

**UNIVERSIDAD DE CUENCA**



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN ENERGÉTICA

**“EFICIENCIA DEL CONSUMO ELECTRICO EN  
EL SECTOR RESIDENCIAL URBANO DE  
CUENCA”**

Tesis Previa a la Obtención  
del Título de Magister

**Autor:** Ing. Edgar Santiago Ulloa Arízaga

**Director:** Mst. Ing. Paúl Esteban Martínez Mosquera

**Cuenca- Ecuador  
2015**



## RESUMEN

Este trabajo analiza la eficiencia del consumo de la energía eléctrica en el cantón Cuenca. De allí que el objetivo de ésta tesis consiste en examinar la puesta en práctica de estrategias para reducir el consumo de energía eléctrica de los clientes urbano residenciales de la CENTROSUR, aplicando conceptos de eficiencia y recomendaciones para el ahorro de energía.

Para ello fue necesario revisar la situación energética actual del Ecuador y los programas de eficiencia energética aplicados al sector residencial como: la sustitución de focos incandescentes por focos ahorradores, la sustitución de refrigeradoras ineficientes y el programa nacional de cocción eficiente. De la misma forma se realizó un análisis de los nuevos proyectos de generación eléctrica en construcción, su aporte al cambio de la matriz energética para el 2017.

Luego se realizó un análisis técnico de los usos finales de la energía eléctrica en el cantón Cuenca. Obtenido estos datos se determinó el área de estudio de los clientes residenciales de la CENTROSUR, para lo cual fue necesario ubicar el lugar con mayor concentración poblacional, centrando el área de estudio en las parroquias urbanas del cantón Cuenca.

Por último se realizaron aproximaciones para estimar el consumo de energía eléctrica por familia, siendo 317 kWh mensual la demanda promedio de energía por clientes sin utilizar ningún tipo de eficiencia energética, frente a 224 kWh mensuales de energía aplicando conceptos de eficiencia energética y ahorro de energía. Con estos resultados se determinó que si es posible conseguir la reducción de la planilla eléctrica, así como la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente.

**Palabras Claves:** Consumo Eléctrico, Energía Eléctrica, Eficiencia Energética.



## ABSTRACT

This paper analyzes the efficiency of electricity consumption in the city of Cuenca. Hence the objective of this thesis is to examine the implementation of strategies to reduce the consumption of electricity urban residential customers CENTROSUR, applying concepts of efficiency and recommendations for saving energy.

It was necessary to review the current energy situation of Ecuador and energy efficiency programs applied to the residential sector as: replacing incandescent light bulbs with energy saving light bulbs, replacing inefficient refrigerators and the national program for efficient cooking. Likewise an analysis of new power generation projects under construction, its contribution to the change in the energy mix for 2017 was performed.

A technical analysis of the end uses of electricity in Cuenca was then performed. Obtained these data the study area residential customers CENTROSUR was determined it was necessary to locate the place with the highest population concentration, focusing the study area in urban parishes of Cuenca.

Finally they approach to estimate the power consumption per household were conducted, with 317 kWh monthly average energy demand by customers without using any energy efficiency, compared with 224 kWh monthly energy applying concepts of energy efficiency and energy saving . With these results it was determined that if possible to get the electric bill reduction and the reduction of CO2 emissions to the environment.

**Keywords:** Electricity Consumption, Electric Power, Energy Efficiency.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### RESUMEN

INTRODUCCIÓN.....	11
JUSTIFICACION.....	14
OBJETIVO GENERAL.....	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17

### CAPITULO 1

#### CONSUMO MUNDIAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

1.1 CONSUMO ELÉCTRICO EN LA SOCIEDAD.....	19
1.2 PANORAMA ELÉCTRICO A NIVEL MUNDIAL.....	20
1.2.1 CONSUMO ELÉCTRICO EN ASIA.....	27
1.2.2 CONSUMO ELÉCTRICO EN AFRICA.....	30
1.2.3 CONSUMO ELÉCTRICO EN EUROPA.....	33
1.2.4 CONSUMO ELÉCTRICO EN NORTE – AMÉRICA.....	37
1.2.5 CONSUMO ELÉCTRICO EN AMÉRICA LATINA.....	39

### CAPITULO 2

#### SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO

2.1 ESTRUCTURA DEL SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO.....	42
2.2 ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL ECUADOR.....	48
2.3 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL ECUADOR.....	49
2.4 EXPANSIÓN DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL ECUADOR.....	53
2.5 TARIFA ELÉCTRICA Y SUBSIDIOS.....	55
2.6 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL ECUADOR.....	57



**2.6.1 CONSUMO ELÉCTRICO DEL SECTOR RESIDENCIAL.....62**

**CAPITULO 3**

**GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL ECUADOR**

3.1 CONCEPTOS BÁSICOS.....67

3.2. CAMBIO CLIMÁTICO Y EL EFECTO INVERNADERO.....68

    3.2.1. FUENTES DE EMISIÓN DE LOS PRINCIPALES GASES DE EFECTO INVERNADERO.....71

    3.2.2. MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....73

3.3.IMPACTOS AMBIENTALES DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....75

3.4.NUEVAS CENTRALES Y PROYECTOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL ECUADOR.....78

    3.4.1. PROYECTO HIDROELÉCTRICO COCA CODO SINCLAIR.....79

    3.4.2. PROYECTO HIDROELÉCTRICO PAUTE SOPLADORA.....81

    3.4.3. PROYECTO HIDROELÉCTRICO MINAS-SAN FRANCISCO.....83

    3.4.4. PROYECTO HIDROELÉCTRICO TOACHI PILATÓN.....85

    3.4.5. PROYECTO HIDROELÉCTRICO DELSITANISAGUA.....87

    3.4.6. PROYECTO HIDROELÉCTRICO MANDURIACU.....89

    3.4.7. PROYECTO HIDROELÉCTRICO QUIJOS.....91

    3.4.8. PROYECTO HIDROELÉCTRICO MAZAR DUDAS.....93

    3.4.9. PROYECTO EÓLICO VILLONACO.....94

3.5. EL CAMBIO DE MATRIZ ENERGÉTICA DEL ECUADOR.....95



## CAPITULO 4

### EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR ELÉCTRICO RESIDENCIAL DEL ECUADOR

4.1. INTRODUCCIÓN.....	98
4.2. USOS FINALES DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	99
4.3. PROGRAMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL.....	101
4.3.1. SUSTITUCIÓN DE FOCOS INCANDESCENTES POR FOCOS AHORRADORES.....	102
4.3.2. SUSTITUCIÓN DE REFRIGERADORAS INEFICIENTES.....	103
4.3.3. PROGRAMA NACIONAL DE COCCIÓN EFICIENTE (COCINAS DE INDUCCIÓN) .....	105
4.4. USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGIA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL.....	115
4.4.1. ILUMINACIÓN EFICIENTE.....	116
4.4.2. AIRE ACONDICIONADO / CALEFACCIÓN.....	118
4.4.3. USO DE LA TELEVISIÓN.....	119
4.4.4. ETIQUETADO EFICIENTE DE LOS ELECTRODOMÉSTICOS.....	121
4.4.5. EL REFRIGERADOR.....	122
4.4.6. PEQUEÑOS ELECTRODOMÉSTICOS.....	124
4.4.7. COMPUTADOR E IMPRESORA.....	125
4.4.8. EL MICROONDAS.....	126
4.4.9. USO EFICIENTE DE LA LAVADORA DE ROPA.....	126
4.4.10. BUEN USO DEL HORNO ELÉCTRICO.....	127



## **CAPITULO 5**

### **OPTIMIZACIÓN DEL USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA RESIDENCIAL EN EL CANTÓN CUENCA**

5.1 INTRODUCCIÓN.....	133
5.2 INFORMACIÓN DEL CANTÓN CUENCA, ÁREA DE ESTUDIO.....	136
5.3 CLIENTES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A. (CENTROSUR) .....	138
5.4 CONSUMO ELÉCTRICO RESIDENCIAL DE LA CIUDAD DE CUENCA.....	140
5.4.1. USOS FINALES DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE CUENCA.....	141
5.5 CÁLCULO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UNA VIVIENDA TIPO PARA LA CIUDAD DE CUENCA.....	144
5.6 PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	147
5.7 CÁLCULO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UNA VIVIENDA TIPO, APLICANDO LOS PORCENTAJES DE AHORRO ENERGÉTIC...	149
5.8 CÁLCULO DEL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN TÉRMINOS ECONÓMICOS PARA UNA VIVIENDA TIPO.....	150
5.9 CÁLCULO DEL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN TÉRMINOS ECONÓMICOS A NIVEL NACIONAL.....	152

## **CAPITULO 6**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	155
REFERENCIAS.....	157



Universidad de Cuenca  
Clausula de derechos de autor

Edgar Santiago Ulloa Arízaga, autor de la tesis "EFICIENCIA DEL CONSUMO ELECTRICO EN EL SECTOR RESIDENCIAL URBANO DE CUENCA", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magister. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 12 de Octubre del 2015

Edgar Santiago Ulloa Arízaga

C.I.: 0103561650



Universidad de Cuenca  
Clausula de propiedad intelectual

Edgar Santiago Ulloa Arízaga, autor de la tesis **"EFICIENCIA DEL CONSUMO ELECTRICO EN EL SECTOR RESIDENCIAL URBANO DE CUENCA"**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 12 de Octubre del 2015

Edgar Santiago Ulloa Arízaga

C.I.: 0103561650



## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a Dios por darme la sabiduría y las fuerzas necesarias para salir adelante en aquellos momentos difíciles.

Por otro lado de manera muy especial al Mst. Ing. Paul Martínez director de tesis, por el constante respaldo y apoyo brindado para la realización de este trabajo. De igual forma agradezco al Mst. Ing. Raúl Peláez y al Dr. Ing. Juan Leonardo Espinoza por sus valiosos aportes.

Santiago.



## **DEDICATORIA**

A mi esposa y a mis hijos, que han sido mi fuerza durante el transcurso de la elaboración de esta tesis, gracias por todo el amor, el apoyo y el sacrificio brindado.

A mis padres, por ser los pilares en mi vida, que me enseñaron con su ejemplo a conseguir las metas que uno se propone.

Santiago.



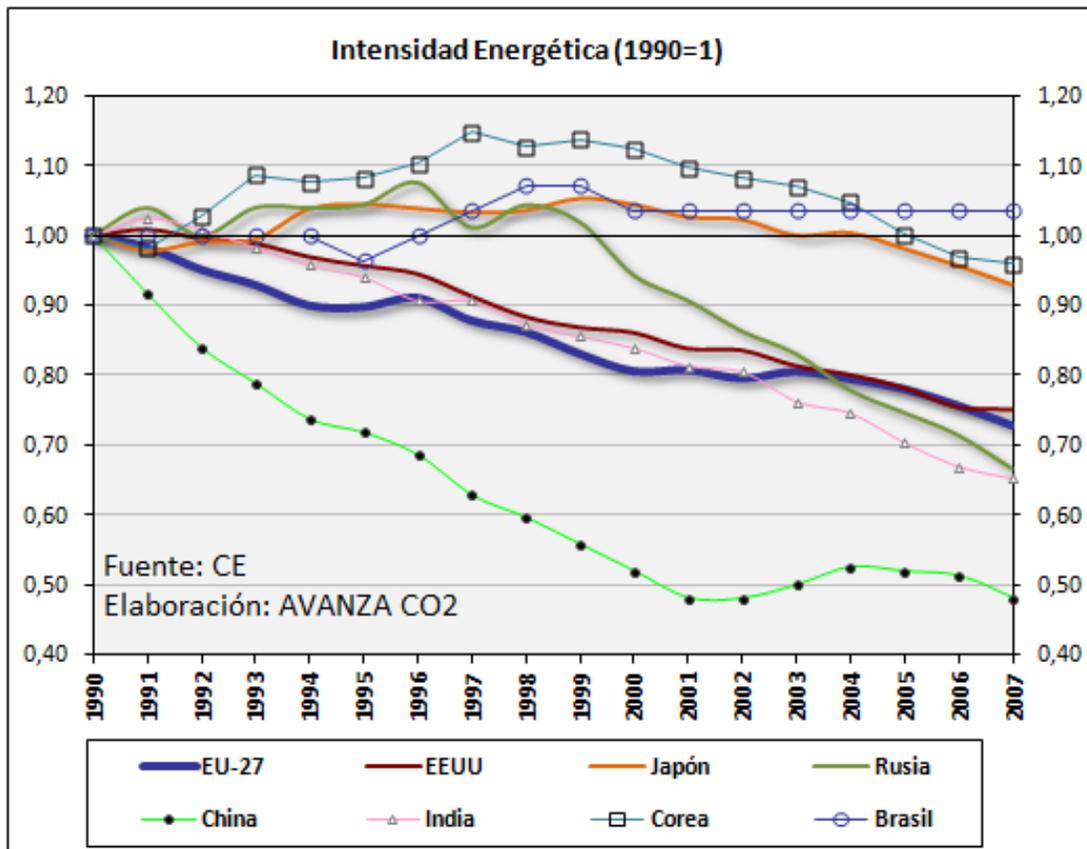
## INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la economía mundial durante los últimos años se ha traducido en un extraordinario aumento del consumo de energía, que si no se tiene en consideración la protección del medio ambiente y de los recursos naturales, podría comprometer el estado del planeta. Por lo tanto, el uso eficiente de la energía constituye una de las más importantes opciones tecnológicas para afrontar el futuro, lo cual no es una teoría nueva, ya que a principios de los setenta la gran mayoría de los países industrializados adoptaron políticas de racionalización de la energía, para enfrentar los severos aumentos en los precios del petróleo.

En la mayoría de los países desarrollados la eficiencia energética ocupa un lugar importante en la agenda política. La importancia se origina en su vinculación con la competitividad industrial y comercial, el costo de vida de la población, los beneficios de la seguridad de abastecimiento energético y con el objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En términos económicos, la forma habitual de medir la eficiencia energética es a través de la intensidad energética (IE) (1). Este indicador refleja la relación entre consumo energético y el volumen de la actividad económica y se calcula como el cociente entre el consumo energético y el producto interior bruto (PIB), o sea la cantidad de energía usada por cada mil dólares producidos [Kep (kilogramos equivalentes de petróleo) /1000 US\$ del PBI]. Por tanto, es el inverso de la eficiencia energética, siendo necesario disminuir la intensidad para mejorar la eficiencia energética. Si se pretende reducir la demanda energética en términos absolutos, las mejoras en la intensidad energética deben ser mayores que los aumentos en el PIB.

$$IE = \frac{Kep}{PIB} \quad (1)$$



Gráfica 1.1: Evolución de la intensidad energética en diversos países (COMISIÓN EUROPEA, 2011)

La intensidad energética relaciona el crecimiento económico con el consumo de energía de un país. Disminuye proporcionalmente a medida que mejora la eficiencia energética, en la gráfica 1.1 se puede observar la evolución de la intensidad energética de ciertos países desarrollados. Para países que dependen de las importaciones de energía, resulta fundamental reducir la demanda para avanzar, de la forma más económica posible, hacia los objetivos de reducción de costos de abastecimiento de energía y minimización del impacto ambiental, cumpliendo con el control de las emisiones contaminantes y el fomento de las energías renovables.

Si bien la energía es esencial para el desarrollo social y económico de los países, su proceso de producción como de consumo generan impactos sobre el ambiente. La contaminación del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero son dos de los impactos más significativos. Utilizar eficientemente la energía y apartar el



desarrollo económico del consumo energético (particularmente combustibles fósiles) resulta esencial para el desarrollo sostenible.

La energía ocupa un sector estratégico en la sociedad porque sin ella no podemos vivir. Es indispensable para la iluminación, para protegernos del frío y para transportar personas y mercancías, pero también es la base de todos los sectores económicos (agricultura, industria y servicios), además del progreso científico. Disfrutar de nuestra calidad de vida necesita de un elevado consumo de energía, que genera, lógicamente, contaminación del aire, el agua, el suelo y el clima, cuyo impacto debe reducirse al mínimo.

En lo que respecta a la energía eléctrica se ha convertido en parte de nuestra vida diaria. Y está profundamente relacionada con los requerimientos actuales del hombre; sin ella, difícilmente podríamos imaginarnos los niveles de progreso que el mundo ha alcanzado. El consumo de energía eléctrica se ha triplicado desde 1971.

El segundo consumidor de energía eléctrica en el Ecuador es el sector residencial, que representa un tercio del total (35%) (MEER, 2015). Una de las razones para este incremento en el sector doméstico es el crecimiento del número de edificaciones y por otro lado el incremento del número de electrodomésticos (grandes y pequeños) en cada vivienda. Mientras este sector siga incrementándose, aumentará el consumo de electricidad de forma similar.

El consumo de energía eléctrica residencial tiene una tendencia de crecimiento, por eso se están diseñando estrategias que permitan ahorrar energía. El consumo de electricidad dentro de la vivienda se encuentra repartido en iluminación, equipos (éstos incluyen los electrodomésticos principales) y otros (dispositivos que pueden estar presentes en un hogar distintos de los analizados anteriormente, como pueden ser un secador de pelo, una computadora o pequeños electrodomésticos de cocina).

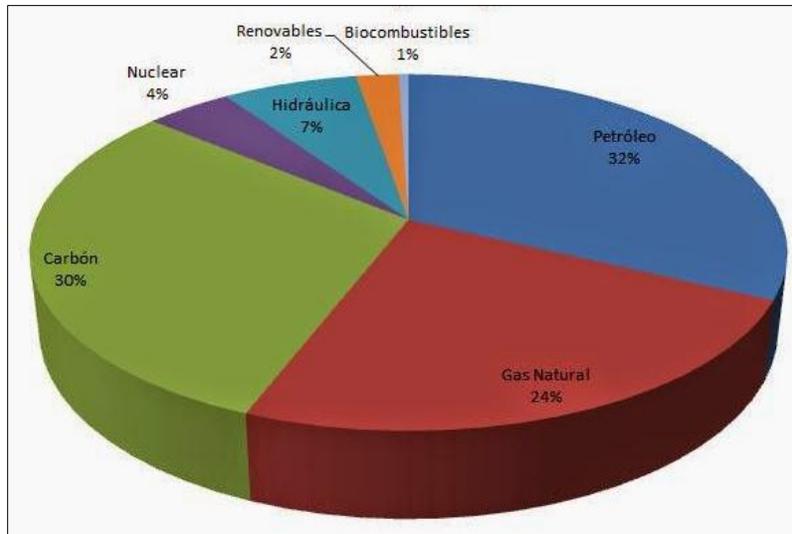


## JUSTIFICACION

La energía es un elemento fundamental en el desarrollo y crecimiento de la economía mundial. Sin embargo, no es la energía en sí misma la que tiene valor para las personas sino los servicios que presta. Los servicios energéticos cubren una demanda amplia y variada: iluminación, confort (calefacción, aire acondicionado), refrigeración, transporte, comunicación, tecnologías de información, producción de bienes y servicios, entre otros. La economía requiere energía para su funcionamiento y la tendencia mundial muestra crecimiento de la demanda energética conforme crece la economía (Castro, 2011).

El consumo total de energía primaria, se refiere al total de fuentes básicas de energía que se utiliza para generar los servicios energéticos. En los últimos 200 años, el uso de energía primaria ha crecido veinte veces mientras que la población se ha multiplicado por seis. Prácticamente, el consumo explosivo de energía en el mundo comenzó después de la Segunda Guerra Mundial (1950). Dicho aumento está estrechamente relacionado al crecimiento poblacional y al crecimiento de la economía, especialmente en países desarrollados, durante los años de postguerra. Como resultado, desde 1970 hasta el presente se ha duplicado el consumo de energía en el mundo, es decir en apenas 40 años (Castro, 2011).

El consumo mundial de energía primaria aumentó en un 2,3% en 2013, lo que supone una aceleración respecto a 2012 (1,8%). Aun así el crecimiento mundial de la producción energética se mantuvo por debajo el promedio de los últimos 10 años que es del 2,5%. El petróleo sigue siendo el combustible más utilizado en el mundo, con el 32,9% del consumo mundial de energía ver gráfica 1.2. Acorde a las proyecciones de IEA (International Energy Agency), esta demanda de energía primaria crecerá casi en 45% para 2030, lo cual equivale a un uso energético de 17014 Mtep (toneladas equivalentes de petróleo) (IEA, 2009).



Gráfica 1.2: Consumo global en 2013 por tipo de energía. (Pascual, 2014)

Tabla 1.1: Producción energética mundial producida en 2013 (Pascual, 2014)

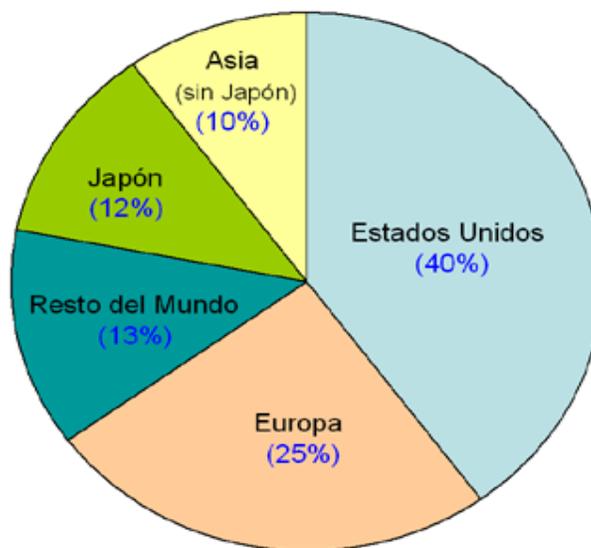
	Mtoe.	% Respecto a 2012
Petróleo	4132,90	0,60%
Gas natural	3059,9	1,10%
Carbón	3881,40	0,80%
Nuclear	563,20	0,90%
Hidráulica	885,80	2,90%
Renovables	279,30	16,30%
Biocombustibles	65,35	6,10%

En la tabla 1.1, se ve que la energía mundial se distribuye casi equitativamente entre el petróleo, el gas y el carbón (todas fósiles), y el resto representan pequeños porcentajes, no sumando entre todos el equivalente a una de las grandes. Todas ellas han aumentado su producción respecto al año anterior aunque el petróleo aumenta apenas un 0,6% (Pascual, 2014).

La matriz energética mundial ha sustentado su crecimiento en combustibles fósiles; aun cuando el petróleo ha dejado de tener la participación del pasado, la sustitución de éste, en su mayoría hasta el presente, ha sido por otros combustibles fósiles: gas natural y carbón. Por ello, los combustibles fósiles brindan el 80% de toda la energía primaria consumida en el mundo (IEA, 2009).

El uso de estos combustibles fósiles ha traído como consecuencia la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, y otros contaminantes como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y de material particulado. Asociado a estos GEI y contaminantes están presentes algunos de los más críticos problemas ambientales como el cambio climático y la contaminación del aire en ciudades y su efecto en el quebranto de la salud de los habitantes (Castro, 2011).

El consumo de energía mundial se ha duplicado en los últimos 25 años en los hogares. Esto se relaciona directamente con un aumento en las necesidades económicas y sociales de la población mundial, el uso cotidiano de cada vez más aparatos eléctricos que aumentan la demanda energética.



Gráfica 1.3: Consumo de energía mundial (cmc thader energia, 2014)



En la gráfica 1.3 podemos observar cómo se reparte el consumo mundial de energía. Claramente, se observa que Europa y EEUU representan más de la mitad del consumo de energía (65%), debido a que en ellos se localizan los países más desarrollados.

Según palabras recientes del Secretario General de Naciones Unidas, Ban Ki-moon **“la Energía es el hilo de oro que une el crecimiento económico, la equidad social y un medio ambiente sano. El desarrollo sostenible no es posible sin energía sostenible”** (Ongawa, 2014).

### **OBJETIVO GENERAL**

Analizar la puesta en práctica de soluciones concretas para fomentar la aplicación de estrategias eficientes ligadas al consumo de la energía eléctrica, realizando acciones que mejoren la curva de demanda y promoviendo el uso eficiente de la energía eléctrica en el sector residencial urbano de la ciudad de Cuenca.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar acciones concretas que permitan un uso eficiente de la energía eléctrica a los clientes residenciales del cantón Cuenca servidos por la CENTROSUR.
- Analizar el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica para contribuir al desarrollo económico, social y a la preservación del medio ambiente
- Diferenciar entre los productos de uso eficiente de energía en base a certificaciones internacionales homologadas.
- Estudiar medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la ciudad de Cuenca (GEI).



# CAPITULO 1



## CAPITULO 1

### CONSUMO MUNDIAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

#### 1.1 CONSUMO ELÉCTRICO EN LA SOCIEDAD

La energía eléctrica ha tenido un papel preponderante en el desarrollo de la sociedad permitiendo el progreso de la tecnología en la vida moderna, ofreciendo equipos cada vez más sofisticados que brindan recreación, entretenimiento y comodidades, como los electrodomésticos, unidades de climatización, equipos de comunicación, etc., que en el ámbito residencial representan un papel primordial, ya que cada día son más necesarios para facilitar las labores en el hogar.

La electricidad es una energía limpia en cuanto a que su uso no genera contaminación en el lugar de consumo. Sin embargo, su producción si genera contaminación ya que la producción de energía eléctrica se concentra en unos pocos puntos generalmente cerca de los puntos de suministro de la energía primaria necesaria (carbón, gas, fuel oil) o cerca de grandes recursos hídricos.

En los últimos años los problemas se han presentado ya sea por limitaciones de suministro de energía primaria, por retrasos en la entrada en funcionamiento de nuevas plantas (asociado a un rápido crecimiento de la demanda) y a problemas de capacidad de transmisión de las plantas generadoras a los centros de consumo.

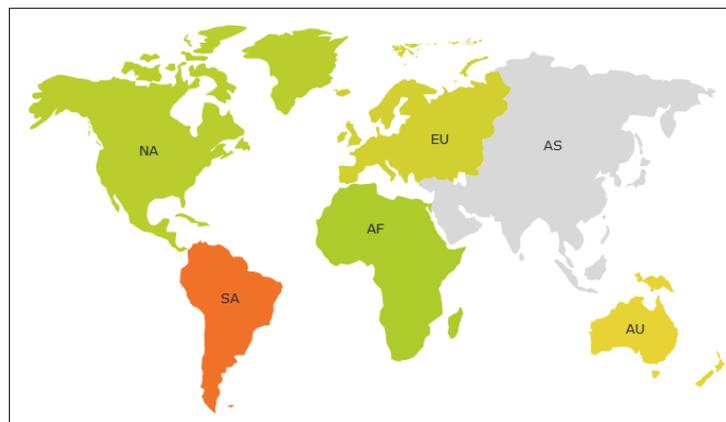
La generación de la energía eléctrica en el mundo entero sigue dependiendo en gran parte de la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) que son sumamente contaminantes. Una de las amenazas más graves para el medio ambiente mundial son los denominados gases de efecto invernadero principal responsable del calentamiento de la tierra. A nivel mundial del total de gases emitidos producto de una combustión, el principal de ellos Bióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), en donde el 21% corresponde a la generación eléctrica (Agencia Nacional de Energía, 2011).

A medida que más países se industrializan se consumen cantidades de energía cada vez mayores. El consumo mundial de energía se ha multiplicado por 25 desde el siglo pasado. El promedio del consumo de electricidad es alrededor de diez veces mayor en los países industrializados que en el mundo en desarrollo (Progreso y energía eléctrica, 2011).

Pero como en la actualidad las economías de muchas naciones en desarrollo se expanden rápidamente, para los próximos 15 años se prevé un crecimiento de más del 5% anual de la demanda de electricidad. Para satisfacer esta demanda se necesitará un aumento acelerado de la producción de electricidad (Progreso y energía eléctrica, 2011).

## 1.2 PANORAMA ELÉCTRICO A NIVEL MUNDIAL

Durante el periodo 1995-2012 el consumo de energía eléctrica en el planeta [gráfica 1.4] mostró un crecimiento medio anual de 3,3% refiérase a gráfica 1.5, para ubicarse en 22.007 TWh, ver tabla 1.2 (Electrónica, Electricidad y Telecomunicaciones, 2013), este ritmo de crecimiento ha sido primordialmente impulsado por los países en transición, dado que son mercados energéticos en expansión y madurez cuyos procesos de producción y consumo en general son menos eficientes con relación a los países industrializados.



Gráfica 1.4: División política de los continentes (Index mundi, 2015)



Gráfica 1.5: Perspectiva de la demanda mundial de energía eléctrica (Afinidad Electrica, 2014)

Tabla 1.2: Consumo de energía eléctrica durante 2011 en América Latina y El Caribe y del resto del mundo (Electrónica, Electricidad y Telecomunicaciones, 2013)

Países	Consumo [TWh]
Argentina	138,59
Barbados	0,98
Belice	0,56
Bolivia	7,27
Brasil	568,76
Chile	63,16
Colombia	62,94
Costa Rica	9,67
Cuba	17,39
Ecuador	21,82
El Salvador	5,90
Granada	0,22
Guatemala	8,49

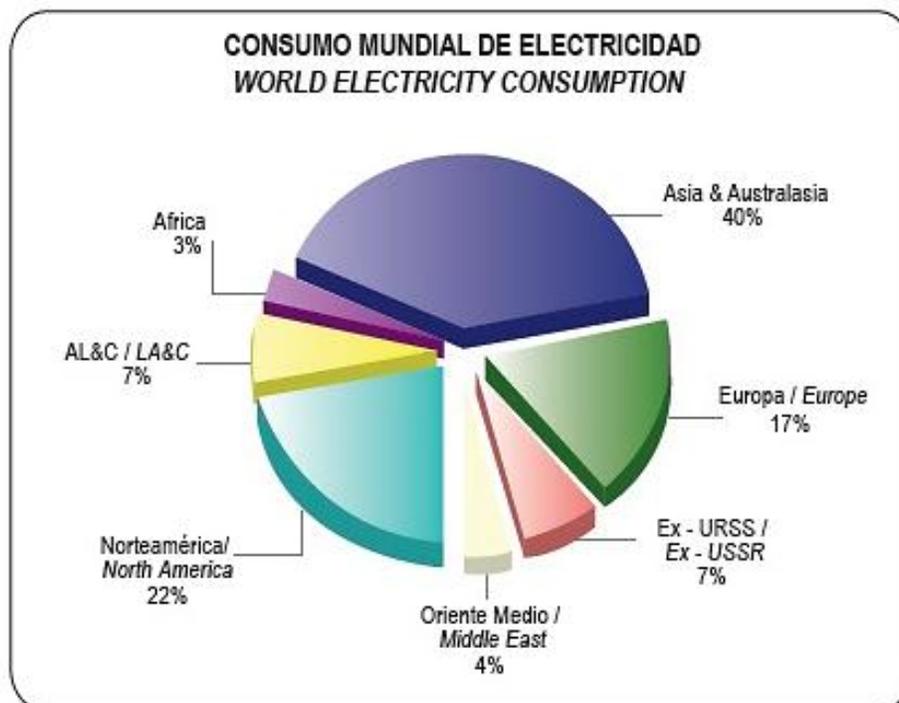


UNIVERSIDAD DE CUENCA  
MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN ENERGÉTICA

Guyana	0,77
Haití	0,69
Honduras	6,94
Jamaica	5,00
México	286,17
Nicaragua	3,75
Panamá	7,92
Paraguay	11,51
Perú	38,51
República Dominicana	12,98
Surinam	1,39
Trinidad y Tobago	8,87
Uruguay	10,80
Venezuela	122,84
<b>América Latina y Caribe</b>	<b>1.423,87</b>
África	687,14
Asia	8.820,10
Europa	3,748,67
Medio Oriente	912,13
Norteamérica	4.915,59
<b>Total</b>	<b>22.007,39</b>

Las regiones que han alcanzado los mayores niveles de estabilidad y madurez de mercado, como son los casos de Norteamérica y Europa Occidental, se han caracterizado por registrar incrementos moderados en el consumo de energía eléctrica durante los años recientes, con tasas de 2,0% y 2,2%, respectivamente. Particularmente en Norteamérica, los incrementos en el consumo de Estados Unidos de América (EUA) y Canadá se ubicaron en 2,0% y 1,4% durante el periodo 1995-2012 (SENER, 2012).

Durante ese lapso, el mayor crecimiento en el consumo de energía eléctrica se ha presentado en países de Asia y Medio Oriente, con tasas de 7,8% y 6,2%, respectivamente. El fuerte impulso en el consumo de la primera de estas regiones, proviene de China e India, países que durante el periodo aumentaron su consumo en 9,6% y 4,5% promedio anual. Esto como resultado de la fuerte y sostenida expansión económica observada durante los últimos años en ambos países, principalmente en China con tasas de crecimiento de alrededor de 10% en el PIB (SENER, 2012).



**Gráfica 1.7: Consumo mundial de electricidad**  
(Electrónica, Electricidad y Telecomunicaciones, 2013)

Como se evidencia en la gráfica 1.7, la falta de homogeneidad en el consumo de electricidad se evidencia al comprobar como, por ejemplo, en Asia en el 2013, fue de alrededor del 40% y en Norte América del 22%, mientras que en continentes como África y Medio Oriente llega al 3% y 4% respectivamente.



En la tabla 1.3 se muestra el consumo de electricidad según los países a nivel mundial.

**Tabla 1.3: Consumo mundial de energía eléctrica por países** (Index mundi, 2015)

<b>País</b>	<b>Electricidad - consumo (miles de millones kWh) al 2014</b>	<b>País</b>	<b>Electricidad - consumo (miles de millones kWh) al 2014</b>
China	5,322	Polonia	155
Estados Unidos	3,886	Suecia	136
Rusia	1,038	Egipto	122
Japón	860	Noruega	121
India	699	Países Bajos	117
Alemania	583	Malasia	112
Canadá	500	Argentina	111
Francia	463	Vietnam	104
Brasil	456	Kazajistán	88
Corea del Sur	450	Emiratos Árabes Unidos	85
Reino Unido	323	Venezuela	85
Italia	307	Finlandia	85
España	250	Bélgica	85
Taiwán	242	República Checa	70
Sudáfrica	234	Pakistán	70
Australia	214	Austria	64
México	212	Suiza	59
Irán	200	Filipinas	57
Arabia Saudí	191	Grecia	56
Ucrania	175	Chile	54
Turquía	170	Iraq	53
Tailandia	169	Rumania	52
Indonesia	158	Portugal	50



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN ENERGÉTICA

Israel	49	Tayikistán	16
Kuwait	47	Omán	15
Colombia	45	Líbano	14
Uzbekistán	45	Cuba	14
Hong Kong	44	Jordania	14
Singapur	43	Túnez	13
Nueva Zelanda	41	República Dominicana	13
Bangladesh	39	Bahráin	13
Hungría	36	Eslovenia	13
Siria	36	Bosnia y Hercegovina	13
Perú	34	Zimbabue	13
Argelia	34	Lituania	10
Dinamarca	34	Mozambique	10
Bielorrusia	32	Georgia	9
Bulgaria	30	Sri Lanka	9
Serbia	28	Costa Rica	9
Eslovaquia	26	Guatemala	8
Irlanda	26	Zambia	8
Libia	25	Uruguay	8
Marruecos	24	Estonia	8
Qatar	21	Trinidad y Tobago	8
Nigeria	20	Kirguizistán	7
Azerbaiyán	20	Macedonia	7
Puerto Rico	19	Bolivia	7
Ecuador	19	Paraguay	7
Corea del Norte	18	Letonia	7
Turkmenistán	17	Luxemburgo	6
Croacia	17	Panamá	6
Islandia	16	República del Congo	6

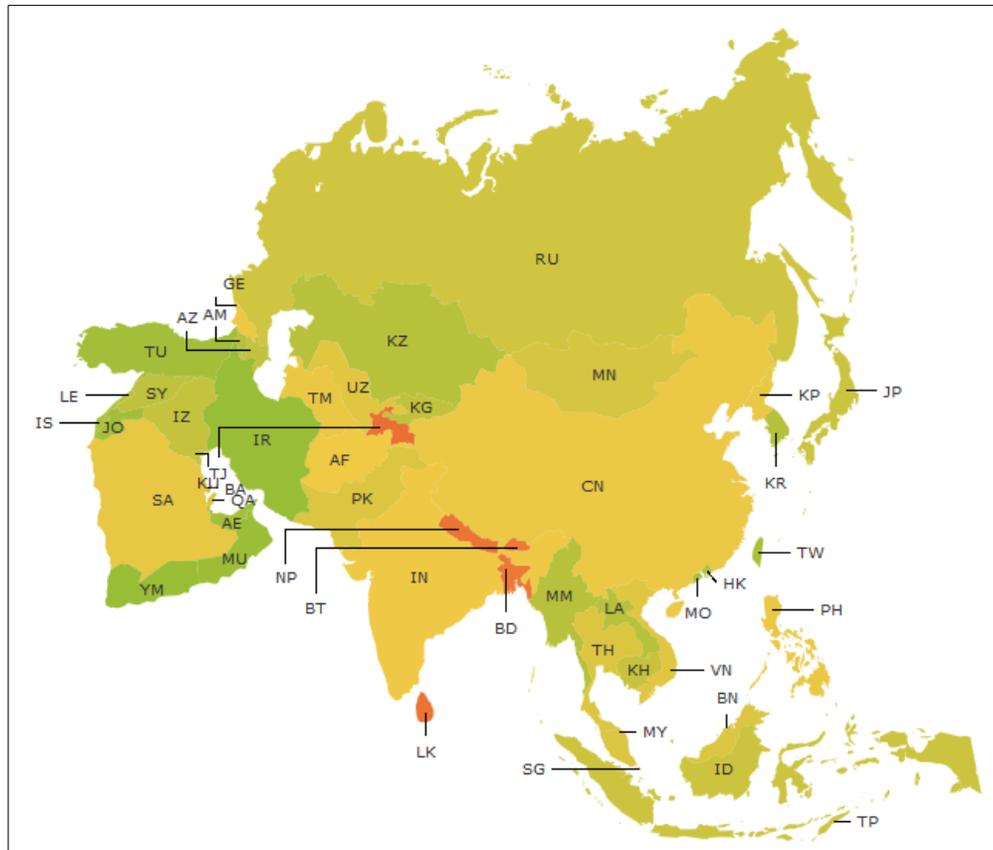


UNIVERSIDAD DE CUENCA  
 MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN ENERGÉTICA

Kenia	6	Senegal	2
Birmania; Myanmar	6	Malta	2
Armenia	6	Uganda	2
El Salvador	6	Nueva Caledonia	2
Sudán	6	Malawi	2
Yemen	6	Bahamas	2
Ghana	5	Bután	2
Camerún	5	Gabón	1
Honduras	5	Surinam	1
Angola	5	Liechtenstein	1
Albania	5	Madagascar	1
Etiopía	4	Suazilandia	1
Macao	4	Barbados	1
Namibia	4	Guinea	1
Moldavia	4	Benín	1
Mongolia	4	Níger	1
Costa de Marfil	4	Fiyi	1
Tanzania	3	Burkina Faso	1
Brunéi	3	Togo	1
Montenegro	3	Mauritania	1
Botsuana	3	Belice	1
Papúa-Nueva Guinea	3	Congo	1
Jamaica	3	Andorra	1
Nicaragua	3	Islas Caimán	1
Nepal	3	Guyana	1
Camboya	3		
Afganistán	2		
Laos	2		
Mauricio	2		

## 1.2.1 CONSUMO ELÉCTRICO EN ASIA

El progreso de Asia (grafica 1.8) es imparable. Lo preocupante es el pronunciado aumento de la dependencia de los combustibles fósiles por parte de Asia. De hecho, las decisiones que Asia debe adoptar en materia de producción y uso de la energía eléctrica determinarán la suerte del medio ambiente de nuestro planeta. Si China y la India reproducen el consumo americano de combustibles fósiles por habitante, las emisiones resultantes de gases que producen el efecto invernadero acelerarán el calentamiento del planeta.



