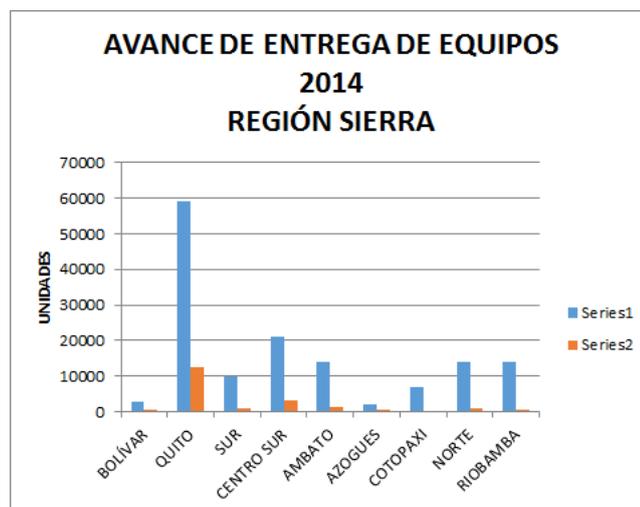


Figura 4.5 Distribución planeada región sierra y avance de sustitución de equipos. Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), 2014). Información de distribuidoras del país. Elaboración propia.

En las figuras 4.4 y 4.5, se grafica el avance del canje comparado con la asignación para cada empresa eléctrica por región. Vale resaltar que el 60% de la distribución total está repartido en 6 empresas, las cuales en orden de asignaciones son: Quito con 59 000 unidades, Guayaquil 48 000, Guayas-Los Ríos 26 000, Manabí 24 000, El Oro 21 000 y Centro Sur 21 000, que en conjunto suman 199 000 unidades. Se observa que las empresas de Manabí (en la costa) y Quito (en la sierra)

tienen el mejor avance, mientras que las de El Oro, Guayas – Los Ríos, Centro Sur y Guayaquil están más alejadas de la meta.

**Tabla 4.7 Asignaciones por empresa distribuidora (unidad de negocio), cumplimiento de sustituciones anuales y porcentajes de avance, con cierre a diciembre de 2014 y a enero de 2015.**

Unidades de Negocio	Unidades de Negocio	Primera Asignación	Segunda Asignación	Tercera Asignación	Ampliación de tercera Asignación	Cuarta Asignación	Quinta Asignación	Sexta Asignación año 2015	Asignaciones hasta 2014	Total de Asignaciones	Refrigerador entregadas				Total de Refrigeradores Sustituidos	Porcentaje de Cumplimiento	
											2012	2013	2014	2015			Refrigeradores Sustituidos hasta 2014
BOL	BOLÍVAR	-	84	95	-	150	200	200	529	729	81	98	350	529	529	100%	73%
EOR	EL ORO	-	260	612	200	1.150	1.250	1.190	3.472	4.662	640	452	891	1.983	1.983	57%	43%
ESM	ESMERALDAS	-	240	556	-	550	600	600	1.946	2.546	74	8	1.132	625	1.214	62%	48%
GUR	GUAYAS-LOS RÍOS	-	240	1.100	-	1.400	1.550	1.500	4.290	5.790	635	311	2.024	48	2.970	69%	51%
LRS	LOS RÍOS	-	200	457	-	400	450	430	1.507	1.937	41	120	401	22	562	37%	29%
MAN	MANABÍ	-	240	902	800	1.400	1.550	1.600	4.892	6.492	605	1.947	3.599	337	6.151	126%	95%
MILG	MILAGRO	-	200	692	-	670	800	760	2.362	3.122	111	331	1.329	35	1.771	75%	57%
STE	SANTA ELENA	-	180	512	-	470	540	510	1.702	2.212	60	89	797	104	946	56%	43%
STD	SANTO DOMINGO	800	200	387	-	800	900	900	3.087	3.987	686	378	2.172	46	3.236	105%	81%
SUC	SUCUMBIOS	-	100	109	-	200	250	300	659	959	151	200	507	9	858	130%	89%
GUA	GUAYAQUIL	-	480	2.679	-	3.460	3.650	3.450	10.269	13.719	877	1.453	5.787	504	8.117	79%	59%
EEQ	QUITO	-	763	3.479	1.300	5.230	4.500	5.000	15.272	20.272	876	3.299	8.403	774	12.578	82%	66%
EERSSA	SUR	-	240	396	-	550	600	570	1.786	2.356	250	204	558	78	1.012	57%	46%
EERCS	CENTRO SUR	600	360	945	-	1.000	1.500	1.425	4.405	5.830	816	1.206	1.198	51	3.220	73%	56%
E CENTRO NORTE	AMBATO	400	332	269	-	660	900	855	2.561	3.416	-	-	1.285	1.285	50%	-	
E AZOGUES	AZOGUES	-	84	80	-	270	260	250	694	944	-	-	399	399	57%	-	
E COTOPAXI	COTOPAXI	-	100	405	-	410	450	430	1.365	1.795	-	-	350	350	26%	-	
E REGIONAL NORTE	NORTE	-	360	459	-	680	750	800	2.249	3.049	-	-	1.078	1.078	48%	-	
E RIOBAMBA	RIOBAMBA	-	420	640	-	670	800	760	2.530	3.290	-	-	633	633	25%	-	
E GALÁPAGOS	GALÁPAGOS	200	500	1.213	-	450	500	470	2.863	3.333	-	-	631	631	22%	-	
<b>TOTAL</b>		<b>2,000</b>	<b>5,583</b>	<b>15,987</b>	<b>2,300</b>	<b>20,570</b>	<b>22,000</b>	<b>22,000</b>	<b>68,440</b>	<b>90,440</b>	<b>5,903</b>	<b>10,096</b>	<b>33,524</b>	<b>3,108</b>	<b>49,523</b>	<b>72.4%</b>	<b>61%</b>

