



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
CARRERA DE ECONOMÍA**



**“ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y  
SU ESTIMACIÓN. SECTOR RESIDENCIAL DEL ÁREA DE CONCESIÓN DE LA EMPRESA  
ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A., PERIODO 2002-2012”**

Tesina Previa a la  
Obtención  
del Título de Economista

**AUTORES:**

JOSÉ RICARDO BERREZUETA SUÁREZ  
ANDREA PAOLA ENCALADA SERRANO

**DIRECTORA:**

ING. MSC. CARMEN ALEXANDRA CONTRERAS FLORES.

Enero 2014  
Cuenca - Ecuador



## RESUMEN EJECUTIVO

La finalidad de este trabajo es identificar las variables explicativas de la demanda de energía eléctrica del sector residencial del área de concesión de la CENTROSUR, con el fin de establecer las relaciones entre los factores económicos, así como determinar las interacciones de comportamiento de las series, contrastando y validando los resultados obtenidos con la teoría económica aplicable al estudio.

Para analizar el comportamiento y predecir la demanda de energía se han utilizado dos métodos: Método de Corrección de Errores (MCE) y Autorregresivo Integrado de Media Móvil (ARIMA). La periodicidad de la información utilizada para la estimación y pronóstico es mensual para los períodos comprendidos entre 2002-2012. Las variables consideradas dentro del marco teórico de la estimación son: tarifa, precios del petróleo, energía eléctrica disponible, clientes totales, cobertura del servicio, IDEAC, precio medio de la electricidad, consumo promedio, PIB.

Por otra parte, este estudio presenta la elasticidad precio de la demanda de energía en el corto plazo y largo plazo, bajo el contraste del supuesto de inelasticidad del servicio justificado por las propias características del servicio y el comportamiento histórico que se trata en el estudio

## ABSTRACT

The purpose of this paper is to present the explanatory variables of the energy demand for the residential consumers in the CENTROSUR's concession area in order to analyze the evolution of the series and determine the relationships with economic factors, contrasting and validating the results with economic theory applicable to the study.

To analyze the behavior and predict the energy demand two approaches have been used: the Method Error Correction (MCE) and the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). The information used for this purpose was the monthly data



between 2002- 2012 of some variables which were probed to influence the energy demand. These variables are: rate, oil prices, electricity available, customers, service coverage, IDEAC, average price of electricity, average consumption.

Additionally this study identifies the elasticity of the energy demand in the short and long term, under the assumption of inelasticity according to characteristics of the service and past behavior of the series.



## ÍNDICE

Resumen Ejecutivo .....	2
Abstract .....	2
Capítulo I.....	13
La Energía Eléctrica y su Entorno .....	13
1.1    Introducción.....	13
1.1.1    Demanda de Energía Eléctrica en el Ecuador .....	15
1.2    La Energía Eléctrica y su Importancia para la Sociedad .....	17
1.3    Fases de Producción de la Energía Eléctrica.....	18
1.3.1    Tipos de Energía .....	18
1.3.2    Fases de Producción .....	20
1.3.2.1 Generación Eléctrica en el Ecuador .....	20
1.3.2.2 Transmisión Eléctrica en el Ecuador .....	26
1.3.2.3 Distribución y Comercialización de la Energía Eléctrica en el Ecuador .....	27
Tarifas al Consumidor Final .....	28
Capítulo II.....	29
Evolución de la demanda de energía eléctrica, con énfasis en el sector residencial de la zona de estudio .....	29
2.1    Estructura del Sector Eléctrico .....	29
2.1.1    Organismos públicos principales del sector eléctrico ecuatoriano 30	
2.1.1.1 Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER) .....	30
2.1.1.2 Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) .....	30
2.1.1.3 Centro Nacional de Control de la Energía (CENACE) .....	30
2.1.1.4 Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC) .....	31
2.1.1.5 Corporación Nacional de Electricidad (CNEL).....	32
2.1.2    Plan Maestro de Electrificación 2009 – 2020.....	32
2.1.3    Mercado eléctrico mayorista .....	33
2.1.3.1 Funcionamiento del mercado eléctrico mayorista (MEM) .....	33
2.1.3.2 Agentes que participan en el MEM.....	33
2.2    Categorías de consumidores y tarifas .....	33
2.2.1    Categorías .....	33



2.2.1.1	Categoría Residencial .....	34
2.2.1.2	Categoría General .....	34
2.2.2	Grupos Nivel de Tensión .....	35
2.2.3	Tarifas.....	35
2.2.3.1	Tarifa Residencial.....	35
2.2.3.2	Tarifa Residencial Temporal.....	36
2.2.3.3	Tarifa General de Baja Tensión.....	36
2.2.3.4	Tarifa de Media Tensión.....	36
2.2.3.5	Tarifa de Alta Tensión .....	36
2.2.4	Aplicación de Tarifas .....	36
2.3	Análisis histórico de la demanda de energía eléctrica del sector residencial en el área de estudio en el periodo 2002-2012.....	38
2.4	La Ley del Régimen del Sector Eléctrico Ecuatoriano.....	39
2.4.1	Objetivos de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico Ecuatoriano ...	40
2.5	Empresa Eléctrica Regional Centro sur C.A.....	41
2.5.1	Área de Concesión .....	43
2.5.2	Clientes de la CENTROSUR.....	43
2.5.3	Consumo de Energía Eléctrica Residencial en el período de estudio .....	46
2.5.4	Consumo promedio anual de energía por cliente residencial .....	47
2.6	Crisis Energéticas – Contracción del consumo .....	49
Capítulo III .....		53
Descripción y Análisis de las variables que influyen en la demanda de energía eléctrica.....		53
3.1	Demanda de energía eléctrica del sector residencial.....	53
3.2	Identificación de variables explicativas de la demanda de energía eléctrica.....	54
3.2.1	Tarifa.....	54
3.2.2	Número de Clientes .....	57
3.2.3	PIB.....	59
3.3.4	Reservas Hídricas (Embalse) .....	61
3.3.5	Precio del petróleo .....	62
3.3.6	Crecimiento de predios .....	64



3.3.7 Precio medio de la electricidad .....	66
3.2.8 Consumo per cápita de electricidad .....	68
3.3.9 Energía Disponible.....	69
3.3.10 Índice de Actividad Económica Coyuntural (IDEAC).....	70
CAPÍTULO IV .....	72
Estimación del Modelo y análisis de elasticidad precio de corto y largo plazo del Servicio de energía eléctrica .....	72
4.1 Metodología.....	72
4.1.1 Análisis Multivariante (Modelo de Corrección de Error) .....	76
4.1.2 Análisis de elasticidades.....	79
4.1.2.1 Elasticidades de corto plazo .....	79
4.1.2.2 Elasticidades de largo plazo .....	80
4.1.2.3 Estimación de las elasticidades de la demanda .....	80
4.1.3 ARIMA .....	81
4.1.3.1 Procesos autorregresivos .....	81
4.1.3.2 Proceso de medias móviles .....	82
4.2 Estimación de la Demanda de Energía Eléctrica del sector residencial del área de concesión de la CENTROSUR.....	82
4.2.1 Corrección de Errores (CE) .....	84
4.2.1.1 Análisis de estacionariedad de las series .....	84
4.2.2 Estimación y análisis del Modelo de Largo Plazo .....	85
4.2.3 Estimación y Análisis del Modelo de corto plazo .....	87
4.2.4 Proyección de la Demanda de Energía Eléctrica.....	93
4.3 Análisis de Elasticidades.....	95
4.4 Estimación del modelo ARIMA.....	96
4.4.1 ARIMA (p,d,q) .....	96
CAPÍTULO V .....	100
Conclusiones y Recomendaciones .....	100
5.1 Conclusiones.....	100
5.2 Recomendaciones .....	102
Bibliografía .....	103
Anexos .....	106



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Capacidad instalada de potencia de Generación .....	21
Tabla 2: Cargos Tarifarios .....	37
Tabla 3: Cargos Tarifarios .....	38
Tabla 4: Clientes de la CENTROSUR .....	44
Tabla 5: Procedencia del servicio de luz eléctrica.....	45
Tabla 6: Variables y signos esperados.....	84
Tabla 7: Resultados del Test de Raíz Unitaria .....	85

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Electricidad - Consumo (miles de millones kWh) Países con mayor consumo	14
Gráfico 2: Electricidad - Consumo (miles de millones kWh) Países con menor consumo .....	15
Gráfico 3: Tasa anual de variación del PIB del Ecuador y de la energía eléctrica	16
Gráfico 4: Capacidad instalada del Sistema Nacional Interconectado SNI (MW).....	21
Gráfico 5: Producción de Energía por tipo de Central (GWh).....	22
Gráfico 6: Composición de los clientes finales por Sector de Consumo .....	28
Gráfico 7: Demanda de energía eléctrica Nacional en MW.....	39
Gráfico 8: Área de Concesión de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur ..	43
Gráfico 9: Clientes por Categoría 2002 - 2012.....	44
Gráfico 10: Consumo de energía eléctrica categoría residencial 2002 – 2012 – Variación anual.....	46
Gráfico 11: Consumo promedio de energía en la categoría residencial 2002 – 2012 .....	48
Gráfico 12: Energía Eléctrica Consumida Sector Residencial CENTROSUR 2002 – 2012 .....	54
Gráfico 13: Tarifa de Energía Eléctrica Sector Residencial 2002 – 2012 .....	55
Gráfico 14: Coeficiente de Correlación anual, Demanda – Tarifa 2002 – 2012.	57
Gráfico 15: Número de Clientes Sector Residencial CENTROSUR 2002 – 2012 .....	58
Gráfico 16: Coeficiente de Correlación anual, Demanda –Número de clientes 2002 – 2012 .....	59
Gráfico 17: Producto Interno Bruto 2002 – 2012.....	59
Gráfico 18: Coeficiente de Correlación anual, Demanda –PIB 2002 – 2012.....	60
Gráfico 19: Producto Interno Bruto Per – cápita 2002 – 2012 .....	61
Gráfico 20: Demanda de Potencia 2002 - 2012.....	62
Gráfico 21: Coeficiente de Correlación anual, Demanda de energía eléctrica – Demanda de potencia de la CENTROSUR 2002 – 2012.....	62
Gráfico 22: Precios del Petróleo 2002 – 2012 .....	63



Gráfico 23: Coeficiente de Correlación anual, Demanda – Precios del Petróleo 2002 – 2012 .....	64
Gráfico 24: Crecimiento de las Predios 2002 – 2012.....	65
Gráfico 23: Coeficiente de Correlación anual, Demanda – Crecimiento de Predios 2002 – 2012 .....	66
Gráfico 24: Precio Medio de la Energía Eléctrica 2002 – 2012.....	67
Gráfico 25: Coef. de Correlación anual, Demanda – Precios Medio de Energía 2002 – 2012 .....	67
Gráfico 26: Consumo Per cápita de Energía Eléctrica 2002 – 2012 .....	68
Gráfico 27: Energía Eléctrica Disponible CENTROSUR 2002 – 2012.....	69
Gráfico 28: Coeficiente de Correlación anual, Demanda – Energía Eléctrica Disponible CENTROSUR 2002 – 2012 .....	70

### ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Energía Eléctrica en el Hogar.....	18
Imagen 4: Proceso de generación de energía eléctrica en una central hidroeléctrica .....	23
Imagen 6: Central Eólica de Villonaco en la provincia de Loja .....	24
Imagen 7: Central Solar Fototérmica.....	25
Imagen 8: Central Solar Fotovoltaica .....	25
Imagen 9: Mapa del Sistema Nacional de Transmisión.....	26
Imagen 10: Demanda de energía primaria total de Ecuador por fuente .....	51

### ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Construcción de la serie Viviendas abastecidas del servicio de energía eléctrica.....	106
Anexo 2: Evaluación Econométrica del Modelo de Estimación de Demanda de energía eléctrica del sector residencial CENTROSUR.....	110
Anexo 3: Diseño de Tesina .....	127





Yo, Andrea Paola Encalada Serrano, autor de la tesis “Análisis de los Factores que afectan la demanda de energía eléctrica y su Estimación. Sector Residencial del área de concesión de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., PERIODO 2002-2012”, 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 Economista. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Enero 2014



Andrea Paola Encalada Serrano.  
010561238-6



Yo, Andrea Paola Encalada Serrano, autor de la tesis “Análisis de los Factores que afectan la demanda de energía eléctrica y su Estimación. Sector Residencial del área de concesión de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., periodo 2002-2012”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, Enero de 2014

Andrea Paola Encalada Serrano.