**Gráfica 1.8: División política de Asia** (Index mundi, 2015)

El consumo de electricidad en China subió un 10,8 % anual hasta mayo 2012 para alcanzar los 4,19 billones de kWh, informó la Agencia Internacional de Energía (IEA) (Agencia Internacional de Energía, 2013).



Durante ese mismo periodo, el consumo eléctrico de la industria primaria creció un 4,4 % para situarse en los 37.200 millones de kWh, mientras que el consumo de los sectores secundario y terciario fue de 1,3907 billones y 197.900 millones de kWh, con incrementos del 11,7 y el 15 %, respectivamente (Agencia Internacional de Energía, 2013).

El consumo cotidiano de electricidad de los residentes urbanos y rurales subió un 12,3% anual en el 2012 para llegar a 228.700 millones de kWh. Para hacer frente al aumento de la demanda, la capacidad de generación eléctrica recién instalada alcanzó los 13,42 millones de kilovatios, donde la mayor parte es térmica (7,87 millones de kilovatios). La capacidad recién instalada de energía hidroeléctrica fue de 1,39 millones de kilovatios (ARGENPRESS, 2015).

En la tabla 1.4 se muestra el consumo de electricidad de los países del continente asiático.

**Tabla 1.4: Consumo eléctrico en Asia por países** (Index mundi, 2015)

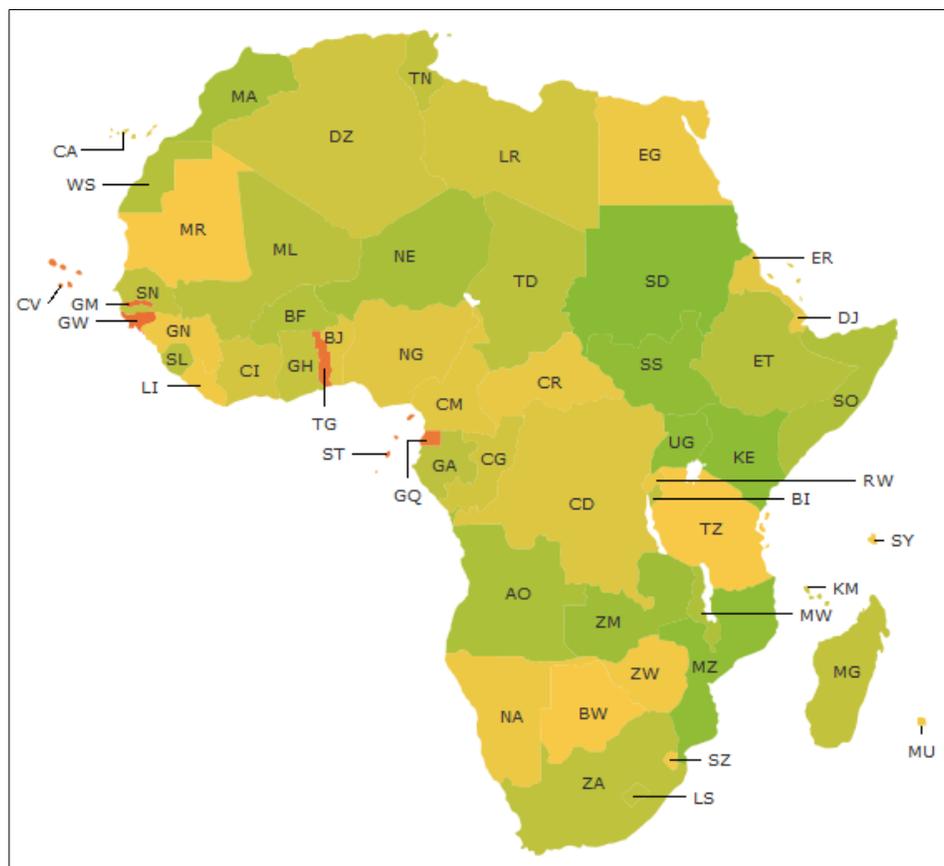
<b>País</b>	<b>Electricidad - consumo (miles de millones kWh) al 2014</b>
China	5,322
Rusia	1,038
Japón	860
India	699
Corea del Sur	450
Taiwán	242
Irán	200
Arabia Saudí	191
Turquía	170
Tailandia	169
Indonesia	158
Malasia	112



Vietnam	104
Kazajistán	88
Emiratos Árabes Unidos	85
Pakistán	70
Filipinas	57
Iraq	53
Israel	49
Kuwait	47
Uzbekistán	45
Hong Kong	44
Singapur	43
Bangladesh	39
Siria	36
Qatar	21
Azerbaiyán	20
Corea del Norte	18
Turkmenistán	17
Tayikistán	16
Omán	15
Líbano	14
Jordania	14
Bahráin	13
Georgia	9
Sri Lanka	9
Kirguizistán	7
Birmania; Myanmar	6
Armenia	6
Yemen	6
Macao	4
Mongolia	4

## 1.2.2 CONSUMO ELÉCTRICO EN AFRICA

Al continente Africano (grafica 1.9) se le conoce como el "continente oscuro" ya que según la Unidad Energética Africana del Banco Mundial (AFTEG África Energy Unit(AFTEG)-World Bank, sus acrónimos en inglés), para la mayoría de la población africana la disponibilidad de electricidad fiable y de bajo costo sigue siendo inaccesible. La AFTEG estima que 25 de las 54 naciones africanas se enfrentan a una crisis energética. El continente africano es rico en recursos energéticos, pero la mayor parte de él sigue sin explotar. Las soluciones que se barajan son impulsar el comercio transfronterizo de energía, mejorar las empresas de servicios públicos existentes y la mejora a gran escala del acceso a la electricidad. El Banco Mundial ha señalado que "África está bien dotada, tanto de combustibles fósiles como de gas, carbón, y otras energías renovables (en particular la energía hidroeléctrica y la geotérmica)" (Economics For Energy, 2012).



**Gráfica 1.9: División política de África** (Index mundi, 2015)

La situación de déficit de energía eléctrica en África es grave y va en aumento. Según un informe reciente elaborado por el Programa Ambiental de las Naciones Unidas, el sector de la energía en África necesita instalar unos 7.000 MW de nueva capacidad de generación cada año, argumentando que gran parte de esta capacidad puede venir de los recursos renovables nacionales todavía sin explorar (Economics For Energy, 2012).

Además, la disparidad del consumo energético en todo el continente es muy grave. Sudáfrica, el país más avanzado económicamente de África, utiliza 4.800 kWh per cápita por año, mientras que la tasa en Etiopía ronda un mísero 38 kWh por persona. Actualmente, la capacidad instalada en África es de 114 GW para los 1000 millones de habitantes que tiene (equivalente a la instalada en Alemania que tan solo tiene 82 millones de habitantes), de los cuales se encuentran instalados en Sudáfrica y Egipto el 65% (Economics For Energy, 2012).

Los cortes de energía son comunes y la electricidad sigue siendo un bien muy lejano para la población rural, ya que solamente un 12% de ellos pueden disponer de este servicio. Este déficit energético impone un costo añadido a los gastos de funcionamiento de medios de producción. En Senegal por ejemplo en junio del 2011, este país estuvo al borde del cataclismo social, ya que la gente estaba cansada de ser privada del servicio eléctrico eficiente por el que pagan cantidades importantes. Ante la presión popular, el Ministro de Energía senegalés lanzó el plan Takkal que proporciona alrededor de 1.000 millones de Euros para solucionar este problema. Este plan está enérgicamente criticado por ser muy caro y porque sólo resolvería el problema a corto plazo (Economics For Energy, 2012).

Todavía más del 60% de la población africana no tiene acceso a la energía eléctrica, la mayor parte de la cual se encuentra en las zonas rurales del continente. El consumo de energía eléctrica por habitante en los países más pobres se sitúa en torno a 0,22 kWh / día, mientras que en los países industrializados el consumo es



más de 100 veces superior. A este respecto, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) considera que para alcanzar una vida digna es preciso un consumo mínimo de 0,5 kWh / día de electricidad por habitante (Ongawa, 2014).

En la tabla 1.5 se muestra el consumo de electricidad de los países del continente africano.

**Tabla 1.5: Consumo eléctrico en África por países** (Index mundi, 2015)

<b>País</b>	<b>Electricidad - consumo (miles de millones kWh) al 2014</b>
Sudáfrica	234
Egipto	122
Argelia	34
Libia	25
Marruecos	24
Nigeria	20
Túnez	13
Zimbabue	13
Mozambique	10
Zambia	8
República Democrática del Congo	6
Kenia	6
Sudán	6
Ghana	5
Camerún	5
Angola	5
Etiopía	4
Namibia	4
Costa de Marfil	4



Tanzania	3
Botsuana	3
Mauricio	2
Senegal	2
Uganda	2
Malawi	2
Gabón	1
Madagascar	1
Suazilandia	1
Guinea	1
Benín	1
Níger	1
Burkina Faso	1
Togo	1
Mauritania	1
Congo	1

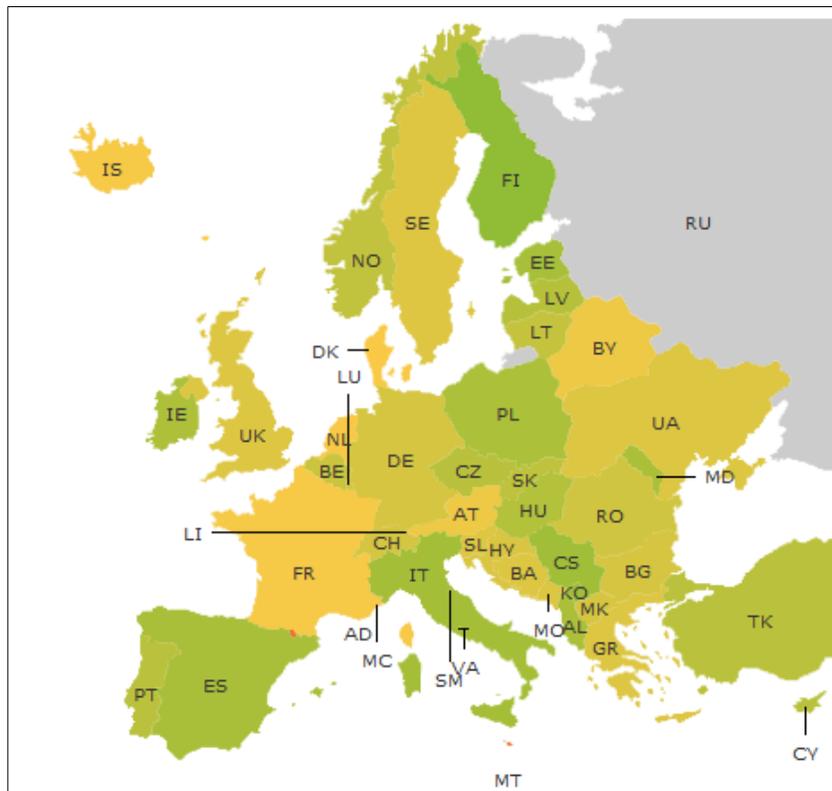
### 1.2.3 CONSUMO ELÉCTRICO EN EUROPA

El sector más consumidor de energía eléctrica en Europa (grafica 1.10) es el sector industrial. Así, la industria consume, aproximadamente, dos quintas partes sobre el total de la electricidad producida en toda Europa. Del 1980 hasta el 2008, el consumo de electricidad por los diferentes sectores iba en aumento, teniendo su porcentaje máximo en 2008. Sin embargo, entre 2008 y 2011 el consumo eléctrico ha ido decreciendo. En 2008 el sector industrial consumía un 4,2 % más de electricidad que en 2011, el resto de usos también demandaban más energía eléctrica: un 1,73% más en comparación a 2011 (Endesaeduca, 2012).

A pesar de que, según datos provisionales del último trimestre de 2014, la economía del Reino Unido y de Francia creció en 2014, la demanda eléctrica fue más baja que

en 2013 debido a las condiciones meteorológicas. Las temperaturas medias del invierno de 2014 fueron más altas que las del 2013, provocando una demanda eléctrica menor. Además, las temperaturas registradas en julio y agosto de 2014 en los dos países fueron más bajas que en 2013, reduciendo el consumo de electricidad. Debido a estos factores, la demanda eléctrica en Francia en 2014 fue 6,1% más baja que en 2013. Del mismo modo, el consumo de electricidad en el Reino Unido se redujo un 5,0% (Aleasoft, 2015).

Datos provisionales del último trimestre, indican que, en el 2014, se produjo un crecimiento positivo del PIB en España. Sin embargo, debido a las condiciones meteorológicas, el consumo de electricidad fue ligeramente inferior en 2014 que en 2013, un 1,2%. Una vez corregidos el efecto de la temperatura, el descenso del consumo en 2014 se queda en un 0,2%, según datos de REE (Red Eléctrica de España).



**Gráfica 1.10: División política de Europa** (Index mundi, 2015)

En la tabla 1.6 se muestra el consumo de electricidad de los países del continente europeo.

**Tabla 1.6: Consumo eléctrico en Europa por países** (Index mundi, 2015)

<b>País</b>	<b>Electricidad - consumo (miles de millones kWh) al 2014</b>
Alemania	583
Francia	463
Reino Unido	323
Italia	307
España	250
Ucrania	175
Turquía	170
Polonia	155
Suecia	136
Noruega	121
Países Bajos	117
Finlandia	85
Bélgica	85
República Checa	70
Austria	64
Suiza	59
Grecia	56
Rumania	52
Portugal	50
Hungría	36
Dinamarca	34
Bielorrusia	32
Bulgaria	30



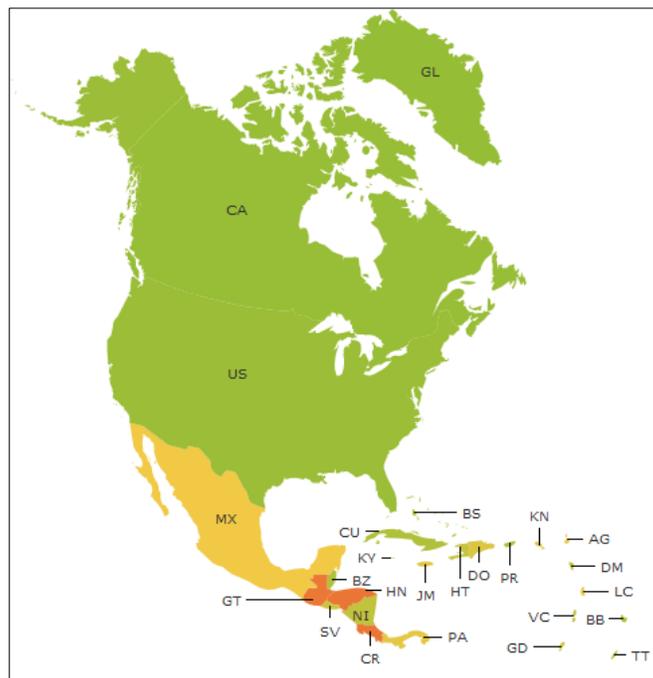
UNIVERSIDAD DE CUENCA  
MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN ENERGÉTICA

---

Serbia	28
Eslovaquia	26
Irlanda	26
Croacia	17
Islandia	16
Eslovenia	13
Bosnia y Hercegovina	13
Lituania	10
Estonia	8
Macedonia	7
Letonia	7
Luxemburgo	6
Albania	5
Moldavia	4
Montenegro	3
Malta	2
Liechtenstein	1

## 1.2.4 CONSUMO ELÉCTRICO EN NORTE – AMÉRICA

En lo que respecta al continente de América del Norte (grafica 1.11). Estados Unidos posee la matriz energética de mayor volumen a nivel mundial y se caracteriza por ser bastante diversificada. Si bien es una de las que posee mayor capacidad instalada de energías renovables, entre las que destacan la energía hidroeléctrica y la eólica, la producción de energía eléctrica con combustibles fósiles sobrepasó el 70% durante el 2008. La matriz eléctrica de EEUU tiene una capacidad instalada total de 965,6 GW. Esto es más de 70 veces la capacidad instalada de Chile (Aceituno, Hentzschel, 2008).



**Grafica 1.11: División política de Norte – América** (Index mundi, 2015)

En México en la actualidad aproximadamente el 60% del consumo interno de energía del país lo produce la Comisión Federal de Electricidad y casi un 20% los productores independientes. El mayor consumidor de energía nacional es la industria que gasta aproximadamente el 60% de toda la electricidad que se usa en el país, seguido por el sector residencial con un 26%. Estas cifras van en ascenso,



se estima que para el año 2024 el consumo nacional de energía eléctrica se elevará más del doble, debido al crecimiento de la población y la demanda del sector industrial. Desde el punto de vista energético, el consumo en países en desarrollo continuará creciendo, como resultado del proceso de maduración de su economía (Highlumen, 2012).

En la tabla 1.7 se muestra el consumo de electricidad de los países de América del Norte.

**Tabla 1.7: Consumo eléctrico en Norte - América por países** (Index mundi, 2015)

<b>País</b>	<b>Electricidad - consumo (miles de millones kWh) AI 2014</b>
Estados Unidos	3,886
Canadá	500
México	212

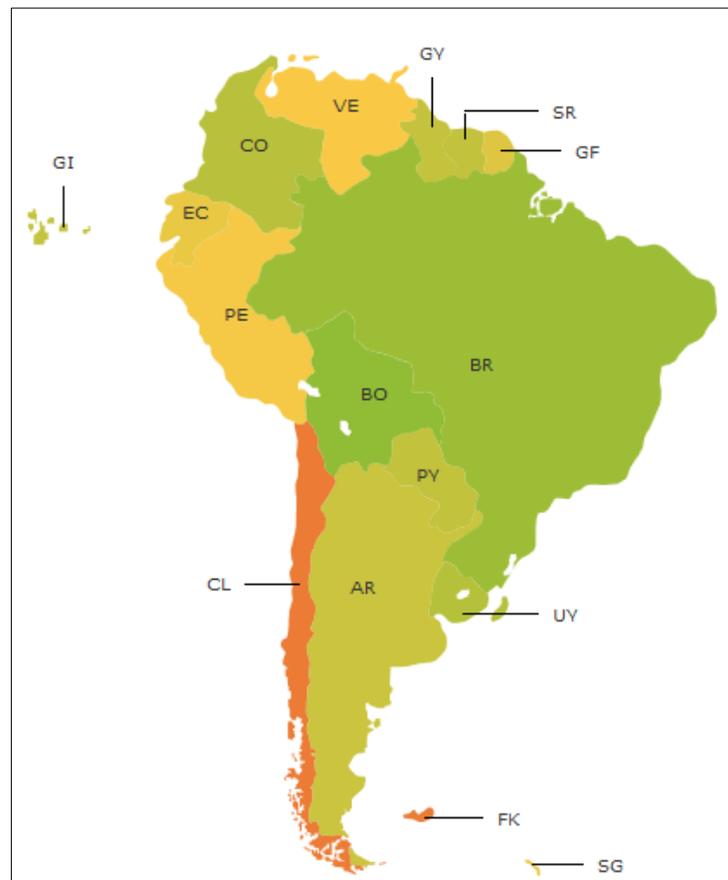
### 1.2.5 CONSUMO ELÉCTRICO EN AMÉRICA LATINA

El consumo de energía eléctrica por persona, a nivel domiciliario, en América Latina (gráfica 1.12) registró un aumento de 45% en los últimos 10 años, informó el secretario general de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Al dar a conocer los principales datos del crecimiento energético en Latinoamérica en el marco de un foro que se realizó en la capital paraguaya 2011, resaltó que la cobertura de electricidad subió de 74% a 88% en los últimos años (OLADE, 2011).

El aumento de la cobertura eléctrica refleja que las áreas energéticas de la región se han dinamizado y han ofrecido más productos, más bienes y más servicios, a mejores precios y a más personas, "eso es también parte de la estrategia de la

incesante lucha contra la pobreza que América Latina y el Caribe llevan como una tarea diaria y continua, a través de sus gobiernos y sus poblaciones" (Quinto, 2010).

El consumo eléctrico en el continente crece con fuerza por varios motivos: aumento de la población, crecimiento económico, necesidad de alcanzar áreas rurales a las que todavía no llega el suministro. Atender satisfactoriamente este crecimiento potencial no es tarea fácil para ninguno de los países. Las necesidades en generación y transmisión suelen ser infinitas y el problema de la estabilidad regulatoria y de unos consumidores que en muchos casos no pueden pagar los costes, son importantes trabas a la inversión. Además, el tamaño de los sistemas eléctricos y el parque generador son muy diferentes entre países, lo que implica costes del kWh muy distintos.



**Grafica 1.12: División política de América Latina** (Index mundi, 2015)



Los únicos países que tiene una mínima generación nuclear son Brasil (2.000 MW) y Argentina (1.000 MW). También es destacable la escasa introducción de las energías renovables en la región, al margen de la generación hidráulica. En general los márgenes de cobertura son suficientes, pero dado el rápido crecimiento de la demanda y el escaso grado de interconexión entre países, en cualquier momento y lugar se pueden producir desabastecimientos. Sin embargo, el potencial de desarrollo hidroeléctrico es enorme en muchos países.

En la tabla 1.8 se muestra el consumo de electricidad de los países de América Latina.

**Tabla 1.8: Consumo eléctrico en América Latina por países** (Index mundi, 2015)

<b>País</b>	<b>Electricidad - consumo (miles de millones kWh) Al 2014</b>
Brasil	456
Argentina	111
Venezuela	85
Chile	54
Colombia	45
Perú	34
Ecuador	19
Uruguay	8
Bolivia	7
Paraguay	7
Surinam	1
Guyana	1
Islas Malvinas	0



# CAPITULO 2

## CAPITULO 2

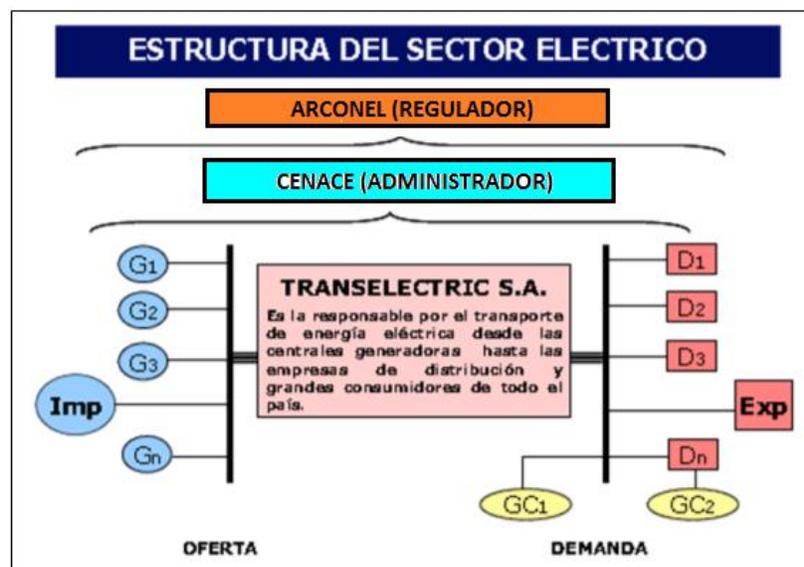
### SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO

#### 2.1 ESTRUCTURA DEL SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO

Desde el 16 de enero del 2015 está vigente la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica. El cuerpo legal tiene como objetivo el cumplimiento eficiente de la generación, transmisión, distribución y comercialización, importación y exportación de este recurso.

Para ello regula la participación de los sectores público y privado, en actividades relacionadas con el servicio de energía eléctrica, así como la promoción y ejecución de planes y proyectos con fuentes de energías renovables. Igualmente establece los derechos de los usuarios de estos servicios.

Entre los principales aspectos que determina la norma se encuentra la organización de la estructura del sector eléctrico ver gráfica 2.1, con los siguientes organismos:



Gráfica 2.1: Esquema de la estructura del sector eléctrico Ecuatoriano (Contenido, Enriquez, Mantilla, 2015)



- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER)
- La Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL)
- El Operador Nacional de Electricidad (CENACE)
- Institutos especializados.

El artículo 25 de la Ley determina que el Estado podrá delegar, de forma excepcional, a empresas de capital privado, así como a empresas de economía popular y solidaria, la participación en las actividades del sector eléctrico cuando sea necesario para satisfacer el interés general o cuando se trate de proyectos que utilicen energías renovables no convencionales, que no consten en el Plan Maestro de Electricidad (PME). Para esto deberá autorizarse la operación, firmarse el respectivo contrato de concesión y emitirse los títulos habilitantes.

El capítulo III de la nueva Ley aborda el régimen tarifario del servicio. Dentro del primer semestre de cada año, Arconel determinará los costos de generación, transmisión, distribución y comercialización, y de alumbrado público general, que se aplicarán en las transacciones eléctricas, que servirán de base para la determinación de las tarifas para el siguiente año. Los valores serán de aplicación nacional y excepcionalmente podrán fijarse tarifas diferenciadas o subsidios.

El artículo 56 de la “Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica” establece el destino de las utilidades que se obtengan de la generación eléctrica, es así que para las empresas públicas eléctricas, el 30% del superávit que se obtenga en la fase de operación se destinará a proyectos de desarrollo territorial en el área de influencia del proyecto. Mientras que para los generadores de capital privado y de economía mixta,, el 3% de las utilidades será destinado a los trabajadores y el 12% restante será destinado a proyectos de desarrollo territorial en el área de influencia del proyecto.

Las infracciones en las que pueden incurrir los generadores y usuarios, así como sus correspondientes sanciones, también son parte del cuerpo legal y están



especificadas en el capítulo V de la “Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica”. Igualmente queda establecida la obligatoriedad de promulgar políticas para lograr la eficiencia energética y la responsabilidad ambiental, que deben ser observadas por las empresas eléctricas durante todas las fases del servicio.

MEER: sus funciones son las de planificar, definir, evaluar y regular las actividades eléctricas en el país. La identificación y seguimiento de la ejecución de proyectos; otorgar títulos habilitantes; evaluar la gestión del sector eléctrico; la promoción y ejecución de planes y programas de energías renovables, son entre otras, parte de sus funciones.

ARCONEL: Agencia de Regulación y Control de Electricidad, como organismo técnico y administrativo es el ente regulador de las actividades relacionadas con el servicio público de energía eléctrica y el servicio de alumbrado público general.

CENACE: Centro Nacional de Control de Energía, se encarga de administrar las transacciones técnicas y comerciales del mercado eléctrico mayorista, resguardando las condiciones de seguridad y calidad de la operación del sistema nacional interconectado, de acuerdo con el marco legal y regulatorio vigentes.

Además, administra el abastecimiento de energía al mercado al mínimo costo posible, preservando la eficiencia global del sector y creando condiciones de mercado para la compra-venta de energía eléctrica por parte de las empresas generadoras y facilitando al ARCONEL y a los agentes el acceso a la información sobre el funcionamiento del mercado.

TRANSELECTRIC S. A. desde el 1 de abril de 1999 ha tomado bajo su responsabilidad la operación, mantenimiento y expansión del sistema nacional de transmisión y al amparo del nuevo marco jurídico del sector eléctrico; tiene existencia legal desde el 20 de enero de 1999.



En el 2008, con la entrada en vigencia de la nueva Constitución Política de la República del Ecuador, se produjeron cambios en la normativa jurídica del sector, que incidieron en la planificación y ejecución de las actividades que cumplen las distintas instituciones.

La expedición del Mandato Constituyente No. 15, de 23 de julio de 2008, publicado en el Registro Oficial No. 393, el 31 de julio de 2008, estableció acciones inmediatas y determinó nuevos lineamientos para el sector eléctrico ecuatoriano, basados fundamentalmente en los siguientes aspectos:

- a) Tarifa única a aplicarse, a usuario final, por parte de las empresas eléctricas de distribución.
- b) Eliminación del concepto de costos marginales para la determinación del costo del segmento de generación.
- c) Financiamiento de los planes de inversión en generación, transmisión y distribución, a través del Presupuesto General del Estado.
- d) Reconocimiento mensual, por parte del Estado, de las diferencias entre los costos de generación, transmisión y distribución y la tarifa única para el consumidor final.
- e) Financiamiento del Programa de energización rural y electrificación urbano marginal – FERUM, a través del Presupuesto General del Estado.

Adicionalmente, el mismo mandato dispuso que las empresas de generación, distribución y transmisión, en las que el Estado Ecuatoriano tiene participación accionaria mayoritaria, extingan, eliminen y/o den de baja todas las cuentas por cobrar y pagar de los rubros correspondientes a la compra-venta de energía, peaje de transmisión y combustible destinado para generación.

De la misma forma, se inició un proceso de reestructuración de las empresas eléctricas para conformar nuevas sociedades que manejen de forma eficaz y



eficiente el sector en su conjunto; es así como se crearon la Corporación Nacional de Electricidad S.A. -CNEL- y la Corporación Eléctrica del Ecuador S.A. -CELEC-.

CNEL asumió, a partir del 10 de marzo de 2009, los derechos y obligaciones para operar en el sector eléctrico nacional como empresa distribuidora de electricidad, agrupando a: Empresa Eléctrica Esmeraldas S.A.; Empresa Eléctrica Regional Manabí S.A.; Empresa Eléctrica Santo Domingo S.A.; Empresa Eléctrica Regional Guayas-Los Ríos S.A.; Empresa Eléctrica Los Ríos C.A.; Empresa Eléctrica Milagro C.A.; Empresa Eléctrica Península de Santa Elena S.A.; Empresa Eléctrica El Oro S.A.; Empresa Eléctrica Bolívar S.A.; y, Empresa Eléctrica Regional Sucumbíos S.A.; las cuales funcionan actualmente como gerencias regionales.

En este mismo sentido, CELEC, a partir del 19 de enero de 2009, fue conformada por las siguientes empresas: Compañía de Generación Hidroeléctrica Paute S.A.; Compañía de Generación Hidroeléctrica Hidroagoyán S.A.; Compañía de Generación Termoeléctrica Guayas S.A.; Compañía de Generación Termoeléctrica Esmeraldas S.A.; Compañía de Generación Termoeléctrica Pichincha S.A.; y, Empresa de Transmisión de Electricidad –TRANSELECTRIC S.A.-. Desde enero de 2010, la CELEC pasó a ser la Empresa Pública Estratégica, Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP y subrogó en todos los derechos y obligaciones de la CELEC S.A. e Hidronación S.A. A diciembre de 2010 CELEC EP estuvo formada por siete unidades de negocio, tres de generación térmica, tres de generación hidráulica y una de transmisión. Actualmente, con los activos en servicio de la empresa Machala Power, que pasaron a ser parte de CELEC EP, se conformó una nueva unidad de negocios denominada Termogas Machala.

A través del Decreto Ejecutivo No. 1786, de 18 de junio de 2009, la Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil -CATEG- en sus secciones de generación y distribución, se convirtió en la Unidad de Generación, Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica de Guayaquil -Eléctrica de Guayaquil-,



pasando a ser un organismo de la Función Ejecutiva que conforma la administración pública central, con funciones descentralizadas.

Finalmente, el Mandato Constituyente No. 15 dispuso que, en virtud de los indicadores de gestión de algunas empresas de distribución, las siguientes sociedades anónimas: Empresa Eléctrica Quito S.A.; Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.; Empresa Eléctrica Regional Norte S.A.; Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.; Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.; y, Empresa Eléctrica Riobamba S.A., mantengan su estado hasta que la normativa del sector eléctrico sea expedida conforme los principios constitucionales.

Con la expedición de la Ley Orgánica de Empresas Públicas, de 24 de julio de 2009, se dio paso a la creación de varias empresas que serán las que gestionen y desarrollen las actividades tendientes a brindar el servicio público de energía eléctrica.

En función de lo anterior y con la participación de las empresas de capital privado, el sector eléctrico ecuatoriano, a diciembre de 2010, estuvo compuesto por los siguientes agentes:

- 6 Unidades de Negocio de generación de CELEC EP;
- 12 Generadoras - incluidas las Unidades de Negocio de CELEC EP;
- 1 Unidad de Negocio encargada de la transmisión -a través de CELEC EP;
- 26 Autogeneradores;
- 20 Distribuidoras: 9 Empresas Eléctricas, la Unidad Eléctrica de Guayaquil y las 10 Regionales de CNEL.
- 4 Grandes Consumidores que participaron en el mercado eléctrico.

La Empresa Eléctrica Provincial Galápagos S.A., cuya área de concesión comprende la provincia insular de Galápagos, no está incorporada al S.N.I.



## 2.2 ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL ECUADOR

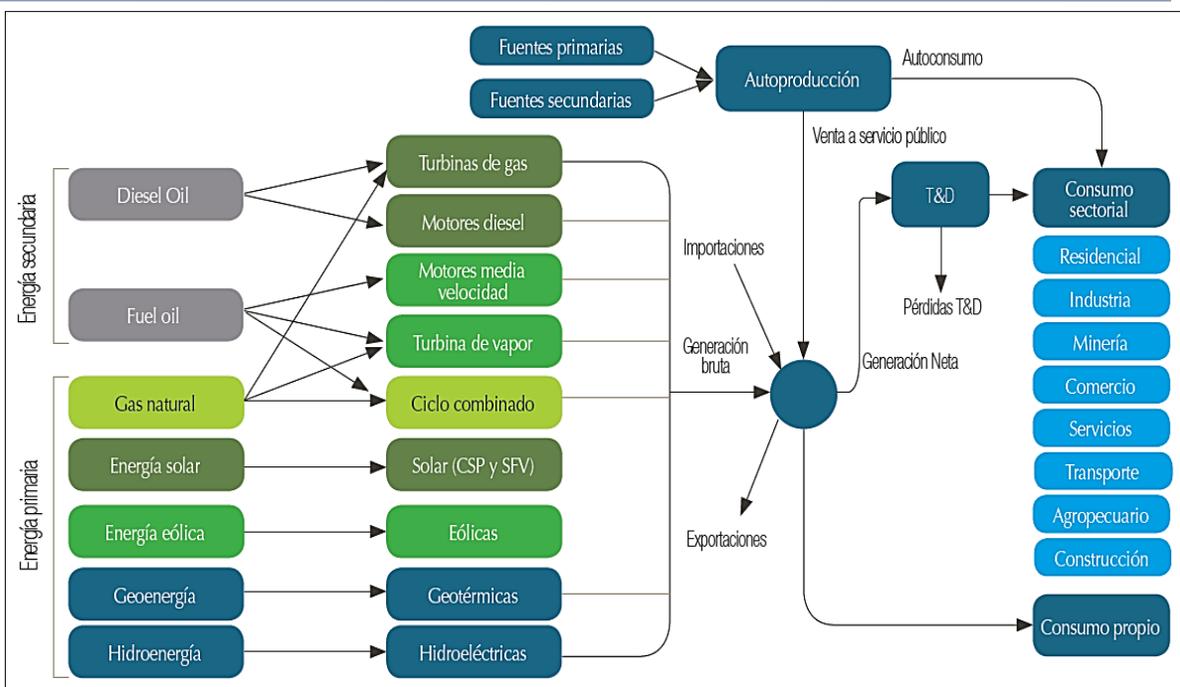
La energía eléctrica en el Ecuador puede generarse en centrales eléctricas de distintas tecnologías a partir de recursos energéticos primarios y energías secundarias. Las energías primarias para producir electricidad en el caso del Ecuador son:

- Energía Hidráulica
- Energía eólica
- Energía solar
- Gas natural
- Biomasa (bagazo de caña)

Las fuentes de energía secundarias para generación eléctrica en Ecuador son principalmente el diésel y el fuel oil (bunker c), especialmente este último. Las plantas para generar energía eléctrica se agrupan según la tabla 2.1.