**Nota 1:** Los datos de las empresas GALÁPAGOS, AMBATO, AZOGUES, COTOPAXI, NORTE Y RIOBAMBA. Tienen datos únicamente hasta abril de 2014, y no se conocen las sustituciones por año.

**Nota 2:** La sexta asignación está considerada para el arranque del año 2015.

**Nota 3:** La primera, segunda y tercera asignaciones corresponden a los años 2012 y 2013, la cuarta y quinta al año 2014.

*Fuente: Empresas distribuidoras de energía eléctrica. Elaboración propia.*

Finalmente, en la tabla 4.7 se detallan las asignaciones y sustituciones del programa, con fecha de cierre a enero de 2015.

El resultado de cumplimiento de sustituciones, en función de las asignaciones que realiza el MEER, tabla 4.7, muestra que existen empresas distribuidoras que superan el total de dichas asignaciones para el año 2014, como son las de Sucumbíos, Manabí, Santo Domingo y Bolívar, esta última al 100%. Mientras que la distribuidora de Santa Elena se constituye en la de más bajo cumplimiento con apenas el 56% para el mismo año. Analizando los valores de asignaciones que realiza el MEER, se encuentra que tiene un desfase con respecto a los objetivos anuales, es decir, al cierre del año 3 debía haberse asignado 142000 equipos, pero se indica asignaciones por 90400 incluyendo la sexta asignación.

En resumen se encuentran los siguientes obstáculos en la implementación del programa de sustitución de refrigeradores eficientes “Renova Refrigerador”:

El primero y más preocupante no cumplir las metas de ahorro energéticas y económicas, establecidas en el programa, según se describe en tabla 4.5 en los escenarios “optimista” (meta establecida) y “real” (producto del cálculo de la muestra según datos de la EERCS), que podrían ubicar en un 40 a 45% menor los ahorros a lo planificado.

Cabe señalar que la implementación de los estándares mínimos de eficiencia energética obligatorios en las refrigeradoras de uso doméstico menores a 850 litros desde el año 2011, ayudarán considerablemente a disminuir el consumo energético nacional.

El obstáculo del retraso en el cumplimiento de la implementación de unidades a nivel país, estimo estos últimos años el MEER y las empresas de distribución responsables realizarán una campaña agresiva para cumplir los montos planeados.