010561238-6



Yo, José Ricardo Berrezueta Suárez, autor de la tesis “Análisis de los Factores que afectan la demanda de energía eléctrica y su Estimación. Sector Residencial del área de concesión de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., periodo 2002-2012”, 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 Economista. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Enero 2014



---

José Ricardo Berrezueta Suárez.  
070405377-6



Yo, José Ricardo Berrezueta Suárez, autor de la tesis “Análisis de los Factores que afectan la demanda de energía eléctrica y su Estimación. Sector Residencial del área de concesión de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., periodo 2002-2012”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Enero de 2014

José Ricardo Berrezueta Suárez.

070405377-6



## CAPÍTULO I LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y SU ENTORNO

### 1.1 Introducción

Desde el inicio de los tiempos la electricidad siempre ha estado presente en el planeta, pero no es sino hasta fines del siglo XIX en donde se da el inicio de la revolución de la electricidad cuando a partir del descubrimiento de la bombilla eléctrica por parte de Tomas Edison<sup>1</sup> se cambió la forma de iluminar, al dejar de usar carbón y gas para el alumbrado en los hogares por la bombilla eléctrica. Debido a esto la electricidad comenzó a tener una demanda como fuente de iluminación.

La producción de energía eléctrica fue entonces la prioridad para muchos países sobre todo para las grandes potencias, ya que al aumentar las industrias y la población, aumenta la demanda de energía eléctrica, es por eso que muchos países optaron por construir centrales de tipo hidroeléctricas, térmicas y nucleares para satisfacer la demanda de energía eléctrica y poder hacer frente a las diferentes necesidades que surgían para el desarrollo de los mismos.

Gran parte de las centrales de generación suelen estar alejadas de los grandes puntos de consumo como ciudades o industrias. Una de las principales características de la energía eléctrica es que no es almacenable, es decir se debe producir en cada instante la misma cantidad que se consume<sup>2</sup>.

Entre los objetivos de cada país está el de tener *soberanía energética*, es decir, producir la energía eléctrica necesaria para satisfacer la demanda interna durante todo el año y en las diferentes estaciones climáticas. Por esta razón, y, además por el calentamiento global, en la actualidad se busca insaciablemente nuevas formas de generación, mismas que deben de ser amigables y respetuosas con el ambiente en cuanto se refiere a emisiones de CO<sub>2</sub>.

---

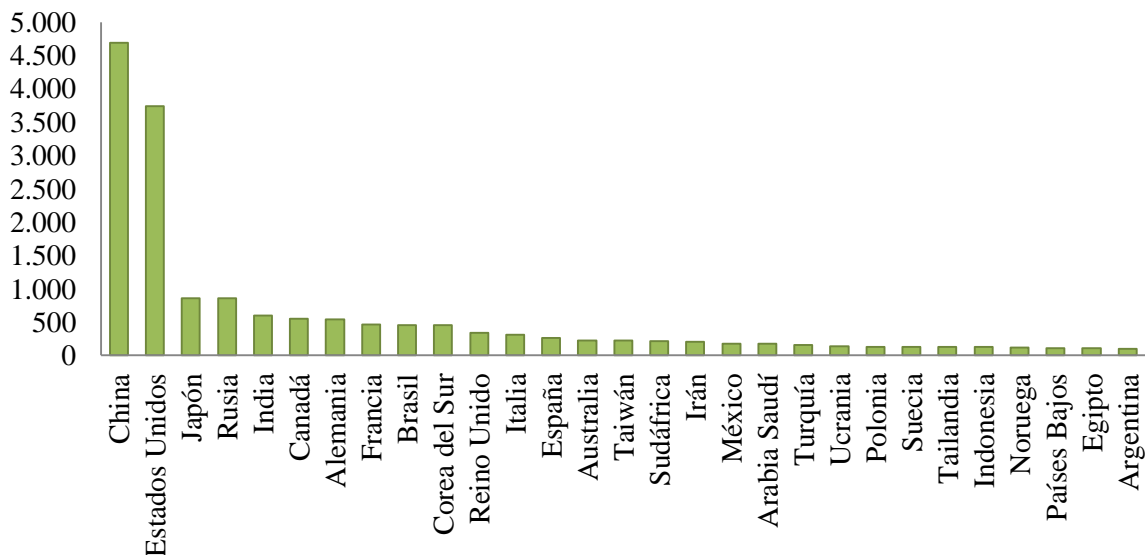
<sup>1</sup> Thomas Edison (Febrero 1847-Octubre 1931): era un empresario y un prolífico inventor estadounidense que patento más de mil inventos entre ellos; las industrias eléctricas, teléfono, el fonógrafo, etc.

<sup>2</sup> Los Nuevos Mercados Energéticos, Papeles de Fundación No. 41



En el mundo hay una generación de energía del orden de los 20253<sup>3</sup> miles de millones kWh; los países principales productores de energía eléctrica son China, Estados Unidos, Japón y Rusia en orden descendente, cada uno con una generación de 4604, 3953, 938 y 926 (miles de millones kWh) respectivamente, entre estos cuatro países se genera prácticamente el 50% de toda la energía eléctrica del planeta.

Así mismo los países que más consumen, son los que tienen mayor población, dicho de otra manera, los países más desarrollados, industrializados y con mayor demografía, son los que mayor cantidad de energía eléctrica consumen tal como lo indica el gráfico 1.



**Gráfico 1:** Electricidad - Consumo (miles de millones kWh) Países con mayor consumo

**Fuente:** Indexmundi

**Elaboración:** Los Autores.

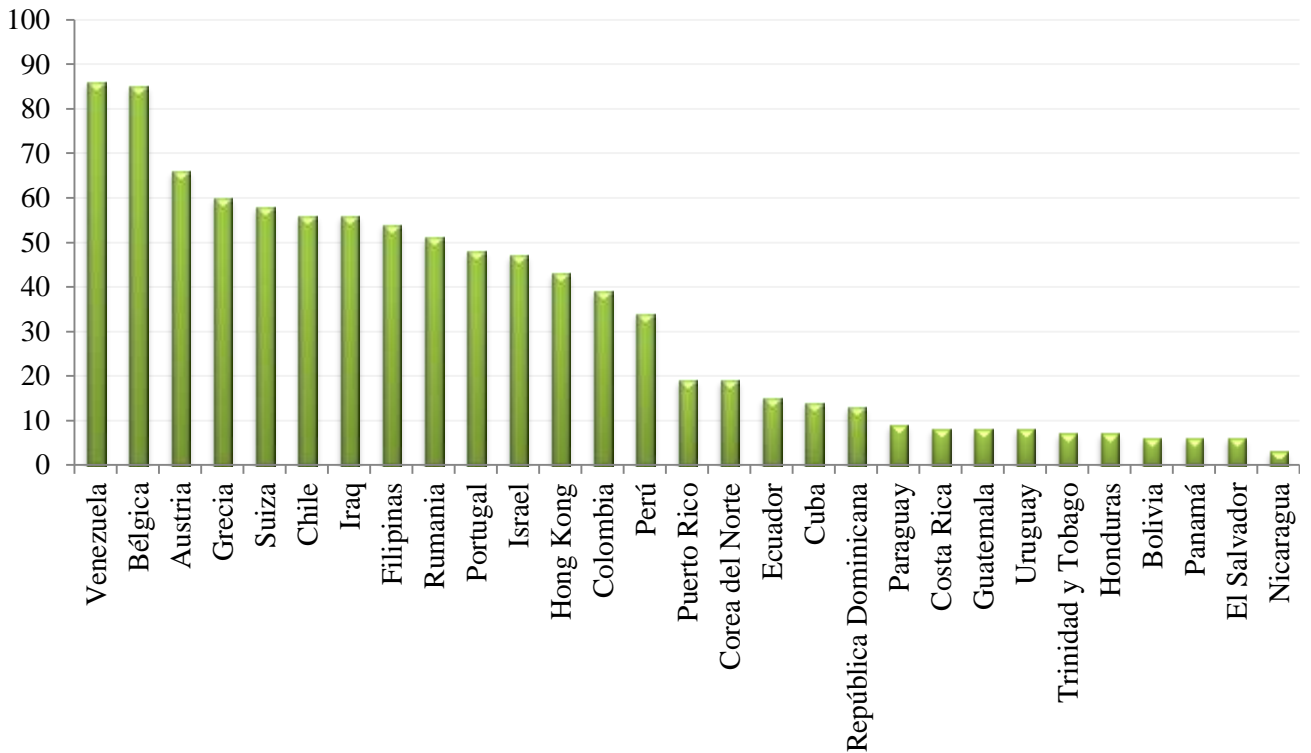
China tiene la mayor población del mundo, y a su vez es el que mayor demanda de energía eléctrica requiere, seguido de Estados Unidos, Japón y Rusia que son los grandes consumidores en cuanto a energía eléctrica se refiere.

Ecuador a nivel mundial con respecto a consumo de energía eléctrica ocupa el lugar 75 con un consumo de 14,92 (miles de millones kWh), y en comparación

<sup>3</sup> Datos tomados de la página web INDEXMUNDI.



con el consumo total del mundo representa apenas 0,079%. En el Grafico # 2 se representan los países que menor cantidad de consumo tiene, en parte debido a su población y a su nivel de desarrollo.