**Tabla 2.1: Tecnologías para generación de energía eléctrica** (Balance Energético Nacional, 2012)

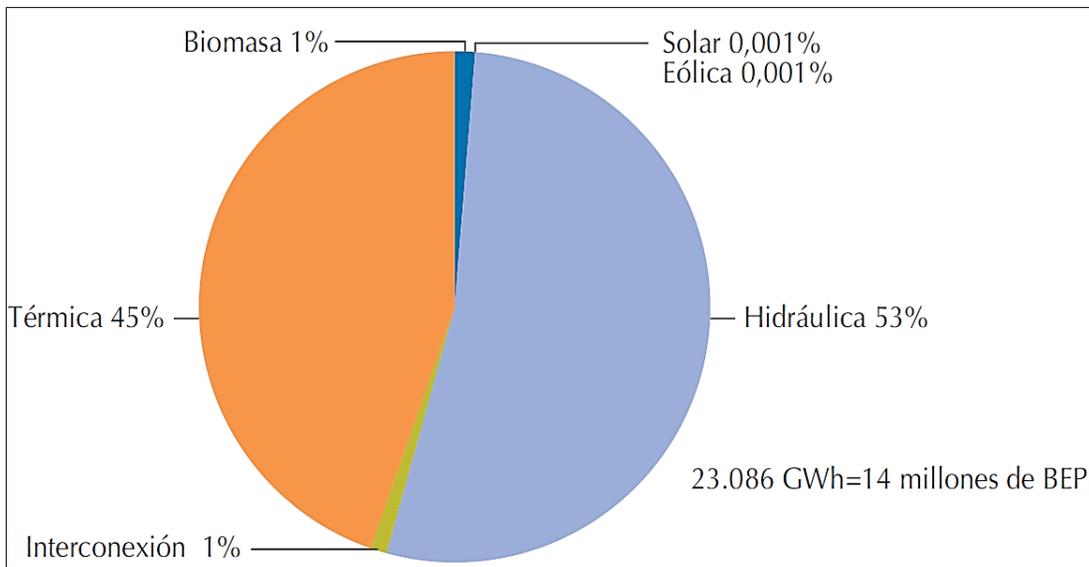
Tecnologías renovables	Tecnologías tradicionales (no renovables)
Hidroeléctrica	Motores de combustión interna
Geotérmica	Motores diésel de alta velocidad
Eólicas	Turbinas de gas
Solares	Turbinas de vapor
Biomasa	Ciclo combinado, que combinan turbina de vapor y turbogás para incrementar la eficiencia aprovechando el ciclo de calor.



**Gráfica 2.2: Cadena de la energía eléctrica** (Balance Energético Nacional, 2012)

## 2.3 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL ECUADOR

Referente a la generación de energía eléctrica y a las plantas que alimentan al Sistema Nacional Interconectado, la base de la oferta de electricidad es predominantemente generación hidráulica (53%) ver gráfica 2.3, seguido por el parque termoeléctrico (45%), compuesto por sistemas turbogas (TG), motor de combustión interna (MCI) y turbovapor (TV). Además, hasta final de 2012 existía la importación de electricidad (1%), en su mayoría proveniente de Colombia. La generación con fuentes renovables no convencionales supera ligeramente el 1% de participación en la matriz eléctrica, debido a la suma de la energía generada por fuentes de biomasa, eólica y solar fotovoltaica (Balance Energético Nacional, 2012).



**Gráfica 2.3: Estructura de generación eléctrica 2012** (Balance Energético Nacional, 2012)

En el 2013, todas las empresas del sector eléctrico nacional, generadoras, distribuidoras con generación y autogeneradoras, aportaron con 5.497,75 MW de potencia instalada y 5.102,90 MW de potencia efectiva, distribuidos en 259 centrales de generación, conforme a los datos reportados por los agentes del sector (CONELEC, 2013).

Del total de la potencia efectiva en todo el país (5.102,90 MW): el 87,52 % corresponde a la destinada para el servicio público; y, el 12,48 % al servicio no público. Potencia que es entregada a través del S.N.I. y de los sistemas no incorporados al S.N.I. (CONELEC, 2013).

La Unidad de Negocio CELEC-Hidropaute, con sus centrales hidroeléctricas Paute y Mazar, representan el 27,04 % del total de la potencia instalada en el país para servicio público y el 28,29 % de la potencia efectiva para servicio público. Dentro de la generación termoeléctrica, la Unidad de Negocio CELEC-Electroguayas, y sus centrales Enrique García, Gonzalo Zevallos (Gas), Gonzalo Zevallos (Vapor), Santa Elena II, Santa Elena III y Trinitaria, representa el 11,58 % de la potencia instalada para servicio público y el 11,73 % de la potencia efectiva para servicio público (CONELEC, 2013).



La generación eléctrica registró un incremento de 11,2%, lo que ubica su producción en 23.086 GWh al 2012. La generación obtenida de centrales eléctricas representa el 83% y el 17% restante es obtenido de autogeneradores (Balance Energético Nacional, 2012).

Ecuador es uno de los países que más depende de la hidroelectricidad en su matriz eléctrica. El primer gran aprovechamiento hidroeléctrico en el país se da con la construcción de la central hidroeléctrica Paute en 1976, que hasta el presente constituye la más grande en Ecuador. La central en operación se denomina Molino y se compone de dos fases (A-B y C).

En años como el 2005 y el 2006, el aporte de la hidroelectricidad cayó a menos de 50% y las termoeléctricas aportaron 43% y 47%, mientras que la interconexión aportó 11% y 9%, respectivamente. Es decir, la caída en la generación de electricidad a base de esta energía renovable ha ocasionado que se incurra en una generación ambientalmente más dañina (en especial por la emisión de GEI pero también de otros contaminantes locales como óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y material particulado) y económicamente más costosa. La generación termoeléctrica y la importación resultan más costosas que la generación local de hidroelectricidad (Castro, 2011).

Otras fuentes de energía renovable, todavía mínimas en su aporte a la matriz, aparecieron en 2005 con la instalación de paneles solares fotovoltaicos, en especial con proyectos internacionales de apoyo al desarrollo en localidades remotas, y la instalación de turbinas eólicas en San Cristóbal, Galápagos. Sin embargo, el actual aporte de estas fuentes de energía renovable a la matriz apenas alcanza 0,014% en energía eólica y 0,0002% en energía solar (Castro, 2011)

Cabe mencionar que existe generación termoeléctrica basada en la combustión de biomasa renovable. Uno de los proyectos más emblemáticos es de cogeneración



con bagazo (residuo de las plantaciones de caña) promovido y financiado con el MDL por la empresa azucarera San Carlos. Este proyecto tiene una potencia de 28 MW y puede generar 64,8 GWh/año (Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A., 2005). Sin embargo, el aporte de esta energía renovable a la matriz eléctrica es apenas del 1,7% a 2011. Las fuentes de energía renovable todavía no tienen un aporte significativo a la matriz eléctrica.

El desarrollo del sector eléctrico es estratégico; por lo tanto, debe garantizar el abastecimiento energético, principalmente mediante el incremento de la participación de la generación hidroeléctrica que permitirá reducir progresivamente la generación termoeléctrica; así también, debe fortalecer la red de transmisión, sub-transmisión y distribución, adaptándolas a las actuales y futuras condiciones de oferta y demanda de electricidad.

Los problemas de generación eléctrica se dieron por una falta de inversión y planificación en la matriz eléctrica del país. Durante el período 1997-2005, tan sólo una nueva central hidroeléctrica fue añadida al sistema nacional. Esta es la Marcel Laniado, ubicada en el régimen hidrológico occidental, la vertiente pacífica, con una potencia de 213 MW. En el mismo período, dos turbinas a gas de 102 MW y 130 MW fueron añadidas al sistema y una planta termoeléctrica de 150 MW. Durante 2006, hidroeléctricas medianas como Abanico (15 MW), Sibimbe (16 MW), Calope (15 MW) y La Esperanza (7 MW) se incorporaron al sistema, pero una capacidad mayor proveniente de plantas termoeléctricas también se agregó:

Lafarge Cementos (13 MW), Generoca (34 MW), y Termoguayas (150 MW). En 2007, una hidroeléctrica grande se unió, San Francisco, aguas abajo de Agoyán, con una potencia de 230 MW. En este año también se añadieron en Galápagos, una central eólica pequeña en isla San Cristóbal (2,4MW) y una solar pequeña en isla Floreana (0,02 MW) (Conelec, 2007).

En los siguientes años se han incorporado algunas hidroeléctricas pequeñas, y ante la emergencia eléctrica por el estiaje de Paute durante los últimos meses de 2009,



se compraron algunas turbinas termoeléctricas para poder compensar la falta de generación de la hidroeléctrica. En 2011, se unió al sistema nacional la hidroeléctrica y reservorio Mazar, la cual tiene una capacidad de generación de 160 MW, pero cuyo aporte fundamental es regular aguas arriba de Paute el caudal para la generación en la planta principal Paute Molino (1075 MW). Con esto, Mazar puede almacenar agua para la época seca de Paute y aprovechar mejor la capacidad de generación de esta hidroeléctrica (Conelec, 2007).

La propuesta estatal de cambiar la matriz eléctrica incluye la construcción de más centrales hidroeléctricas en la cordillera occidental, algunas ya contratadas, con la finalidad de diversificar opciones y tener otro régimen hidrológico que permita tener las plantas operando a capacidad suficiente durante los meses de mayor demanda.

## **2.4. EXPANSIÓN DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL ECUADOR**

Esto detalla las centrales de generación que son necesarias para cubrir la proyección de la demanda eléctrica, misma que ha considerado elementos de desarrollo como proyectos industriales y mineros, de refinación de combustibles, transporte, explotación petrolera y otros elementos relacionados con el cambio en la matriz energética del Ecuador y el uso eficiente de la energía.

La inclusión de cargas adicionales para desarrollo industrial, transporte eléctrico masivo como el Metro de Quito y Tranvía de Cuenca (75 MW en el 2016), Refinería del Pacífico (370 MW), industria petroquímica, sustitución de gas licuado de petróleo, GLP, por electricidad para cocción eficiente e integración del sistema eléctrico petrolero al S.N.I., el plan de eficiencia energética introducido por el MEER establece el cambio a luminarias eficientes, refrigeradoras, aires acondicionados y calefones, han sido considerados para la obtención de un Plan de Expansión de la Generación (Conelec, 2013).

Los proyectos emblemáticos de generación eléctrica se encuentran actualmente en construcción y su ingreso aportará efectivamente para cubrir la demanda eléctrica



proyectada, garantizando la soberanía energética, con adecuados niveles de reservas.

Ecuador ha ejecutado 9 proyectos emblemáticos que constituyen la muestra de avance y desarrollo del país como se puede observar en la tabla 2.2, estos son: Coca Codo Sinclair, Minas San Francisco, Delsitanisagua, Manduriacu, Mazar Dudas, Toachi Pilatón, Quijos, Sopladora y Villonaco, son los 9 proyectos que permitirán generar energía renovable de la manera más eficiente y sustentable aprovechando la diversificación de las fuentes de energía, la aplicación de tecnología limpia, la reducción de contaminación pero sobretodo con claros lineamientos de respeto a la naturaleza, refiérase a la gráfica 2.4.

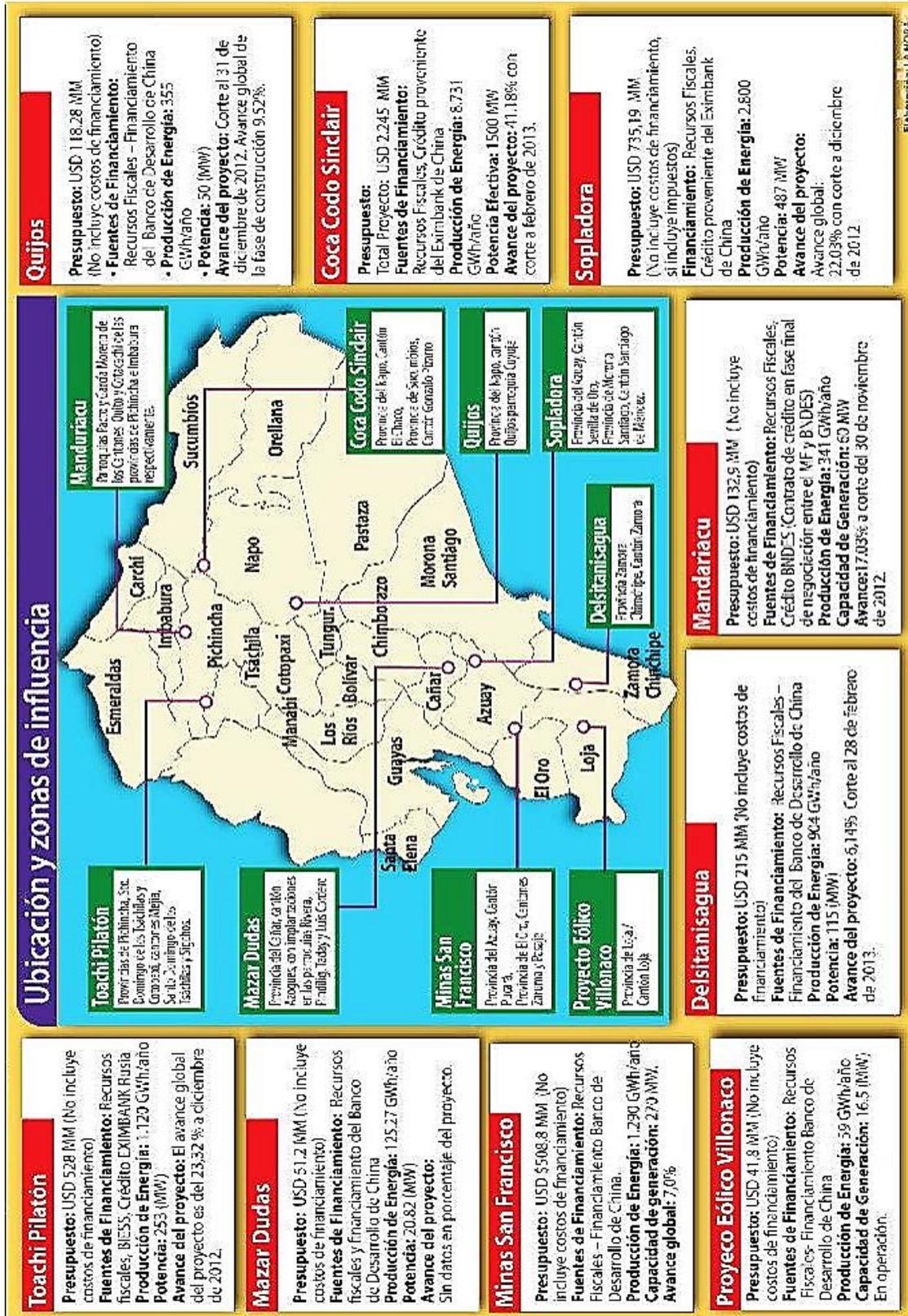
**Tabla 2.2: Proyectos previstos en el PEG (Plan de Expansión de Generación) (Conelec, 2013)**

No.	NOMBRE	CAPACIDAD (MW)	ENERGÍA MEDIA (GWh/año)
1.	Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair	1.500	8.743
2.	Proyecto Hidroeléctrico Quijos	50	353
3.	Proyecto Hidroeléctrico Manduriacu	60	349
4.	Proyecto Hidroeléctrico Toachi Pilatón	253	1.190
5.	Proyecto Hidroeléctrico Sopladora	487	2.800
6.	Proyecto Hidroeléctrico Mazar Dudas	20,82	125
7.	Proyecto Hidroeléctrico Minas San Francisco	270	1.290
8.	Proyecto Eólico Villonaco	16,5	64
9.	Proyecto Hidroeléctrico Delsitanisagua	115	904

El PEG (Plan de Expansión de Generación) propuesto permitirá que disminuya el porcentaje de participación de generación termoeléctrica en la matriz energética del SNI; siendo esta última, la generación que permitirá mantener las condiciones



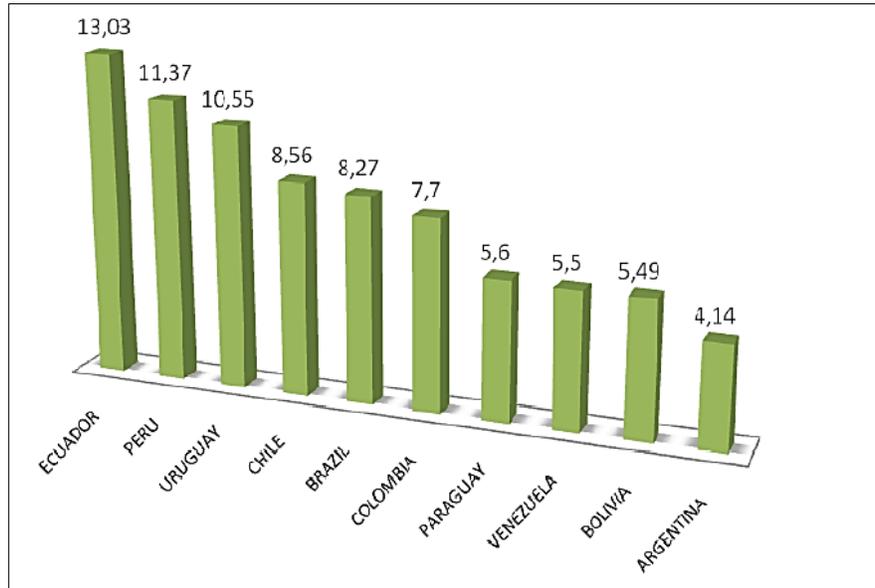
operativas de calidad, seguridad y confiabilidad en el abastecimiento de la demanda.



Gráfica 2.4: Principales proyectos hidroeléctricos y eólicos (Hora, 2013)

## 2.5. TARIFA ELÉCTRICA Y SUBSIDIOS

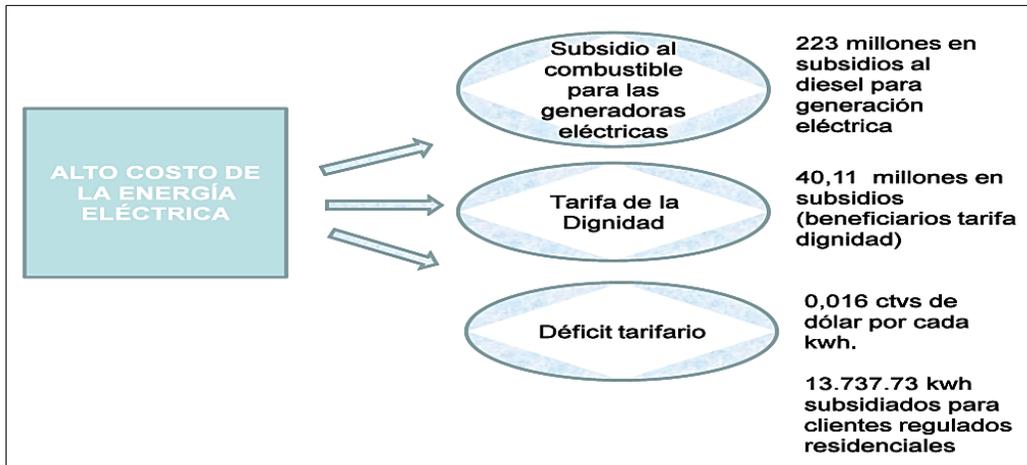
La tarifa eléctrica en el país es sumamente alto, tal es así que el país ocupa el primer lugar en Sudamérica con un precio de 0,13 centavos kWh. (gráfica 2.5) (Contento, Enriquez, Mantilla, 2015)



**Gráfica 2.5: Tarifa eléctrica residencial en América de Sur US cent/kWh** (Contento, Enriquez , Mantilla, 2011)

Las ineficiencias del monopolio eléctrico han obligado al estado a financiar no solo el diesel, pues se destinaron 223 millones para subsidiar al diesel para generación eléctrica, sino también la venta de combustibles a crédito por \$186 millones. (Contento, Enriquez , Mantilla, 2011)

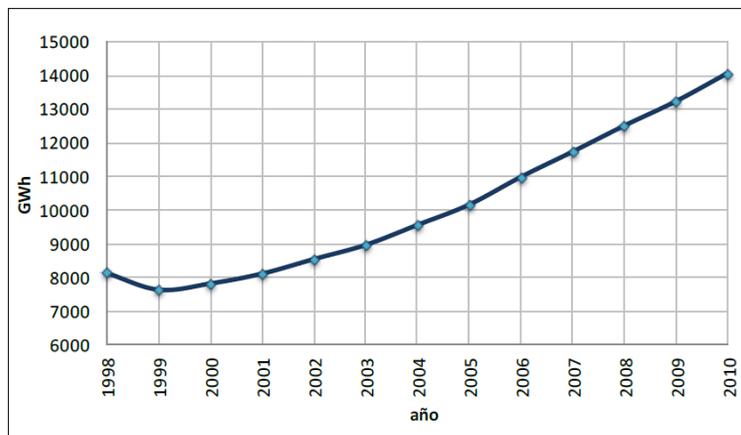
De la misma forma, el sector eléctrico cuenta con tarifa de dignidad (subsidio eléctrico) a la cual accede la población que no sobrepasa los 150 kWh consumidos mensualmente, restando aún más recursos del presupuesto del estado, ver gráfica 2.6.



Gráfica 2.6: Problemática de los costos de la energía eléctrica (Contenido, Enriquez , Mantilla, 2011)

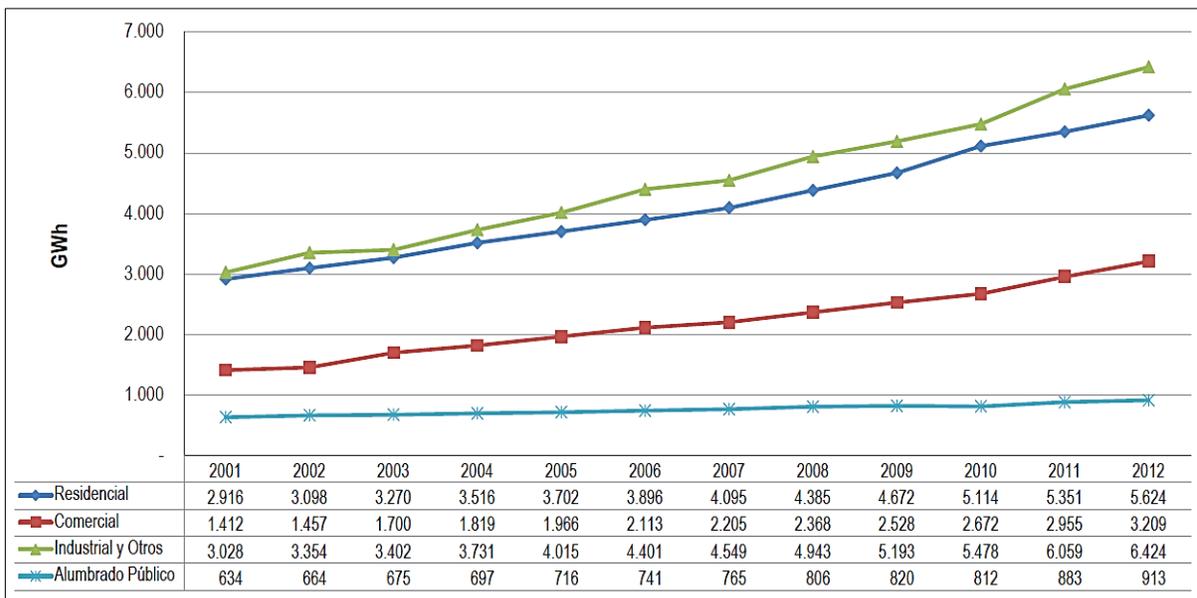
## 2.6. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL ECUADOR

La demanda de energía y potencia del sistema eléctrico ecuatoriano ha mantenido un crecimiento sostenido durante la última década, registrándose una tasa media de crecimiento anual de energía en el período 2001 - 2010 de 6,3%; la mayor tasa de crecimiento fue de 8,1% en el año 2006 y la menor fue de 3,7% en el año 2001. En el 2010, el consumo de energía del país creció 835 GWh respecto al 2009, convirtiéndose en el mayor incremento de la última década. En la gráfica 2.7 se observa la evolución del consumo de energía eléctrica en Ecuador (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013).



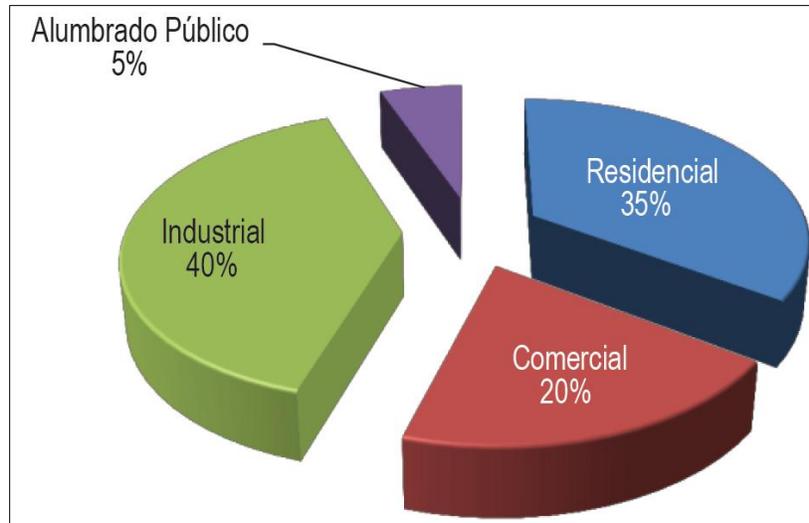
Gráfica 2.7: Evolución del consumo de energía eléctrica del sistema nacional interconectado (SNI) (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013)

El comportamiento del consumo eléctrico está marcado por la cantidad de potencia, el horario de consumo y el grupo de consumo al que pertenece (residencial, comercial, industrial y alumbrado público). Cada uno de estos grupos de consumo tiene un número de clientes, el cual ha venido evolucionando. En la gráfica 2.8 se observa la evolución de la demanda de energía eléctrica por grupo de consumo.



**Gráfica 2.8: Energía facturada por grupo de consumo 2001 - 2012** (Conelec, 2013)

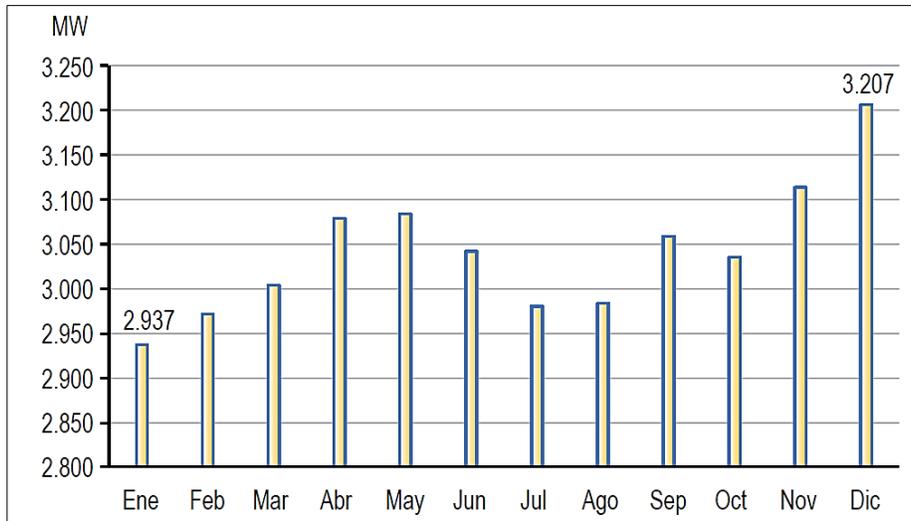
La mayoría de la electricidad es consumida por la industria (40%) refiérase a grafica 2.9, seguido por el sector residencial (35%) y comercial (20%). El único caso representativo de consumo eléctrico para el sector transporte es el trolebús de Quito (Balance Energético Nacional, 2012).



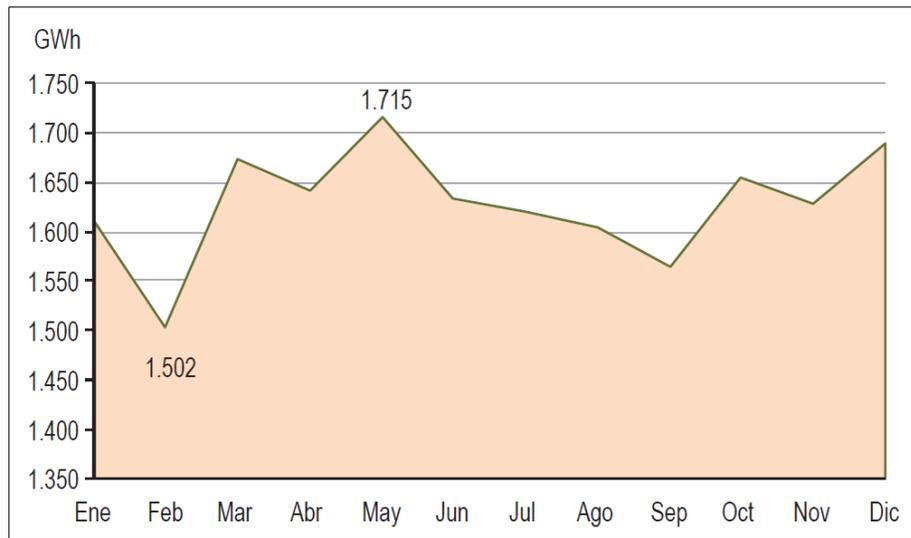
**Gráfica 2.9: Consumo de electricidad por sector 2012** (Conelec, 2013)

Los índices de crecimiento de la demanda de potencia y energía del S.N.I., registrados para el período enero 2012 – diciembre 2012, respecto al período anterior (enero 2011 - diciembre 2011), en bornes de generador, presentan un crecimiento promedio de 5,94% para potencia y 4,91% para energía (Conelec, 2013).

La demanda máxima de potencia registrada en el 2012 a nivel de bornes de generación, se produjo en diciembre con 3.207 MW refiérase a gráfica 2.10, mientras que la potencia mínima se registró en enero con 2.937 MW. En lo referente a energía, la demanda máxima de energía se produjo en mayo con 1.715 GWh, mientras que la demanda mínima de energía se registró en febrero con 1.502 GWh. véase gráfica 2.11. (Conelec, 2013).

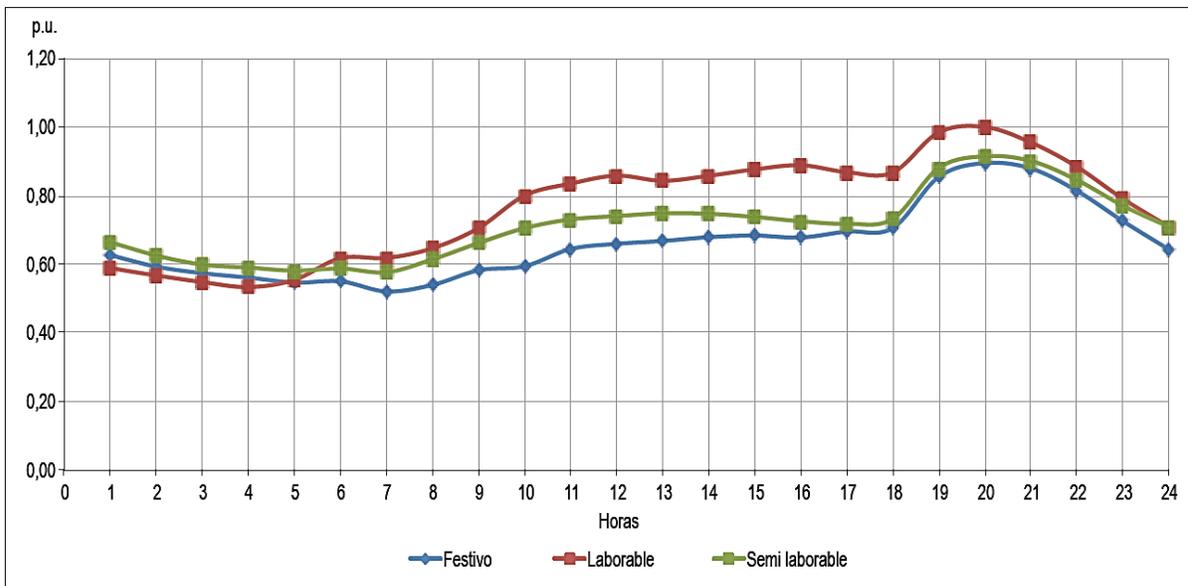


**Gráfica 2.10: Demanda máxima de potencia mensual 2012** (Conelec, 2013)



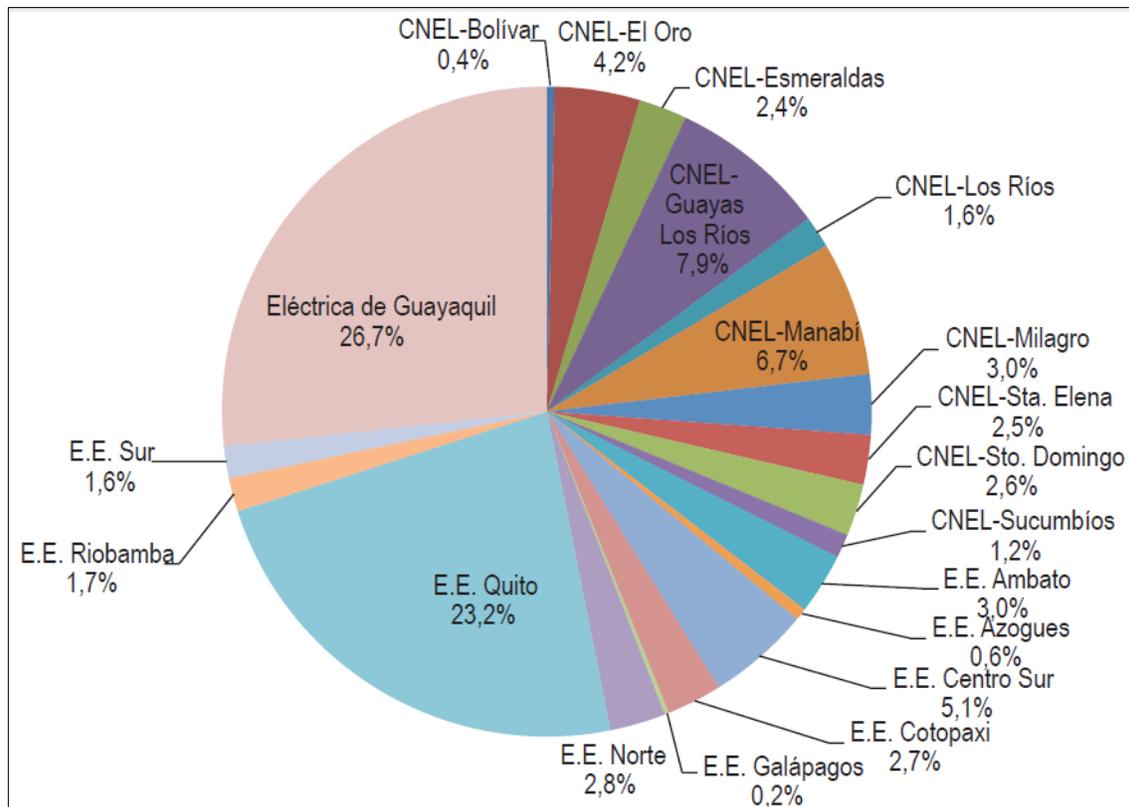
**Gráfica 2.11: Demanda máxima de energía mensual 2012** (Conelec, 2013)

En lo referente al comportamiento diario de la demanda, la categoría que marca el comportamiento de la curva de demanda diaria es la categoría residencial seguida de la categoría industrial, lo que establece que la demanda punta se produzca en el horario entre las 19h00 y 22h00, la demanda media comprende de 06h00 a 17h00 y de 23h00 a 24h00, y la demanda mínima entre las 01h00 y 05h00, véase gráfica 2.12 (Conelec, 2013).