## CAPÍTULO 5.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De la investigación y desarrollo de este proyecto, se obtienen las siguientes conclusiones:

- El estudio de la termodinámica, facilita la comprensión de las pérdidas energéticas que se generan en el sistema de refrigeración, y sirven de base para fundamentar y desarrollar evoluciones en los componentes del equipo de refrigeración.
- La profunda crisis eléctrica que afrontó el Ecuador en el período de los años 1990 a 2009 incluido, se debió fundamentalmente a falta de decisiones políticas en implementación de obras que ya se encontraban estudiadas por el extinto INECCEL. Hoy se presenta una buena estructura con el MEER para desarrollo de políticas, planes y programas que ofrecen un mejor futuro para el sector eléctrico del Ecuador, incluidos programas de eficiencia energética.
- Las experiencias internacionales en la implementación de etiquetado eficiente y estándares mínimos de eficiencia (MEPS) en equipos de refrigeración doméstica y otros artefactos, han generado un impacto muy positivo y con considerables beneficios de ahorro energético. Aunque en Ecuador se implementó recientemente, ya se tienen las bases para un continuo desarrollo y mejora de niveles de consumo energético.
- La temperatura ambiente es la principal variable que afecta al desempeño energético de los refrigeradores de uso doméstico. En Ecuador está vigente el ensayo energético para temperaturas clase ST (sub tropical) y T (tropical), pero el sometimiento del mismo equipo a los dos ensayos, provoca incrementos de consumo energético sobre el 80%. En la costa y algunas regiones de la Amazonía ecuatoriana, las temperaturas pueden llegar a sobrepasar los 40°C. El programa Renova Refrigerador, utiliza equipos de clase ST, que en ambientes cálidos como los indicados pueden disminuir su eficiencia considerablemente y minimizar los ahorros esperados. Sería conveniente para las regiones costa y oriente, entregar equipos de clase T.
- El ahorro de energía calculado a partir del presente estudio en base al Programa Renova Refrigerador, muestra resultados inferiores a los esperados originalmente, en aproximadamente un 50%. El análisis realizado define dos

escenarios (el “real” y el “optimista”) dentro de cuyo margen se tendría el ahorro energético por efecto del programa Renova.

- El proceso de sustitución está muy retrasado con respecto al planteamiento anual original del programa, aproximadamente se encuentra en un 15% de implementación con respecto a las 330 000 unidades esperadas, a pesar de haber concluido el tercer año del mismo.

### **RECOMENDACIONES:**

Dados los valores obtenidos de la experiencia con las distribuidoras, se recomienda revisar las metas y/o equipos que forman parte del programa pues caso contrario no se cumpliría con el ahorro energético programado.

A pesar de los programas establecidos por el MEER para generar reducciones de pérdidas energéticas en el Ecuador, falta difundir de manera masiva los logros alcanzados y principalmente campañas de concienciación para generar cambios culturales de uso energético.

La refrigeración es un campo de estudio y aplicación muy amplio y su creciente utilización presenta oportunidades que las universidades pueden aprovechar para generar especialistas en este campo. Principalmente en el sector doméstico existe mucha aplicación empírica en el mantenimiento de los equipos, que como se indicó en este documento, altera las condiciones originales del mismo provocando generalmente cambios que afectan en su comportamiento energético.

Las normativas obligatorias impuestas y los convenios internacionales para cuidado ambiental han empujado a las empresas productoras de línea blanca principalmente a implementar mejoras en sus procesos productivos, es necesario conveniente mantener estas implementaciones, a otros artefactos, y se debe realizar revisiones periódicas de los niveles de eficiencia para continuar en un proceso de mejora continua.

### 3 Bibliografía

ADVIESBUREAU VOOR ENERGIESTRATEGIE (AES); COLLABORATIVE LABELING AND AMPPLIANCE STANDAR PROGRAM (CLASP). (JUNIO de 2009). PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA. *DISEÑO DEL PROGRAMA DE ETIQUETADO Y NORMALIZACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA*. Buenos Aires, Argentina: Secretaría de Ebergía de la Nación República Argentina, Dirección Nacional de Promoción.