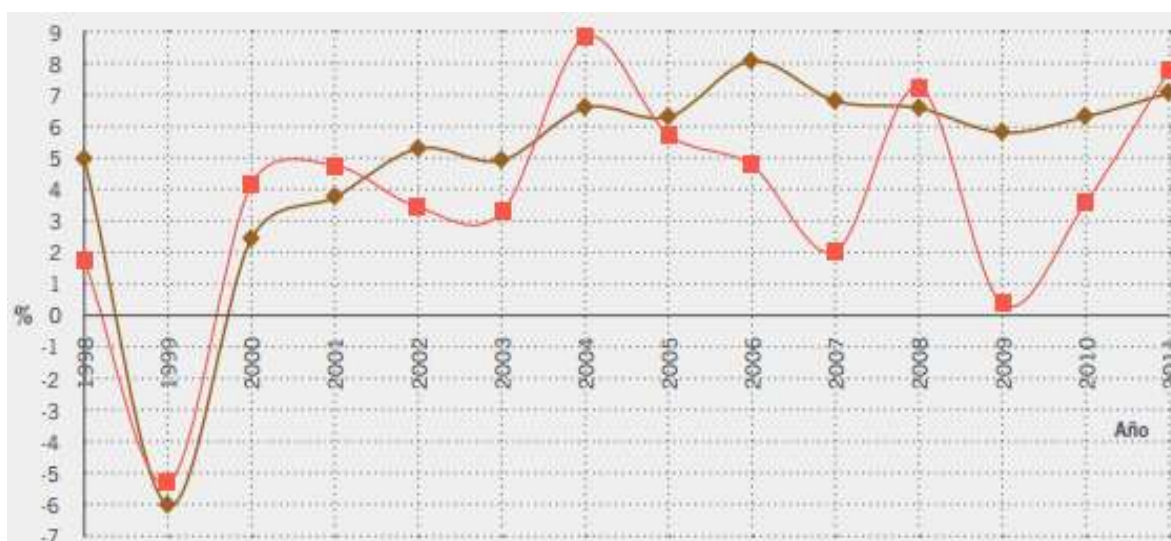
**Gráfico 2:** Electricidad - Consumo (miles de millones kWh) Países con menor consumo

**Fuente:** Indexmundi

**Elaboración:** Los Autores

### 1.1.1 Demanda de Energía Eléctrica en el Ecuador

El grafico 3 muestra la relación entre las series (%) del PIB y la demanda de energía eléctrica en el Ecuador:



**Gráfico 3:** Tasa anual de variación del PIB del Ecuador y de la energía eléctrica

**Fuente:** Plan Maestro de Electrificación 2012-2021

En el Ecuador, en lo que respecta a demanda de energía eléctrica, se ha mantenido en un escenario de crecimiento en los últimos años. La evolución de la demanda eléctrica en el país ha tenido un comportamiento diferente al crecimiento del PIB en la década anterior.

Como se puede ver en el Gráfico # 3, hubo una caída notable, el país estaba atravesando por dificultades tanto financieras como económicas en los años 1999 y 2000, y más recientemente en el 2009 que tuvo efectos sobre la economía nacional debido a razones financieras internacionales (crisis financiera internacional), las cuales incidieron sobre todo en el comportamiento del PIB y de la demanda de energía eléctrica por el intenso estiaje ocurrido desde Octubre 2009 a Marzo 2010 (una situación que desembocó en racionamientos de energía eléctrica desde el 5 de Noviembre de 2009 hasta el 15 de enero del 2010), marcando un cambio en la tendencia de la demanda de energía eléctrica, perturbando la tasa de crecimiento anual, que en ese año registro un 5,8%.

Estos son los periodos que han sido de mayor trascendencia para el país. Con respecto a los periodos restantes, la demanda de energía eléctrica ha mantenido su tendencia y en cuanto al PIB ha crecido a ritmos moderados.





## 1.2 La Energía Eléctrica y su Importancia para la Sociedad

La Constitución de la República del Ecuador en su Art. 314 señala que el Estado será responsable de la provisión de ciertos servicios públicos, entre ellos la energía eléctrica y acorde al Art. 315 el Estado constituirá empresas públicas para la prestación de tales servicios.

### Definición

La Energía eléctrica es causada por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores. La energía eléctrica, al ser parte de uno de los servicios básicos indispensables para el desarrollo social de las personas según lo contemplado en la constitución vigente en el Ecuador, en la Ley del Régimen del Sector Eléctrico Ecuatoriano, en el Art. 1 establece que: *El suministro de energía eléctrica es un servicio de utilidad pública de interés nacional; por tanto, es deber del Estado satisfacer directa o indirectamente las necesidades de energía eléctrica del país, mediante el aprovechamiento óptimo de recursos naturales, de conformidad con el Plan Nacional de Electrificación*

El Art. 2 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico indica que: *El Estado es el titular de la propiedad inalienable e imprescriptible de los recursos naturales que permiten la generación de energía eléctrica, por tanto solo él por intermedio del Consejo Nacional de Electricidad como ente público competente, puede concesionar o delegar a otros sectores de la economía la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía.*

### Importancia

En los últimos tiempos, las necesidades básicas del ser humano no solo se engloban en la alimentación, salud, educación, vivienda o vestido, sino el hombre se vale ante todo de la energía eléctrica que posibilita el funcionamiento y el dinamismo de su entorno físico.

### Energía Eléctrica en el Hogar y La Industria

La energía eléctrica es una de las formas de energía más utilizadas en el diario vivir de las personas, directamente en nuestros hogares para iluminación, funcionamiento de los electrodomésticos, computador, radio y un sinnúmero de



aparatos. También es esencial en las fábricas, para operar máquinas que manufacturan o procesan los productos que la colectividad emplea en su vida cotidiana, al igual en el transporte y en los parques industriales.



**Imagen 1:** Energía Eléctrica en el Hogar

**Fuente:** Instituto de diversificación y ahorro de la energía, IDAE

## Energía Eléctrica en la Comunidad

El recurso eléctrico se manifiesta en la comunidad a través de alumbrado público en plazas, parques, autopistas, túneles, entre otros, con la finalidad de proporcionar visibilidad y sobre todo seguridad a los peatones, el funcionamiento de semáforos en la vía pública permite regular y controlar el flujo vehicular.

### 1.3 Fases de Producción de la Energía Eléctrica

#### 1.3.1 Tipos de Energía

Existen diversas fuentes posibles para la generación de energía eléctrica, entre algunas de ellas tenemos:

**Energía Hidráulica:** es aquella que se extrae del aprovechamiento de la energía cinética<sup>4</sup> y potencial<sup>5</sup> de la corriente de los ríos, saltos de agua, y mares. Este tipo de energía es considerada renovable y "limpia" porque su impacto ambiental suele ser mínimo.

<sup>4</sup> Energía Cinética: es la energía asociada a los cuerpos que se encuentran en movimiento, depende de la masa y de la velocidad del cuerpo. Ej.: el viento al mover las aspas de un molino.

<sup>5</sup> Energía Potencial: es la energía que tiene un cuerpo situado a una determinada altura sobre el suelo. Ej.: el agua embalsada, que se manifiesta al caer y mover la hélice de una turbina.



**Energía Eólica:** se denomina energía eólica, a aquella energía cinética generada por la corriente de aire, a su vez se caracteriza por ser una energía limpia y renovable. En la actualidad es utilizada principalmente para producir energía eléctrica a través de aerogeneradores.

**Energía Solar:** la energía solar se consigue a través de la radiación del sol, la misma se caracteriza por ser renovable. Hay varias maneras de acumular y aprovechar los rayos del sol para generar energía, de esta se derivan dos tipos de energía solar.

**Fotovoltaica:** transforma los rayos del sol en energía a través del uso de paneles solares. **Fototérmica:** aprovecha el calor mediante los colectores solares.<sup>6</sup>

**Energía Térmica:** es aquella energía liberada en forma de calor por lo que también es llamada energía calórica. La energía térmica se obtiene de diferentes formas, a través de la naturaleza, el sol o por la combustión de algún tipo de combustible como es el caso de los derivados del petróleo, gas natural o carbón. A su vez dicha energía es aprovechada para obtener energía eléctrica.

**Biomasa:** es aquella que se obtiene a partir de la fijación de la energía solar en la fotosíntesis y su vez comprende toda la materia orgánica de origen vegetal o animal. Es una fuente renovable, y es amigable con el medio ambiente. Entre las aplicaciones energéticas que puede tener es la generación de energía eléctrica. En el Ecuador, el bagazo de la caña de azúcar es el único tipo de biomasa que se utiliza para generar electricidad<sup>7</sup>.

**Central térmica de Ciclos Combinados:** es una central de generación de energía eléctrica, basada en dos máquinas térmicas, y a su vez con dos ciclos consecutivos: una turbina de gas convencional y una turbina a vapor. Este tipo

---

<sup>6</sup> [energy.com/energía-solar](http://energy.com/energía-solar)

<sup>7</sup> [www.energia.org.ec/bio](http://www.energia.org.ec/bio)



de central se caracteriza, por el uso del calor generado en la combustión de la turbina de gas, que se lleva a un elemento recuperador del calor y se emplea para mover una o varias turbinas de vapor. Tanto las turbinas de gas y vapor, están acopladas a un alternado común que convierte la energía mecánica generada por las turbinas en energía eléctrica<sup>8</sup>.

### 1.3.2 Fases de Producción

Las fases para que la energía eléctrica llegue al consumidor final empiezan en las centrales de generación, en donde se transforma la energía primaria (hidráulica, térmica, solar, eólica) en energía eléctrica, la cual es transportada mediante el Sistema Nacional Interconectado (SIN) operado por Transelectric que garantiza el libre acceso a las redes de transmisión a los agentes del mercado eléctrico mayorista compuesto por generadoras, distribuidores y grandes consumidores.

#### 1.3.2.1 Generación Eléctrica en el Ecuador

En el Ecuador la generación de electricidad se realiza en diferentes tipos de centrales tales como: hidroeléctricas, solares, eólicas, biomasa, fotovoltaicas, etc. En el país, el organismo responsable de la generación y transmisión es la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP), la misma que maneja diferentes unidades de negocio. La tabla No.1 muestra la capacidad instalada de generación en donde se detalla la unidad de negocio, la central, la capacidad instalada en Mega Watts (unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades), y el total de capacidad instalada de acuerdo al tipo de central.

Unidad de Negocio	CENTRAL	Capacidad Instalada (MW)	Tipo	Total (MW)
Hidro Paute	Paute	1100	Hidroeléctrica	1926
	Mazar	160		
Hidroagoyan	Agoyán	156		
	Pucará	73		

<sup>8</sup> [www.gasnaturalfenosa.es](http://www.gasnaturalfenosa.es)

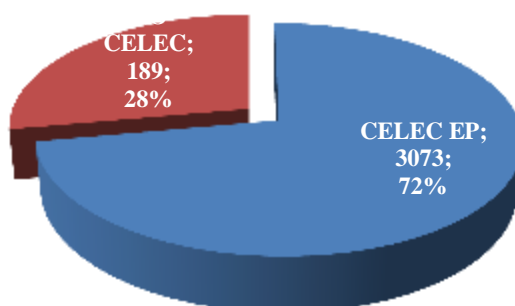


	San Francisco	224		
Hidronación	Marcel Laniado	213		
Termoesmeraldas	Esmeraldas	132	Vapor	411
	Trinitaria	133		
	Gonzalo Zevallos	146		
Electroguayas	Santa Elena	90	Máquina Combustión Interna	90
	Pascuales	96	Gas	451.8
	Pascuales II	132		
	Gonzalo Zevallos TG4	20		
Termogas Machala	Gas Machala	132		
Termopichincha	Miraflores TG1 Manta	22	Máquina de Combustión Interna	193.8
	Santa Rosa	49.8		
	La Propicia	9.2		
	Miraflores:	32		
	Guangopolo	32.2		
	Manta II	20.4		
	Quevedo	100		
<b>TOTAL DE GENERACION INSTALADA (MW)</b>				<b>3072.6</b>

**Tabla 1:** Capacidad instalada de potencia de Generación

**Fuente:** www.celec.com.ec

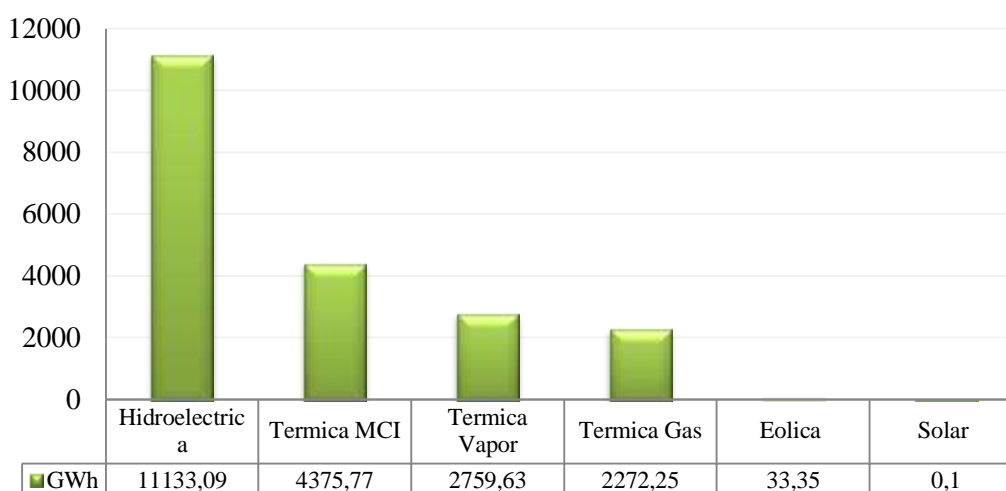
Además de la CELEC EP existen otras generadoras privadas (No CELEC), que constan igualmente de centrales térmicas y centrales hidroeléctricas que aportan al Sistema Nacional Interconectado (SNI), los datos se pueden visualizar en el Grafico # 4 en donde se detalla tanto el valor y el porcentaje de la capacidad instalada en el país hasta el año 2011.