Gráfica 2.12: Curva de demanda diaria nacional (Conelec, 2013)

Las empresas distribuidoras son las encargadas de distribuir y comercializar la energía, actualmente se cuenta con 11 empresas distribuidoras, incluida CNEL - EP, conformada por 10 unidades de negocio. A continuación se muestra el consumo de energía de las 10 empresas distribuidoras y las 10 unidades de negocio.



Gráfica 2.13: Consumo nacional por áreas de concesión GWh (2012) (Conelec, 2013)

En la gráfica 2.13, se observa que el mayor consumo se encuentra en la E.E. Quito y en la E.E. Guayaquil, que representan el 50% del consumo nacional; el consumo correspondiente a CNEC - EP, representa el 32% del consumo nacional y el resto de empresas distribuidoras representan el 18% (Conelec, 2013).

A nivel de consumo por unidad de área geográfica (km<sup>2</sup>), la E.E. de Guayaquil es la que tiene el mayor consumo a nivel nacional, con 3,09 GWh por km<sup>2</sup>, mientras que la E.E. Quito presenta un consumo de 0,25 GWh por km<sup>2</sup> (Conelec, 2013).

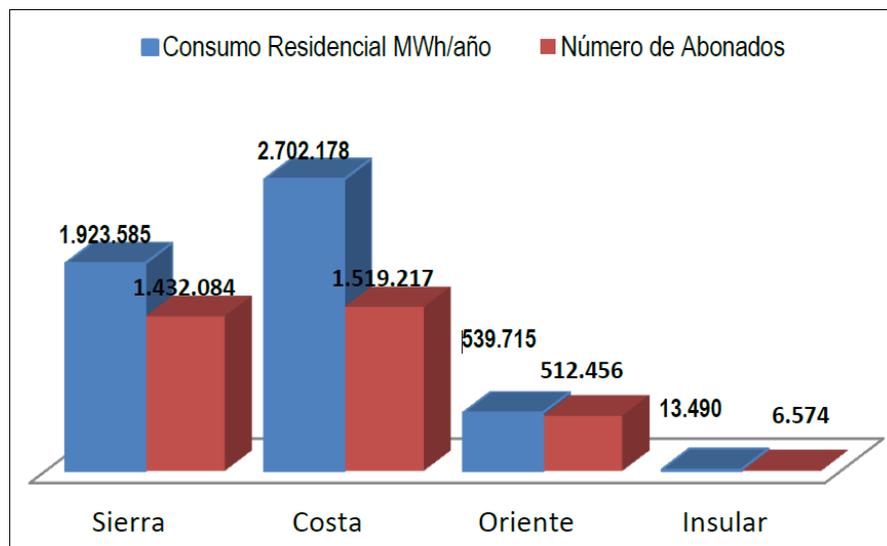
### 2.6.1 CONSUMO ELÉCTRICO DEL SECTOR RESIDENCIAL

En este sector, debido a que la tarifa no cubre los costos de producción y al no existir una focalización de los subsidios desde hace varias décadas, en muchos casos se han formado malos hábitos de consumo en la población, lo que ha

producido un consumo innecesario en los usos finales, además de la utilización de equipos y electrodomésticos de baja eficiencia energética.

El sector residencial, representó en el 2012, el 35% de la demanda de energía, por lo cual, su incidencia como actor del consumo eléctrico, es de un alto impacto en la demanda total. Para focalizar las acciones a mejorar este sector, se debe tener el conocimiento de los usos finales de la energía dentro del mismo.

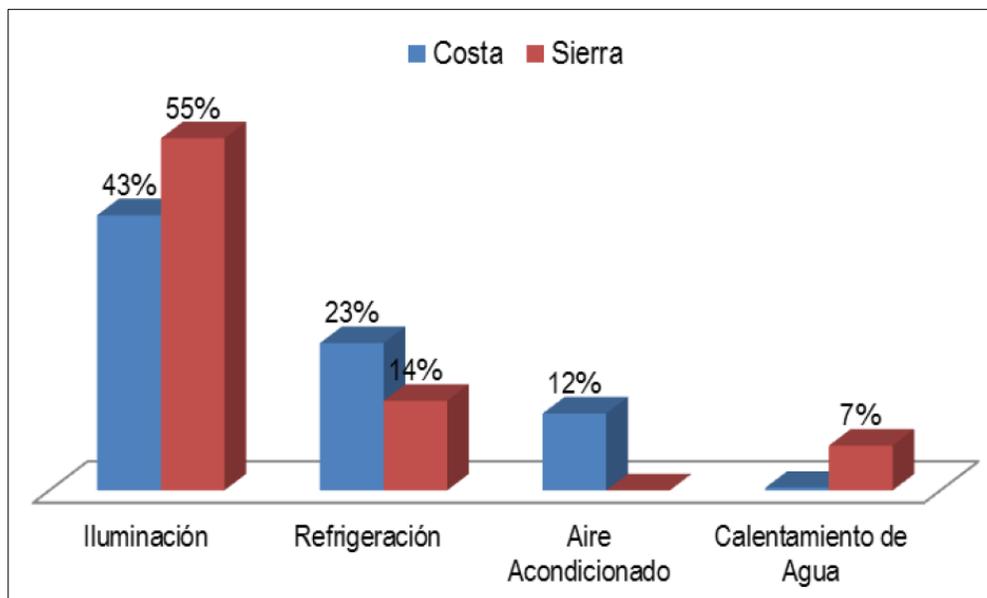
Haciendo una estimación en la distribución por regiones, tanto en el consumo eléctrico como en la cantidad de abonados en el sector residencial, en la gráfica 2.14 se observa que a pesar de tener casi la misma cantidad de abonados entre Sierra y Costa, el consumo en la región Costa es mayor, esto como consecuencia del uso de sistemas de refrigeración de alimentos y aire acondicionado, éste último no utilizado en forma intensa en la Sierra.



Gráfica 2.14: Consumo eléctrico y número de abonados sector residencial (Conelec, 2013)

El comportamiento de la demanda eléctrica a nivel nacional, en el período de demanda máxima u horas pico, está influenciado por el consumo del sector residencial, esto debido principalmente al uso de la iluminación, representando en la Costa el 43%, y en la Sierra el 55% del consumo total residencial. El segundo uso

más importante en términos de incidencia en la punta es la refrigeración de alimentos con el 23% en la Costa y el 14% en la Sierra. El tercer uso más importante en la Costa constituía el aire acondicionado con el 13%, mientras que en la Sierra era el calentamiento de agua, que aportaba con el 7%. La información corresponde a datos publicados por el ex INECEL en el año 1993, véase en la gráfica 2.15, sin embargo, se están contratando los estudios de actualización en el marco del proyecto Plan de Acción de Energía Sostenible para Ecuador, PAES (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013).



**Gráfica 2.15: Demanda eléctrica sector residencial** (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013)

En el año 2010 se presentó información sobre lo concerniente al número de clientes, consumos y facturación del sector residencial por regiones, segmentos sociales y estratos de consumo. Del análisis de esta información, la mayoría de los clientes de este sector, tanto en la Sierra cuanto en la Costa, se encuentran en la clase media baja (consumos entre 50 y 200 kWh/mes).

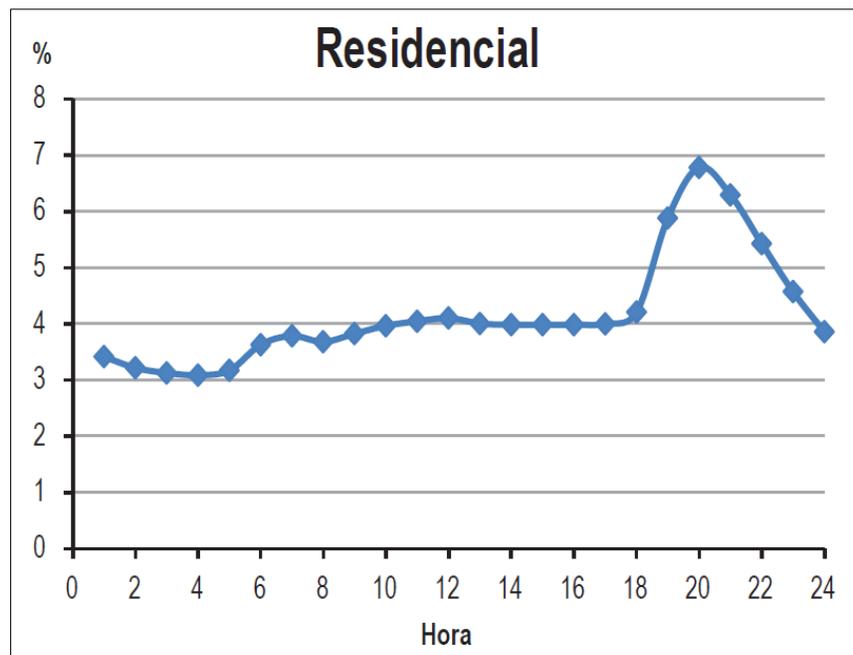
En la tabla 2.2 se visualiza que la concentración de clientes residenciales se encuentran en los estratos sociales: bajo y medio bajo, ya que juntos representan

cerca del 84% de los usuarios del sector residencial. La clase media baja es la que presenta el mayor consumo con un 43%, seguida de la clase media 33%.

**Tabla 2.2: Distribución por estratos del consumo residencial de energía eléctrica (Total nacional – 2010)** (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013)

Segmento Social	Estrato kWh/mes	Usuarios Abonado	%	Consumo GWh	%	Facturación (millones USD)	%
Alta	Mayor a 1000	19.427,0	0,6	423,54	8,3	39,05	8,3
Media Alta	501 - 1000	63.196,0	1,8	509,24	10,0	46,95	10,0
Media	201 - 500	483.111,0	13,9	1685,65	33,0	155,42	33,0
Media Baja	51 - 200	1.615.158,0	46,5	2215,45	43,3	204,26	43,3
Baja	0 - 50	1.289.439,0	37,2	280,31	5,5	25,84	5,5
<b>TOTAL</b>		<b>3.470.331,0</b>	<b>100</b>	<b>5114,19</b>	<b>100</b>	<b>471,52</b>	<b>100</b>

En la gráfica 2.16 se observa “La curva de carga” del sector residencial, donde notamos que la demanda punta se produce en el horario entre las 19h00 y 22h00, la demanda media comprende de 06h00 a 17h00 y de 23h00 a 24h00, y la demanda mínima entre las 01h00 y 05h00.



**Gráfica 2.16: Curva de carga residencial** (Conelec, 2013)



# CAPITULO 3

## CAPITULO 3

### GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL ECUADOR

#### 3.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Debido a que en la actualidad la principal fuente de energía en el mundo proviene de combustibles fósiles no renovables, es necesario considerar puntos de vista ambientales, económicos, energéticos, etc., y buscar otras fuentes alternativas de energías que sean limpias e ilimitadas.

Fuente de energía se denomina a los elementos de la naturaleza que puedan suministrar energía. Las fuentes de energía renovables son aquellas a las que se puede recurrir de forma permanente porque son inagotables (el sol, el agua o el viento). Estas energías tienen un impacto ambiental mucho más reducido en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por el contrario las no renovables tienen reservas limitadas, por lo que disminuyen a medida que las consumimos. Si seguimos manteniendo el ritmo de consumo actual de este tipo de energías, dejarán de estar disponibles, por haberse agotado o por su inviabilidad económica.

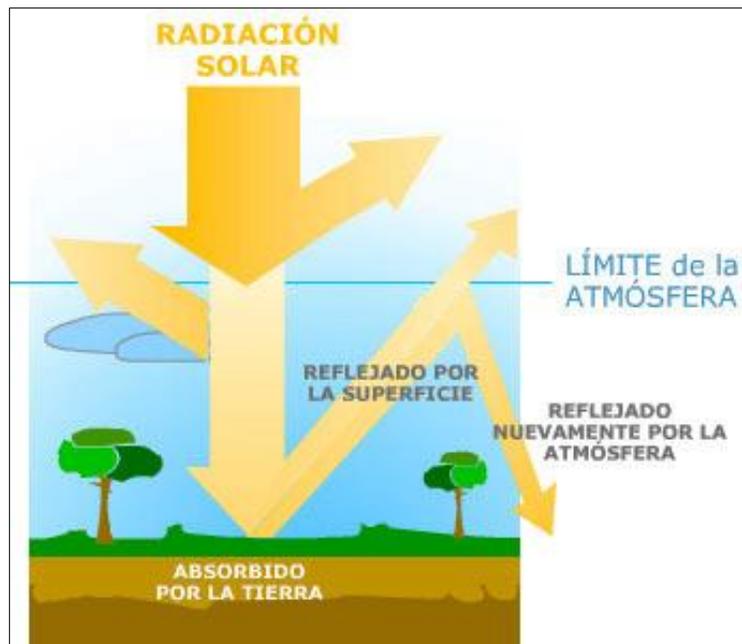
Tabla 3.1: Tipos de Energías

<b>Energías Renovables</b>	<b>Energías no Renovables</b>
1. Solar	7. Carbón
2. Hidráulica	8. Gas Natural
3. Eólica	9. Petróleo
4. Biomasa	10. Uranio
5. Mareomotriz y Energía de las olas	
6. Geotérmica	

### 3.2. CAMBIO CLIMÁTICO Y EL EFECTO INVERNADERO

El cambio climático es el aumento de la temperatura media natural del planeta debido al aumento de la concentración en la atmósfera de los gases de efecto invernadero producido por las actividades humanas, entre ellas los consumos energéticos abusivos y principalmente los consumos de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas).

En el calentamiento global del planeta influye la composición de la atmósfera, la radiación solar incidente y la radiación reflejada por la Tierra al calentarse como puede verse en la gráfica 3.1. Esta radiación reflejada es a su vez atrapada y «rebotada» de nuevo hacia la Tierra por las moléculas de determinados gases existentes en la atmósfera (principalmente CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>).



Gráfica 3.1: Efecto Invernadero (MAISONNAVE, ROBERTO, 1997)

Cuando aumenta artificialmente la concentración de dichos gases en la atmósfera, se rompe el equilibrio natural y «repercute» hacia la Tierra una cantidad mayor de



radiación, lo que produce un aumento artificial de la temperatura que conlleva fenómenos tales como la desertización, la disminución de las masas de hielo polares o las inundaciones (MAISONNAVE, ROBERTO, 1997)

Por tanto, la atmósfera de la Tierra actúa como el vidrio de un invernadero: permite el paso de la luz solar pero no deja escapar el calor atrapado cerca de la superficie. Este fenómeno produce un calentamiento que se conoce como efecto invernadero.

El efecto invernadero natural de la tierra hace que se pueda vivir en ella manteniendo la media de la temperatura a 15 °C al poder retener el calor del Sol; sin este efecto la temperatura media de la Tierra sería de -18 °C. Lo que haría inviable el desarrollo de la vida, por ello, este fenómeno es imprescindible para mantener las condiciones actuales de vida. (Verde, 2010)

A partir de la era industrial y debido al mayor consumo de combustibles fósiles para la producción de energía y para el transporte, se produce un aumento en la concentración de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero, provocando un calentamiento de la superficie terrestre y de la atmósfera, calentamiento que durante el siglo XX aumentó la temperatura 0,6 °C y de 10 a 20 cm el nivel de mar (IPCC, 1997).

De acuerdo al estudio del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) , las concentraciones globales en la atmósfera de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso han aumentado como resultado de las actividades humanas desde 1750, y exceden, con mucho, los valores preindustriales determinados por testigos de hielo que abarcan varios miles de años. Los incrementos en las concentraciones de dióxido de carbono son debidos fundamentalmente a los combustibles fósiles, y al uso y a los cambios en el uso del suelo; los aumentos en las concentraciones de metano y óxido nitroso se deben principalmente a la agricultura.



Se puede decir que el calentamiento del sistema climático es inequívoco, tal y como evidencian ahora las observaciones de los incrementos en las temperaturas medias del aire y los océanos, el derretimiento generalizado de hielo y nieve el incremento medio global del nivel del mar. Once de los últimos doce años (1995-2006) están en el ranking de los doce años más calurosos (desde 1850) (MAISONNAVE, ROBERTO, 1997)

En 1997 los científicos expertos de cambio climático del Grupo Intergubernamental (IPCC) debatieron en su cuarto informe sobre los cambios esperados y efectos previstos como se resume en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2: Principales impactos previsibles del cambio climático (IPCC, 1997)**

SECTOR	IMPACTOS PREVISTOS
Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incremento del caudal de los ríos y disponibilidad del agua en 10 – 40% en latitudes altas y en algunas zonas tropicales.</li><li>• Disminución del caudal de los ríos.</li><li>• Extensión de áreas afectadas por la sequía.</li><li>• Incremento del riesgo de inundación por fuertes precipitaciones.</li><li>• Reducción de reservas de agua en los glaciales y la cubierta de nieve.</li></ul>
Ecosistemas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alteración en la elasticidad de los ecosistemas.</li><li>• Incremento inicial de absorción de carbono en este siglo para posteriormente debilitarse.</li><li>• Riesgo de extinción del 20 al 30% de especies vegetales y animales.</li></ul>
Alimentos, fibra y productos forestales	<ul style="list-style-type: none"><li>• A nivel global incremento de la productividad de los cultivos.</li></ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descenso en la productividad de los cultivos en latitudes bajas con incremento en el riesgo de hambre.</li> <li>• Incremento en la frecuencia de sequias e inundaciones.</li> <li>• Aumento a nivel global de la producción comercial de madera a medio y corto plazo.</li> <li>• Cambios regionales en la distribución y producción de especias de peces.</li> </ul>
Zonas costaneras y áreas poco elevadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosión de costas.</li> <li>• Mayor vulnerabilidad en zonas costeras densamente pobladas y poco elevadas.</li> </ul>
Industria, asentamientos y sociedad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los impactos varían en función de las zonas y sectores directamente afectados.</li> <li>• Las comunidades más desfavorecidas y densamente pobladas son las más vulnerables.</li> </ul>
Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malnutrición</li> <li>• Muertes por olas de calor, inundaciones, tormentas, enfermedades.</li> <li>• Desarrollo económico.</li> </ul>

### 3.2.1. FUENTES DE EMISIÓN DE LOS PRINCIPALES GASES DE EFECTO INVERNADERO

Hay una enorme cantidad de gases que contribuyen, en mayor o menor medida, al aumento del efecto invernadero, por tanto, contribuye al calentamiento global.

- a) **CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono):** Procede de las reacciones de combustión de los productos fósiles, se produce cuando cualquier forma o compuesto de carbono se quema en exceso de oxígeno. Sin la intervención humana, sería



liberado a la atmósfera en las erupciones volcánicas, los incendios forestales naturales, la descomposición de materia orgánica en exceso de oxígeno y los procesos respiratorios. Desde el comienzo de la Revolución Industrial, las emisiones y concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera se han incrementado constantemente debido a la rápida combustión de combustibles fósiles.

El dióxido de carbono no es el único gas invernadero importante, pero es el que se encuentra en mayor porcentaje (cerca del 60%) de los gases que causan el efecto invernadero inducidos por el hombre. (Línea Verde, 2015)

- b) **Metano (CH<sub>4</sub>):** Se libera a la atmósfera cuando la materia orgánica se descompone en ambientes carentes de oxígeno. Las emisiones naturales proceden de humedales, termitas y océanos. Las fuentes humanas incluyen la extracción y quema de combustibles fósiles, la cría de ganado y la descomposición de residuos en vertederos. Por ejemplo, cuando el ganado digiere el alimento, las bacterias intestinales liberan enormes cantidades de metano. Otras fuentes biológicas de metano son los arrozales. Los tallos de arroz actúan como pequeños tubos de escape para el metano, que se libera en los suelos encharcados.
- c) **Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O):** Se produce por la acción microbiana sobre los compuestos del nitrógeno – por ejemplo, fertilizantes agrícolas – en el suelo y en el agua. Los océanos y ecosistemas tropicales emiten N<sub>2</sub>O de forma natural. Las emisiones humanas proceden de la quema en plantas de biomasa, combustibles fósiles y de la producción de nylon. Informes de científicos de la Universidad de California demostraron que la liberación de N<sub>2</sub>O durante la fabricación del nylon puede suponer cerca del 10% del aumento total de este gas, que es un subproducto significativo en la producción de ácido adipídico, que forma el polímero de nylon. Otra fuente de N<sub>2</sub>O es el uso de fertilizantes en agricultura, coches con catalizadores catalíticos y la quema de materia orgánica.



- d) **Ozono ( $O_3$ ):** Es un gas traza que existe de forma natural en la atmósfera, absorbe la mayoría de las radiaciones potencialmente dañinas de los rayos UV del sol, que pueden causar, entre otras cosas, cáncer de piel y daños en la vegetación. El ozono de niveles más bajos, próximos a la superficie de la Tierra, se produce principalmente a partir de precursores (óxido nitroso,  $NO_x$ ), en su mayoría procedentes de las emisiones del tráfico y la industria, mediante la reacción de moléculas de carbono y nitrógeno con la luz solar. Aquí el ozono contribuye al llamado “smog” y se considera el tercer gas invernadero más importante tras el dióxido de carbono y el metano.
- e) **Clorofluorocarbonados (CFC):** Son compuestos artificiales que se utilizaron como refrigerantes en los años 30 y, posteriormente, se extendieron ampliamente como los aerosoles, agentes espumantes en la industria el jabón y en aparatos de aire acondicionado. Aunque su presencia en la atmósfera es muy baja, sus moléculas pueden absorber el calor miles de veces mejor que el dióxido de carbono. Su uso se encuentra actualmente prohibido.
- f) **Hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ):** Es otro gas sintético, usado en la producción de aluminio. Tiene un potencial de calentamiento global extremadamente alto, ya que sus moléculas son de muy larga duración y pueden atrapar enormes cantidades de radiaciones solares de onda corta.
- g) **Vapor de agua:** Es el gas invernadero más abundante, pero su papel en el calentamiento global aún no está del todo entendido. Las concentraciones de vapor de agua en la atmósfera están indirectamente influenciadas por la actividad humana. Pero es importante señalar que un aumento de la temperatura debido al calentamiento global provocado por el hombre, también puede llevar a un incremento en la concentración de vapor de agua.



### 3.2.2. MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Las emisiones de GEIs (Gas de Efecto Invernadero) globales continuarán creciendo en las próximas décadas. Si bien, de acuerdo al IPCC hay un potencial económico sustancial para la mitigación de las emisiones de GEIs globales en las próximas décadas, que podría compensar el incremento proyectado de las emisiones globales o reducir las emisiones por debajo de los niveles actuales.

Áreas para la mitigación de emisiones identificadas en el informe del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (IPCC, 1997):

- En el área de la energía, la inversión en nuevas infraestructuras energéticas, las mejoras en las infraestructuras existentes en los países desarrollados y las políticas que promueven la seguridad energética, pueden, en muchos casos, crear oportunidades para alcanzar la reducción de emisiones de GEIs.
- La captura y almacenamiento de carbono en formaciones geológicas subterráneas es una nueva tecnología que tiene el potencial suficiente para realizar una importante contribución a la mitigación de las emisiones de GEIs en 2030.
- Existen múltiples opciones de mitigación en el sector transporte pero su efecto puede verse contrarrestado por su crecimiento. Además, las opciones de mitigación se enfrentan a muchos obstáculos como las preferencias de los consumidores y la falta de un marco político.
- Las opciones de eficiencia energética para los edificios existentes y nuevos podrían reducir de manera considerable las emisiones de CO<sub>2</sub> (30% para 2030) con un beneficio económico neto. Aunque existen muchas barreras a la hora de explotar este potencial, existe también una gran cantidad de



beneficios colaterales (calidad del aire, mejora del bienestar social e incremento de la seguridad energética).

- El potencial económico de mitigación en el sector industrial está localizado en las industrias intensivas en energía; no obstante, todavía no se han aprovechado totalmente las oportunidades de mitigación existentes ni en los países desarrollados ni en los países en desarrollo.
- La agricultura, en su conjunto, puede hacer una contribución significativa al descenso de los costes de incrementar sumideros de carbono, de las emisiones de GEIs y ayudar a incrementar los suministros de biomasa para uso energético, pese a que esta última contribución dependerá de la demanda que exista de bioenergía.
- Las actividades de mitigación relacionadas con el sector forestal pueden reducir de manera considerable las emisiones e incrementar la eliminación mediante sumideros a bajo costo. Además, juegan un papel muy importante en la creación de sinergias con el proceso de adaptación y de desarrollo sostenible.
- Los residuos no industriales, pese a tener una contribución menor del 5% a las emisiones de GEIs, también pueden contribuir a la mitigación de los GEIs a un costo no muy elevado promoviendo, de forma paralela, el desarrollo sostenible.

### **3.3.IMPACTOS AMBIENTALES DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Si bien la electricidad es una forma esencialmente limpia de la energía, todos los sistemas generadores y las actividades extractivas de las materias primas utilizadas



provocan efectos nocivos sobre el Medio Ambiente. Las causas principales de incidencia ambiental son:

- Ocupación de espacio para el establecimiento de instalaciones, tanto las generadoras de electricidad como las extractivas de las materias primas.
- Utilización y consumo de recursos renovables y no renovables.
- Generación de residuos materiales (gases, líquidos o sólidos) o energéticos (ruido, calor).
- Modificaciones físicas, socioeconómicas y culturales en las zonas de implantación o influencia.

Como resultado, puede producirse una serie de impactos potenciales sobre la atmósfera, las aguas o los suelos y, naturalmente, sobre los ecosistemas. La magnitud e importancia de los impactos dependen de las etapas del proyecto:

1. **Planificación:** Está el incremento de las migraciones poblacionales, posible deterioro de las relaciones con la población en general, conflicto por uso de suelo, posibles conflictos de uso por el recurso hídrico, conflicto por invasión de áreas naturales protegidas y/o culturales.
2. **Construcción:** El incremento de la contaminación atmosférica, alteración de la manera de desolación de la zona, alteración del paisaje natural, riesgo de perjuicio a la integridad física y salud del personal de obra, posible contaminación de los suelos y del agua, afectación del uso del suelo e incomodidad en las comunidades, afectación de la flora y fauna.
3. **Operación:** Se tiene a la mejora de la calidad de vida por la generación de energía eléctrica, incremento de las posibilidades de acceso e integración,



alteración de costumbres y cultura de las comunidades, modificación del escenario paisajístico, alteración de ecosistemas naturales (flora y/o fauna y suelos), posible riesgo de la salud por efectos de ondas electromagnéticas, alteración de la calidad de agua y suelos, y conflictos por el uso del agua.

Tabla 3.3: Principales impactos sobre el medio ambiente en el sector eléctrico (ENDESA, 2001)

		<b>AIRE</b>	<b>AGUAS</b>	<b>TERRENO</b>	<b>SERES VIVOS</b>	<b>OTROS</b>
<b>COMBUSTIBLES FÓSILES</b>	EXTRACCIÓN, TRANSPORTAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CARBÓN	Vertidos ácidos, escombros, aguas residuales	Ocupación, subsidencia, escombreras	Perturbación de hábitats naturales	Ruido, impacto visual
		PETRÓLEO	Consumo, vertidos contaminados	Ocupación	Perturbación de hábitats, impacto de oleoductos sobre fauna	Olores, impacto visual, fugas de crudos
		GAS NATURAL	Residuos líquidos	Ocupación	Perturbación de hábitats, impacto de gasoductos sobre fauna	Fugas de gas, impacto visual, riesgos sobre la seguridad
<b>ENERGÍAS RENOVABLES</b>	HIDRÁULICA	GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE COMBUSTIBLES FÓSILES	Utilización y consumo, vertidos químicos y térmicos	Ocupación, contaminación	Efectos derivados de la operación	Ruido, impacto visual, generación de residuos sólidos
		OTRAS: EÓLICA, SOLAR, BIOMASA, ETC.	Ciclos hidrológicos, modificación de la calidad	Ocupación, riesgos de movimientos de tierras	Modificación de hábitats, cambio y migración de especies, obstáculos en los cauces	Impacto visual, efecto sobre microclima, consecuencias socioeconómicas, riesgos de roturas de presas y avenidas
<b>NUCLEAR</b>	CICLO DEL COMBUSTIBLE DE URANIO Y GENERACIÓN NUCLEAR	Gases de combustión (biomasa), contaminación geotérmica	Utilización, contaminación	Ocupación	Modificación de hábitats, riesgo para la avifauna (eólica)	Ruidos, impacto visual
		Pulvo, explotaciones mineras, emisiones radiactivas	Utilización y consumo, descargas térmicas y químicas, emisiones de radionucleidos, drenajes de la minería, contaminación subterránea	Ocupación, subsidencia y escombreras (minas), contaminación	Modificación de hábitats, impactos derivados de la operación	Residuos radioactivos, impacto visual, ruidos, riesgos ocupacionales
<b>TRANSPORTE</b>	TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	Campos electromagnéticos		Ocupación	Riesgo de la avifauna	Impacto visual de las líneas eléctricas



### 3.4. NUEVAS CENTRALES Y PROYECTOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL ECUADOR

Con las nuevas condiciones de demanda planteadas: ingreso de los proyectos de cocinas de inducción eléctricas, metro de la ciudad de Quito, tranvía de Cuenca, refinería del Pacífico, industrialización del país, Yachay, entre otras, y el cumplimiento del cronograma para los proyectos considerados emblemáticos en el PME (Plan Maestro de Electrificación) 2012 - 2021; se muestran nuevas necesidades de implementación de proyectos de generación.

En la tabla 3.4 se resumen los proyectos considerados por el nuevo PME 2013 - 2022, describiéndose aquellos proyectos que se encuentran en estado de construcción que puedan aportar energéticamente al S.N.I. en las fechas previstas, de acuerdo a la planificación, tomando en cuenta que el tiempo de la construcción toma alrededor de 5 o más años. Construcción de 8 proyectos hidroeléctricos, y el primer parque eólico del Ecuador continental.

Tabla 3.4: Nuevas centrales y proyectos de generación eléctrica en el Ecuador (Conelec, 2013)

NOMBRE PROYECTO	UBICACIÓN	INICIO DE OPERACIÓN	POTENCIA INSTALADA MW	PRESUPUESTO TOTAL MM USD
Coca Codo Sinclair	Napo, Sucumbíos	ene-16	1.500	2.245,00
Sopladora	Azuay, Morona Santiago	dic-14	487	735,20
Toachi Pilatón	Pichincha, Cotopaxi, Sto. Domingo	ene-15	253	528,00
Minas - San Francisco	Azuay	dic-15	270	508,80
Delsitanisagua	Zamora Chinchipe	dic-15	115	215,84
Mazar Dudas	Cañar	ene-14	21	51,20
Manduriacu	Pichincha	sep-14	60	132,90
Quijos	Napo	dic-15	50	115,90
<b>TOTAL GENERACIÓN HIDROELÉCTRICOS</b>			<b>2.756</b>	<b>4.533</b>
Villonaco	Loja	dic-12	16,5	41,80
<b>TOTAL GENERACIÓN EÓLICA</b>			<b>16,5</b>	<b>41,80</b>
<b>TOTAL PROYECTOS EMBLEMÁTICOS</b>			<b>2.772,5</b>	<b>4.574,64</b>

### 3.4.1. PROYECTO HIDROELÉCTRICO COCA CODO SINCLAIR

- Potencia: 1.500 MW
- Energía media: 8.743 GWh/año
- Ubicación: Cantones El Chaco y Lumbaqui, provincias de Napo y Sucumbíos.
- Vertiente: Amazonas
- Tipo de Central: de pasada con embalse compensador.
- Unidades de generación: 8 de 187,5 MW c/u
- Tipo de turbinas: Pelton
- Inicio de operación comercial estimado: febrero de 2016
- Estado: en construcción.

El proyecto se encuentra ubicado en las provincias de Napo y Sucumbíos, cantones El Chaco y Gonzalo Pizarro.

El Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair de 1500 MW de potencia es el proyecto más ambicioso y emblemático de generación hidroeléctrica del país. Inició su construcción en julio de 2010.

Este proyecto aprovecha el potencial de los ríos Quijos y Salado que forman el río Coca, en una zona en la que este río describe una curva en la que se presenta un desnivel de 620 m, con un caudal medio anual de 287 m<sup>3</sup>/s aprovechables para su generación hidroeléctrica. (MEER, 2015)



Gráfica 3.7: Esquema general de obras (MEER, 2015)

Coca Codo Sinclair está conformado por una obra de captación constituida por una presa de enrocado con pantalla de hormigón de 31,8 m de altura, vertedero con un ancho neto de 160 m, desarenador de 8 cámaras y compuertas de limpieza que permiten transportar el caudal captado hacia el Embalse Compensador a través de un Túnel de Conducción de 24,83 km de longitud y un diámetro interior de 8,20 m, gracias a una caída de 620 m desde el embalse compensador a la casa de máquinas permitirá transformar la energía potencial en energía eléctrica a través de 8 unidades tipo Pelton de 187,5 MW cada una, ver gráfica 3.7.

Se constituye en un proyecto del Estado Ecuatoriano que aportará una energía media de 8.734 GWh/año, apoyando a la búsqueda de autonomía energética. Reduce en forma muy significativa la utilización de combustibles y por tanto el subsidio del Estado para los generadores térmicos, así como las importaciones de diesel y nafta para producción de energía eléctrica, reduciendo emisiones de CO<sub>2</sub> en aproximadamente 4,43 millones de T/año, sustituyendo la importación de energía, y creando 7739 fuentes de empleo directo. (MEER, 2015)

El costo del proyecto es de USD 2.245 millones que incluyen, obras civiles, equipamiento electromecánico, fiscalización, administración y otros, y su fecha de

entrada en operación es en febrero de 2016, la gráfica 3.8 muestra la casa de máquinas en su fase de construcción (MEER, 2015).



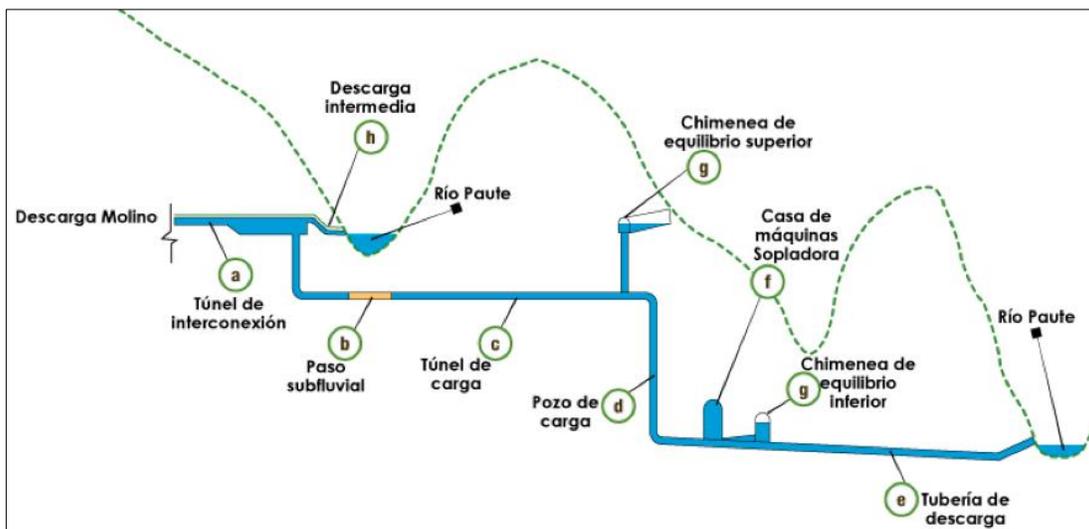
Gráfica 3.8: Casa de máquinas Coca Codo Sinclair (MEER, 2015)

### 3.4.2. PROYECTO HIDROELÉCTRICO PAUTE SOPLADORA

- Potencia: 487,8 MW
- Energía media: 2.770 GWh/año
- Ubicación: Entre las provincias de Azuay y Morona Santiago, aguas abajo de la central Paute Molino
- Vertiente: Amazonas
- Tipo de Central: de pasada
- Unidades de generación: tres (3) de 162,6 MW c/u
- Tipo de turbina: Francis
- Inicio operación comercial estimada: abril de 2015
- Estado: En construcción.

El Proyecto Hidroeléctrico Sopladora de 487 MW de potencia es el tercer proyecto del Complejo Hidroeléctrico del Río Paute, capta las aguas turbinadas de la Central Molino. El proyecto se encuentra ubicado en el límite provincial de Azuay y Morona Santiago, cantones Sevilla de Oro y Santiago de Méndez.