Aguilar Canseco, D. J. (octubre de 1999). ANÁLISIS DE LA DEMANDA Y USO RACIONAL DE LA ENERGÍA ELECTRICA EN LA EMPRESA EÑLECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A. BASADOS EN ESTUDIOS REALIZADOS EN EL INECEL. *Tesis previa a la obtención del titulo de ingeniero eléctrico*. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Armijo Sánchez, R. (21 de 01 de 2015). *Mundo Blog LG*. Recuperado el 04 de febrero de 2015, de [http://www.lgblog.cl/2015/01/21/lg-pretende-reciclar-300-mil-refrigeradores-para-el-2018/?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+MundoLG+%28LG+Blog+Oficial%29](http://www.lgblog.cl/2015/01/21/lg-pretende-reciclar-300-mil-refrigeradores-para-el-2018/?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+MundoLG+%28LG+Blog+Oficial%29)

Astudillo, G. (2014). *Revista Líderes*. Recuperado el 28 de febrero de 2014, de [www.revistalideres.ec](http://www.revistalideres.ec): <http://www.revistalideres.ec/lideres/induglob-apuesta-innovacion-tecnologica.html>

Burghardt, M. D. (1984 segunda edición). *Ingeniería Termodinámica*. México: HARLA.

CANCINO, P. A. (Abril de 2010). ANÁLISIS DEL RECAMBIO DE REFRIGERADORES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES COMO MEDIDA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y PROPUESTAS DE IMPLEMENTACIÓN. Santiago de Chile, Chile: UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

Consejo Nacional de Electricidad CONELEC. (2011). *Boletín estadístico del sector eléctrico ecuatoriano*. Quito: CONELEC.

- Dungen, S. v. (08 de 09 de 2011). *Minimum Energy Performance Standard. How does New Zealand compare with other countries?* Dunedin, New Zealand: CSAFE, University of Otago.
- Ecasa. (2014). *Sobre la empresa: ecasa-la*. Recuperado el 02 de marzo de 2015, de ecasa-la: <http://www.ecasa-la.com/sobrelaempresa.htm>
- Eric, R. (1989). *Termodinámica aplicada*. En R. C. Rosaler, *Manual de mantenimiento industrial* (págs. 4-1 a 4-21). México: McGraw - Hill.
- GOBIERNO DE ARAGON. (2013). *PLATAFORMA E-DUCATIVA ARAGONESA*. Recuperado el 15 de 01 de 2015, de Constitución y funcionamiento de un frigorífico doméstico: [http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//4750/4936/html/2\\_constitucion\\_y\\_funcionamiento\\_de\\_un\\_frigorifico\\_domstico.html](http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//4750/4936/html/2_constitucion_y_funcionamiento_de_un_frigorifico_domstico.html)
- Gomez, F. (Octubre de 2012). *Las normas UNIT de Eficiencia Energética (EE) y el Programa de Etiquetado de EE. Las normas UNIT de Eficiencia Energética (EE) y el Programa de Etiquetado de EE*. Montevideo.
- Harrington, L. (2009). *A New Global Test Procedure for Household Refrigerators*. Sydney: EEDAL.
- Horta, L. A. (2010). *Indicadores de políticas públicas en materia de eficiencia energética en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Cepal, Naciones Unidas, GTZ.
- Induglob. (2014). *Global Electrodomesticos*. Recuperado el 02 de marzo de 2015, de [www.globalelectrodomesticos.com](http://www.globalelectrodomesticos.com): [http://www.globalelectrodomesticos.com/menu\\_seccion.aspx?men\\_id=2.1](http://www.globalelectrodomesticos.com/menu_seccion.aspx?men_id=2.1)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (15 de AGOSTO de 2011). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2206:2011. *ARTEFACTOS DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO CON O SIN ESCARCHA. REFRIGERADORES CON O SIN COMPARTIMENTO DE BAJA TEMPERATURA. REQUISITOS E INSPECCIÓN*. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (02 de Marzo de 2011). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 035:2009. *EFICIENCIA ENERGÉTICA EN*

*ARTEFACTOS DE REFRIGERACIÓN DE USO DOMÉSTICO. REPORTE DE CONSUMO DE ENERGÍA, MÉTODOS DE PRUEBA Y ETIQUETADO.*

Quito, Pichincha, Ecuador: INEN.