**Gráfico 4:** Capacidad instalada del Sistema Nacional Interconectado SNI (MW)

**Fuente:** www.celec.com.ec

**Elaboración:** Los Autores



**Gráfico 5:** Producción de Energía por tipo de Central (GWh)

**Fuente:** Boletín Estadístico del Sector Eléctrico Ecuatoriano

**Elaborado por:** Los Autores

En el Ecuador las centrales que más energía eléctrica aportan al Sistema Nacional Interconectado (SNI) son las centrales hidroeléctricas, térmicas y en un bajo porcentaje las eólicas y solares denominadas también No convencionales.

### Generación en Central Hidroeléctrica

Debido a los grandes recursos hídricos que posee el Ecuador la mayoría de la generación se la realiza en centrales Hidroeléctricas. El desarrollo de la tecnología permite alcanzar altos niveles de eficiencia en la conversión de la energía hidráulica en energía eléctrica, además actualmente se están construyendo proyectos hidroeléctricos de gran potencia que serán de suma importancia para el desarrollo tanto económico y social del país.



**Imagen 2:** Proceso de generación de energía eléctrica en una central hidroeléctrica

**Fuente:** [www.renovables-energia.com](http://www.renovables-energia.com)

**Funcionamiento:** Una central hidroeléctrica tiene como componentes principales los que se muestran en la Imagen No. 4. El embalse es la cantidad de agua almacenada para su posterior uso como fuerza motor para impulsar el generador eléctrico, el agua es llevada mediante una tubería forzada o tubería de presión en donde toma velocidad para poder girar la turbina la cual está conectada al Generador. El generador es la parte que se encarga de convertir la energía mecánica<sup>9</sup> transferida desde la turbina en energía eléctrica usando principios físicos de magnetismo.

### Generación en Central Termoeléctrica

El costo de generación de las centrales termoeléctricas es mucho mayor que el de las centrales hidroeléctricas debido a que para la producción de energía eléctrica necesita de combustibles fósiles para su funcionamiento, pero además, la contaminación que producen en el medio ambiente es mayor debido a la emisión de gases de invernadero (CO<sub>2</sub>), ya que en tamaño son menores ya que no necesitan de un gran espacio para su emplazamiento. El objeto de las centrales térmicas es aprovechar la energía calorífica de un combustible para transformarla en electricidad.

**Funcionamiento:** Las centrales térmicas requieren de un caldero en donde el calor producido por la combustión de productos inflamables como el

<sup>9</sup> Energía Mecánica: la energía mecánica es la parte de la física que estudia el equilibrio y el movimiento de los cuerpos sometidos a la acción de fuerzas.



diesel, bunker, gas, carbón, biodiesel evaporan el agua, este vapor hace girar una turbina de vapor la misma que se encuentra conectada al generador eléctrico encargado de producir energía eléctrica.

### Generación en Central Eólica

La energía eólica se origina del movimiento de las masas de aire, es decir, el viento. Al igual que la mayoría de las fuentes de energía renovables, proviene del sol, ya que son las diferencias de temperatura entre las distintas zonas geográficas de la tierra las que producen la circulación de aire. Desde el punto de vista de la energía eólica, la característica más importante del viento es su variabilidad, tanto desde el punto de vista geográfico como temporal.<sup>10</sup>



**Imagen 3:** Central Eólica de Villonaco en la provincia de Loja  
**Fuente:** [www.energia.gob.ec/villonaco](http://www.energia.gob.ec/villonaco)

**Funcionamiento:** La energía eólica se origina del movimiento de las masas de aire, es decir, el viento. Una central eólica es un complejo eléctrico cuyo elemento principal es un conjunto de aerogeneradores distribuidos de tal forma que se aprovechen al máximo las corrientes de aire.

### Generación en Central Solar

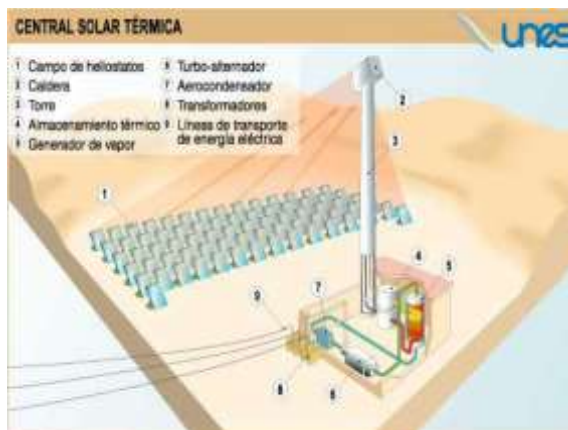
Una central solar es la que mediante determinados procesos aprovecha la radiación solar para la producción de energía eléctrica, existen dos formas de usar esta radiación, la primera consiste en un proceso Fototérmica y el segundo mediante un proceso fotovoltaico.

<sup>10</sup> Hugh Rudnick, Profesor Universidad Católica de Chile, Energía Eólica Capítulo 4



**Funcionamiento Central Fototérmica:** Una Central Fototérmica es una instalación que permite el aprovechamiento de la energía del sol para la producción de electricidad. Tiene un ciclo térmico semejante al de las centrales termoeléctricas: la energía calorífica que se produce en un determinado foco es transformada en energía mecánica mediante una turbina y, posteriormente, en energía eléctrica mediante un alternador.

Una central de este tipo, está formada por un campo de heliostatos o espejos direccionales de grandes dimensiones, que reflejan la luz del sol y concentran los haces reflejados en una caldera situada sobre una torre de gran altura evaporando agua y haciendo que este haga girar la turbina de vapor que está conectada al generador.



**Imagen 4:** Central Solar Fototérmica

**Fuente:** [www.unesa.es/sector-eléctrico](http://www.unesa.es/sector-eléctrico)



**Imagen 5:** Central Solar Fotovoltaica

**Fuente:** [www.unesa.es/sector-electrico/](http://www.unesa.es/sector-electrico/)

**Funcionamiento Central Fotovoltaica:** El elemento básico de una central fotovoltaica es el conjunto de células fotovoltaicas, que captan la energía solar, transformándola en corriente eléctrica continua mediante el efecto fotoeléctrico (proceso por el cual se liberan electrones de un material por la acción de la radiación). Están integradas, primero, en módulos y luego se forman con ellos los paneles fotovoltaicos. La producción de electricidad de los paneles fotovoltaicos depende de las condiciones meteorológicas existentes, fundamentalmente de la radiación solar, la corriente eléctrica continua



producida por los paneles, es transformada en corriente alterna mediante módulos inversores para conectarse al Sistema Nacional Interconectado (SNI).

### 1.3.2.2 Transmisión Eléctrica en el Ecuador

CELEC EP se encarga actualmente de la generación y transmisión de energía eléctrica a nivel nacional. La Corporación Eléctrica del Ecuador, CELEC EP a través de su Unidad de Negocio Transelectric, es responsable de operar el Sistema Nacional de Transmisión, su objetivo fundamental es el transporte de energía eléctrica, garantizando el libre acceso a las redes de transmisión a todas las empresas del sector eléctrico, como generadores y distribuidores.

EL Sistema Nacional de Transmisión está compuesto por subestaciones y líneas de transmisión a lo largo de todo el territorio nacional, dispone de:

- 39 subestaciones a nivel nacional (incluye 2 subestaciones móviles)
- 1.841 km de líneas de transmisión de 230 kV
- 1.718 km de líneas de transmisión de 138 kV
- Capacidad instalada de transformación (MVA) 8.521<sup>11</sup>



**Imagen 6:** Mapa del Sistema Nacional de Transmisión

**Fuente:** [www.transelectric.com.ec/](http://www.transelectric.com.ec/) - Portal Transelectric

<sup>11</sup> [www.transelectric.com.ec/transelectric\\_portal/portal/main.do?sectionCode=78](http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/portal/main.do?sectionCode=78)



### 1.3.2.3 Distribución y Comercialización de la Energía Eléctrica en el Ecuador

Hay 11 empresas eléctricas que se encargan de la distribución y comercialización de energía eléctrica del Ecuador, y éstas son:

- Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.
- Empresa Eléctrica Azogues C.A.
- Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.
- Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.
- Empresa Eléctrica Provincial Galápagos S.A
- Empresa Eléctrica Regional Norte S.A
- Empresa Eléctrica Quito S.A
- Empresa Eléctrica Riobamba S.A
- Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A
- Unidad Eléctrica de Guayaquil. (Decreto Ejecutivo No 1786, 18/07/2009)
- Corporación Nacional de Electricidad CNEL S.A

#### **Conformada por diez regionales:**

Bolívar, El Oro, Esmeraldas, Guayas, Los Ríos, Manabí, Santa Elena, Santo Domingo y Sucumbíos. Las distribuidoras compran la mayor parte de la energía requerida en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM); en menor cantidad a autogeneradoras y a distribuidoras vecinas para atender a pequeñas localidades que estando dentro de su área de concesión, sus redes eléctricas no podían atenderlas.

**Clientes Finales de las Distribuidoras: Clientes Regulados.-** son aquellos cuya facturación se rige a lo dispuesto en el Pliego Tarifario; y **Clientes No Regulados.-** son aquellos cuya facturación por el suministro de energía obedece a un contrato a término, realizado entre la empresa que suministra la energía y la que recibe; estos contratos se los conoce también como de libre pactación.