El proyecto está conformado por una conexión directa entre los túneles de descarga de la Central Molino y el sistema de carga del Proyecto Sopladora. La conexión directa consta de un túnel de derivación de flujo que comunica con dos túneles de descarga hacia una cámara de interconexión subterránea que proveerá el volumen necesario para garantizar el ingreso de 150 m<sup>3</sup>/seg para el funcionamiento del sistema de generación que consta de tres 3 turbinas Francis de 165,24 MW, alojadas en la casa de máquinas subterránea, ver grafica 3.9 (MEER, 2015).



Gráfica 3.9: Esquema general de obras (MEER, 2015)

Proyecto del estado Ecuatoriano, que aportará una energía media de 2800 GWh/año, apoyando a la búsqueda de autonomía energética, reemplazando la generación térmica, reduciendo emisiones de CO<sub>2</sub> en aproximadamente 1,4 millones de T/año, sustituyendo la importación de energía.

El proyecto inició su construcción en Abril de 2011, y su operación iniciará en diciembre de 2015. Su costo de construcción es de USD. 755 millones que incluyen, obras civiles, equipamiento, fiscalización, administración y otros, la gráfica 3.10 muestra la casa de máquinas en su fase de construcción (MEER, 2015).



Gráfica 3.10: Casa de máquinas proyecto Sopladora (MEER, 2015)

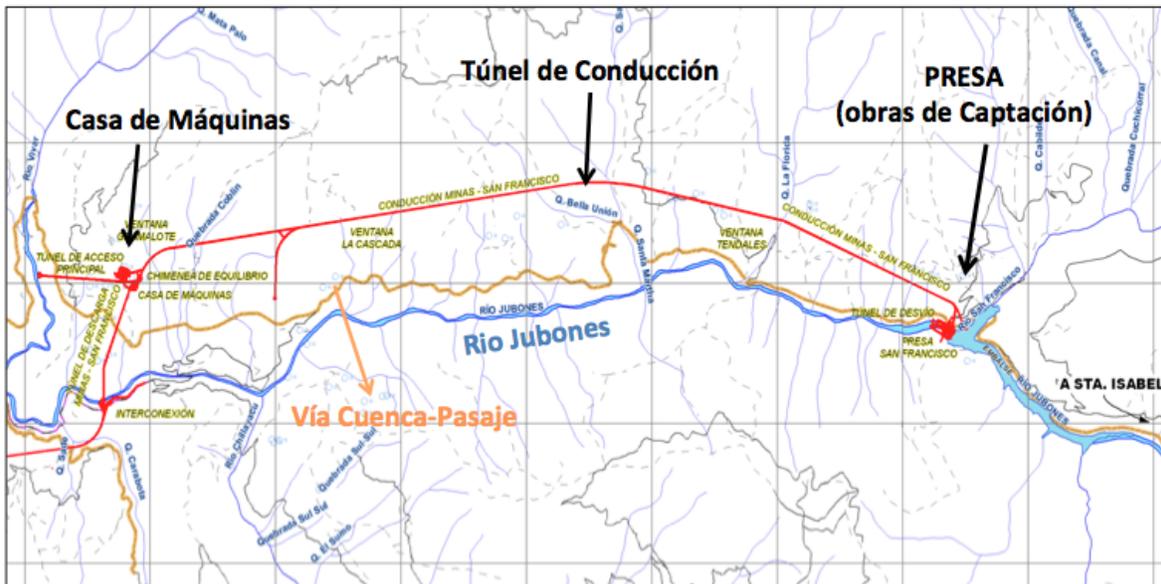
### 3.4.3. PROYECTO HIDROELÉCTRICO MINAS-SAN FRANCISCO

El proyecto se encuentra ubicado en las provincias de Azuay y El Oro, cantones Pucará, Zaruma y Pasaje.

El Proyecto Hidroeléctrico Minas San Francisco de 275 MW de potencia inició su construcción en Diciembre de 2011, aprovecha el potencial del Río Jubones, con un caudal medio anual de 48,26 m<sup>3</sup>/s aprovechable para generación.

Está conformado por un cierre en el río Jubones con una presa de tipo gravedad en hormigón rodillado, de 54 m de altura para generar un embalse de regulación y

control. El túnel de conducción se desarrolla a lo largo de la margen derecha del río con 13,9 km de longitud, el caudal transportado aprovecha una caída de 474 m. La casa de máquinas subterránea alojará a tres turbinas tipo Pelton de 90 MW cada una, ver grafica 3.11 (MEER, 2015).



Gráfica 3.11: Esquema general de obras (MEER, 2015)

Proyecto del estado Ecuatoriano, que aportará una energía media de 1290 GWh/año, fortalecerá la soberanía energética, replazando la generación térmica, reduciendo emisiones de CO<sub>2</sub> en 654 mil T/año aproximadamente, sustituyendo la importación de energía. (MEER, 2015)

El costo del proyecto es de USD 556 millones que incluyen, obras civiles, equipamiento, fiscalización, administración y otros, su fecha de entrada en operación será en marzo 2016, la gráfica 3.12 muestra el avance de la obra en su fase de construcción (MEER, 2015).



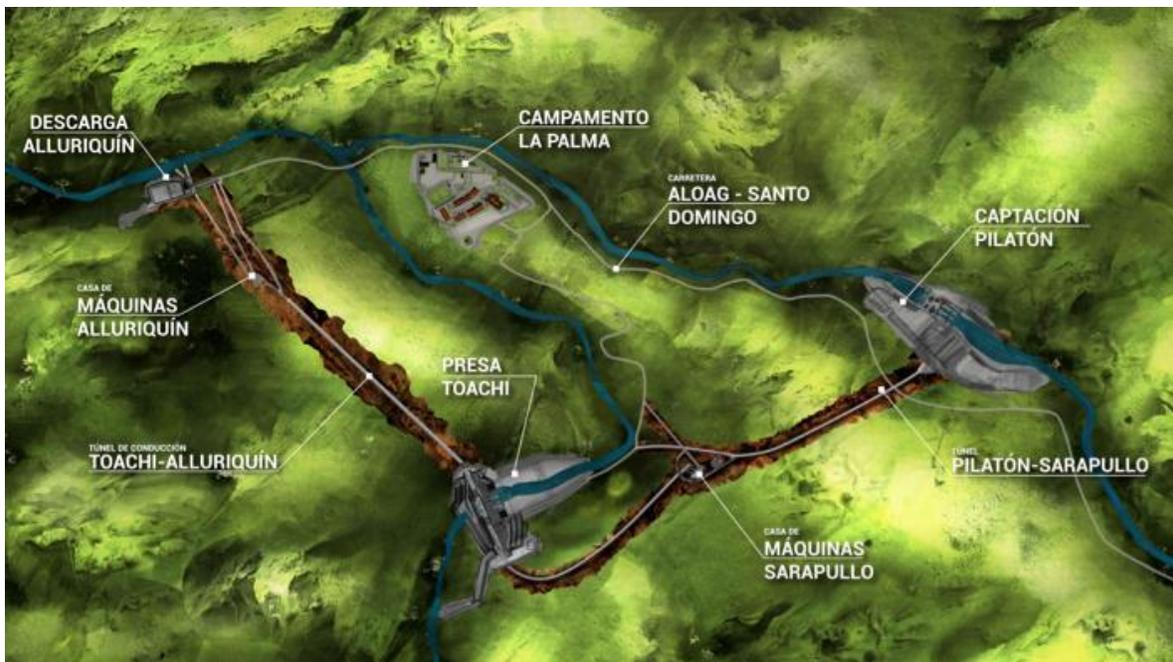
**Gráfica 3.12: Construcción presa proyecto Minas – San Francisco (MEER, 2015)**

#### **3.4.4. PROYECTO HIDROELÉCTRICO TOACHI PILATÓN**

- Potencia: Total: 253 MW
- Central Sarapullo: 49 MW
- Central Alluriquín: 204 MW
- Energía media estimada: 1.100 GWh/año
- Ubicación: Límites de las Provincias de Sto. Domingo de los Tsáchilas, Pichincha y Cotopaxi, cantones Mejía, Santo Domingo y Sigchos
- Vertiente: Pacífico
- Tipo de Central: Con embalse de regulación semanal en el río Toachi, 2 Hm<sup>3</sup>
- Unidades de generación: 3 en Sarapullo de 16,33 MW c/u y 3 en Alluriquín de 68 MW c/u
- Tipo de turbinas: Francis
- Inicio operación comercial estimada: febrero de 2015
- Estado: En construcción.

El proyecto se encuentra ubicado en las provincias de Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas y Cotopaxi, cantones Mejía, Santo Domingo de los Tsáchilas y Sigchos.

El Proyecto Hidroeléctrico Toachi Pilatón de 254.40 MW de potencia aprovecha el potencial de los Ríos Toachi y Pilatón, con un caudal medio anual de 41,30 m<sup>3</sup>/s y 28,65 m<sup>3</sup>/s respectivamente, aprovechables para su generación, ver grafica 3.13 (MEER, 2015).



Grafica 3.13: Esquema general de obras (MEER, 2015)

Proyecto del estado Ecuatoriano, aportará una energía media de 1120 GWh/año, remplazando la generación térmica, reduciendo emisiones de CO<sub>2</sub> en aproximadamente 568 mil T/año, sustituyendo la importación de energía. (MEER, 2015)

El proyecto inició su construcción en Mayo de 2011, y su operación iniciará en diciembre de 2015. Su costo de construcción es de USD. 508 millones, la gráfica 3.14 muestra el avance de la obra en su fase de construcción (MEER, 2015).



Gráfica 3.14: Grúas de la presa – Toachi

### 3.4.5. PROYECTO HIDROELÉCTRICO DELSITANISAGUA

El proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Zamora Chinchipe, cantón Zamora.

El Proyecto Hidroeléctrico Delsitanisagua de 180 MW de potencia aprovecha el potencial del Río Zamora, con un caudal medio anual de 288 m<sup>3</sup>/s aprovechables para su generación.

El proyecto está conformado por una presa de hormigón a gravedad de 35 metros de altura; un túnel de carga de 8 km de longitud y 4,10 m de diámetro interior; una chimenea de equilibrio compuesta por un pozo vertical de 66,50 m de altura y 6,5 m de diámetro en la parte inferior; un sistema de presión compuesto por un túnel de conexión entre la chimenea de equilibrio de 176 m de longitud y 4,10 m de diámetro;

un pozo vertical de 275,60 m de altura y 4,10 m de diámetro; un tramo horizontal compuesto por un túnel revestido de hormigón de 64,15 m de longitud y 4,10 m de diámetro y tubería de presión blindada de 483,5 m de longitud y de 3,30 m de diámetro; y finalmente un tramo inclinado enterrado de 255 m de longitud y 2,90 m que se encuentra con el distribuidor que suministra el caudal hacia los tres grupos de turbina generador Pelton de 60 MW cada uno, ver gráfica 3.15.



Gráfica 3.15: Esquema general de obras (MEER, 2015)

Proyecto del Estado Ecuatoriano, que aportará con una energía media de 1411 GWh/año, apoyando a la búsqueda de autonomía energética, remplazando la generación térmica, reduciendo emisiones de CO<sub>2</sub> en aproximadamente 716 mil T/año, sustituyendo la importación de energía. (MEER, 2015)

El proyecto inició su construcción en diciembre de 2011 y su operación iniciará en marzo de 2016 (Incremento de capacidad de 120 MW originales a 180 MW incrementando una tercera turbina), la gráfica 3.16 muestra el avance de la obra en su fase de construcción (MEER, 2015).



Gráfica 3.16: Proyecto Delsitanisagua (MEER, 2015)

### 3.4.6. PROYECTO HIDROELÉCTRICO MANDURIACU

Se encuentra ubicado en las provincias de Pichincha e Imbabura, cantones Quito y Cotacachi.

La Central Hidroeléctrica Manduriacu de 60 MW de potencia, aprovecha las aguas del Río Guayllabamba, con un caudal medio anual de 168,9 m<sup>3</sup>/s aprovechables para generación.

La Central está conformada por una presa a gravedad de hormigón convencional vibrado y rodillado de 40 m de alto considerando desde la base del embalse hasta la corona de la presa, dos bocatomas planas de captación ubicadas en el cuerpo de la presa a la margen derecha del río, dos tuberías de presión de 5 metros de diámetro y 4,5 m de longitud. La casa de máquinas semienterrada, aloja dos grupos turbina-generator de tipo kaplan de 30 MW cada una, para un caudal total de 210 m<sup>3</sup>/s y una altura neta de 33,70 m, ver grafica 3.17.



**Gráfica 3.17: Presa proyecto Manduriacu (MEER, 2015)**

Proyecto del estado Ecuatoriano aporta una energía media de 367 GWh/año, apoyando a la búsqueda de autonomía energética, remplazando la generación térmica, reduciendo emisiones de CO<sub>2</sub> en aproximadamente 186 mil T/año, sustituyendo la importación de energía. (MEER, 2015)

El proyecto inició su construcción en diciembre de 2011, una vez puesta en operación la Central a finales del mes de enero de 2015, la inauguración se llevó a cabo el 19 de marzo de 2015. Su costo de construcción fue de USD 183,27 millones que incluyen obra civil y equipamiento, la gráfica 3.18 muestra el comienzo de la fase de operación de esta obra (MEER, 2015).



Gráfica 3.18: Proyecto Hidroeléctrico Manduriacu (MEER, 2015)

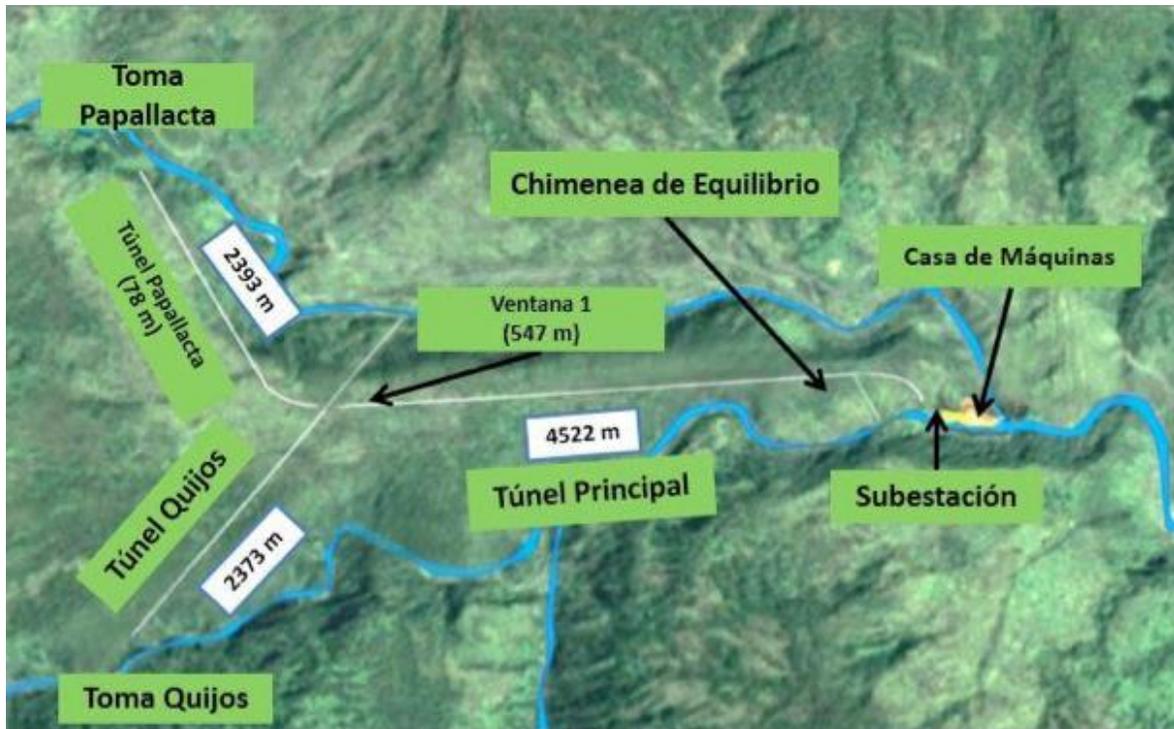
### 3.4.7. PROYECTO HIDROELÉCTRICO QUIJOS

El proyecto se encuentra ubicado en la Provincia de Napo, cantón Quijos.

El Proyecto Hidroeléctrico Quijos de 50 MW de potencia, aprovecha el potencial hidroenergético de los Ríos Quijos y Papallacta, con un caudal medio anual de 12,99 m<sup>3</sup>/s y 16,16 m<sup>3</sup>/s respectivamente, aprovechables para generación

Las obras de captación en el Río Quijos consisten en un azud fijo del tipo de derivación lateral y un desarenador de doble cámara a cielo abierto, mientras que las obras de captación del Río Papallacta consisten en un azud con toma lateral, un desarenador de dos cámaras y un pozo de presión.

Los túneles de conducción, que permiten transportar las aguas captadas tanto del río Papallacta como del Quijos, se unen y forman un túnel común de 3,4 km hasta llegar al sector de casa de máquinas de tipo superficial que alojará a tres turbinas tipo Francis de eje vertical de 17 MW de potencia cada una. Finalmente, las aguas turbinadas son devueltas al cauce natural, ver grafica 3.19.



Gráfica 3.19: Esquema general de obras (MEER, 2015)

Un Proyecto del estado Ecuatoriano, que aportará una energía media de 355 GWh/año, reemplazando la generación térmica, reduciendo emisiones de CO<sub>2</sub> en aproximadamente 0,18 millones de T/año, sustituyendo la importación de energía. (MEER, 2015)

El Proyecto Quijos inició su construcción en enero de 2012 y el inicio de su operación será en marzo 2016. El costo del proyecto es de USD 138 millones que incluyen: obras civiles, equipamiento, fiscalización, administración y otros.

### 3.4.8. PROYECTO HIDROELÉCTRICO MAZAR- DUDAS

El proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Cañar, cantón Azogues.

El Proyecto Hidroeléctrico Mazar Dudas de 21 MW de potencia, aprovecha el potencial hidroenergético de los Ríos Pindilig y Mazar. El proyecto se compone de 3 aprovechamientos para la generación hidroeléctrica, los cuales son: Alazán (6,23 MW), San Antonio (7,19 MW) y Dudas (7,40 MW), con caudales medios anuales de: 3,69 m<sup>3</sup>/s, 4,66 m<sup>3</sup>/s y 2,90 m<sup>3</sup>/s respectivamente, aprovechables para su generación (MEER, 2015).



Gráfica 3.20: Sifón Sipanche Proyecto Mazar - Dudas (MEER, 2015)



Proyecto del estado Ecuatoriano, que aportará una energía media de 125,3 GWh/año, reemplazando la generación térmica, reduciendo emisiones de CO<sub>2</sub> en aproximadamente 63 mil T/año, sustituyendo la importación de energía. Cabe señalar que el Proyecto Mazar Dudas logró el registro internacional, en la Organización de las Naciones Unidas, como Proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio MDL, en el mes de Julio del 2013. (MEER, 2015)

Inició su construcción en Enero de 2012 y su fecha de entrada en operación está prevista para julio de 2015, empezando por la Central Alazán en abril de 2015. Su costo de construcción es de USD 51,2 millones, la gráfica 3.20 muestra el avance de la obra en su fase de construcción (MEER, 2015)

### **3.4.9. PROYECTO EÓLICO VILLONACO**

La Central Eólica Villonaco de 16,5 MW de potencia inició su construcción en Agosto de 2011. Cuenta con 11 aerogeneradores de 1,5 MW cada uno. Es el primer proyecto eólico en Ecuador continental, además de ser el primero en el mundo con una velocidad promedio anual de 12,7 m/s a una altitud de 2700 msnm. El proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Loja, cantón Loja.

Contempla 11 aerogeneradores del tipo GW70/1500, a una altura aproximada de 2720 msnm, a lo largo de la línea de cumbre del cerro Villonaco con una distancia aproximada de 2 km. La subestación de elevación Villonaco 34,5 kV/69 kV tiene una capacidad de 25 MVA y presenta un esquema de conexión de barra principal y transferencia. La subestación Loja, contempla la instalación de una bahía de 69 kV, la cual recibirá la energía proveniente de la subestación Villonaco para ser conectada al Sistema Nacional de Transmisión. (MEER, 2015)

Se constituye en un proyecto del estado Ecuatoriano que se encuentra operando de forma normal y continua sobre la base de los requerimientos del sistema eléctrico ecuatoriano desde el 2 de enero de 2013, aportando al Sistema Nacional

Interconectado una energía de 144,13 GWh desde su entrada en operación a marzo de 2015, reduciendo emisiones de CO<sub>2</sub> en aproximadamente 32 mil T/año, sustituyendo la importación de energía, ver gráfica 3.21 (MEER, 2014).

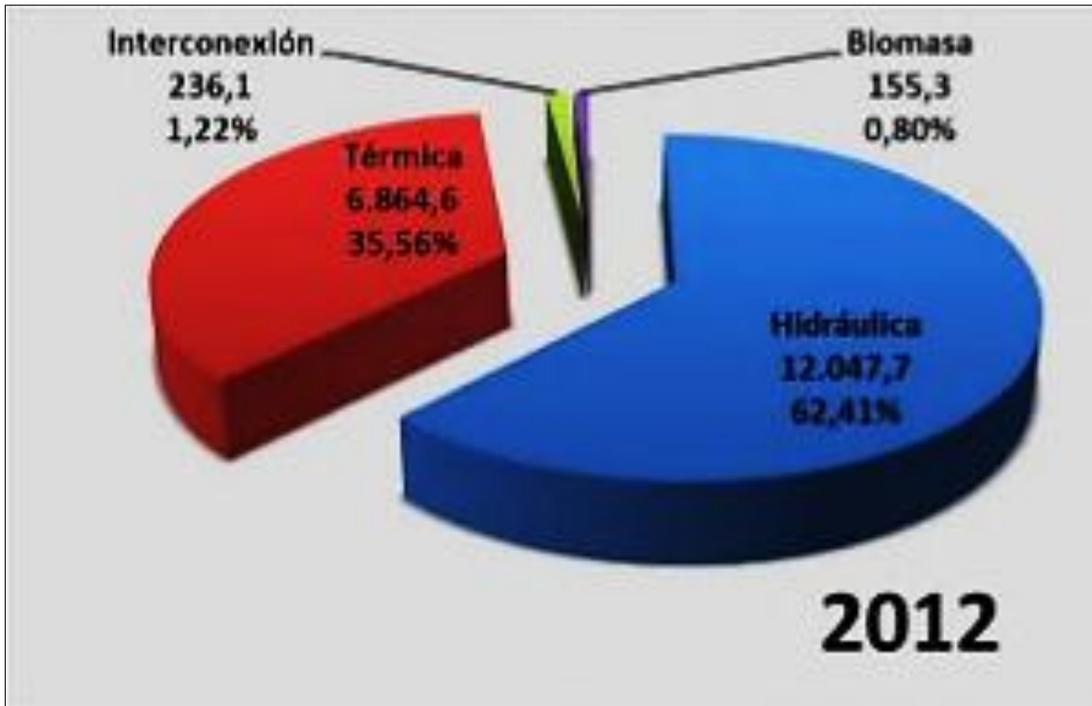


Gráfica 3.21: Central eólica Villonaco (MEER, 2015)

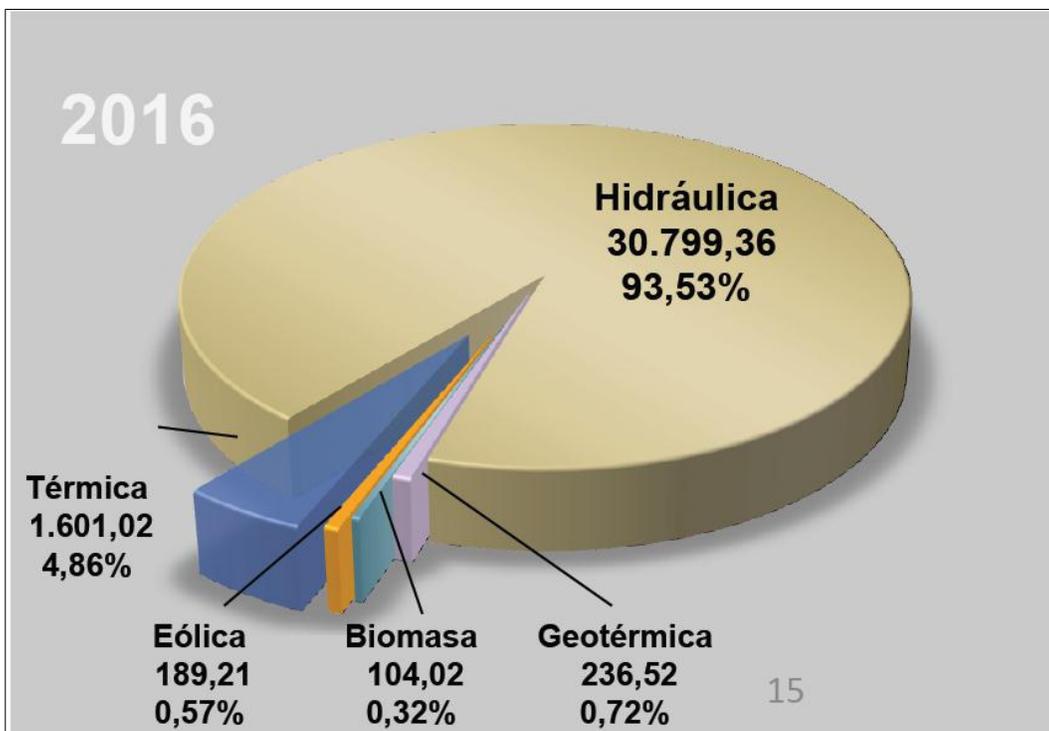
### 3.5. EL CAMBIO DE MATRIZ ENERGÉTICA DEL ECUADOR

El Gobierno ha propuesto el cambio de matriz energética con el objetivo de dejar de depender del petróleo en la generación eléctrica y así fomentar la productividad. Con esta propuesta se busca incrementar la participación de las energías renovables a través de la ejecución de los proyectos hidroeléctricos contemplados en el Plan Maestro de Electrificación 2013 - 2022 y reducir las importaciones de derivados de petróleo.

En el enlace ciudadano 317 emitido desde Riobamba, provincia del Chimborazo, el presidente Rafael Correa señaló que “de la matriz energética eléctrica, está conformada actualmente por: 53% hidráulica, renovable y 45% termoeléctrica, y que para el 2016 el 93% será hidráulica”, refiérase a las gráficas 3.22 y 3.23.



Gráfica 3.22: Matriz Energética 2012 (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2013)



Gráfica 3.23: Cambio de la Matriz Energética 2016 (MEER, 2014)



# CAPITULO 4



## CAPITULO 4

### EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR ELÉCTRICO RESIDENCIAL DEL ECUADOR

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

La Eficiencia Energética (EE) es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en la comunidad. (Programa de Energía Sustentable, 2010)

La eficiencia y el buen uso de la energía eléctrica, aplicados en el sector residencial, no involucran de ninguna manera sacrificios en la calidad de vida; por el contrario, la gran mayoría de las veces implican mejoramiento. Sin embargo, la aplicación de políticas y programas de uso eficiente de la energía, sí requiere una serie de acciones que comprometen a todos los sectores sociales, incluyendo la concientización del problema y el reconocimiento de las ventajas que se obtienen de su correcta aplicación.

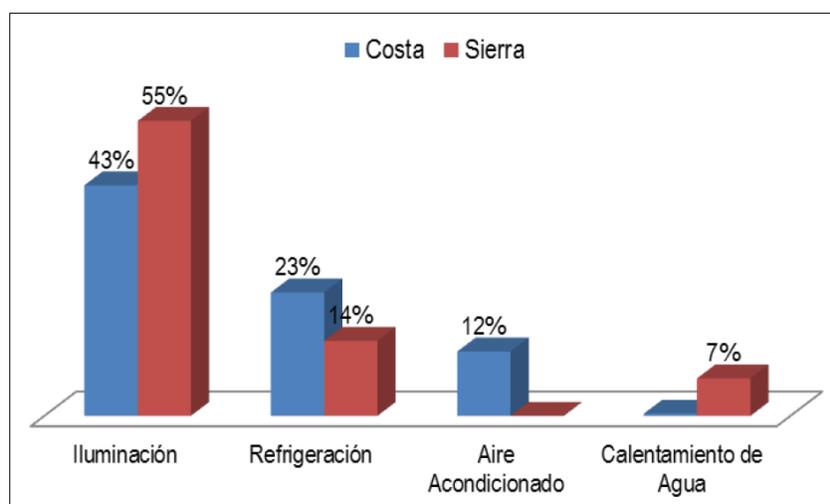
Buenos hábitos de consumo energético, a nivel residencial, pueden reducir el consumo de energía eléctrica a nivel residencial entre un 10% y 20%. Lo que se traduce en un ahorro mensual de dinero en el pago de la cuenta de electricidad. (Programa de Energía Sustentable, 2010).

El sector residencial es un sector clave en el contexto energético del Ecuador, debido a la importancia de su necesidad energética, y en términos de usos finales de energía, significan el 35% de la demanda de energía eléctrica (CONELEC, 2013). Diversos factores explican este consumo, tales como el incremento del número de hogares, el mayor confort requerido por los mismos y, el aumento de equipamiento. Todo ello, propiciado por los incrementos de la capacidad de poder adquisitivo y una mejora del nivel de vida.

## 4.2. USOS FINALES DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

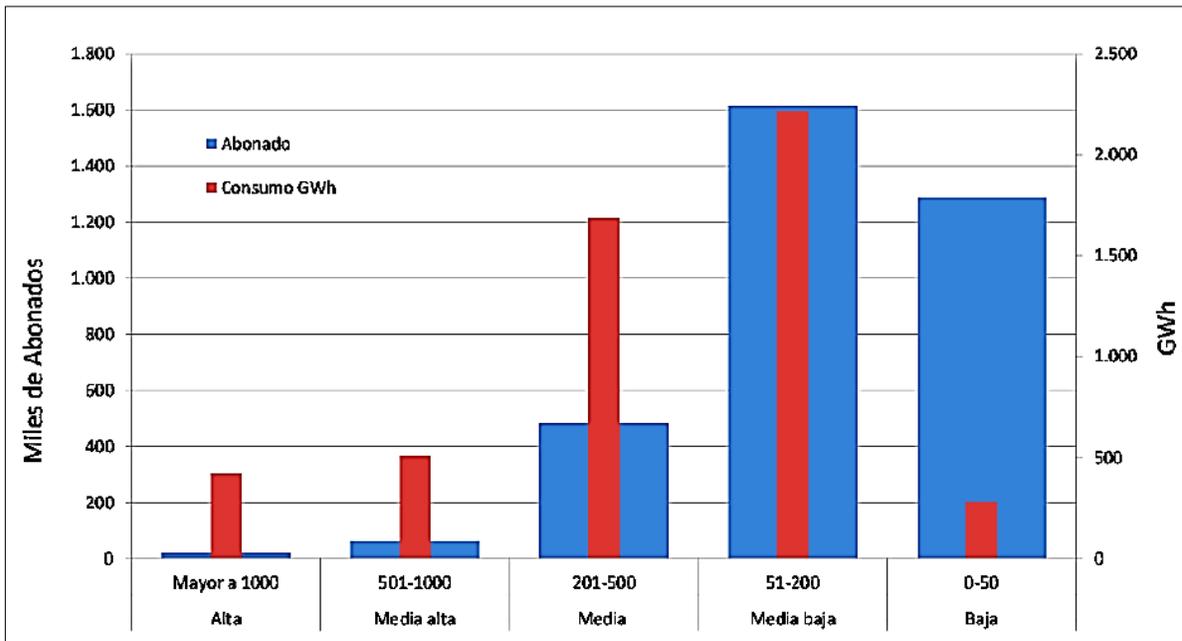
El estudio de los usos finales de energía, permite conocer la cantidad de energía que se utiliza en los distintos equipos y artefactos existentes a nivel residencial, como en refrigeración de alimentos, iluminación, etc. Esta información permitirá plantear medidas o planes de eficiencia de energía con el fin de atacar al mayor componente de la demanda.

En la gráfica 4.1 se muestra el comportamiento de la demanda eléctrica a nivel nacional, en el período de demanda máxima u horas pico, está influenciado por el consumo del sector residencial, esto debido principalmente al uso de la iluminación, representando en la Costa el 43%, y en la Sierra el 55% del consumo total residencial. El segundo uso más importante en términos de incidencia es la refrigeración de alimentos con el 23% en la Costa y el 14% en la Sierra. El tercer uso más importante en la Costa constituía el aire acondicionado con el 13%, mientras que en la Sierra era el calentamiento de agua, que aportaba con el 7%. La información corresponde a datos publicados por el ex INECEL en el año 1993, sin embargo, se están contratando los estudios de actualización en el marco del proyecto Plan de Acción de Energía Sostenible para Ecuador, PAES (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013)



**Gráfica 4.1: Usos finales de la energía eléctrica sector residencial** (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013)

Para el año 2010, se presentó información sobre las condiciones en lo concerniente al número de clientes, consumos y facturación del sector residencial por regiones, segmentos sociales y estratos de consumo. Del análisis de esta información, la mayoría de los clientes de este sector, tanto en la Sierra cuanto en la Costa, se encuentran en la clase media baja, ver grafica 4.2 (consumos entre 50 y 200 kWh/mes). (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013)



**Gráfica 4.2: Abonados en los estratos y consumo eléctrico (total nacional)** (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013)

Se visualiza que la concentración de clientes residenciales se encuentran en los estratos sociales: bajo y medio bajo, ya que juntos representan cerca del 84% de los usuarios del sector residencial. La clase media baja es la que presenta el mayor consumo con un 43%, seguida de la clase media 33%. (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013)



### **4.3. PROGRAMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL**

En este sector, debido a que la tarifa no cubre los costos de producción y al no existir una focalización de los subsidios desde hace varias décadas, en muchos casos se han formado malos hábitos de consumo en la población, lo que ha producido un consumo innecesario en algunos de los usos finales, además de la utilización de equipos y electrodomésticos de baja eficiencia energética.

Esto indica claramente que es necesaria la formación de una cultura de uso racional de energía, mediante la concientización de la población en todos los segmentos de consumidores residenciales, acompañado de la adopción de políticas y la ejecución de planes, programas y proyectos de eficiencia energética, la mayoría con financiamiento estatal en los estratos más vulnerables (clase media-baja y baja).

Por otro lado en el año 2010 el sector residencial consumió cerca del 35% del total de la energía eléctrica del país; pero además debe considerarse el alto porcentaje de demanda de gas licuado de petróleo (GLP) para el sector residencial, que ronda el 90% de la oferta total. (MEER, 2014)

La razón de este nivel de consumo del GLP en el sector residencial respecto al total de energía, es que durante los últimos años el sector residencial ha migrado del uso de la electricidad al GLP, situación que se mantiene en básicamente tres tipos de electrodomésticos: los calentadores de agua (calefones), la cocina y la secadora de ropa, todo esto debido al precio público por unidad energética que promueve considerablemente el uso del GLP.

Se estima que este 90% de la demanda de GLP en el sector residencial se destina en su mayoría a la cocción de los alimentos, mientras que para el caso de la electricidad se puede indicar que la refrigeración de alimentos participa con aproximadamente el 60 y 50% de la demanda del sector en la sierra y costa respectivamente, y la iluminación con el 20 y 17% en sierra y costa, como también



en consumo en aires acondicionados participan con el 14% en las zonas tropicales del país. (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013)

El gobierno nacional, cumpliendo lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador, en los artículos 313 y 413, ha asumido el compromiso de impulsar e implementar una serie de medidas tendientes a mejorar el aprovechamiento de los recursos energéticos. En lo que respecta al consumo de energía eléctrica, los programas que se han analizado y procesado con el fin de determinar su impacto en el consumo eléctrico.

Tomando en cuenta estos antecedentes, los proyectos de eficiencia energética se dirigirán a los usos finales de: iluminación, refrigeración, acondicionamiento de aire, cocción de alimentos y calentamiento de agua.

Basado en la experiencia adquirida de cada una de las investigaciones y proyectos pilotos implementados hasta la actualidad, surge el Plan de Eficiencia Energética para el Ecuador 2013 - 2022, el cual, busca cumplir con los objetivos planteados en el PNVB (Plan Nacional del Buen Vivir 2013 – 2017).

El consumo de energía en este sector tiene una tendencia de crecimiento, por eso se están implementando estrategias que permitan ahorrar energía, se está implementando los siguientes proyectos:

- Sustitución de focos incandescentes por focos ahorradores
- Sustitución de refrigeradoras ineficientes
- Programa nacional de cocción eficiente (Cocinas de Inducción)

#### **4.3.1. SUSTITUCIÓN DE FOCOS INCANDESCENTES POR FOCOS AHORRADORES**

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable en el año 2008 desarrolló el proyecto “Sustitución de 6’000.000 de focos incandescentes por focos



ahorradores”, el mismo que fue implementado en todas las provincias del país, esto con el fin de generar un ahorro energético y económico. (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013)

El proyecto inició en el 2008 con la sustitución de 6 millones de focos ahorradores (Primera Fase), destinada al sector residencial con consumos menores a 150 kWh/mes, en el 2010 se continuó con la sustitución de 10 millones de focos ahorradores (Segunda Fase) destinada a otros sectores como salud, educación, servicio social y usuarios residenciales con consumos de hasta 200 kWh/mes.