Kellow, A. (1996). *Transforming power: the politics of electricity planning.*

Cambridge: Cambridge University Press.

Lutz, W. F. (07 - 08 de Julio de 2010). Programas de Normas y Etiquetado de Eficiencia Energética de Artefactos y Equipos en Latinoamérica y el Caribe.

*III Seminario Latinoamericano y del Caribe de Eficiencia Energética.*

Panamá, Panamá: CLASP.

Martinez, P. (03 de OCTUBRE de 2010). USOS FINALES DE ENERGÍA

ELÉCTRICA Y GLP EN EL CANTÓN CUENCA. ESCENARIOS AL AÑO 2015. *Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico.* Cuenca,

Azuay, Ecuador: Universidad de Cuenca.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2011). *Norma Ecuatoriana de la*

*Construcción (NEC-11).* Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda - Cámara de la Construcción de Quito.

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER). (03 de MARZO de 2014).

ANEXO TÉCNICO RENOVADORA. *ANEXO TÉCNICO RENOVADORA PARA LA IMPLEMENTACIÓN OPERATIVA Y ECONÓMICO -*

*FINANCIERA DEL PROGRAMA DE RENOVACIÓN DE EQUIPOS DE CONSUMO ENERGÉTICO INEFICIENTE.* QUITO, PICHINCHA,

ECUADOR: MEER.

Ministerio de Electricidad y energía renovable (MEER). (Abril de 2014).

<http://www.energia.gob.ec/>. Obtenido de

<http://www.energia.gob.ec/2013/08/page/3/>

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER). (2014). *Ministerio de*

*Electricidad y Energía Renovable.*

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER). (enero de 2014). Plan

estratégico institucional 2014 - 2017. Quito, Pichincha, Ecuador.

- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2015). *www.energía.gob.ec*.  
Recuperado el 03 de 02 de 2015, de <http://www.energia.gob.ec/direccion-de-eficiencia-energetica/>
- Ministerio de Energía Gobierno de Chile. (2014). *Informe Técnico Preliminar Estandar Mínimo de Eficiencia Energetica Refrigeradores de Uso Doméstico*. Santiago: Ministerio de Energía.
- Ministerio de energía y minas del Ecuador. (2000). Programa de ahorro de energía. En M. d. Perú, *Eficiencia energética*. Imprenta Mariscal.
- Montaño Arias, N. M., & Sandoval Pérez, A. L. (2007). Contaminación atmosférica y salud. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM campus Morelia.
- PNUMA. (2007). *El protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan las capas de ozono*. Nairobi, Kenya: PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).
- Poblete Jaramillo, N. (2004). Reconversión de refrigerante R12 a R134a en el proceso productivo de refrigeradores domésticos. *Trabajo para optar al título de Ingeniero Mecánico*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica.
- Poveda, M. (AGOSTO de 2007). EFICIENCIA ENERGÉTICA: RECURSO NO APROVECHADO. QUITO, ECUADOR: ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA (OLADE).
- Suarez Salvador, N. O. (JULIO de 1992). ESTUDIOS DE CARGA DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR ANÁLISIS DEL USO FINAL DE LA ENERGÍA. *TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO*. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL.
- Universidad Nacional Experimental del Táchira. (2005). *El ciclo de refrigeración por compresión de vapor*. Obtenido de [http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/F\\_DE\\_T-152.htm](http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/F_DE_T-152.htm)
- Varela, M. (septiembre de 2011). Boletín mensual de análisis sectorial de MIPYMES. *Elaboración de partes y piezas para el sector de la línea blanca*. Quito: FLACSO - MIPRO.

Wiel, S., & McMahon, J. (septiembre de 2003). Normas y etiquetas de eficiencia energética, una guía para electrodomésticos, equipos e iluminación. *Programa de Normalización y Etiquetado de uso final CLASP*. Washington D.C., Estados Unidos de Norteamérica: Collaborative Labeling and Appliance Standars Program CLASP.