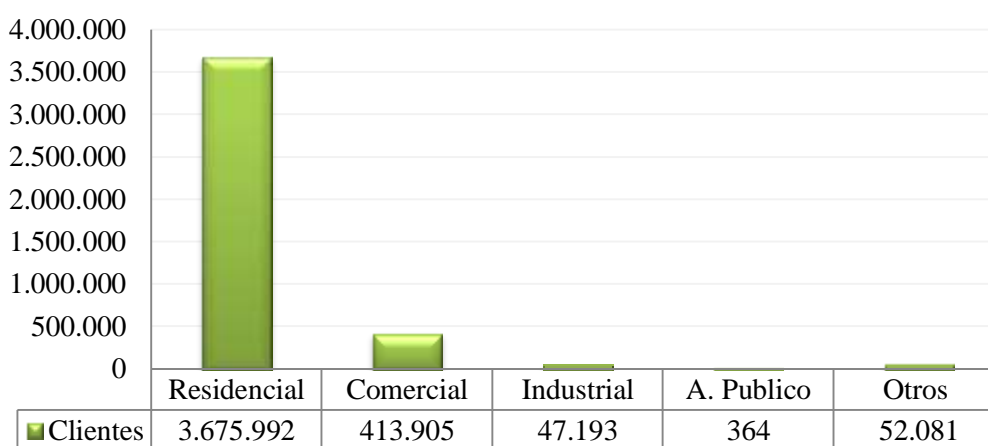
El CONELEC establece las tarifas que las empresas eléctricas aplicarán a sus Clientes Regulados; y, en el caso de los No Regulados estos precios se



establecen mediante un contrato a término. Según la etapa funcional del punto de medición de energía y el tipo de contrato, los clientes deberán pagar servicios que provee el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), los cuales se dividen en: “Servicios de Mercado”, cuyo cálculo, para el Cliente Regulado, lo realiza el CONELEC incluyéndolo en el pliego tarifario; mientras que para el caso de los Clientes No Regulados, el cálculo de estos servicios (o liquidación de servicios) los realiza el CENACE y “Servicios de Transmisión” que son brindados por CELEC-TRANSELECTRIC. Finalmente las Distribuidoras son las que se encargan de transmitir y comercializar la energía eléctrica desde las redes de transporte hasta los puntos del consumo final.

### Tarifas al Consumidor Final

Estarán destinadas a todos los consumidores que no hayan suscrito un contrato a plazo con un generador o un distribuidor. La correcta aplicación de estas tarifas estará a cargo de los Distribuidores en su zona de concesión.



**Gráfico 6:** Composición de los clientes finales por Sector de Consumo

**Fuente:** Boletín Estadístico del Sector Eléctrico Ecuatoriano

**Elaboración:** Los Autores

#### Categoría Residencial

Se refiere al servicio eléctrico destinado exclusivamente al uso doméstico de los consumidores, es decir, en la residencia de la unidad familiar independientemente del tamaño del cargo conectado. También se incluyen a



los consumidores de escasos recursos económicos y bajos consumos que tienen integrada su vivienda una pequeña actividad comercial o artesanal.<sup>12</sup>

## CAPÍTULO II

### EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CON ÉNFASIS EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

#### 2.1 Estructura del Sector Eléctrico

De acuerdo a la ley de Régimen del Sector Eléctrico, promulgada en el Registro Oficial número 43 del 10 de octubre de 1996 y sus reformas, la estructura institucional del sector eléctrico ecuatoriano es:

- El Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC)
- El Centro Nacional de Control de la Energía (CENACE)
- Las empresas eléctricas concesionarias de generación.
- La empresa eléctrica concesionaria de transmisión.
- Las empresas eléctricas concesionarias de distribución y comercialización.

El sector eléctrico ecuatoriano reformó su estructura a raíz de la nueva Constitución de 2008. Fue el Mandato N° 15 del 23 de julio de 2008, emitido por la Asamblea Constituyente, el que revirtió la tendencia privatizadora y resolvió recuperar para el Estado la iniciativa planificadora del sector eléctrico. Como consecuencia la estructura quedó de la siguiente forma:

- Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER).
- Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).
- Centro Nacional de Control de la Energía (CENACE).
- Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC).
- Corporación Nacional de Electricidad (CNEL).

A continuación se detalla las funciones de las entidades públicas integrantes de la estructura del sector eléctrico ecuatoriano.

---

<sup>12</sup> [www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec) - Pliegos Tarifario 2012



## **2.1.1 Organismos públicos principales del sector eléctrico ecuatoriano**

### **2.1.1.1 Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER)**

El Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, tiene por misión la formulación de la política nacional del sector eléctrico y la gestión de proyectos alcanzables a través de los siguientes objetivos: planificar y modificar la matriz energética, incrementar la cobertura eléctrica, fortalecer y transformar las instituciones estatales de energía, promover el uso eficiente y racional de la energía, fomentar la integración energética regional<sup>13</sup>. El ministerio a través de sus subsecretarías monitorea todas las instancias dentro de la estructura del sector eléctrico analizado en el punto anterior.

### **2.1.1.2 Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC)**

El CONELEC es el ente regulador y controlador del sistema eléctrico nacional, a través del cual el Estado delega las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica a empresas concesionarias. Sus principales funciones son regular el sector eléctrico y velar por el cumplimiento de las disposiciones legales, reglamentarias y demás normas técnicas de electrificación del país de acuerdo con la política energética nacional; elaborar el Plan Maestro de Electrificación; y aprobar las tarifas para las tareas de transmisión y distribución, entre otras.

Además, realiza y actualiza el inventario de los recursos energéticos del país con fines de producción eléctrica, otorga los permisos y licencias necesarios para la instalación de nuevas unidades de generación de energía y autoriza las concesiones en materia de generación, transmisión y distribución<sup>14</sup>.

### **2.1.1.3 Centro Nacional de Control de la Energía (CENACE)**

El Centro Nacional de Control de Energía inició sus actividades en febrero de 1999 como una corporación sin ánimo de lucro, cuyos miembros incluyen a todas las empresas de generación, transmisión, distribución y a los

<sup>13</sup> <http://www.energia.gob.ec/>

<sup>14</sup> [www.cenace.org.ec](http://www.cenace.org.ec)



consumidores. Sus funciones se relacionan con la coordinación de las operaciones del Sistema Nacional Interconectado (SNI) y la administración de las transacciones técnicas y financieras del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), conforme a la normativa promulgada para el Sector Eléctrico. Consecuentemente, es responsable del abastecimiento de energía al mercado y de facilitar a las empresas generadoras el acceso al sistema de transmisión.

El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) abarca la totalidad de las transacciones de potencia y energía eléctrica que se celebren entre generadores; entre generadores y distribuidores; entre distribuidores y Grandes Consumidores; y entre generadores y Grandes Consumidores. Además incluye las transacciones de exportación e importación de energía y potencia. Todas ellas se rigen por la LRSE, el Reglamento para el funcionamiento del Mercado Eléctrico Mayorista y otras regulaciones complementarias<sup>15</sup>.

#### **2.1.1.4 Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC)**

La Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC) es la compañía estatal encargada de generar y de abastecer de energía eléctrica al país bajo el control del CONELEC. Fue creada como Sociedad Anónima el 13 de enero de 2009, cuando el Gobierno propuso la estatización y unificación de varias empresas privatizadas que pertenecían al sector, cinco que operaban en el campo de generación (Hidropaute, Hidroagoyán, Hidronación, Electroguayas, Termopichincha y Termoesmeraldas) y la encargada de la transmisión de electricidad, Transelectric.

El 14 de enero de 2010, de acuerdo al Decreto Presidencial N<sup>o</sup> 220, sustentado en el artículo 315 de la Constitución de la República, se crea la Empresa Pública Estratégica, Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP. El objetivo de la fusión fue la optimización de los recursos de las empresas, cada una de las cuales conforma una unidad autónoma de negocio, con independencia

---

<sup>15</sup> [www.cenace.org.ec](http://www.cenace.org.ec)



técnica, administrativa y financiera y que responde a los objetivos de la CELEC<sup>16</sup>.

#### **2.1.1.5 Corporación Nacional de Electricidad (CNEL)**

La Corporación Nacional de Electricidad se constituyó en diciembre de 2008, se unificó a través de la fusión de diez empresas distribuidoras: El Oro, Guayas – Los Ríos, Esmeraldas, Los Ríos, Manabí, Milagro, Santa Elena, Santo Domingo, Sucumbíos y Bolívar, las cuales de acuerdo con la estructura se constituyen en Gerencias Regionales.

#### **2.1.2 Plan Maestro de Electrificación 2009 – 2020**

El Plan Maestro de Electrificación establece las directrices para el desarrollo del sector, por lo que identifica las acciones y los proyectos que deben emprenderse durante la siguiente década. El PME es de obligado cumplimiento y se orienta a solucionar los problemas relacionados con el abastecimiento de la demanda mediante la participación activa del Estado, sobre todo en la expansión de la generación pero sin descuidar otras áreas como la transmisión y, de manera particular, la distribución. Además, incide en otras necesidades del país, como son el empleo de energías renovables, la protección ambiental y alcanzar la eficiencia energética y la completa electrificación rural.

Por disposición de la ley, este Plan tiene el carácter de referencial para el sector privado, permitiendo a ese sector el desarrollo de proyectos alternativos; y, la real posibilidad de constituirse en el principal gestor de este proceso de cambio y desarrollo en el campo eléctrico<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> [www.cenace.org.ec](http://www.cenace.org.ec)

<sup>17</sup> [www.cenace.org.ec](http://www.cenace.org.ec)





### 2.1.3 Mercado eléctrico mayorista

#### 2.1.3.1 Funcionamiento del mercado eléctrico mayorista (MEM)

El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) está constituido por los generadores, distribuidores y grandes consumidores incorporados al Sistema Nacional Interconectado.

El mercado eléctrico mayorista abarca la totalidad de las transacciones de suministro eléctrico que se celebren entre generadores; entre generadores y distribuidores; y, entre generadores y grandes consumidores. Igualmente se incluyen las transacciones de exportación o importación de energía y potencia. Es decir, el sistema está concebido de tal manera que los generadores presentan para cada hora del día propuestas de disponibilidad de generación y de precios a los cuales prestan el servicio.

#### 2.1.3.2 Agentes que participan en el MEM

El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) estará constituido por las personas jurídicas dedicadas a las actividades de generación, al servicio público de distribución o transmisión, los grandes consumidores, así como quienes realicen actividades de importación y exportación de energía y que cuenten con una concesión, permiso, licencia, o registro, otorgado por el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).

## 2.2 Categorías de consumidores y tarifas

Las tarifas que se establecen para el cobro del uso de insumo de energía, según la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, el CONELEC tiene la facultad de “Aprobar los pliegos tarifarios para los servicios regulados de transmisión y los consumidores finales de distribución...”<sup>18</sup>

### 2.2.1 Categorías

La clasificación de las categorías que hacen parte del sector eléctrico es de plena competencia del CONELEC, y tenemos las siguientes:

<sup>18</sup> Ley de Régimen del Sector Eléctrico Ecuatoriano. Capítulo Vi, Artículo 13. Funciones y Facultades.



### 2.2.1.1 Categoría Residencial

Hace referencia al servicio eléctrico cuyo destino es exclusivamente al uso doméstico de los consumidores, en el domicilio de la unidad familiar independientemente del tamaño de carga que se haya conectado.

De igual manera, hacen parte de la categoría residencial, los consumidores de escasos recursos económicos y aquellos que en su vivienda tengan integrado una pequeña actividad comercial o artesanal cuyo consumo sea bajo.

### 2.2.1.2 Categoría General

En la categoría general se encuentran los consumidores del servicio eléctrico cuyas actividades son diferentes a las realizadas por los de la categoría residencial, como lo son el comercio, la industria y la prestación de servicios públicos y privados.

Dentro de la categoría residencial se consideran los siguientes:

#### **Locales y establecimientos comerciales públicos o privados**

Tiendas, almacenes, salas de cine o teatro, restaurantes, hoteles y afines, plantas de radio, televisión y servicio de telecomunicaciones, entre otros.