Como parte de la ejecución de la Primera Fase, se suscribió un “Contrato de Compra Venta de Reducción de Emisiones” con el Deutsche Bank AG London el 09 de junio de 2010, que luego del proceso de validación por parte de la Convención de Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC) el proyecto fue registrado el 22 de enero de 2011 como proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). (MEER, 2015)

El proyecto MDL atravesó la etapa de verificación durante el 2013, con la participación de la empresa Germanischer Lloyd como entidad operacional designada, con lo cual se logró la certificación de 77.000 tCO<sub>2</sub>e. (MEER, 2015). Los resultados obtenidos, se presentan en la Tabla 4.1

**Tabla 4.1: Resultados obtenidos** (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013)

Disminución de la demanda	239 MWh Pico
	45.128 MWh/mes
	541.531 MWh/año
Ahorro económico subsidios	239.666 US\$/día
	7'289.837 US\$/mes
	87'478.049 US\$/año

Dentro del control en iluminación se puede destacar la suspensión, a partir del 1 de enero de 2010, de las importaciones de focos incandescentes para uso residencial,



de potencia entre los 25 W a 100 W inclusive, además del otorgamiento de incentivos arancelarios para la importación de lámparas fluorescentes T8 y T5.

#### **4.3.2. SUSTITUCIÓN DE REFRIGERADORAS INEFICIENTES**

Dentro del sector residencial los refrigeradores de alimentos son de los principales equipos consumidores de energía y su incidencia sobre la demanda de este sector aumenta en los países de menor desarrollo económico.

Se estima que un refrigerador con una antigüedad mayor a 12 años, consume cerca de 3 veces más energía que uno fabricado en la actualidad, esto debido al desarrollo tecnológico y el mejoramiento del diseño de estos equipos; sin embargo, los usuarios se han acostumbrado a pagar altos montos por concepto de consumo de electricidad, sin conocer que pueden tener ahorros significativos al sustituir sus refrigeradores por equipos nuevos de alta eficiencia.

El proyecto está a cargo del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable en cooperación con el Ministerio de Industrias y Productividad. El monto total previsto es de USD 177,474 millones y tiene un plazo de ejecución de 5 años, contados desde el 2012, en el que se inició el proyecto. (MEER, 2014)

Se prevé la sustitución de 330.000 refrigeradores dentro de las áreas servidas por las 20 distribuidoras, siendo beneficiarios de este programa, usuarios del servicio eléctrico por red que pertenecen al sector residencial y consumen hasta 200 kWh/mes. El mayor porcentaje de los usuarios alcanzados por el programa, actualmente se encuentran dentro de la tarifa de la dignidad.

Mediante este programa se busca sustituir refrigeradoras de diez o más años de uso, por aparatos nuevos, más eficientes en su consumo de energía. De esta manera, el consumo de energía eléctrica de las familias ecuatorianas será más eficiente, manteniendo el mismo confort, lo que se traducirá en una reducción de las facturas mensuales.

En la tabla 4.2 se resume el ahorro esperado en el consumo de energía por usuario por mes.

**Tabla 4.2: Ahorro promedio por sustitución de refrigeradores (Conelec, 2013)**

		Unidades	Ahorro (kWh/mes)
<b>Sierra</b>	Tarifa Dignidad	86.400	35,5
	Tarifa Normal	57.600	48,9
	<b>Total Sierra</b>	<b>144.000</b>	<b>40,9</b>
<b>Costa</b>	Tarifa Dignidad	111.600	64,1
	Tarifa Normal	74.400	66,5
	<b>Total Costa</b>	<b>186.000</b>	<b>65,1</b>
<b>Total país</b>		<b>330.000</b>	<b>54,5</b>

Una vez se alcance la sustitución de las 330.000 unidades 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. (MEER, 2015)

#### **4.3.3. PROGRAMA NACIONAL DE COCCIÓN EFICIENTE (COCINAS DE INDUCCIÓN)**

El sector residencial consume aproximadamente el 92% del Gas Licuado de Petróleo (GLP) que se utiliza en el Ecuador, ver gráfica 4.3, pero el país se ve obligado a importar cerca del 80% de la demanda de este combustible porque no existe suficiente producción nacional. Por otro lado el precio de venta al consumidor final ha sido mantenido históricamente bajo, esto hace que el estado asuma un elevado subsidio, que alcanza aproximadamente USD 700 millones por año (MEER, 2015).

Esta situación genera dependencia de un energético fósil importado y una importante salida de divisas al exterior que afecta la balanza comercial del país e impide utilizar esos recursos para el desarrollo nacional.



Gráfica 4.3: Consumo de gas por sectores (Programa de Eficiencia Energética para la Cocción por Inducción, 2014)

El Objetivo del programa es “Sustituir el uso del GLP por electricidad para la cocción de alimentos y el calentamiento de agua en el sector residencial, utilizando energía generada localmente mediante fuentes mayoritariamente limpias y renovables para cambiar la matriz energética nacional”. (Programa de Eficiencia Energética para la Cocción por Inducción, 2014)

El Plan de Migración del consumo de GLP a electricidad, inicio en el 2015, para lo cual las empresas eléctricas deben preparar su infraestructura para poder suministrar el servicio con este incremento de carga y con la confiabilidad de servicio que se requiere.

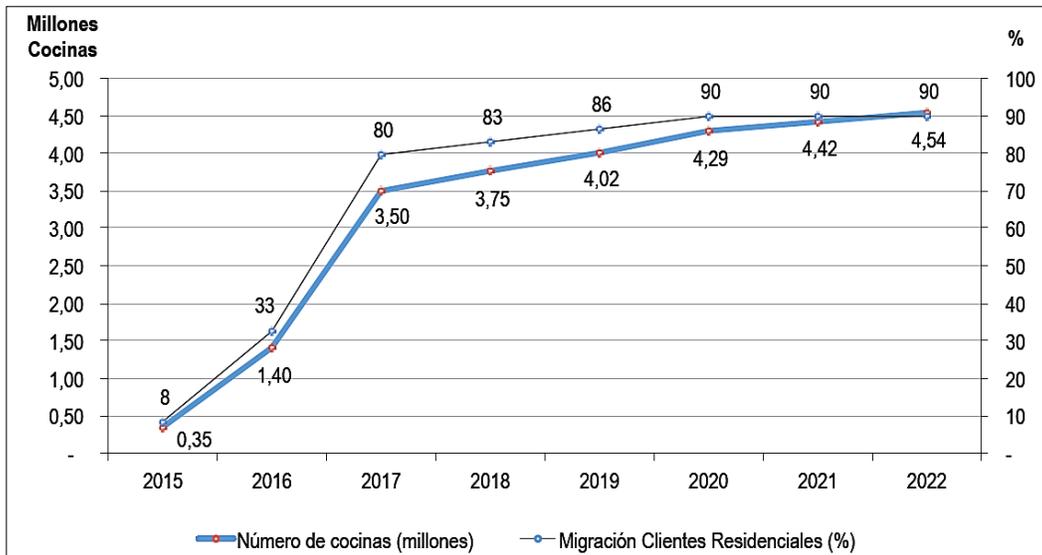
Se requiere por parte de las empresas distribuidoras realizar estudios de cargabilidad de los elementos que intervienen en la cadena de suministro del

servicio eléctrico, mediante herramientas de análisis técnico. Una vez que se conozca del estado de los elementos del sistema de distribución y transmisión, se podría tener con mayor certeza el número de cocinas a ser incorporadas.

El Programa busca introducir aproximadamente 3 millones de cocinas eléctricas de inducción en igual número de hogares desde agosto de 2014 hasta julio de 2016. Estas cocinas estarán acompañadas de su respectivo juego de ollas de características adecuadas para la tecnología de inducción (material ferromagnético), conformando kits de inducción.

Adicionalmente, se busca sustituir los calefones a gas por sistemas eléctricos eficientes de calentamiento de agua para uso sanitario (duchas y calefones o calentadores eléctricos).

En la gráfica 4.4 se observa un plan agresivo que al tercer año de implementación (2017) prevé una migración próxima al 80% de los clientes residenciales a nivel nacional.



**Gráfica 4.4: Curva de penetración de cocinas en el S.N.I. (Plan Maestro de Electrificación 2013-2022, Estudio y gestión de la demanda eléctrica, 2013)**



## **Ejes de intervención**

- Uso de energía renovable proveniente de las nuevas centrales hidroeléctricas.
- Reforzamiento de las redes eléctricas.
- Participación de la industria nacional de línea blanca y proveedores, con tratamiento arancelario adecuado.
- Financiamiento a cargo del Estado a los abonados que lo requieran, para la adquisición de kits de inducción y duchas o calefones eléctricos.
- Incentivo tarifario para promover el uso de electricidad para la cocción de alimentos y el calentamiento de agua en los hogares.

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, a través de las empresas eléctricas, está reforzando las redes e instalando acometidas y medidores a 220 voltios sin costo para los abonados, existiendo al momento en todo el país aproximadamente 1'300.000 hogares que ya disponen de este servicio; este componente demanda una inversión de alrededor de USD 485 millones y terminará en el primer semestre de 2016 (MEER, 2015). Adicionalmente, para que se puedan utilizar las cocinas de inducción en los hogares ecuatorianos se va a necesitar la instalación de un (1) tomacorriente a 220 voltios en el área de la cocina, la cual podrá ser realizada por técnicos particulares o solicitada a la empresa eléctrica; en este último caso, el costo de la instalación podrá ser financiado por el Estado hasta 36 meses de plazo y pagado a través de la planilla eléctrica. No se necesita modificar los actuales tomacorrientes a 110 voltios y los electrodomésticos se podrán conectar normalmente.



El Programa incluye también un fuerte incentivo tarifario, puesto que todos los hogares que migren del GLP a la electricidad para la cocción de sus alimentos en cocinas de inducción, recibirán gratuitamente de las empresas eléctricas hasta 80 kWh mensuales de energía hasta el año 2018; si también migran a la electricidad para el calentamiento de agua para uso sanitario, recibirán además gratuitamente hasta 20 kWh mensuales. Posteriormente, estos componentes de energía consumida específicamente para cocción y calentamiento de agua serán facturados a solo 4 centavos por kWh. (Programa de Eficiencia Energética para la Cocción por Inducción, 2014)

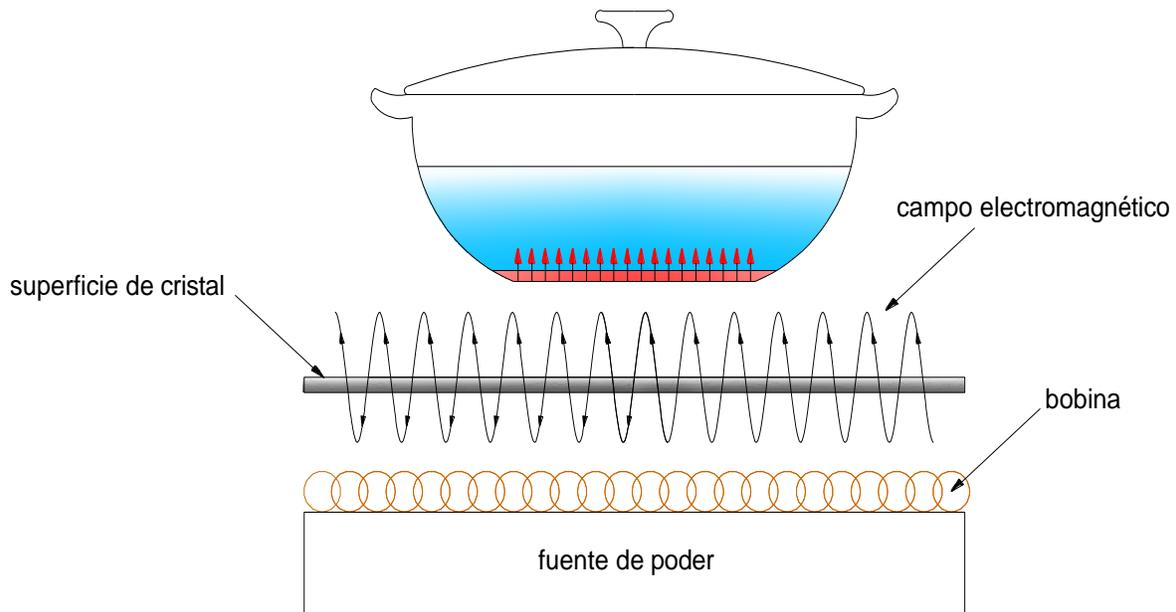
### **Principio de Funcionamiento**

Estas cocinas de inducción usan electricidad durante el tiempo necesario, funciona por un principio electromagnético, muy rápido y limpio, que calienta solo la olla y concentra mucho mejor el calor, véase grafica 4.5.

La inducción electromagnética es un fenómeno físico que consiste en la generación de corrientes eléctricas en cuerpos ferrosos, debido a la acción de campos magnéticos de frecuencia variable. Es un fenómeno que tiene muchas aplicaciones industriales y domésticas en todo el mundo, funcionamiento:

- El generador electrónico suministra energía a una bobina que produce un campo electromagnético de alta frecuencia.
- El campo electromagnético penetra el recipiente (de material ferro magnético) y establece una circulación de corriente eléctrica que genera calor.
- El calor generado en el recipiente se transfiere al contenido que se encuentra en su interior.

- El campo no afecta nada fuera del recipiente, en cuanto se retira el recipiente de la cocina se detiene la generación de calor.



Gráfica 4.5: Principio de funcionamiento de una cocina de inducción (MEER, 2015)

### Análisis del Subsidio

Los subsidios son muchas veces malos para la economía de un país, al intervenir en el precio y el mercado, causando ineficiencia operativa y productiva, creando oportunidades desleales como el contrabando.

El subsidio al gas en el Ecuador corresponde a 700 millones de dólares al año. El precio oficial de la bombona es de 1,60 dólares y su costo según el grado de distribución geográficamente hablando (urbano a domicilio y rural por la intermediación) fluctúa los 3 dólares. En Perú la bombona bordea los 20 dólares mientras que en Colombia es de aproximadamente 26 dólares. Si en el Ecuador se elimina el subsidio hablamos de un incremento aproximadamente de 22 dólares al precio del gas, refiérase a gráfica 4.6 (Giraldo, 2014).

DESCRIPCIÓN	VALOR US\$	% DE SUBSIDIO
COSTO DE IMPORTACIÓN (CIL 15 Kgs)	22.27	92.82%
PVP D.E. 338 (CIL 15 Kgs)	1,60	
VALOR SUBSIDIADO	20.67	

Fuente: Gerencia de Comercio Internacional EP Petroecuador

**Gráfica 4.6: Subsidio al GLP** (Petroecuador EP, 2013)

El reemplazo de cocinas a gas por unas eléctricas de inducción reducirá el subsidio al gas de uso doméstico en el país, pero el plan oficial es subsidiar el consumo de electricidad, lo cual engrosará el monto de subsidios en este sector, que el año pasado representó al menos USD 412. El subsidio eléctrico reconocido por el Estado está compuesto por tres principales elementos: el déficit tarifario, la tarifa dignidad y el subsidio a los combustibles que consumen las termoeléctricas (Araujo, 2014).

De ellos, el componente con más peso es el déficit tarifario que es la diferencia entre el costo real de la energía y lo que efectivamente recaudan las empresas distribuidoras. El déficit tarifario se explica principalmente por las pérdidas técnicas y no técnicas de las empresas de distribución. Las primeras corresponden a la energía que se pierde durante el transporte a través de las redes de distribución. Las pérdidas no técnicas son un problema de gestión de las empresas, pues la energía entregada no se factura a los clientes o, pese a que ha sido facturada, no se recauda.

Con el programa de reemplazo de cocinas a gas por cocinas de inducción, el subsidio de USD 412 millones aumentará en al menos USD 280 millones anuales, de acuerdo con cifras estimadas por las carteras de Electricidad e Industrias (Araujo, 2014).



Según el Gobierno actualmente el Estado gasta cerca de USD 700 millones anuales en el subsidio del gas, lo cual será eliminado cuando entren las cocinas de inducción. Así, si bien el subsidio eléctrico podría elevarse en más del 60%, en cambio se eliminará el subsidio al gas y se reducirá significativamente el uso de combustibles para generación de energía con la puesta en marcha de las centrales hidroeléctricas (Araujo, 2014).

El proyecto de cocinas de inducción incrementará el subsidio eléctrico, pero además implicará otros costos que también debieran ser contemplados. Por ejemplo, el Estado tendrá que hacer inversiones en cambios de redes de distribución, acometidas y medidores para que las nuevas cocinas de inducción soporten un voltaje de 220 V.

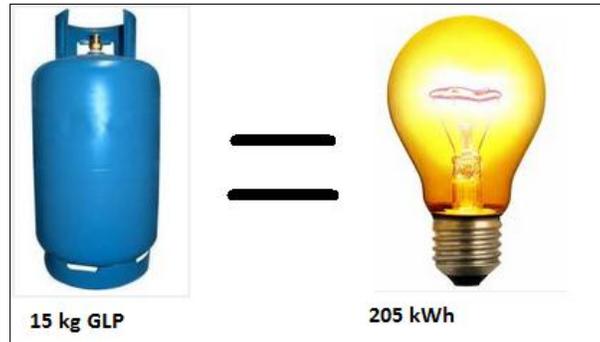
De todos modos habrá subsidio. Vamos a cambiar del gas a la electricidad, el cambio tiene lógica si el subsidio eléctrico es menor que el subsidio al GLP, también considerando que el país no tiene capacidad de refinación de gas pero en cambio sí puede proveer de energía eléctrica en especial si se siguen apoyando la creación de nuevas centrales, por lo que nuestro costo de generación de energía eléctrica es menor que el costo de energía obtenida del GLP. También hay que considerar que el recurso GLP es más contaminante que el eléctrico por lo que la reducción de emisiones de gases también se ve como un beneficio ambiental.

Por lo tanto se debe quitar el subsidio del gas siempre y cuando el país esté listo para abastecernos de energía eléctrica con un costo que no afecte en especial a los sectores más pobres del país.

### **Equivalente energético GLP - Electricidad**

Si consideramos el contenido calorífico del GLP y de la electricidad podemos empezar considerando que el equivalente de 1kg de GLP es de 13,66 kWh (Programa de Eficiencia Energética para la Cocción por Inducción, 2014). Por lo que

nuestro tanque de gas de 15 kg equivale a 205 kWh, véase gráfica 4.7. Pero aquí aún no consideramos la eficiencia de utilización, tanto las cocinas a gas y las eléctricas de inducción que tienen eficiencias diferentes.



**Gráfica 4.7: Equivalencia Energética GLP - Electricidad** (Petroecuador EP, 2013)

Ahora consideramos la eficiencia, que no es otra cosa que un indicador de que tan bien se utiliza la energía, por ejemplo si una cocina tuviese una eficiencia del 50% significaría que de toda la energía que utiliza, la mitad se utiliza en realidad para cocinar y la otra mitad se "pierde" por diversas razones. Es imposible en nuestro mundo tener sistemas 100% eficientes, por lo que siempre vamos a tener pérdidas de energía, el objetivo es tener sistemas muy eficientes para reducir esas pérdidas.

Según la gráfica 4.8 la eficiencia de una cocina de inducción es del 75% al 85%. Mientras que una cocina de GLP tiene un 40% al 45% de eficiencia. (Programa de Eficiencia Energética para la Cocción por Inducción, 2014)



**Gráfica 4.8: Eficiencia y ahorro de energía** (Programa de Eficiencia Energética para la Cocción por Inducción, 2014)



Según el Censo de Población y Vivienda 2010, INEC el consumo promedio de GLP es de 1,5 cilindros de 15 kg al mes por hogar para cocinar. Entonces, si un tanque representa 205 kWh y la eficiencia de la cocina de inducción es de un 85% el consumo de energía al mes para cocinar sería de 361 kWh. (Programa de Eficiencia Energética para la Cocción por Inducción, 2014)

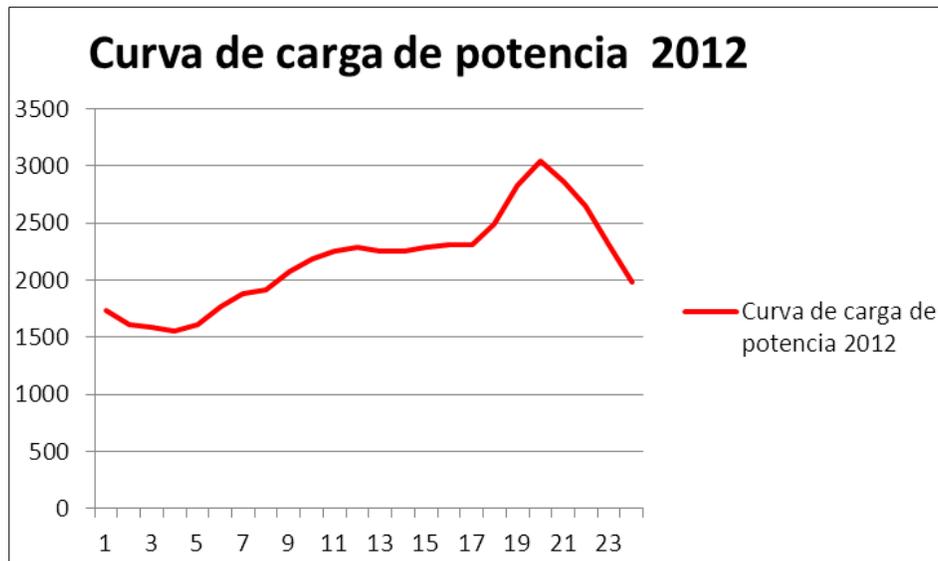
Pongamos un ejemplo: en una casa que se consuma 220 kWh al mes y que utilice 1,5 cilindros de GLP por mes, serían 361 kWh adicionales con una cocina de inducción, entonces la planilla aumentaría de 220 a 581 kWh. Pero debemos anotar que el tiempo de cocción de los alimentos se reduciría a la mitad ya que la eficiencia de una cocina de GLP es del 45% y de la cocina de inducción del 85%, eso significa que el consumo de energía es la mitad es decir un promedio de 180 kWh.

En el ejemplo, para una familia que utilice una cocina de inducción con los mismos fines que utilizaba la cocina de GLP, el consumo de energía en la planilla aumentaría de 220 a 400 kWh menos los 80 kWh (bono gobierno hasta el 2018), si el valor del kWh es aproximadamente de \$0,09 es decir la planilla eléctrica pasaría de \$19,80 a \$28,80.

Como se indicó antes, una parte fundamental del cambio de sistema de energía es utilizar eficientemente el mismo, la eficiencia en el consumo de energía también debe ser una política de estado para que por un lado bajen costos del kWh y por otro lado el sistema no colapse. Considerando que el cambio a la electricidad implica que la demanda de energía subiría.

### **Demanda de energía eléctrica**

El Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021 del CONELEC, muestra la curva de carga representativa, sin intervención de cocinas de inducción, aplicando el promedio de potencias máximas mensuales para el año 2012, resulta una curva de carga tal como se ve en la Figura 4.9

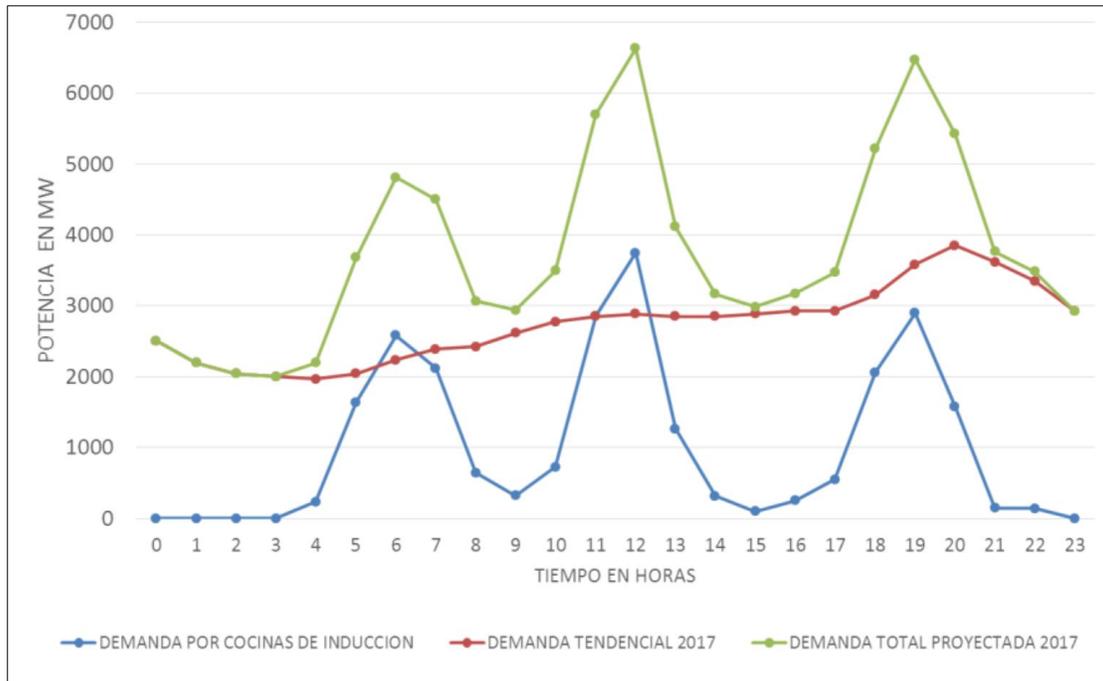


**Gráfica 4.9: Curva de carga de potencia para el año 2012 (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021, 2013)**

Los análisis se harán para el año 2017 cuando todos los grandes proyectos hidroeléctricos planificados estén operativos y el plan de reemplazo de cocinas haya sido concluido, para lo cual las curvas de demanda de energía eléctrica se han ajustado de acuerdo a los datos estadísticos de crecimiento de la demanda de electricidad (4,86%) y de población (1,24%) en el Ecuador. Se asume el reemplazo del 90,66% de las cocinas en los hogares ecuatorianos, los cuales usan GLP. (Serrano , Rojas, 2013)

De esta manera se determina que, para un día típico en el año 2017 como se observa en la gráfica 4.10, la potencia máxima de consumo, sin incorporar al sistema las cocinas de inducción, estaría alrededor de 3847,78 MW, mientras que la demanda típica máxima, incorporando el consumo de las cocinas de inducción, será de 6633,06 MW entre las 12 y 13 horas aproximadamente, lo cual representa un 72,39% adicional de potencia en el sistema eléctrico nacional, con respecto a la demanda tendencial. El siguiente pico de carga se produce entre las 19 y 20 horas con una potencia de 6471 MW, de la misma manera aparece un pico bastante significativo en la mañana de 6 a 7 am, con un valor de 4810,34 MW. En cuanto a

la energía demandada se aprecia un crecimiento del 36,66 % con respecto a la tendencia normal. (Serrano , Rojas, 2013)



Gráfica 4.10: Curvas de carga para el año 2017 (Serrano , Rojas, 2013)

Lo crítico en la implementación masiva de las cocinas de inducción en el Ecuador, son los picos de potencia requerida, desde finales del 2012 hasta 2017 este estudio considera un aumento de 3878 MW en el pico de potencia, lo cual demandaría al menos una potencia adicional en bornes de generación de 4308 MW (considerando una eficiencia de 0,9 en la red de transmisión y distribución) frente a un aumento de 3420,81MW de potencia instalada hasta ese mismo año (Serrano , Rojas, 2013).

La sustitución total de cocinas de gas por eléctricas de inducción representa al menos un 36,66% de incremento, más un 44% de la proyección de la demanda en el periodo 2012 - 2017 (CONELEC, 2013), esto representa en total un 80% de aumento en la demanda de energía eléctrica en el país (Serrano , Rojas, 2013).



Según las palabras del ministro Albornoz: “Vamos a tener energía suficiente cuando estén operando los ocho proyectos hidroeléctricos. En Ecuador siempre se debió cocinar con electricidad, con energía primaria y no con gas que no tenemos y que debemos importarlo...” por lo que afirma que no habrán problemas eléctricos e indica: “Si ahora cuesta \$1,60 cocinar con gas, con electricidad va a costar exactamente igual.” lo que quiere decir que el uso de la energía eléctrica no afectará a la economía de la población.

#### **4.4.USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGIA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL**

En casi todas las instalaciones de una vivienda puede descubrirse un número sorprendente de oportunidades para ahorrar energía eléctrica, que varían desde las obvias, hasta sistemas que implican avanzadas tecnologías de conversión energética. La identificación de maneras de ahorrar energía requiere imaginación e ingenio, así como de un sólido conocimiento de los principios técnicos.

No hay un método fijo para descubrir todas las posibilidades de ahorro de energía en una instalación eléctrica. El enfoque más común es revisar una lista de medidas de conservación energética que hayan sido aplicadas en otros sitios. Sin embargo, aun cuando las listas de medidas son útiles, no pueden sustituir una “**Planificación Estratégica, Inteligente y Creativa**”.

Durante el proceso de identificación de oportunidades para planes de ahorro de energía eléctrica, el paso inicial es concentrarse primero en las medidas de conservación no costosas. Se debe estimar el potencial de ahorro de estas medidas antes de evaluar otras de mayor costo.

Las medidas no costosas de conservación incluyen desactivar el equipo eléctrico cuando no se necesita, reducir los servicios de alumbrado y climatización hasta los niveles recomendados, reprogramar las operaciones que consumen mucha



electricidad para realizarlas en horas de poca demanda, ajustar apropiadamente los controles del equipo y dar mantenimiento con regularidad. Estas medidas se pueden iniciar de inmediato, pero sus beneficios usualmente dependen de un esfuerzo permanente.

#### 4.4.1. ILUMINACIÓN EFICIENTE

La iluminación eficiente es aquella que ilumina con el menor consumo de energía posible. Uno de los medios para lograr una iluminación eficiente es el uso de lámparas de bajo consumo (lámparas fluorescentes compactas) (Iluminación LED) ver gráfica 4.11; con la instalación de estas lámparas se reduce hasta en un **80%**, el consumo de electricidad y las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la iluminación (Tapia, 2014).

Las lámparas fluorescentes compactas consumen entre un 75% menos que las lámparas comunes; esto es debido a que estas últimas consumen parte de la energía en calor (80%) y sólo un 20% la destinan a la iluminación, por lo que una de bajo consumo con 18 W proporciona la misma iluminación que una lámpara común de 100 W.

La iluminación LED consume muy poco y dura mucho. Comparadas con otro tipo de bombillas, éstas son mucho más eficientes, en el mercado hay lámparas LED de 5W que alcanzan, sin ningún problema, el rendimiento de una bombilla de 50W convencional”, consumen entre un 90% menos que las lámparas comunes. Además, no tienes que hacer ningún tipo de obra en casa. Estas luminarias se pueden enroscar tanto en los puntos de luz de las bombillas incandescentes como en los de las halógenas.

Con este tipo de lámparas de bajo consumo, además de preservar el medio ambiente y disminuir el consumo de electricidad y por tanto las emisiones de gases de efecto invernadero, también conseguimos un ahorro económico.



### **Claves para optimizar el consumo:**

1. En la medida de lo posible utilizar la luz natural. El mayor ahorro energético es el no consumo.
2. No dejar luces encendidas.
3. Adaptar las necesidades lumínicas de cada habitación. Por cada kilovatio hora (kWh) de electricidad que se ahorre se evita la emisión de aproximadamente 800 g de CO<sub>2</sub> (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía, 2011).
4. La iluminación puede perder su efectividad si las lámparas están con polvo. Es importante mantener limpias las bombillas aumentando así su claridad.
5. A la hora de pintar es importante el uso de colores claros, en aquellas habitaciones donde más se necesita la luz.
6. Usar interruptores independientes para iluminar sólo la zona necesaria.
7. Adquirir lámparas con eficiencias energéticas [A]. En las coberturas de las lámparas debe especificarse dicha eficiencia energética, al igual que los vatios que consumen y las horas de vida de funcionamiento.
8. En exteriores tales como estacionamientos, áreas grandes, alumbrado público, etc., utilice iluminación preferiblemente del tipo de sodio de alta presión o halogenuros metálicos; esto le ayudará a tener bajos consumos eléctricos, altos niveles de iluminación y una mayor vida útil de las luminarias, además por supuesto, de bajos costos de mantenimiento.



Gráfica 4.11: Lámparas de bajo consumo energético

#### 4.4.2. AIRE ACONDICIONADO / CALEFACCIÓN

La temperatura a la que programamos el aire acondicionado o la calefacción condiciona el consumo de energía. Por cada grado que aumentemos o disminuyamos la temperatura respectivamente, se incrementa el consumo de energía aproximadamente en un 7%.

Aunque la sensación de confort sea subjetiva, se puede asegurar que una temperatura de entre 19 y 21 °C es suficiente para la mayoría de personas. Además, por la noche, en los dormitorios basta tener una temperatura de 15 °C a 17 °C para sentirnos confortables.

Con el uso de equipos con tecnología inteligente (Inverter) ver grafica 4.12, se puede ahorrar hasta un **30%**, en el consumo de acondicionadores de aire (Galarza, 2012).

#### **Claves para optimizar el consumo:**

1. En condiciones normales, es suficiente encender la calefacción por la mañana. Por la noche, salvo en zonas muy frías, se debe apagar la calefacción, ya que el calor acumulado en la vivienda suele ser más que

suficiente (sobre todo si se cierran persianas y cortinas) para mantener por la noche, en los dormitorios, una temperatura entre 15 y 17 °C.

2. No espere a que se estropee el equipo: un mantenimiento adecuado del aire acondicionado o calefactor individual le ahorrará hasta un 15% de energía.
3. No cubra ni coloque ningún objeto al lado de los radiadores; ello dificulta la adecuada difusión del aire frío o caliente.
4. Para ventilar completamente una habitación es suficiente con abrir las ventanas alrededor de 10 minutos: no se necesita más tiempo para renovar el aire.
5. Mantenga las puertas y ventanas cerradas, evitará el ingreso de aire del exterior al ambiente climatizado.



Gráfica 4.12: Tipos de aires acondicionados

#### 4.4.3. USO DE LA TELEVISIÓN

El televisor, junto al frigorífico y la plancha, son los electrodomésticos que más electricidad consumen en nuestro hogar. Esto se debe al gran número de horas que permanece encendido al día y en cada casa hay varios aparatos de este tipo. Los televisores representan aproximadamente un 10% (Tapia, 2014) del total de la



factura eléctrica mensual y, después de las refrigeradoras, son el equipo de mayor consumo a nivel global.

Para ahorrar en la factura es importante que sólo se encienda la televisión cuando realmente quieras ver un programa.

Un televisor, en el modo de espera (sin imagen en la pantalla y el piloto encendido) puede consumir hasta un 15% del consumo en condiciones normales de funcionamiento. Por ello, para ausencias prolongadas o cuando no se esté viendo la televisión, conviene apagarlo totalmente, oprimiendo el interruptor de desconexión ver gráfica 4.13.

Los televisores convencionales paulatinamente van desapareciendo y se van equipando las viviendas de tecnología “Plasma”, LCD y LED., donde el ahorro representa hasta un **65%** (Galarza, 2012).

**Claves para optimizar el consumo:**

1. Una buena idea es conectar algunos equipos (televisor, equipos de sonido, vídeo, DVD y decodificador digital) a bases de conexión múltiple con interruptor. Al desconectar apagaremos todos los aparatos a él conectados.
2. Las pantallas LCD ahorran un **37%** de la energía en funcionamiento, y un 40% en modo de espera.
3. Procure comprar un televisión con el tamaño adecuado, que se ajuste a sus necesidades, ya que a más pulgadas más consumo energético. Si el televisor que está usted buscando es para una sala pequeña no elija el televisor con mayor número de pulgadas.