**Locales públicos o privados destinados a la elaboración o transformación de productos por medio de cualquier procesa industrial y sus oficinas administrativas.**

- Instalaciones de bombeo de agua: para agua potable, uso agrícola y piscícola, para comunidades campesinas con escasos recursos y sin fines de lucro
- Entidades de asistencia social: *hospitales, centros de salud, asilos y similares del Estado*
- Entidades de beneficio público: *guarderías, escuelas, universidades e instituciones similares del Estado*
- Entidades oficiales: *entidades del sector público*
- Escenarios deportivos
- Culto religioso



- Servicio comunitario

### 2.2.2 Grupos Nivel de Tensión

Los grupos por nivel de tensión se clasifican en 3 grupos:

- 1) Grupo nivel de alta tensión.- Para aquellos consumidores cuyo voltaje de suministro en el punto de entrega sea superior a 40 kW.
- 2) Grupo nivel de media tensión.- Hace referencia a los consumidores cuyo voltaje de suministro en el punto de entrega este entre 600V y 40 kW.
- 3) Grupo nivel de baja tensión.- Para aquellos consumidores cuyo voltaje de suministro en el punto de entrega sea inferior a 600 V.

### 2.2.3 Tarifas

La responsabilidad de la creación de las tarifas que se presenten para el sector eléctrico, es de plena competencia del CONELEC, según la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, Art. 13, donde se pone de manifiesto que una de las funciones del CONELEC es *“Aprobar los pliegos tarifarios para los servicios regulados de transmisión y los consumidores finales de distribución.....”*.

#### 2.2.3.1 Tarifa Residencial

Es aplicable a los sujetos que pertenecen a la categoría residencial, para el caso de que el consumidor residencial sea atendido a través de un transformador de su propiedad y cuando el registro de lectura sea de baja tensión. El consumidor deberá realizar su pago por:

- a) Recargo por pérdidas de transformación equivalente a un 2% en el monto total de energía consumida
- b) Un cargo por comercialización en USD/consumidor, independiente del consumo de energía
- c) Cargos crecientes por energía en USD/kWh, esto en función de la energía consumida



### **2.2.3.2 Tarifa Residencial Temporal**

Aplicada a aquellos consumidores residenciales que no tienen su residencia permanente en el área de servicio y que utilizan la energía eléctrica en forma específica para uso doméstico. En donde el consumidor deberá pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor, independiente del consumo de energía
- b) Un cargo único por energía en USD/kWh, esto en función de la energía consumida

### **2.2.3.3 Tarifa General de Baja Tensión**

Se aplica a los consumidores que sean atendidos a través de un transformador de su propiedad y el registro de su lectura sea de Baja Tensión, en donde la empresa considerará un recargo por pérdidas de transformación equivalente a un 2% en el total de la energía consumida.

### **2.2.3.4 Tarifa de Media Tensión**

Estas tarifas serán aplicadas a los consumidores cuyas actividades comprenden el comercio, la industria y la prestación de servicios públicos y privados; así como a los consumidores con voltaje de suministro en el punto de entrega entre 600V y 40 kW.

### **2.2.3.5 Tarifa de Alta Tensión**

Las tarifas de alta tensión comprenden a los consumidores cuyas actividades vislumbran el comercio, la industria y la prestación de servicios públicos y privados; y para aquellos consumidores cuyo voltaje de suministro en el punto de entrega es superior a 40kV.

## **2.2.4 Aplicación de Tarifas**

Como se indicó anteriormente, la elaboración del pliego tarifario es de competencia del CONELEC, es así que mediante Resolución N.º 043/11 de junio del 2011, el Directorio del Consejo Nacional de Electricidad, establece la



legislación aplicable mediante las tarifas para cada categoría dentro del mercado eléctrico y resuelve:

*Mantener los valores de los cargos tarifarios del sector residencial aprobados con Resolución No. 013/11 para los consumos de hasta los 500 kWh-mes en todas las empresas distribuidoras en el periodo de junio a noviembre; y, para los consumos de hasta los 500 kWh-mes en las empresas distribuidoras de la Región Sierra y de hasta los 700 kWh-mes en las empresas distribuidoras de la Región Costa/Oriente/Insular para el período diciembre a mayo, los mismos que se aplicarán en la facturación de todos los consumidores de la Categoría Residencial.*

RANGO DE CONSUMO (KWH)	CARGOS TARIFARIOS (¢USD/kWh)					
	PERÍODO JUNIO-NOVIEMBRE (*)				PERÍODO DICIEMBRE-MAYO (*)	
	E.E. QUITO	ELECTRICA DE GUAYAQUIL	SIERRA	COSTA	ELECTRICA DE GUAYAQUIL	COSTA
0-50	6,8	6,8	8,1		6,8	8,1
51-100	7,1	7,1	8,3		7,1	8,3
101-150	7,3	7,3	8,5		7,3	8,5
151-200	8	8	8,7		8	8,7
201-250	8,7	8,6	8,9		8,6	8,9
251-300	8,9	9,3	9,1		9,3	9,1
301-350	8,9	9,3	9,3		9,3	9,3
351-500	8,9	9,3	9,5		9,3	9,5
501-700					9,3	9,5

(\*) Aplica para las empresas distribuidoras de la Región Sierra en el período diciembre-mayo.

**Tabla 2: Cargos Tarifarios**  
**Fuente y Elaboración:** Resolución 043/11 - CONELEC

*Aprobar la revisión de los cargos tarifarios vigentes, para la Categoría Residencial, a partir de los consumos de 501 kWh-mes y 701 kWh-mes, de acuerdo a lo señalado en el numeral anterior. El esquema es el siguiente:*

CARGOS TARIFARIOS (¢USD/kWh)	
PERÍODO JUNIO-NOVIEMBRE (*)	PERÍODO DICIEMBRE-MAYO (*)



RANGO DE CONSUMO (KWH)	E.E. QUITO	ELECTRICA DE GUAYAQUIL	SIERRA	COSTA	ELECTRICA DE GUAYAQUIL	COSTA
501-700		11,85				
701-1000				13,5		
1001-1500				16,09		
1501-2500				26,52		
2501-3500				42,6		
Su > 3500				67,12		

(\*) Aplica para las empresas distribuidoras de la Región Sierra en el período diciembre-mayo.

**Tabla 3: Cargos Tarifarios**  
**Fuente y Elaboración:** Resolución 043/11 - CONELEC

*La aplicación de estos cargos tarifarios es complementaria a los valores establecidos en el cuadro anterior de esta Resolución; por tanto, se aplicará al excedente de consumo superior a los 500 kWh-mes y 700 kWh-mes, por rangos de consumo, según corresponda.*

### 2.3 Análisis histórico de la demanda de energía eléctrica del sector residencial en el área de estudio en el periodo 2002-2012

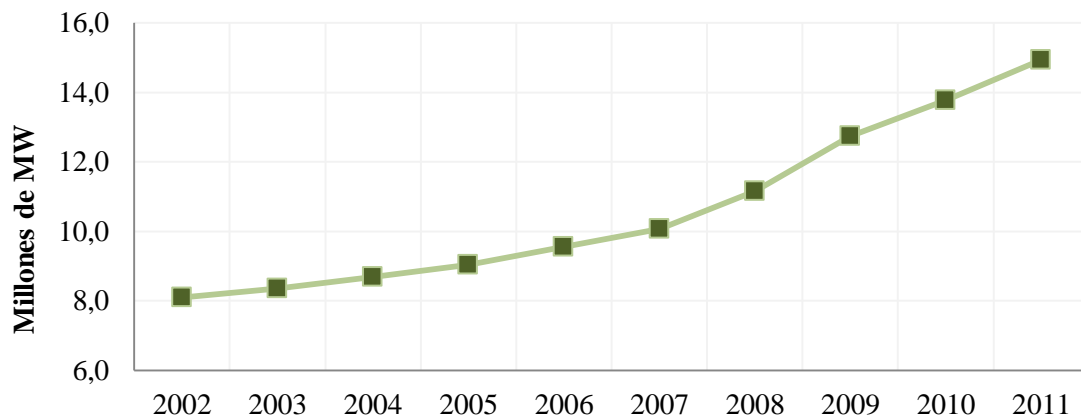
El inicio de la generación de energía eléctrica en el Ecuador, data a finales del siglo XIX en la ciudad de Loja, en donde se formó la primera empresa denominada “Luz y Fuerza”, la misma que adquirió dos turbinas de 12 kW cada una y fueron instaladas a orillas del río Malacatos, lo cual permitió que en la noche del 1 de Abril de 1899, la ciudad se iluminara por primera vez; consecuentemente dispusieron de alumbrado público las ciudades de Quito y Cuenca en los años 1911 y 1914 respectivamente.

Con el propósito de aprovechar al máximo los recursos hidroeléctricos con los que dispone el país y lograr la integración eléctrica nacional mediante la construcción de un sistema eléctrico nacional interconectado, se crea el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INELEC) en el año de 1961; adjudicándole la responsabilidad de elaborar un Plan Nacional de Electrificación que satisfaga las necesidades de energía eléctrica y todo lo inherente al sector eléctrico; cumpliendo con sus funciones de planificación, construcción, operación, regulación, aprobación de tarifas eléctricas hasta 31 de Marzo de 1999.



A partir del año del año 1970, cuando el Ecuador inicia sus actividades petroleras, los ingresos que resultaban de la explotación de crudo en el país, hicieron posible la construcción de proyectos hidroeléctricos más importantes y el Sistema Nacional de transmisión. Los racionamientos energéticos que se presentaron en el país, marcaron el camino para que en el año de 1996, el Congreso Nacional aprobara la Ley de Régimen el Sector Eléctrico (LRSE), logrando así derogar la Ley Básica de Electrificación, la cual estuvo vigente desde el año de 1973.

A lo largo del período de análisis el consumo de energía eléctrica a nivel nacional mantiene un comportamiento tendencial creciente, que obedece a variables básicamente del crecimiento poblacional, crecimiento de actividades económicas productivas, usos de equipos, entre otras, gráficamente la serie se presenta a continuación:



**Gráfico 7:** Demanda de energía eléctrica Nacional en MW

**Fuente:** Boletines Estadísticos CONELEC

**Elaboración:** Los Autores

## 2.4 La Ley del Régimen del Sector Eléctrico Ecuatoriano

Ante la necesidad de reformular la participación del Estado dentro del sector energético, y con el objetivo de proporcionar al país un servicio eléctrico de calidad que impulse el desarrollo económico y social, nace el 10 de Octubre de 1996 la Ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE), sustituyendo así la Ley Básica de Electrificación.



*“La presente Ley regula las actividades de generación de energía eléctrica que se origine en la explotación de cualquier tipo de fuente de energía<sup>19</sup>, cuando la producción de energía eléctrica es colocada en forma total o parcial en el Sistema Nacional Interconectado (SNI), o en un sistema de distribución y los servicios públicos de transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, así como también su importación y exportación<sup>20</sup>”.*

La Ley de Régimen del Sector Eléctrico, fue creada con el fin de que con la intervención del Estado se realice una correcta administración del suministro de la energía, por lo que la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, en el Artículo 1, pone de manifiesto que: *“El suministro de energía eléctrica es un servicio de utilidad pública de interés nacional; por tanto, es deber del Estado satisfacer directa o indirectamente las necesidades de energía eléctrica del país, mediante el aprovechamiento óptimo de recursos naturales, de conformidad con el Plan Nacional de Electrificación. Tales actividades y servicios podrán ser delegados al sector privado de conformidad con lo previsto en esta Ley<sup>21</sup>”.*

#### **2.4.1 Objetivos de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico Ecuatoriano**

Los objetivos fundamentales que se fijan en la ley son:

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

---

<sup>19</sup> Reforma del primer inciso del Art. 4, mediante Ley 2000-1 (Ley para la Promoción de la Inversión y la Participación Ciudadana) publicada en el Suplemento del Registro Oficial No.144 de 18 de agosto de 2000.

<sup>20</sup> Ley de Régimen del Sector Eléctrico, Artículo 4, Octubre de 1996.

<sup>21</sup> Reforma del segundo inciso del Art.4, Ley Reformatoria N°58 publicada en el suplemento del Registro Oficial N°261 del 19 de febrero de 1998.





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

## 2.5 Empresa Eléctrica Regional Centro sur C.A.

Acorde al tema de estudio, es pertinente detallar la información de la empresa eléctrica distribuidora que cubre el área de concesión a estudiar. La Empresa Eléctrica Regional Centrosur C.A, tiene su inicio el 27 de Julio de 1979, donde empieza su vida jurídica con el nombre que le antecede. Anteriormente a la constitución de la CENTROSUR, operaba la Empresa Eléctrica Miraflores S.A, la misma que fue inscrita en el registro mercantil el 11 de Septiembre de 1950, cuyos accionistas mayoritarios fueron la Municipalidad de Cuenca y el Banco Nacional de Fomento.

Luego de la creación del Instituto nacional de Electrificación (INECEL), organismo creado por el gobierno en 1971 a quien se le atribuyeron responsabilidades estatales con respecto a planes eléctricos en el país; en el año de 1973 el INECEL ingresa como accionista mayoritario a la empresa Miraflores, institución que con el pasar de los años cambió el nombre a Empresa Eléctrica Cuenca, con el que se mantiene hasta 1979, año en el que



se transforma en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. para abastecer de energía a las provincias del Azuay, Cañar y Morona Santiago.

Durante la primera etapa de vida institucional de la CENTROSUR, la empresa tuvo bajo su responsabilidad las actividades de Generación y Distribución y se desarrolló acatando las disposiciones de la Ley Básica de Electrificación. En el año de 1996, luego de que entra en vigencia el nuevo marco jurídico del sector, se dispone la segmentación de las empresas del sector en Generación, Transmisión y Distribución-Comercialización.

Con las nuevas disposiciones que se produjeron para el sector eléctrico, se produjeron cambios en la organización y el objeto social de la CENTROSUR, por lo que la empresa debía separarse en dos compañías, naciendo así la Empresa Electro Generadora del Austro S.A., mientras que la CENTROSUR cambió su objeto social a la distribución y comercialización, siendo la primera empresa del sector que hasta el momento ha cumplido satisfactoriamente con el proceso de división<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> <http://www.centrosur.com.ec/>



### 2.5.1 Área de Concesión



**Gráfico 8:** Área de Concesión de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur  
**Fuente y Elaboración:** Empresa Eléctrica Regional Centro Sur S.A.

El área de concesión de la Empresa Eléctrica Centro Sur S.A., es 28.962 km<sup>2</sup>, es decir un 11,30% del total de la superficie del territorio Ecuatoriano, correspondientes a las provincias de Azuay, Morona Santiago y Cañar.

### 2.5.2 Clientes de la CENTROSUR

La cobertura del servicio de electricidad en el área de concesión de la CENTROSUR se presenta en la siguiente tabla, en la que se considera las diferentes categorías de clientes referidos anteriormente:

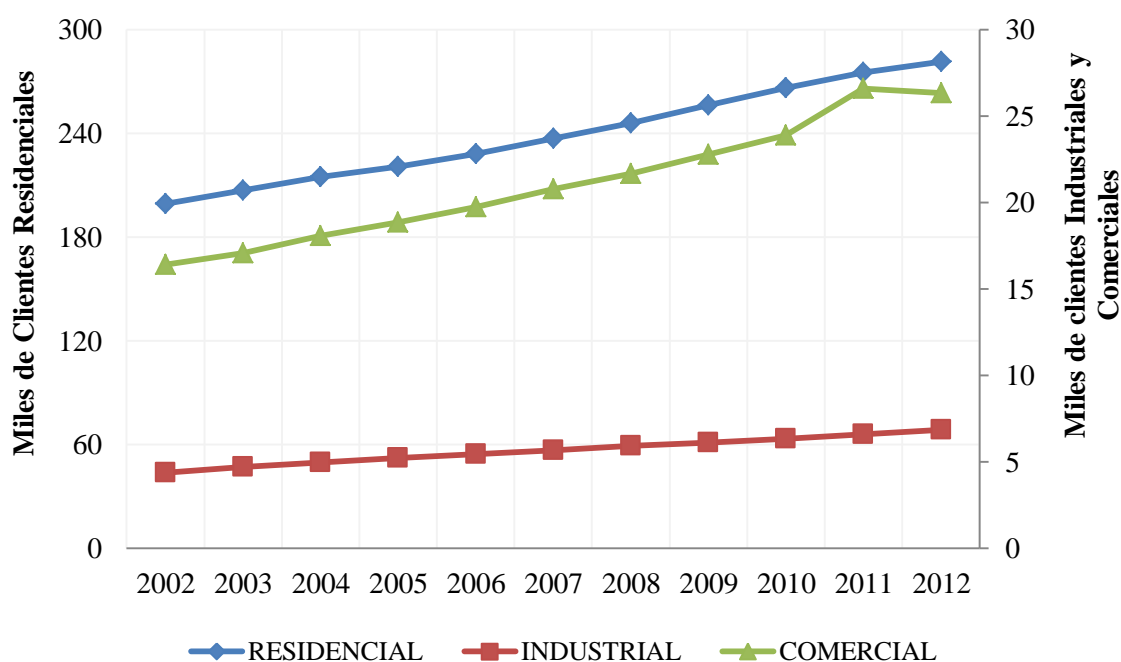
Año	Residencial	Comercial	Industrial	Otros	Total	Var. Anual
2002	199.438	16.419	4.392	2.751	223.000	3,88%
2003	206.937	17.068	4.724	2.822	231.551	3,83%
2004	214.727	18.077	4.979	2.911	240.694	3,95%
2005	220.602	18.838	5.232	2.956	247.628	2,88%
2006	228.178	19.744	5.452	3.070	256.444	3,56%



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	281.376	26.330	6.853	4.199	318.759	1,97%

**Tabla 4:** Clientes de la CENTROSUR  
**Fuente:** Empresa Eléctrica Regional Centro Sur S.A.  
**Elaboración:** Los autores

La cobertura del servicio de energía eléctrica refleja un comportamiento creciente a lo largo de los años en estudio; como se refleja en cada una de las categorías la tendencia de la información es creciente, este comportamiento en parte puede obedecer a la obligatoriedad de cobertura de servicios básicos, ya que este constituye un derecho amparado constitucionalmente, lo que genera con mayor rapidez la incorporación de nuevos clientes al servicio, esta característica es relevante de la categoría de usuarios que se está analizando en el estudio, la residencial, por la caracterización propia del consumo del servicio.



**Gráfico 9:** Clientes por Categoría 2002 - 2012  
**Fuente:** Empresa Eléctrica Regional Centro Sur S.A.  
**Elaboración:** Los autores



En la figura anterior se refleja el comportamiento tendencial de los clientes de la CENTROSUR dentro de su área de concesión, las fluctuaciones de la categoría residencial (eje derecho) reflejan una concentración mayoritaria del mercado con el 88% del total de los clientes registrados acorde al último año de estudio, por su parte las categorías residencial y comercial (eje izquierdo) reflejan un comportamiento de crecimiento menor con pequeñas oscilaciones.

Acorde a los datos del censo de población y vivienda 2010 la cobertura del servicio eléctrico en las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago representan el 99,5%, 97,8%, 98,3% respectivamente considerando únicamente la conexión a red de empresa eléctrica de servicio público, ya que si se consideran otros mecanismos alternativos como panel solar, planta de luz, otros el porcentaje es mayor.

En la siguiente tabla se resume la cobertura del servicio eléctrico mediante la red propiamente de la empresa o ya sea por mecanismos alternativos:

Procedencia de luz eléctrica	Azuay		Cañar		Morona Santiago	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Red de empresa eléctrica de servicio público	99.132	99,53%	22.700	97,82%	12.297	98,31%
Panel Solar	1	0,00%	6	0,03%	1	0,01%
Generador de luz (Planta eléctrica)	51	0,05%	17	0,07%	22	0,18%
Otro	19	0,02%	84	0,36%	10	0,08%
No tiene	401	0,40%	398	1,72%	179	1,43%
<b>Total</b>	<b>99.604</b>	<b>100%</b>	<b>23.205</b>	<b>100%</b>	<b>12.509</b>	<b>100%</b>

**Tabla 5:** Procedencia del servicio de luz eléctrica

**Fuente:** INEC – Censo de Población y Vivienda 2010 –

**Elaboración:** Los autores

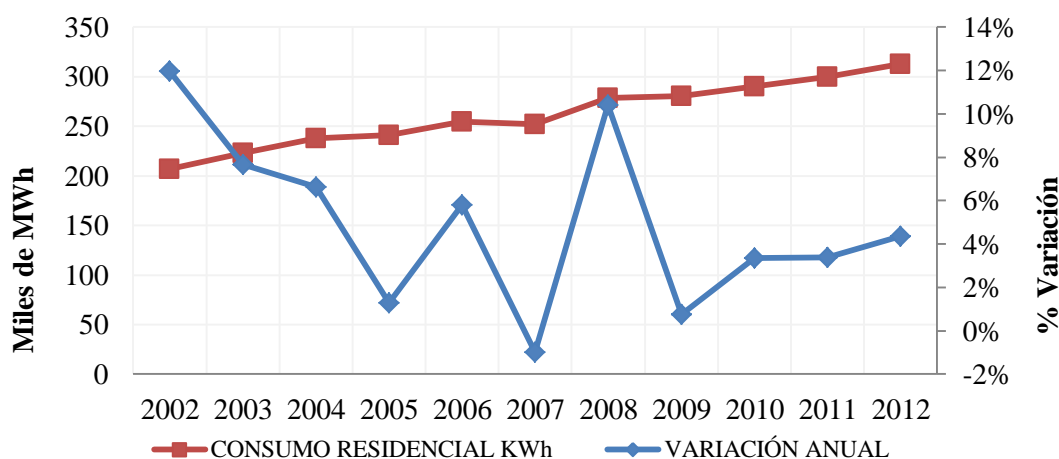
Como se observa en la tabla anterior la cobertura del servicio considerando el área de concesión de la empresa en estudio en la provincia del Azuay es casi absoluta, en las provincias de Cañar y Morona Santiago la cobertura es



mayoritaria. Un aspecto relevante en la Provincia de Morona Santiago es la instalación en fechas posteriores al censo de proyectos de cobertura del servicio mediante sistemas fotovoltaicos<sup>23</sup>.

### 2.5.3 Consumo de Energía Eléctrica Residencial en el período de estudio

Acorde a las finalidades del estudio el enfoque de análisis del consumo y comportamiento del mismo se tornará en la categoría residencial. Acorde a los datos históricos obtenidos de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. se puede reflejar la siguiente tabla de consumo de energía eléctrica en MWh anuales:



**Gráfico 10:** Consumo de energía eléctrica categoría residencial 2002 – 2012 – Variación anual

**Fuente:** Empresa Eléctrica Regional Centro Sur S.A.

**Elaboración:** Los autores

Las variaciones en el consumo de energía eléctrica del sector residencial reflejan variaciones generalmente positivas pero no crecientes, en los años 2005 y 2007 se presentan comportamientos de notoria contracción, con variaciones que llaman la atención en los niveles de consumo de energía eléctrica. En el año subsiguiente la variación es ampliamente positiva para de igual manera contraerse notablemente en el año 2009 debido a la crisis

<sup>23</sup> Energía mediante Sistemas Fotovoltaicos.- es una forma de obtención de electricidad por medio de paneles solares o módulos que al recibir la radiación solar se estimulan y generan saltos electrónicos generando diferencias de potencias en sus extremos.