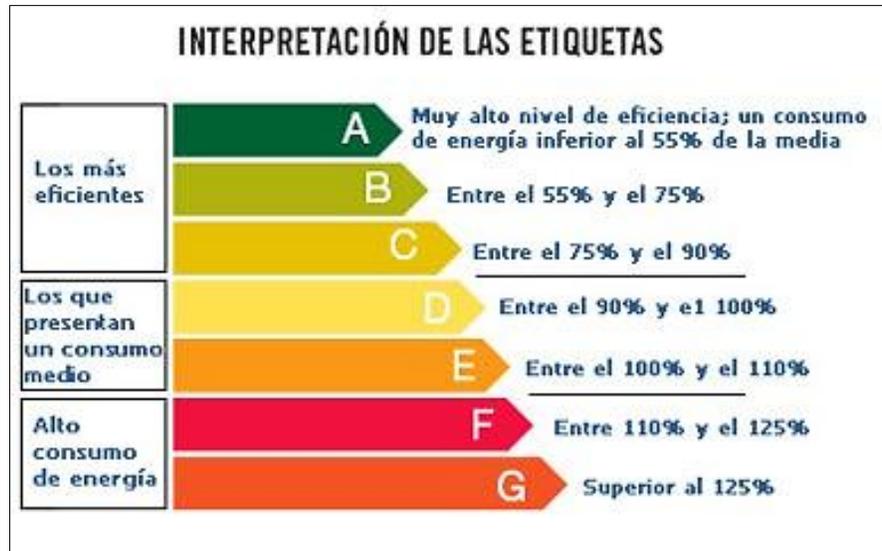


Gráfica 4.13: Enciende la televisión cuando realmente necesites

#### 4.4.4. ETIQUETADO EFICIENTE DE LOS ELECTRODOMÉSTICOS

El objeto de la etiqueta es disponer de forma rápida y sencilla de información del consumo energético y otros recursos del electrodoméstico. Esta información ha sido obtenida conforme a una metodología que es idéntica para cada tipo de aparato, pudiéndose así comparar para electrodomésticos de distintas marcas.

Toda etiqueta consta de dos partes: la etiqueta propiamente dicha en la que aparecen los enunciados junto con las barras de colores y la banda en la que aparecen los datos propios de cada electrodoméstico ver gráfica 4.14.



Gráfica 4.14: Etiquetas eficientes de los electrodomésticos

Cada tipo de electrodoméstico tiene una etiqueta distinta, en la que se indica lo más representativo de cada electrodoméstico (por ejemplo: en la lavadora hace referencia al consumo energético y al consumo de agua).

La etiqueta energética de los electrodomésticos es una herramienta informativa que permite saber de forma rápida y sencilla la eficiencia energética de los electrodomésticos. Para ello, se basa en una escala de clasificación por letras y colores, que va desde la A y el color verde, para los equipos más eficientes, a la G y el color rojo, para los equipos menos eficientes.

El etiquetado energético es obligatorio para los siguientes tipos de electrodomésticos:

- Frigoríficos y Congeladores.
- Lavadoras.
- Lavavajillas.
- Secadoras.
- Lavadoras - secadoras.
- Fuentes de luz domésticas.
- Horno eléctrico.



### **Claves para optimizar el consumo:**

1. Un frigorífico Clase A puede consumir un 53% menos de energía que uno de Clase G. Esto supone evita las emisiones de 1 tonelada y media de CO<sub>2</sub>. (Universidad de San Jorge, 2011)
2. Una lavadora Clase A puede consumir hasta un 40% menos de energía que una de Clase G, lo que supone evitar las emisiones de más de media tonelada de CO<sub>2</sub> y el ahorro de más de 35.000 litros de agua. (Universidad de San Jorge, 2011)

#### **4.4.5. EL REFRIGERADOR**

El refrigerador o frigorífico es un electrodoméstico utilizado para mantener los alimentos en buen estado, durante un tiempo determinado. A la hora de comprar un refrigerador se deben tomar en cuenta todas las características propias del electrodoméstico y las necesidades del comprador, pero, principalmente, el consumo energético del frigorífico; puesto que, aunque inicialmente su consumo de energía no es elevado, con el paso del tiempo sí lo es, ya que se mantiene conectado permanentemente.

Una refrigeradora con tecnología moderna e inteligente, puede ahorrar hasta un **30%**, respecto a la tradicional. (Galarza, 2012)

### **Claves para optimizar el consumo:**

1. Asegúrese de que los empaques de las puertas estén bien colocados, para que así cierre herméticamente y no haya fuga de aire frío. Para comprobar esto se puede colocar una hoja de papel al cerrar la puerta; si la hoja se desliza con facilidad al intentar retirarla, significa que los sellos están malos y es necesario cambiarlos.



2. Mantenga la puerta cerrada y cuide que no quede entreabierta. El refrigerador trabaja eficientemente cuando se abre lo menos posible.
3. Antes de introducir alimentos calientes, permita que se enfríen fuera del frigorífico.
4. Ajuste el termostato entre los niveles 2 y 3.
5. Asegúrese de mantener los alimentos cubiertos; puesto que así se evita la acumulación de humedad en el interior del refrigerador.
6. Mantenga el congelador limpio, descongélelo regularmente y no permita que la cantidad de escarcha sobrepase medio centímetro.
7. Limpie habitualmente la parte trasera del refrigerador (el condensador, especialmente). Si la rejilla posterior del condensador está sucia, puede ocasionar costos más altos de operación del aparato. Las rejillas que se encuentran en la parte posterior o inferior delantera del mismo deberán ser revisadas y limpiadas cuando menos dos veces por año. Mantenga las rejillas con ventilación y sin objetos que obstruyan la circulación de aire.
8. Si no va a utilizar el frigorífico por al menos 15 días, desconéctelo, límpielo y déjelo con las puertas abiertas para que se ventile.

#### **4.4.6. PEQUEÑOS ELECTRODOMÉSTICOS**

Los pequeños electrodomésticos son aparatos normalmente de poco peso, pequeños, que se usan en el hogar para el mantenimiento, preparación de alimentos, etc., ver gráfica 4.15.

Los pequeños electrodomésticos que se limitan a realizar alguna acción mecánica (batir, trocear, cortar pelo, etc.), excepto la aspiradora, tienen por lo general potencias bajas. Sin embargo, los que producen calor (plancha, tostadora, secador de pelo) tienen potencias mayores y dan lugar a consumos importantes.

### **Claves para optimizar el consumo:**

1. No deje encendidos los aparatos (por ejemplo, plancha o tostadora) si va a interrumpir la tarea.
2. Aproveche el calentamiento de la plancha para planchar grandes cantidades de ropa de una vez.
3. Elegir bien un pequeño aparato electrodoméstico puede suponer un ahorro, a la larga, debido a su menor consumo energético.



**Gráfica 4.15: Pequeños electrodomésticos**

#### **4.4.7. COMPUTADOR E IMPRESORA**

El vertiginoso avance de las tecnologías informáticas ha provocado que las computadoras y sus periféricos hayan «invadido» casi todos los sectores de la vida



cotidiana. Las computadoras han traído múltiples beneficios, como más calidad en la enseñanza, agilidad en la gestión de información, velocidad en las comunicaciones, mayores volúmenes de transmisión de datos, sonido e imágenes, entretenimiento, control automático de procesos y mayor capacidad para el almacenamiento y procesamiento de la información. Pero la fabricación, uso y disposición final de las computadoras y sus periféricos no están al margen de los retos ambientales y energéticos globales.

### **Claves para optimizar el consumo:**

1. Compre equipos con sistemas de ahorro de energía «Energy Star» y apáguelos completamente cuando pronostique ausencias prolongadas, superiores a 30 minutos.
2. Cuando no vayamos a utilizar el computador durante períodos cortos podemos apagar solamente la pantalla, con lo cual ahorraremos energía y al volver a encenderla no tendremos que esperar a que se reinicie el equipo.
3. Las pantallas LCD ahorran un 37% de la energía en funcionamiento, y un 40% en modo de espera.
4. A la hora de comprar una impresora, es recomendable que sea de inyección de tinta en vez de láser, estas últimas consumen un 95% más de energía. También es importante que estas impriman a doble cara.
5. Se recomienda conectar su equipo ofimático a una “regleta” común con interruptor. De este modo al desconectar la “regleta” se apagará todos los aparatos que estén conectados a él, ahorrado de este modo una gran cantidad de energía.



#### **4.4.8. EL MICROONDAS**

El microondas es uno de los electrodomésticos cuya penetración en los hogares ha crecido más en los últimos años. Aproximadamente la mitad de las viviendas disponen de este equipo.

Utilizar el microondas en lugar del horno convencional supone un ahorro entre el 60% y el 70% de energía y un ahorro considerable de tiempo.

##### **Claves para optimizar el consumo:**

1. No abra la puerta del microondas, antes de que se acabe el tiempo de cocción, ya que esto aumenta el gasto de energía.
2. No lo utilice para descongelar alimentos, hágalo mejor en el frigorífico de un día para otro. De este modo se ahorrará un gran gasto de energía.
3. Mantenga el microondas limpio, ya que los restos orgánicos que se pueden acumular en su interior, absorberán energía. Produciéndose así un gasto de energía innecesario.
4. Puede programar el microondas, un par de minutos menos, de lo que diga la receta, ya que debido al calor residual que se acumula, los alimentos seguirán cociéndose aunque este apagado el microondas.

#### **4.4.9. USO EFICIENTE DE LA LAVADORA DE ROPA**

La lavadora es el tercer electrodoméstico que más energía consume en la mayoría de los hogares, por detrás del frigorífico y el televisor. Casi todas las casas cuentan con una lavadora y normalmente se utiliza entre 3 y 5 veces por semana.

Controlar el consumo de detergente, agua y electricidad te ayudará a gastar menos.



Si tu objetivo es ahorrar, debes de tener en cuenta algunos aspectos que te permitirán usar más racionalmente este aparato.

Una lavadora con tecnología inteligente (inverter), puede consumir hasta un **30% menos**, que una maquina tradicional. (Galarza, 2012)

### **Claves para optimizar el consumo:**

1. Lave en agua fría. La mayor parte de la energía que consume la lavadora se utiliza para calentar el agua, por eso es recomendable usar programas de baja temperatura. En este caso asegúrese de usar un buen detergente y evitará lavar de nuevo. De la energía que consume una lavadora entre el 50% y el 85% está dedicada a calentar el agua.
2. Busque la señalización energética del fabricante. Compre lavadoras con etiquetado energético de clase A, indicadora de un bajo consumo.
3. Aproveche al máximo la capacidad de su lavadora y procure que trabaje siempre a carga completa. Recuerda que si no llena la lavadora estará gastando lo mismo pero lavando menos cantidad de ropa.
4. Lave en ciclo corto. Elija un ciclo corto de lavado cuando la suciedad de la ropa no sea grande, ahorrará energía y agua.
5. Mantenga limpio el filtro de la lavadora. Su lavadora funcionará mejor y ahorrará energía, evitando que la bomba de desagüe gaste de más durante la evacuación del agua.

#### **4.4.10. BUEN USO DEL HORNO ELÉCTRICO**

Si bien su porcentaje dentro del consumo energético del hogar, no es tan importante como el del frigorífico o las lavadoras de ropa, es uno de los aparatos



electrodomésticos que gasta más electricidad. Por ello, tanto su elección correcta como su utilización racional, pueden ayudar a reducir el gasto mensual.

Cada vez más hogares disponen y utilizan constantemente el horno eléctrico, un aparato electrodoméstico dotado de varias resistencias eléctricas que permite asar y cocinar los alimentos, con comodidad, uniformidad y rapidez.

Gracias al control de la temperatura interior mediante el termostato, un dispositivo que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura, se puede regular perfectamente los grados centígrados necesarios para el asado, lo que en los hornos de gas puede resultar más complicado.

#### **Claves para optimizar el consumo:**

1. Para economizar energía siempre es recomendable utilizar el reloj avisador o el sistema programador para controlar el consumo de energía.
2. Precalentar el horno eléctrico durante 15 minutos antes de cocinar, y una vez calentado el horno, ajustar la temperatura correcta de asado. Generalmente no es necesario precalentar el horno para cocciones superiores a una hora.
3. Si el horno dispone de función turbo o microondas, hay que utilizar estas prestaciones, ya que de ese modo se consigue el mismo resultado en menos tiempo.
4. Es muy recomendable limpiar periódicamente las paredes para evitar olores, y ajustar correctamente la puerta del aparato, para evitar pérdidas de calor.
5. Procurar aprovechar al máximo la capacidad del horno y cocinar si es posible de una vez el mayor número de alimentos.



6. Es conveniente seleccionar desde el principio la temperatura idónea para cocinar, ya que si se coloca el termostato en la posición máxima se derrocha energía, y apagar el horno eléctrico un poco antes de finalizar la cocción, ya que el calor residual será suficiente para acabar el proceso.
  
7. El mantenimiento también influye en la eficiencia y ahorro energéticos. Para limpiar el horno, se aconseja usar una esponja de agua jabonosa cuando este aparato esté ligeramente caliente, así las grasas se disolverán con mayor facilidad.



# CAPITULO 5



## CAPITULO 5

### OPTIMIZACIÓN DEL USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA RESIDENCIAL EN EL CANTÓN CUENCA

#### 5.1 INTRODUCCIÓN

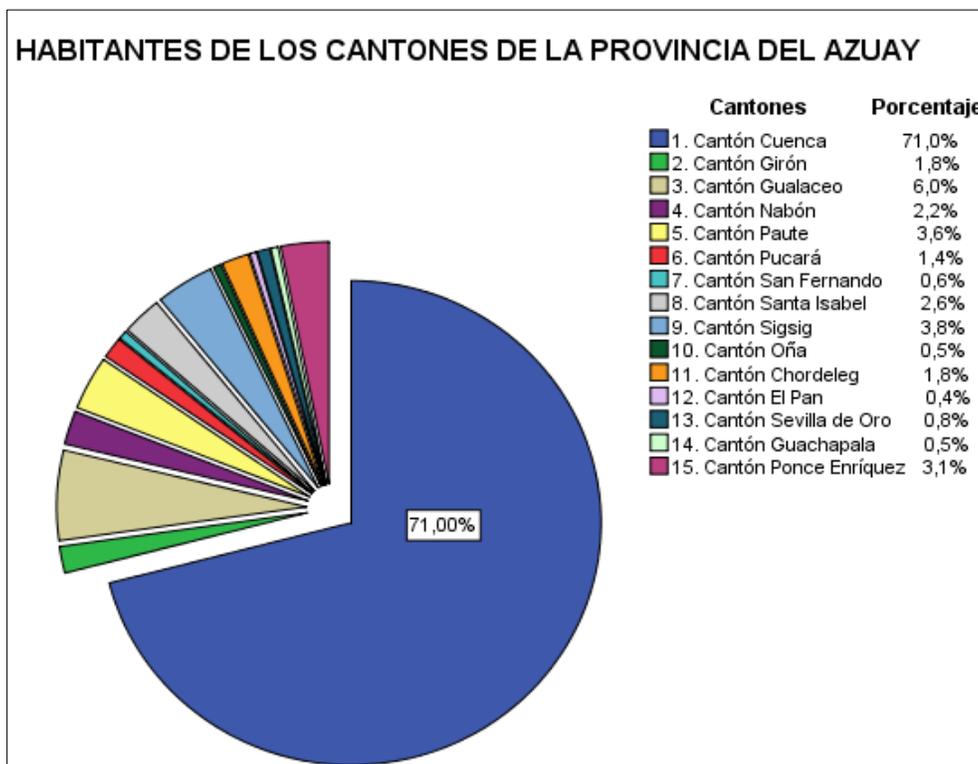
En primer lugar es necesario realizar una aclaración entre los términos “ahorro energético” y “eficiencia energética”, estos términos pueden parecer iguales, pero en esencia indican cosas diferentes. El ahorro de energía significa, por ejemplo “apagar las luces”, renunciando a actividades o procesos, es el caso de los racionamientos de energía. La eficiencia energética se enfoca a reducir el consumo de energía sin afectar la calidad del servicio y mediante el uso de equipos de menor consumo, que cumplan las mismas funciones. Este es el caso por ejemplo de los focos fluorescentes (ahorradores), que iluminan igual pero consumen menos energía eléctrica.

En este capítulo se analizará la implementación de la optimización del uso de la energía eléctrica en el área residencial, con los datos existentes en la CENTROSUR del cantón Cuenca. El de mayor concentración poblacional de la provincia del Azuay, basado en datos proporcionados por el Censo de Población y Vivienda del 2010 realizado por el INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos).

Según el Censo del 2010, la provincia del Azuay tiene 712.127 habitantes. Esto es el 4,91% del total a nivel del Ecuador, cuya población es de 14'483.499 habitantes, como se observa en la Tabla 5.1. En donde se observa además, el número de habitantes por cantón, con su respectivo porcentaje a nivel del Azuay.

Tabla 5.1: Número de habitantes por cantones de la provincia del Azuay (INEC, 2011)

CANTONES DE LA PROVINCIA DEL AZUAY				
Cantones del Azuay	Número de Habitantes	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Cantón Cuenca	505585	71	71	71
Cantón Girón	12607	1,8	1,8	72,8
Cantón Gualaceo	42709	6	6	78,8
Cantón Nabón	15892	2,2	2,2	81
Cantón Paute	25494	3,6	3,6	84,6
Cantón Pucará	10052	1,4	1,4	86
Cantón San Fernando	3993	0,6	0,6	86,5
Cantón Santa Isabel	18393	2,6	2,6	89,1
Cantón Sigsig	26910	3,8	3,8	92,9
Cantón Oña	3583	0,5	0,5	93,4
Cantón Chordeleg	12577	1,8	1,8	95,2
Cantón El Pan	3036	0,4	0,4	95,6
Cantón Sevilla de Oro	5889	0,8	0,8	96,4
Cantón Guachapala	3409	0,5	0,5	96,9
Cantón Ponce Enríquez	21998	3,1	3,1	100
Total	712127	100	100	



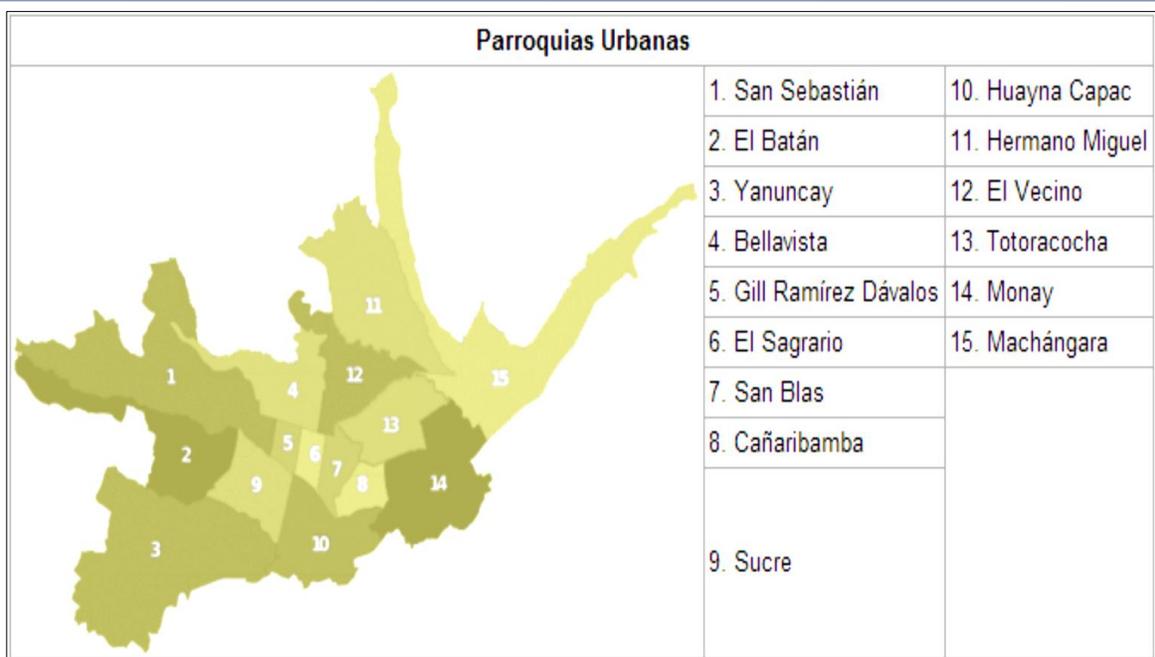
Grafica 5.1: Porcentaje de habitantes por cantones de la provincia del Azuay (INEC, 2011)



Como se observa en la gráfica 5.1, al cantón Cuenca le corresponde la mayor cantidad de habitantes de la provincia del Azuay con una población para el 2010 de 505.585 habitantes, correspondientes al 71% del total de habitantes de la provincia (INEC, 2011). Estos a su vez están divididos territorialmente en urbanos y rurales. El territorio rural se encuentra dividido en 21 parroquias: Baños, Chaucha, Checa, Chiquintad, Cumbe, El Valle, Llacao, Molleturo, Nulti, Octavio Cordero Palacios, Paccha, Quingeo, Ricaurte, San Joaquín, Santa Ana, Sayausí, Sidcay, Sinincay, Tarqui, Turi y Victoria del Portete.

De igual manera el sector urbano está formado por 15 parroquias ver gráfica 5.2, las cuales son: Bellavista, Cañaribamba, El Batán, El Sagrario, El Vecino, Gil Ramírez Dávalos, Hermano Miguel, Huayna Cápac, Machángara, Monay, San Blas, San Sebastián, Sucre, Totoracocha, Yanuncay.

La población de las parroquias urbanas del Cantón Cuenca es de 331.888 habitantes, correspondiente al 65,64% (INEC, 2011). Como se puede observar, las parroquias urbanas comprenden la mayor cantidad de habitantes del cantón Cuenca. Por ende, debido a que es el sector con mayor asentamiento poblacional y mayor concentración, se lo tomará para plantear la implementación de la optimización del uso de energía eléctrica residencial, debido a su ubicación estratégica



**Gráfica 5.2: División política territorial de las parroquias urbanas del cantón Cuenca** (Alcaldía de Cuenca)

Una vez definida nuestra área de estudio se analizará el número de clientes residenciales de las parroquias urbanas del cantón Cuenca, servidos por la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur (CENTROSUR), para con estos datos cuantificar la potencial reducción del consumo de energía eléctrica, producto de la implementación de la optimización del uso de la energía eléctrica en el área residencial.

## 5.2 INFORMACIÓN DEL CANTÓN CUENCA, ÁREA DE ESTUDIO

Santa Ana de los Cuatro Ríos de Cuenca está ubicada en un valle interandino de la sierra sur ecuatoriana, a una altitud de 2535m sobre el nivel del mar. Goza de un clima típicamente templado, con una temperatura promedio de 17°C. Su población es de aproximadamente 331.888 habitantes y su superficie es de 15.730 hectáreas y se divide en 15 parroquias urbanas, véase gráfica 5.3.

Los habitantes de Cuenca, utilizan la energía eléctrica para iluminación, refrigeración y en todo que hacer de su vida. Su utilización se incrementó en las últimas décadas, proporcionando un notable aumento de la calidad de vida y con ella el bienestar que gozamos.



**Gráfica 5.3: Foto panorámica del cantón Cuenca** (Alcaldía de Cuenca)

Este aumento del consumo de la energía eléctrica, motivado por el incremento del nivel de electrificación en todos los ámbitos de nuestra vida, con la instalación de diversos tipos de electrodomésticos y equipos de iluminación. Ha aumentado, de la misma forma el mal uso de la electricidad en el hogar.

Por otro lado, el subsidio de las tarifas eléctricas, explica en gran parte el aumento del consumo eléctrico y la pérdida de eficiencia. A ello se une el crecimiento de la actividad económica, y la ausencia de programas encaminados a aumentar la eficiencia.

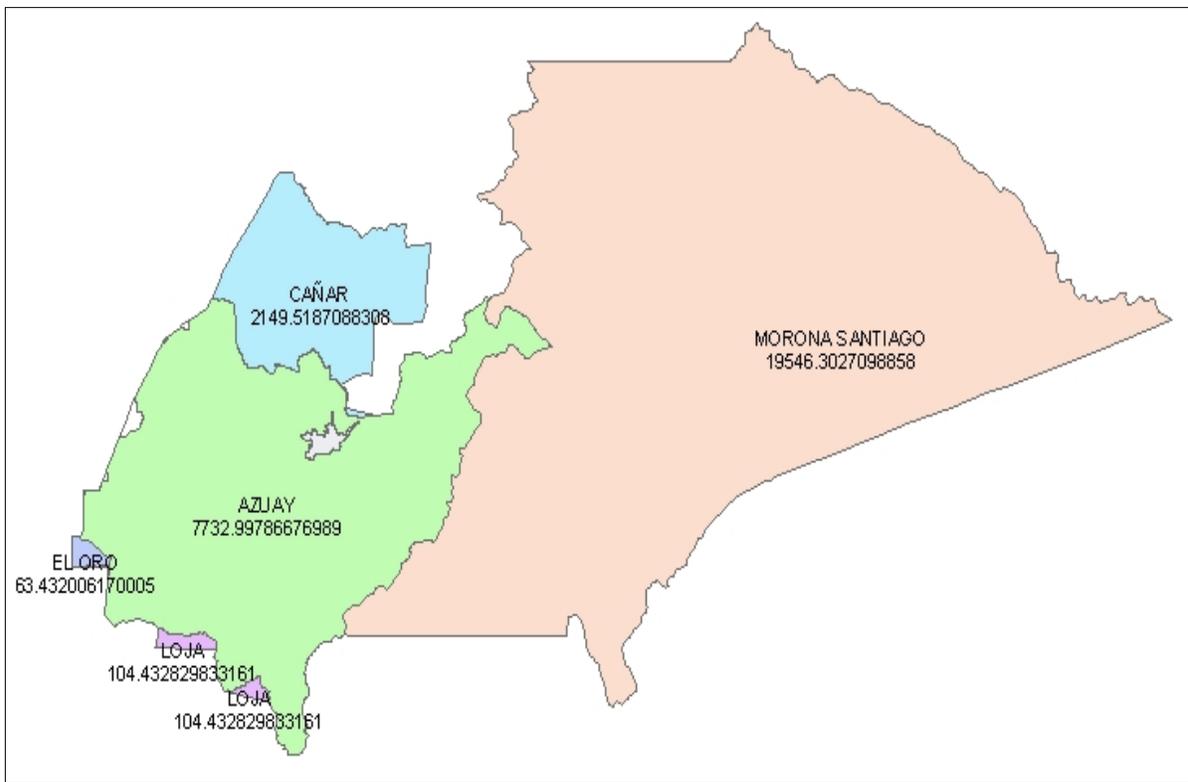


Para ser eficientes en el hogar debemos intentar usar la energía eléctrica sólo cuando sea necesario, por lo tanto una serie de políticas, instrucciones e incentivos ayudarían a usar los recursos de la mejor manera. En base a esto se puede plantear el ahorro eléctrico residencial.

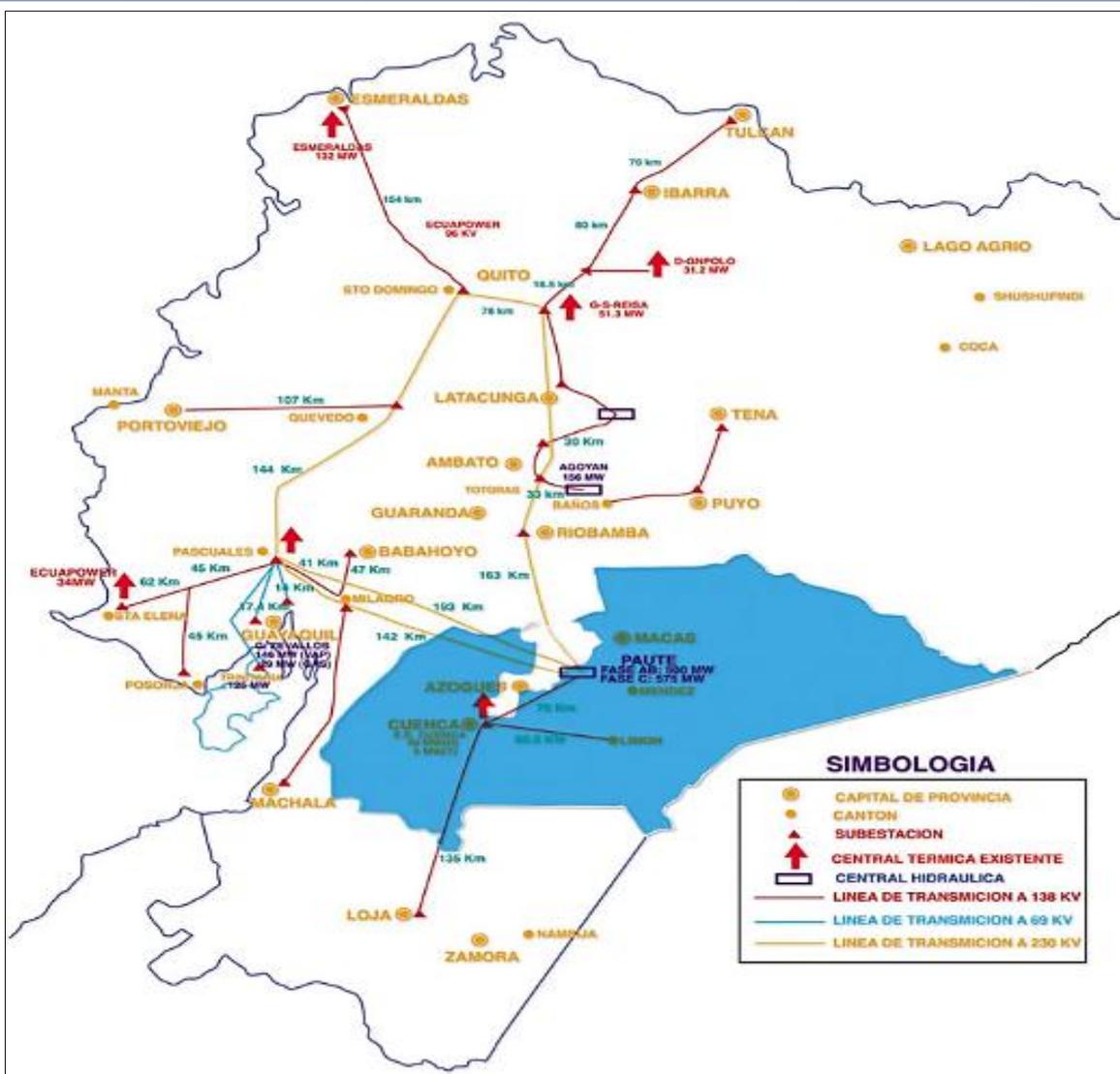
### **5.3 CLIENTES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A. (CENTROSUR)**

Según la Ley de Régimen del Sector Eléctrico cada distribuidora tendrá asignada una determinada área de concesión a la cual se tiene la obligación de servir al mayor número de clientes con la mejor calidad.

Respecto al diagnóstico territorial, éste se encuentra limitado por el área de concesión de la CENTROSUR, que representa el 11,76% del territorio nacional ecuatoriano. Comprende las provincias del Azuay, Cañar y Morona Santiago, con excepción de los cantones de Azogues y Déleg en la provincia del Cañar. En la información del área de concesión se ha incluido el sistema eléctrico del cantón La Troncal, el cual es administrado por la CENTROSUR desde el 5 de marzo de 2012, refiérase a la gráfica 5.4.y 5.5.



**Gráfica 5.4: Área de Concesión de la E.E.R.C.S.A**  
**(Provincias con sus respectivas áreas) (CENTROSUR, 2014)**

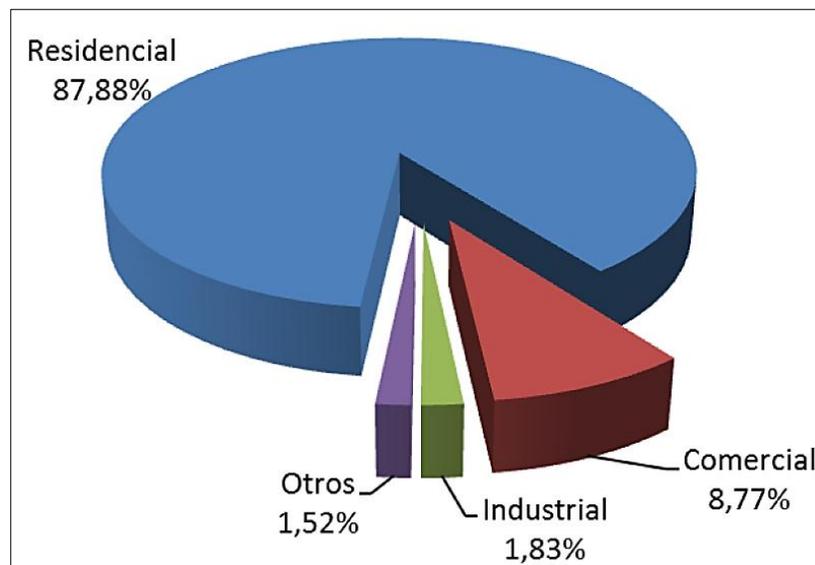


Gráfica 5.5: Área de concesión de la CENTROSUR (CENTROSUR, 2014)

La CENTROSUR a diciembre 2014 contó con 362.406 clientes, con un incremento del 8,20% respecto a los que existían en el mes de diciembre de 2013 (334.954) ver tabla 5.2. Este porcentaje elevado de crecimiento se presenta debido a que en el reporte del 2014 se encuentran incluidos clientes del cantón La Troncal. Del total de clientes, el 87,88% son residenciales, 8,77% comerciales, 1,83% industrial y 1,52% corresponde a la categoría otros, entre los cuales se incluyen: entidades oficiales, asistencia social, beneficio público y escenarios deportivos, véase grafica 5.6 (Centrosur, 2015).

**Tabla 5.2: Número de clientes por tipo de tarifa, EERCS (Centrosur, 2015)**

Año	Residencial	Comercial	Industrial	Otros	Total	Variación anual - %
2004	214.727	18.077	4.979	2.911	240.694	3,95
2005	220.602	18.838	5.232	2.956	247.628	2,88
2006	228.178	19.744	5.452	3.070	256.444	3,56
2007	236.883	20.778	5.690	3.096	266.447	3,90
2008	245.919	21.677	5.923	3.573	277.092	4,00
2009	256.244	22.790	6.115	3.739	288.888	4,26
2010	266.277	23.881	6.331	3.991	300.480	4,01
2011	275.250	26.588	6.614	4.151	312.603	4,03
2012	286.297	27.049	6.736	5.288	325.370	4,08
2013	294.554	28.759	6.821	4.820	334.954	2,95
2014	318.473	31.779	6.630	5.524	362.406	8,20



**Gráfica 5.6: Porcentaje por tipo de cliente, CENTROSUR (Centrosur, 2015)**

#### 5.4 CONSUMO ELÉCTRICO RESIDENCIAL DE LA CIUDAD DE CUENCA

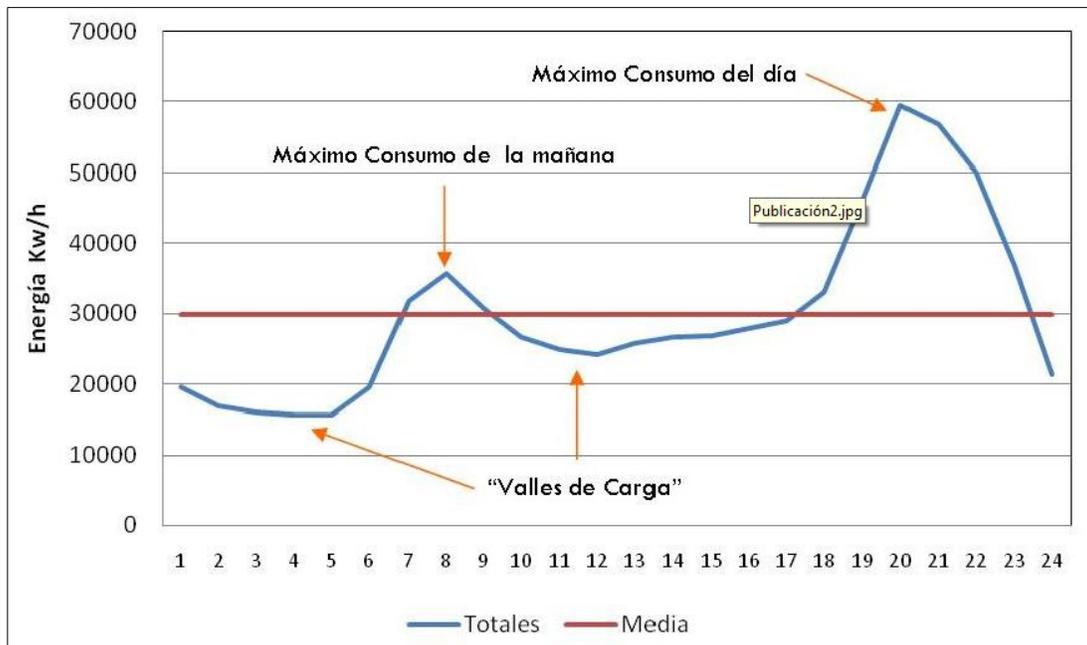
Como se indicó anteriormente el área de estudio para la implementación de la optimización del uso de la energía eléctrica en el área residencial, será el área

urbana residencial del cantón Cuenca, la cual tiene un total de clientes servidos por la EERCS de 86.069 clientes con un consumo mensual de 12.060,91 MWh/mes para septiembre de 2013 (CENTROSUR, 2014). En la Tabla 5.3 se puede ver el número de clientes y consumos de las diferentes parroquias urbanas del Cantón Cuenca servidas por la EERCS.

**Tabla 5.3: Clientes y consumos de las parroquias urbanas residenciales servidas por la CENTROSUR**  
**Base de datos de la EERCS, 2013 (CENTROSUR, 2014)**

Código	Parroquia	Cantón	Provincia	Zona	Clientes	% Clientes	Consumo MWh/mes	% Consumo
10101	BELLAVISTA	CUENCA	AZUAY	Urbana	6601	7,67%	885,24	7,34%
10102	CAÑARIBAMBA	CUENCA	AZUAY	Urbana	4184	4,86%	624,51	5,18%
10103	EL BATÁN	CUENCA	AZUAY	Urbana	6970	8,10%	977,34	8,10%
10104	EL SAGRARIO	CUENCA	AZUAY	Urbana	2906	3,38%	406,47	3,37%
10105	EL VECINO	CUENCA	AZUAY	Urbana	9932	11,54%	1324,08	10,98%
10106	GIL RAMIREZ DAVÁLOS	CUENCA	AZUAY	Urbana	2426	2,82%	320,20	2,65%
10107	HUAYNACÁPAC	CUENCA	AZUAY	Urbana	4700	5,46%	780,01	6,47%
10108	MACHÁNGARA	CUENCA	AZUAY	Urbana	3773	4,38%	565,84	4,69%
10109	MONAY	CUENCA	AZUAY	Urbana	4856	5,64%	656,85	5,45%
10110	SAN BLAS	CUENCA	AZUAY	Urbana	2915	3,39%	404,13	3,35%
10111	SAN SEBASTIÁN	CUENCA	AZUAY	Urbana	7902	9,18%	1082,19	8,97%
10112	SUCRE	CUENCA	AZUAY	Urbana	4598	5,34%	751,90	6,23%
10113	TOTORACOCHA	CUENCA	AZUAY	Urbana	8592	9,98%	1192,91	9,89%
10114	YANUNCAY	CUENCA	AZUAY	Urbana	13270	15,42%	1777,13	14,73%
10115	HERMANO MIGUEL	CUENCA	AZUAY	Urbana	2444	2,84%	312,13	2,59%
<b>TOTAL</b>					<b>86069</b>	<b>100,00%</b>	<b>12060,91</b>	<b>100,00%</b>

Por otro lado en la “Curva de Carga” del sector residencial de la Centrosur, se observa que el máximo consumo en el día se produce a las 20H00 véase gráfica 5.7, si se desplazara este consumo a otras horas del día especialmente a las llamadas “Valles de Carga”, esto ayudaría por lo menos hasta que se construyan las nuevas unidades de generación.



Gráfica 5.7: Curva de carga residencial cantón Cuenca (UPS - EERCS, 2011)

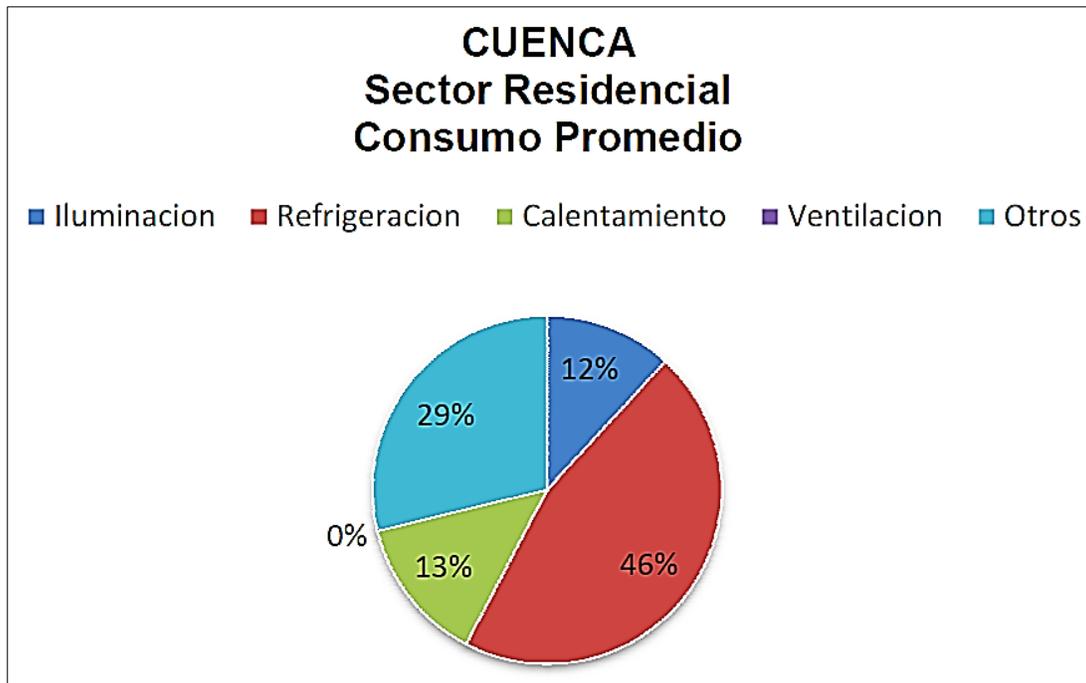
En la curva de carga se observa dos periodos durante el día en los cuales el consumo de energía se incrementa estos son:

- 07h00 debido a la los grupos de iluminación, preparación de alimentos y calentamiento de agua.
- 20h00 producido básicamente por el consumo de iluminación y radio / T.V.

#### 5.4.1. USOS FINALES DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE CUENCA

El sector residencial en la Centrosur, representó en 2012, el 35% de la demanda de energía, por lo cual, su incidencia como actor de la implementación de planes de eficiencia energética, es de un alto impacto en la demanda total. Para focalizar las acciones a realizarse en este sector, se debe tener el conocimiento de los usos finales de la energía.

La determinación de los usos finales de energía permite disponer de información para afrontar de mejor forma los problemas del consumo de energía, sabiendo que la solución de estos problemas lleva una gran incidencia en el cuidado del ambiente.



Gráfica 5.8: Usos finales de la energía eléctrica en el cantón Cuenca (Martínez, 2010)

Los resultados obtenidos de las fuentes de información son complementarios y permiten concluir, que el mayor consumo de energía eléctrica se da en los sistemas de refrigeración (refrigeradora y congeladora) con un 46%, seguido de “Otros” que representa los electrodomésticos y dispositivos de audio y video (Cocina, Arrocera, Horno, Microondas, Licuadora, Cafetera, Lavadora y Secadora de Ropa Aspiradora, Plancha, TV, Decodificador, Equipo, Computado) con un 29%, el calentamiento de agua (Ducha Eléctrica, Calefón Eléctrico) con un 13% e iluminación con un 12% siendo estos los más importantes (Martínez, 2010).



## 5.5 CÁLCULO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UNA VIVIENDA TIPO PARA LA CIUDAD DE CUENCA

Para el siguiente cálculo se determinó que el 83% de hogares en la ciudad de Cuenca se ubican dentro de la denominada clase media (media alta, media y media baja); la mayor dentro de los estratos socioeconómicos del Ecuador según datos obtenidos del INEC ((INEC), 2012).

De la misma forma se conoce que todo electrodoméstico posee una potencia eléctrica asociada cuyas unidades son conocidas como Watts o Vatios, la cual son representados por la letra **W (Watts)**; dicho valor se encuentra indicado por el fabricante usualmente en la etiqueta de datos técnicos que viene pegada en el equipo o grabado tipo relieve donde se indica el nombre del fabricante, el modelo, potencia y otras características técnicas ubicados ya sea en el reverso; internamente o en partes externas no visibles del equipo.

En algunos casos; los datos técnicos del electrodoméstico solamente indican el valor del voltaje de operación (cuyas unidades aparecen con la letra V) así como la corriente eléctrica del equipo (dada en amperios A); por lo tanto para calcular aproximadamente el valor de la potencia eléctrica, se deben usar ambos valores, usando la siguiente formula aritmética:

$$\text{Potencia eléctrica (W)} = \text{Voltaje (V)} \times \text{Corriente eléctrica (A)}$$

Donde:

- Potencia eléctrica en Vatios (W)
- Voltaje en voltios (V)
- Corriente eléctrica en amperios (A)



Cuando un electrodoméstico se conecta al tomacorriente y se enciende, este va a consumir una cantidad de energía eléctrica que depende del tiempo que lo mantengamos encendido, así como de su potencia eléctrica; es por ello que si deseamos saber el consumo de energía eléctrica de un electrodoméstico, debemos primero conocer el valor de su potencia eléctrica, generalmente expresado en Watts (W) y las horas de encendido del equipo (horas de uso promedio por día); luego se toman dichos valores y se aplica el siguiente cálculo:

<b>Energía Eléctrica= Potencia Eléctrica (W) X tiempo de uso en horas (h)</b>
<b>Energía Eléctrica (Watts por hora)= Wh</b>

Las unidades obtenidas cuando se aplica la formula anterior son **Wh**, este valor se debe multiplicar por la cantidad de días de uso al mes y dividirlo entre 1 000 (mil) para obtener los kWh que indica el recibo eléctrico (**1000 Wh = 1 kWh**).

Tabla 5.4: Cálculo del consumo eléctrico de una familia clase media (Autor)

CONSUMO ELÉCTRICO						
Artefactos Eléctricos	Potencia Eléctrica		Cantidad de Artefactos	Horas Consumo Día	Días Consumo en el mes	Consumo mensual en Kwh
	Watts	KW				
Aire acondicionado	1200	1,2	0	0,5	15	0,00
Aspiradora	1000	1	1	0,5	4	2,00
Batidora	200	0,2	1	0,25	8	0,40
Bomba de agua	746	0,746	0	0,75	30	0,00
Cafetera	600	0,6	1	0,25	15	2,25
Calefactor (calefacion- aire caliente)	1000	1	0	1	20	0,00
Calentador de agua	3000	3	0	0,25	30	0,00
Cargador de celular	4,5	0,0045	2	6	30	1,62
Cocina de induccion	4000	4	1	0,85	30	102,00
Computadora	80	0,08	2	8	30	38,40
Ducha electrica	1000	1	0	0,25	8	0,00
DVD	25	0,025	1	4	8	0,80
Equipo de Sonido	120	0,12	1	2	8	1,92
Focos ahorradores	20	0,02	9	5	30	27,00
Focos let	8	0,008	5	5	30	6,00
Focos incandescentes	60	0,06	0	4	30	0,00
Homo	800	0,8	1	0,25	10	2,00
Impresora	17	0,017	1	0,25	15	0,06
Jacuzzi	550	0,55	0	1	4	0,00
Lampara Fluorescente 20W	20	0,02	0	4	30	0,00
Lampara Fluorescente 40W	40	0,04	0	4	15	0,00
Lavadora	1000	1	1	1	10	10,00
Licuadora	350	0,35	1	0,2	20	1,40
Microondas	1500	1,5	1	0,25	12	4,50
Olla arrocera	800	0,8	1	0,25	12	2,40
Plancha electrica	1000	1	1	1	5	5,00
Radiograbadora	30	0,03	1	4	30	3,60
Refrigeradora, 1 puerta	220	0,22	1	6	30	39,60
Refrigeradora, 2 puertas	400	0,4	0	6	30	0,00
Router ADSL/Wifi	10	0,01	1	24	30	7,20
Secadora de cabello	900	0,9	1	0,25	20	4,50
Secadora de ropa	2000	2	0	0,5	5	0,00
Teléfono inalámbrico (base)	25	0,025	1	24	30	18,00
TV de 14"	80	0,08	0	4	30	0,00
TV de 32" o mas	150	0,15	2	4	30	36,00
Ventilador	130	0,13	0	1	15	0,00
Waflera	700	0,7	1	0,1	15	1,05
			<b>TOTAL CONSUMO AL MES [kWh]</b>			<b>317,70</b>
			<b>SUBSIDIO GOBIERNO [KWh]</b>			<b>80,00</b>
			<b>TOTAL A FACTURAR [KWh]</b>			<b>237,70</b>
			<b>COSTO DEL KWh (REFERENCIAL)</b>			<b>\$ 0,09</b>
			<b>PAGO DE ENERGIA</b>			<b>\$ 21,39</b>

## 5.6 PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Con el uso de nuevos electrodomésticos de bajo consumo energético y la aplicación de normas, estándares, recomendaciones, y esquemas de ahorro de energía estudiados en el capítulo 4.4, se pueden obtener un cierto porcentaje de eficiencia energética que se verá reflejado en la facturación mensual del consumo eléctrico.

Tabla 5.5: Porcentajes de ahorro de energía eléctrica (Capítulo 4)

Actividad o producto	Ahorro
Foco fluorescente compacto	75%
Foco tipo LED	90%
Lavadora de bajo consumo energético (clase A)	30%
Refrigerador de bajo consumo energético (clase A)	65%
Calefacción en casa bien aislada	50-90%
Horno eléctrico eficiente (clase A)	30%
Tender la ropa en vez de usar secadora	100%
Lavavajillas en frío	75%
Permitir la ventilación en la parte trasera del refrigerador	15%
Bajar un grado la temperatura del termostato de la nevera	5%
Usar tostador de pan en vez de horno eléctrico	65-75%
Calentador solar de agua en sustitución del gas	60%
Calentador de agua con gas en vez de solamente eléctrico	60-70%
Ventilador de techo en vez de aire acondicionado	98%

## 5.7 CÁLCULO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UNA VIVIENDA TIPO, APLICANDO LOS PORCENTAJES DE AHORRO ENERGÉTICO

Aplicando las acciones y recomendaciones del Capítulo 4, se pueden llevar a cabo cálculos aproximados y obtener datos referenciales de la gestión de ahorro energético. Este tipo de acciones están dirigidas básicamente a inmuebles y es la suma de medidas planificadas y llevadas a cabo para conseguir el objetivo de utilizar



la mínima cantidad posible de energía eléctrica mientras se mantienen los niveles de confort.

**Tabla 5.6: Cálculo del consumo eléctrico de una familia clase media aplicando porcentajes de eficiencia energética (Autor)**

CONSUMO ELECTRICICO APLICANDO EFICIENCIA ENERGETICA								
Artefactos Eléctricos	Potencia Eléctrica		Cantidad de Artefactos	Horas Consumo Día	Días Consumo en el mes	Consumo mensual en Kwh	Porcentaje de ahorro %	Consumo mensual Eficiente en Kwh
	Watts	KW						
Aire acondicionado	1200	1,2	0	0,5	15	0,00	45	0
Aspiradora (Clase A)	1000	1	1	0,5	4	2,00	45	1,1
Batidora	200	0,2	1	0,25	8	0,40	25	0,3
Bomba de agua	746	0,746	0	0,75	30	0,00	10	0
Cafetera	600	0,6	1	0,25	15	2,25	25	1,6875
Calefactor (calefacion- aire caliente)	1000	1	0	1	20	0,00	10	0
Calentador de agua	3000	3	0	0,25	30	0,00	10	0
Cargador de celular	4,5	0,0045	2	6	30	1,62	10	1,458
Cocina de induccion	4000	4	1	0,85	30	102,00	40	61,2
Computadora	80	0,08	2	8	30	38,40	25	28,8
Ducha electrica	1000	1	0	0,25	8	0,00	15	0
DVD	25	0,025	1	4	8	0,80	25	0,6
Equipo de Sonido	120	0,12	1	2	8	1,92	25	1,44
Focos ahorradores	20	0,02	9	5	30	27,00	0	27
Focos let	8	0,008	5	5	30	6,00	0	6
Focos incandescentes	60	0,06	14	4	30	100,80	90	10,08
Horno	800	0,8	1	0,25	10	2,00	30	1,4
Impresora	17	0,017	1	0,25	15	0,06	15	0,0541875
Jacuzzi	550	0,55	0	1	4	0,00	10	0
Lampara Fluorescente 20W	20	0,02	0	4	30	0,00	75	0
Lampara Fluorescente 40W	40	0,04	0	4	15	0,00	75	0
Lavadora	1000	1	1	1	10	10,00	30	7
Licuadora	350	0,35	1	0,2	20	1,40	25	1,05
Microondas	1500	1,5	1	0,25	12	4,50	25	3,375
Olla arrocera	800	0,8	1	0,25	12	2,40	15	2,04
Plancha electrica	1000	1	1	1	5	5,00	25	3,75
Radiograbadora	30	0,03	1	4	30	3,60	15	3,06
Refrigeradora, 1 puerta	220	0,22	1	6	30	39,60	65	13,86
Refrigeradora, 2 puertas	400	0,4	0	6	30	0,00	45	0
Router ADSL/Wifi	10	0,01	1	24	30	7,20	15	6,12
Secadora de cabello	900	0,9	1	0,25	20	4,50	15	3,825
Secadora de ropa	2000	2	0	0,5	5	0,00	15	0
Teléfono inalámbrico (base)	25	0,025	1	24	30	18,00	10	16,2
TV de 14"	80	0,08	0	4	30	0,00	37	0
TV de 32" o mas	150	0,15	2	4	30	36,00	37	22,68
Ventilador	130	0,13	0	1	15	0,00	15	0
Waflera	700	0,7	1	0,1	15	1,05	15	0,8925
						<b>TOTAL CONSUMO AL MES [kWh]</b>		<b>224,97</b>
						<b>SUBSIDIO GOBIERNO [kWh]</b>		<b>80,00</b>
						<b>TOTAL A FACTURAR [kWh]</b>		<b>144,97</b>
						<b>COSTO DEL KWh (REFERENCIAL)</b>		<b>\$ 0,09</b>
						<b>PAGO DE ENERGIA</b>		<b>\$ 13,05</b>



## 5.8. CÁLCULO DEL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN TÉRMINOS ECONÓMICOS PARA UNA VIVIENDA TIPO

Según el ARCONEL a junio del 2014 el precio oficial de la energía en Ecuador es de 0,09 centavos para clientes que consuman entre 150 y 300 kWh en el mes, dicha tarifa dependerá de la región y del tipo de servicio residencial o comercial. El Arconel busca compensar de forma parcial el subsidio que entregó el estado a la energía eléctrica que el año 2014 que superó los 412 millones de dólares por concepto de tarifas de electricidad subsidiadas. (Metroactiva, 2014)

Este valor no se aplicará a 2,5 millones de familias que se benefician desde el año 2007 de la Tarifa de la Dignidad de \$0,04 que actualmente representan el 61% de los usuarios residenciales a nivel nacional. Este subsidio fue establecido por Decreto Ejecutivo 451-A de junio del 2007, y se benefician de él los usuarios residenciales cuyos consumos mensuales no superen los 110 kWh en la Sierra y los 130 kWh en la Costa, Amazonía y Región Insular.

Según se observa en la tabla 5.7, el consumo mensual de energía eléctrica de una familia de clase media llega aproximadamente a unos 317,70 kWh, aplicando la ficha de cálculo de consumo de la tabla 5.4. Con dicho consumo y con el valor del kWh a \$0,09, se obtienen que el pago de energía eléctrica del abonado sería de \$343,12 anuales.

**Tabla 5.7: Pago del consumo eléctrico anual, de una familia de clase media sin aplicar criterios de eficiencia energética (Autor)**

Planilla Eléctrica Normal	
Consumo mensual en kWh	317,70
Consumo anual en kWh	3812,45
Costo medio de energía	\$ 0,09
Pago anual de energía eléctrica	<b>\$ 343,12</b>



De igual forma en la tabla 5.8 se obtuvieron los costos de energía eléctrica que se debería cancelar si se aplican los criterios y conceptos de eficiencia energética que se presentan en la tabla 5.5 y el capítulo 4.4. Donde se puede ver que el pago de energía eléctrica por parte del abonado no pasa de \$242,97 anuales. Obteniéndose un ahorro aproximadamente del 30% que representa unos \$100,15 anuales.

**Tabla 5.8: Pago del consumo eléctrico anual, de una familia de clase media aplicando criterios de eficiencia energética (Autor)**

Planilla Eléctrica Aplicando Eficiencia Energética	
Consumo mensual en kWh	224,97
Consumo anual en kWh	2699,67
Costo medio de energía	\$ 0,09
Pago anual de energia electrica	\$ 242,97

<b>Ahorro económico anual aplicando Eficiencia Energética</b>	<b>\$ 100,15</b>
---	------------------

De igual forma se calculó el ahorro de energía eléctrica que podría tener la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, aplicando los criterios adecuados de eficiencia energética en el sector residencial, sabiendo que existen alrededor de 86.069 abonados en el área urbana de Cuenca, tablas 5.9 y 5.10. Obteniéndose un ahorro aproximadamente de 95.775 MWh anuales.

**Tabla 5.9: Consumo normal de energía eléctrica en el sector urbano residencial de Cuenca (Autor)**

<b>Consumo Normal de Energía Eléctrica Residencial EERCS</b>	
Consumo de una vivienda TIPO mensual en kWh	317,70
Consumo anual en kWh	3812,45
Total clientes urbano residenciales regulados en EERCS	86069
Consumo anual de energía eléctrica en MWh	<b>328.133,33</b>

**Tabla 5.10: Consumo de energía eléctrica en el sector urbano residencial de Cuenca, con criterios de eficiencia energética (Autor)**

<b>Consumo Residencial Aplicando Eficiencia Energética en la EERCS</b>	
Consumo de una vivienda TIPO mensual en kWh	224,97
Consumo anual en kWh	2699,67
Total clientes urbano residenciales regulados en EERCS	86069
Consumo anual de energía eléctrica MWh	<b>232.357,57</b>

<b>Ahorro de electricidad anual aplicando Eficiencia Energética MWh</b>	<b>95.775,75</b>
---	------------------



## 5.9. CÁLCULO DEL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN TÉRMINOS ECONÓMICOS A NIVEL NACIONAL

Actualmente existen 4'100.000 abonados residenciales en Ecuador, de estos 97.57% consume menos de 500 kWh – mes. Por otro lado, alrededor de 2'500.000 millones de clientes residenciales califican para la tarifa dignidad, Es decir, que unos 1'500.000 clientes residenciales están en el rango entre 150 y 350 kWh al mes. De acuerdo con datos del Conelec, elaborados en base a la Encuesta de Condiciones de Vida del INEC., pertenecen básicamente a la clase media.

La tarifa de la dignidad es subsidiada y equivale a \$ 0,04 por kWh, mientras que el precio oficial de la energía en el país está en \$0,09 por kWh. Los clientes que consuman más de 500 kWh las tarifas que pagan llegan hasta \$0,20 por kWh.

Según el Arconel, este ajuste aprobado busca compensar de forma parcial el subsidio que entrega el Estado a la energía eléctrica y que el año pasado superó los \$ 412 millones de acuerdo con datos proporcionados por el Ministerio de Finanzas a la Asamblea.

En términos generales, los usuarios que consuman hasta 500 kWh al mes, serán los que más les atraiga utilizar y aplicar métodos de eficiencia energética y consejos de ahorro de energía eléctrica.

Como se puede observar en la tabla 5.12, si se aplicara criterios, métodos y conceptos de eficiencia energética y de ahorro de energía en todo el sector urbano residencial a nivel nacional, se tendría un ahorro de hasta \$150.000.000,00 anuales, un valor muy representativo para la economía del Ecuador.

**Tabla 5.11: Consumo anual de energía eléctrica en el sector urbano residencial del Ecuador (Autor)**

<b>Consumo Normal de Energía Eléctrica Residencial EERCS</b>	
Consumo de una vivienda TIPO mensual en kWh	317,70
Consumo anual en kWh	3812,45
Total clientes urbano residenciales a nivel nacional de 150 - 350 kVA	1500000,00
Consumo anual de energía eléctrica en MWh	5718667,50

**Tabla 5.12: Consumo de energía eléctrica en el sector urbano residencial del Ecuador, aplicando criterios de eficiencia energética (Autor)**

<b>Consumo Residencial Aplicando Eficiencia Energética en la EERCS</b>	
Consumo de una vivienda TIPO mensual en kWh	224,97
Consumo anual en kWh	2699,67
Total clientes urbano residenciales a nivel nacional de 150 - 350 kVA	1500000,00
Consumo anual de energía eléctrica MWh	4049499,38

<b>Ahorro de electricidad anual aplicando Eficiencia Energética MWh</b>	<b>1.669.168,13</b>
---	---------------------

<b>Ahorro económico anual aplicando Eficiencia Energética a Nivel Nacional</b>	<b>\$ 150.225.131,25</b>
--	--------------------------



# CAPITULO 6



## CAPITULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Mediante los procedimientos de Eficiencia Energética planteados en este trabajo de investigación, se pretende en primer lugar que las familias obtengan un ahorro considerable en el consumo de energía eléctrica y como segunda medida, que puedan ingresar como beneficiarios a la tarifa de la dignidad, generando un ambiente mucho más limpio y sobre todo pagando menos.
- En la ciudad de Cuenca, se debería incentivar al desarrollo de programas de ahorro de energía, como de eficiencia energética a los abonados del sector residencial, ya que reduce de manera significativa el impacto ambiental y mejora su economía. En Cuenca el mayor consumo de energía eléctrica se da en los sistemas de refrigeración, en los quipos de audio y video (televisión) y en iluminación, es donde se deben implementar alternativas de eficiencia energética y campañas de ahorro de energía, para disminuir el consumo.
- La ciudad de Cuenca debe tomar una conducta responsable en cuanto a la necesidad del ahorro de energía eléctrica, con la consecuente contribución a la protección del medio ambiente, en la sociedad actual y futura. Por esta razón la energía que se ahorra es una importante reserva de recursos agotables, además la obtención de energía es por lo general, un proceso caro y debemos aprender a utilizarla bien y de forma racional.
- Tomando en cuenta los problemas energéticos que atraviesa el Ecuador y el mundo, es preciso otorgar al consumidor final de planes y técnicas para el ahorro de energía eléctrica, cuyos beneficios se reflejarán en un menor consumo de energía y menor facturación. Por otro lado se benefician las



comercializadora ya que necesitan comprar menor cantidad de energía a las generadoras y el mercado eléctrico se vuelve más eficiente ya que se necesita menor cantidad de generación.

- Una alternativa por parte del estado para incentivar la eficiencia energética, puede ser el desplazar el uso de equipos no prioritarios en las horas pico, pasando este consumo a horas de menor demanda (valles de la curva de carga), por ejemplo el planchado de la ropa, esta se podría realizar en horas “valle”, si los precios de la energía serían menores, de esta manera el abonado colaboraría con la reducción de los picos en la curva de carga. Para implantar este sistema es necesario un sistema de medición con registro horario.
- Es urgente la ejecución de los grandes proyectos hidroeléctricos en construcción, para asegurar el suministro en el largo plazo, sabiendo que para el año 2017 el gobierno central tiene como objetivo la eliminación del subsidio al GLP, y la implantación de las cocinas de inducción, motivo por el cual demandara gran cantidad de consumo de energía eléctrica.
- Apoyar el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica basada en fuentes renovables como la eólica, la solar y la generación basada en biomasa conociendo los beneficios que aportarían las energías renovables, en la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles, el desarrollo del campo, el mejoramiento de la calidad del aire, una mayor conservación de los recursos naturales, la creación de empleos y el desarrollo científico y tecnológico.
- Incorporar en los niveles de educación inicial dentro de sus programas de estudio temas como ‘cultura de ahorro de energía’ y “eficiencia energética”, esto permitirá preparar a los niños y jóvenes para que consuman la energía



de manera adecuada. En la educación superior se podrían establecer convenios para la capacitación de profesionales en áreas de eficiencia energética, esto permitirá un aporte a la situación medioambiental.

- Nuestro país se debe preocupar por la situación que tiene el petróleo en el planeta, porque somos un país subdesarrollado y aunque tenemos yacimientos de este recurso, los niveles de refinación aún no satisfacen el consumo nacional, por ello nos vemos en la necesidad de invertir gran cantidad de divisa para comprarlo. Es por ello que se toman las medidas para su ahorro, ya que las termoeléctricas constituyen parte de nuestra fuente de energía eléctrica, al aumentar la demanda eléctrica hay que aumentar la capacidad de generación de las centrales eléctricas, es por eso que la cooperación de cada ciudadano evitando el malgasto es indispensable para eliminar esta situación.
- Por el momento la preparación de alimentos se realiza mediante el uso del GLP, esto tiene sentido por el precio subsidiado de este combustible en el país. Sin embargo con la incorporación masiva de la cocina de inducción en el Ecuador, se requiere de un aumento adicional de aproximadamente el 80% en la potencia requerida por el sistema nacional, lo que hace que sea necesaria la repotenciación del sistema de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, se vuelve esencial la elevación de voltaje para mantener los mismos calibres de conductores actuales, sin embargo los sistemas de transformación de tensión deberían ser reemplazados.

## Referencias

- (INEC), Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2012.** *Encuesta del INEC sobre la 'clase media'*. Quito : s.n., 2012.
- ABC hoy Tecnología. 2010.** hoytecnologia.com. [En línea] 2010.
- Aceituno, Hentzschel. 2008.** Mercados Energéticos. <http://web.ing.puc.cl/~power/mercados>. [En línea] 2008.
- Afinidad Electrica. 2007.** [www.afinidadelectronica.com.ar](http://www.afinidadelectronica.com.ar). *Energía y desarrollo económico en América Latina*. [En línea] 2007.



- Agencia Internacional de Energía. Crece, Consumo Electrico de China. 2013.* Madrid : s.n., 2013.
- Agencia Nacional de Energia. 2011.** *Consumo Electrico de China Crece.* Madrid : s.n., 2011.
- Aleasoft. 2015.** Balance de consumo eléctrico europeo del año 2014. *www.aleasoft.com.* [En línea] 2015.
- Araujo, Alberto. 2014.** Subsidios a consumos eléctricos por al menos USD 412 millones. *El Comercio.* 2014.
- ARGENPRESS. 2015.** *www.argenpress.info/2015/03/panorama-economico-de-china\_16.html.* *www.argenpress.info/2015/03/panorama-economico-de-china\_16.html.* [En línea] 2015.
- Balance Energético Nacional. 2012.** *Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos.* 2012.
- Banco Mundial.** *www.bancomundial.org.* [En línea]
- Castro, Miguel. 2011.** *Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador.* Quito : Integraf, 2011.
- Centrosur. 2015.** *PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL 2014-2017.* 2015.
- CENTROSUR. 2014.** *www.centrosur.com.* [En línea] 2014.
- cmc thader energia. 2014.** *consumo-mundial.html.* [En línea] 2014.
- COMISIÓN EUROPEA. 2011.** *Hoja de ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050.* Bruselas : s.n., 2011.
- CONELEC. 2013.** *Estadísticas del Sector Electrico Ecuatoriano.* Quito : s.n., 2013.
- Conelec. 2013.** *Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022.* QUITO : s.n., 2013.
- . 2013.** *Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022, Aspectos de sustentabilidad y sostenibilidad social y ambiental.* QUITO : s.n., 2013.
- Contento, Enriquez , Mantilla. 2011.** Reestructuración del subsidio a la energía eléctrica mediante el incentivo al consumo de focos ahorradores. Quito : s.n., 2011.
- CONTENTO, ENRIQUEZ, MANTILLA. 2015.** Reestructuración del subsidio a la energía eléctrica. QUITO : s.n., 2015.
- Dirección General de Planeación Energetica de Mexico. 2007.** *Prospectiva del Sector Eléctrico 2007-2016.* Mexico : s.n., 2007.
- Economics for Energy. 2011.** *economicsforenergy.blogspot.com.* [En línea] 2011.
- Economics For Energy. 2012.** El desafío energético en África. *economicsforenergy.blogspot.com/2012/03/el-desafio-energetico-en-africa.html.* [En línea] marzo de 2012.
- Electrónica, Electricidad y Telecomunicaciones. 2013.** Potencia eléctrica instalada en los países de América Latina y El Caribe y Energía Eléctrica consumida en 2011. *egresadoselectronicaunc.blogspot.com.* [En línea] 2013.
- ENDESA. 2001.** *Energía Electrica y Medio Ambiente.* Madrid : s.n., 2001.
- Endesaeduca. 2012.** La evolución del consumo electrico en Europa. *www.endesaeduca.com/Endesa\_educa/recursos-interactivos/el-sector-electrico/consumo-electrico-europa.* [En línea] 2012.
- Galarza, Luis Carlos. 2012.** Ahorro y eficiencia de energia electrica en el sector residencial de Guayaquil. Guayaquil : s.n., 2012.



- Giraldo, Fausto. 2014.** “El objetivo: eliminar subsidios de gas y electricidad”. [En línea] 2014.
- Highlumen. 2012.** El consumo de energía eléctrica en México. *www.highlumen.com*. [En línea] 2012.
- Hora, La. 2013.** Las hidroeléctricas ¿solución al problema energético? 2013.
- IEA. 2009.** Agency, International Energy. *IEA*. [En línea] 2009.
- Index mundi. 2015.** *www.indexmundi.com/map*. *www.indexmundi.com/map*. [En línea] 2015.
- . **2015.** *www.indexmundi.com/map*. *www.indexmundi.com/map*. [En línea] 2015.
- INEC. 2011.** *Censo de Población y Vivienda 2010*. Quito : s.n., 2011.
- INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2011.** *Encuesta del INEC sobre la 'clase media'*. Quito : s.n., 2011.
- Instituto para la diversificación y ahorro de la energía. 2011.** *IMPACTOS AMBIENTALES DE LA PRODUCCION DE ELECTRICIDAD*. 2011.
- IPCC. 1997.** *Estabilización de los gases atmosféricos de efecto invernadero: implicaciones físicas, biológicas y socioeconómicas*. 1997.
- LA HORA. 2011.** Paute se fortalece para evitar apagones. 2011.
- Línea Verde. 2015.** <http://www.lineaverdeceutatrace.com>. <http://www.lineaverdeceutatrace.com>. [En línea] 2015.
- MAISONNAVE, ING. ROBERTO. clima, El efecto invernadero y el. 1997.** 1997.
- . **CLIMA, EL EFECTO INVERNADERO Y EL. 1997.** 1997.
- Martínez, Paúl Esteban. 2010.** Usos finales de energía eléctrica y GLP en el cantón Cuenca. Escenarios al año 2015. Cuenca : s.n., 2010.
- MEER. 2014.** *Eficiencia Energética Sector Residencial* . 2014.
- . **2015.** Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable*. [En línea] 2015.
- Metroactiva. 2014.** Tarifas Energía Eléctrica Ecuador 2014. *Tarifas Energía Eléctrica Ecuador 2014*. [En línea] 2014.
- Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. 2013.** *Los sectores estratégicos y su importancia para el desarrollo económico del Ecuador*. 2013.
- OLADE. 2011.** *Foro Energerico de Latinoamerica*. Asuncion : s.n., 2011.
- Ongawa. 2014.** África sin luz, aún. *www.ongawa.org/blog/africa-sin-luz-aun*. [En línea] 2014.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía. 2011.** *GUÍA PARA CALCULAR EL CONSUMO ELÉCTRICO DOMESTICO*. COLOMBIA : s.n., 2011.
- Pascual, José Pedro. 2014.** *ENERGÍA MUNDIAL 2014. DATOS ESTADÍSTICOS*. [En línea] 2014.
- Petroecuador EP. 2013.** *Gerencia de comercio de Petroecuador*. 2013. *Plan Maestro de Electrificación 2013-2022, Aspectos de Sustentabilidad social y ambiental*. **Ministerio de Electricidad y Energías Renovables. 2013.** Quito : s.n., 2013.
- Plan Maestro de Electrificación 2013-2022, Estudio y gestión de la demanda eléctrica*. **Ministerio de Electricidad y Renovables Renovables. 2013.** Quito : s.n., 2013.
- Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021. 2013.** *Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2012-2021*. 2013.



- Programa de Eficiencia Energética para la Cocción por Inducción. 2014.** *PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA COCCIÓN POR INDUCCIÓN Y CALENTAMIENTO DE AGUA CON ELECTRICIDAD EN SUSTITUCIÓN DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP) EN EL SECTOR RESIDENCIAL.* Quito : s.n., 2014.
- Programa de Energía Sustentable. 2010.** *GUÍA RESIDENCIAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.* Santiago de Chile : s.n., 2010.
- Progreso y energía eléctrica.* **Villaescusa, José Vicente. 2011.** 2011.
- Quinto, Javier de. 2010.** *Las Infraestructuras energeticas en America Latina.* Madrid : s.n., 2010.
- Secretaria de Energia de Mexico . 2010.** *Perfil Energetico de America del Norte.* [aut. libro] SENER. Mexico : s.n., 2010.
- SENER. 2012.** *Prospectiva del Sector Eléctrico 2007-2016.* Mexico : s.n., 2012.
- Serrano , Rojas. 2013.** *Impacto de la implementación masiva de la cocina de inducción en el sistema eléctrico ecuatoriano.* 2013.
- Tapia, Lorena. 2014.** *GUÍA PRÁCTICA PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA.* Ecuador : s.n., 2014.
- Universidad de San Jorge. 2011.** *MANUAL DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL HOGAR.* Aragon : s.n., 2011.
- UPS - EERCS, Universidad Politecnica Salesiana. 2011.** *Plan de Gestion de consumo residencial del canton Cuenca para la empresa electrica regional centro sur.* Cuenca : s.n., 2011.
- Verde, Linea. 2010.** *Módulo IV: Cambio climático.* 2010.