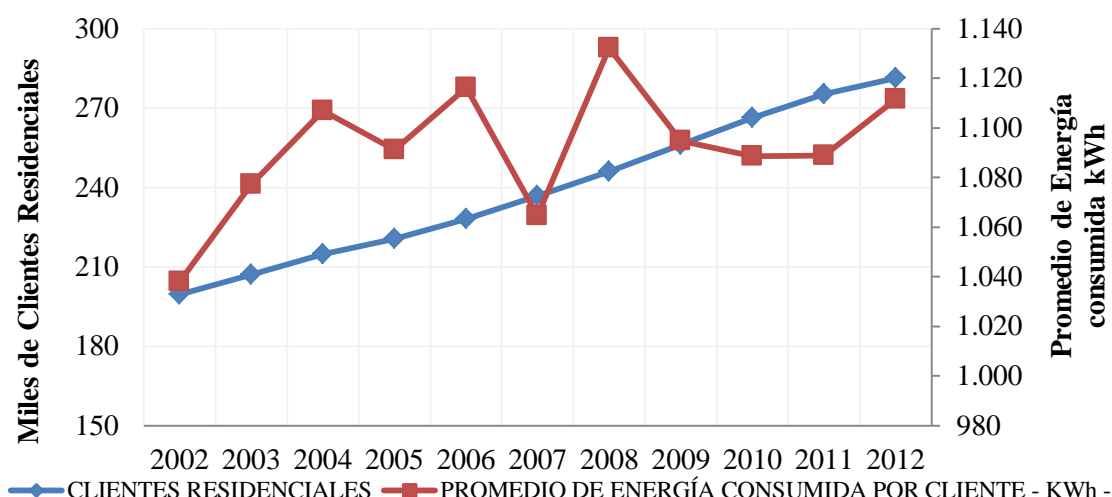
energética que se experimenta en ese año, cuya explicación será ampliada en el acápite siguiente.

Luego de estas particularidades más relevantes en el consumo de energía eléctrica, este refleja hasta la actualidad una tasa de variación creciente positiva, lo que se podrá analizar más a detalle posteriormente, ya que se puede identificar si las variaciones se explican por el consumo promedio de los clientes individualmente, por la capacidad de oferta energética, por la cultura de uso del servicio, por el empleo o fomento de mecanismos que contrasten los niveles de consumo, entre otras estrategias y posibles escenarios que se pueden presentar dentro del contexto del servicio, sobre todo por su connotación política-social.

Desde una perspectiva generalizada acorde a la información del sector eléctrico nacional, el comportamiento de las variaciones decrecientes (positivas) y de la variación negativa en el año 2007 responden básicamente a la oferta de energía eléctrica nacional, ya que la alta dependencia y el reducido desarrollo y ampliación de mecanismos de generación de energía comprometido en ciertas ocasiones el abastecimiento del servicio, generando limitaciones, suspensiones y/o restricciones en el consumo. En particular es necesario identificar los factores que explican el comportamiento de los años 2007 y 2009 en los que se presentan una alta contracción del consumo y hasta una variación negativa.

#### **2.5.4 Consumo promedio anual de energía por cliente residencial**

El consumo promedio anual de energía eléctrica por parte de los clientes que pertenecen a la categoría residencial, reflejan un comportamiento tal y como se refleja en la siguiente tabla:



**Gráfico 11:** Consumo promedio de energía en la categoría residencial 2002 – 2012

**Fuente:** Empresa Eléctrica Regional Centro Sur S.A.

**Elaboración:** Los autores

El consumo promedio de energía eléctrica refleja una variabilidad creciente aunque con un comportamiento inestable y de alta contracción, con fluctuaciones en parte correspondientes a lo anotado en el apartado anterior y en la variación de consumo de energía eléctrica en los años referidos.

El número de clientes residenciales del servicio refleja un marcado y definido comportamiento creciente a lo largo de los años de estudio, lo que nos permite a priori reflejar que el consumo promedio del servicio en épocas de contracción obedece a otros factores independientes del número de clientes, elementos que ya fueron considerados anteriormente.

La figura reflejada anteriormente presenta el comportamiento creciente del número de clientes residenciales y la fluctuación del consumo promedio de los mismos que se enmarca en los escenarios descritos en el apartado anterior en el que se identificaron elementos que conllevan a ciertas variabilidades notorias como es el caso de los años 2005 y 2007. En esta ocasión, en el año 2009 la contracción es el principio de un decrecimiento del consumo promedio que se recupera a partir del año 2011 en el cual la infraestructura y desarrollo de inversiones en el sector energético proyecta el fomento y solidificación del





sistema nacional de generación hidroeléctrica que permita el abastecimiento y garantice la cobertura del servicio.

## 2.6 Crisis Energéticas – Contracción del consumo

El comportamiento y patrón de consumo del sector residencial tiene vinculación con las crisis energéticas por las que se atraviesa en ciertos períodos a nivel nacional, según el gráfico de las variaciones de consumo y bajo la característica de un crecimiento tendencial de la curva de demanda de electricidad.

Las fluctuaciones contractivas más notorias que se exteriorizan en la serie se presentan en los años 2007 y 2009, períodos en los que las irregularidades o contracciones de consumo prevalecen en el escenario energético; como argumentación para esta situación se puede citar que en el Ecuador la situación de incertidumbre en lo referente a la disponibilidad de energía eléctrica había sido un aspecto altamente ligado a las condiciones climáticas aleatoriamente posibles de presentarse, esta característica corrobora el retraso al que se ha visto sujeto el país en este sector por la reducida o hasta nula modernización e implementación de sistemas de generación eléctrica, esto sumado al progresivo incremento de la demanda de energía eléctrica hace el escenario más complejo.

Una característica particular de las crisis energéticas de los dos años referidos es por la falta de lluvias o sequía excesiva e imprevista que reduce los niveles mínimos de cuotas necesarias para la generación hidroeléctrica, generando racionamientos y contracciones en la oferta del servicio que obligan a la búsqueda de otras alternativas de garantizar el suministro de servicio, pero que generalmente incurren en mayores costos.

Dentro de las alternativas de abastecimiento por la carencia interna de cobertura del servicio, el país en los años 2007 y 2009 toma medidas alternativas para el abastecimiento del servicio mediante:

- La importación de electricidad (generalmente Perú y Colombia)



- Compra de un gran número de galones de diesel para las generadoras termoeléctricas (que implican incurrir en altos costos de generación).

La situación del actual Sistema Nacional Interconectado (SIN) reflejaba el resultado de una continua acumulación desequilibrada entre la oferta y demanda energética en la que la brecha llevaba a tomar medidas alternativas que representaban grandes desventajas para el país sobre todo desde la perspectiva económica.

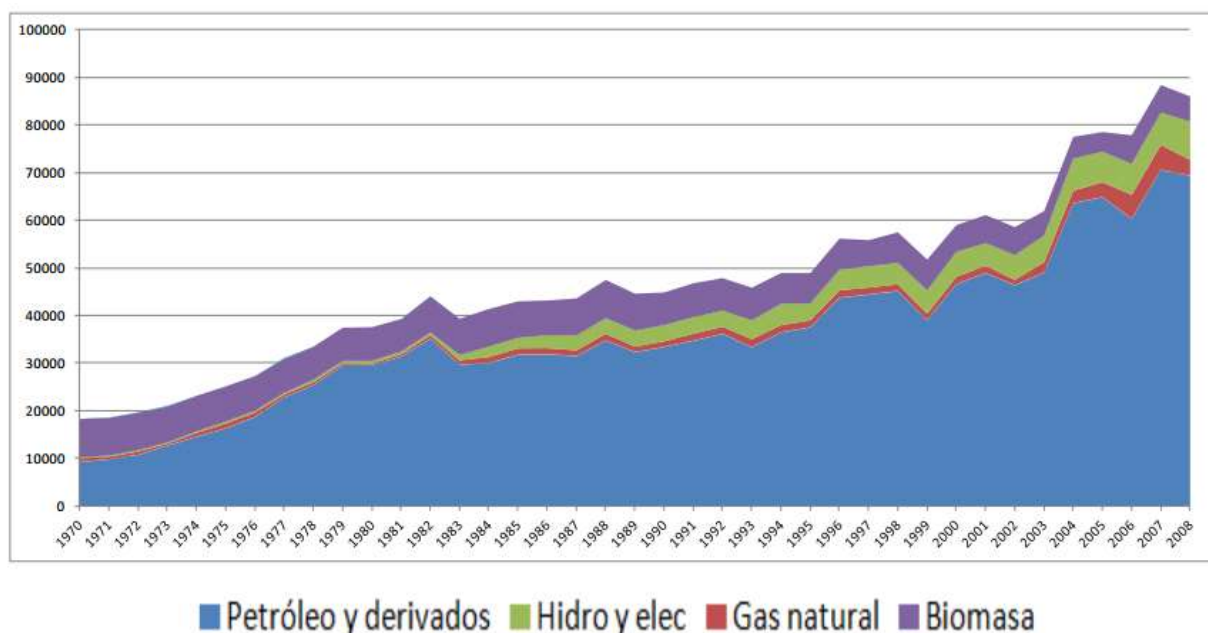
#### - **Años 2007-2008**

El escenario energético nacional en el año 2007 se encontraba sujeto a varias limitaciones y dependencias externas para la cobertura. La demanda de energía crecía de forma ineficiente, ya que no mantenía una compensación por parte de la oferta. La demanda de energía primaria total de Ecuador creció de 43 a 86 Mbep<sup>24</sup> entre 1985 y 2008, significando un crecimiento anual de 2,9%, la tasa más fuerte de todos los países andinos Bolivia (26%), Colombia (1,7%), Perú (1,7%), y Venezuela (1,5%). Inclusive, el crecimiento de consumo de energía del país había sido más fuerte que el de las dos mayores economías de Sudamérica: Argentina (2,4%) y Brasil (2,7%) (OLADE, 2011).

Las fuentes dominantes de generación en este período fue el petróleo y derivados (81%) e hidroelectricidad (9%), siendo la generación de petróleo y derivados la más importante según se refleja en el gráfico:

---

<sup>24</sup> Las cifras corresponden a millones de barriles equivalentes de petróleo que significan la cantidad total de energía consumida en el país durante un año y medida en una unidad común



**Imagen 7:** Demanda de energía primaria total de Ecuador por fuente  
**Fuente:** CEDA (Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental)

El gráfico muestra una alta dependencia del petróleo y derivados, escenario que se veía mayormente afectado en épocas características como el año 2007 de sequías y falta de lluvias para operar el limitado factor de hidroelectricidad<sup>25</sup>.

El escenario deficitario de oferta energética empeora cuando se considera el uso y consumo ineficiente por parte de sectores de consumidores, tornándose en un escenario en el que los altos subsidios de generación eléctrica, los costos económicos y ambientales por la ausencia de planificación prospectiva orillan al fortalecimiento de inversiones en la generación hidroeléctrica y la planificación para la optimización de fuentes alternativas de generación que representen menores costos y sean amigable con el ambiente. Como medida para contrarrestar la problemática energética a partir del año 2007 se propone cambiar la matriz energética para alcanzar un auto sustento del sector energético.

Por otra parte, la recuperación que se refleja en el año 2008 obedece a la finalización del proyecto Hidroeléctrico San Francisco que para ese entonces

<sup>25</sup> Matriz y política energética en Ecuador realidades y propuesta estatal, Castro Miguel investigador del CEDA, Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental)



representaba el 12% de la energía generada en el país con una potencia instalada de 230 MW, que aproximadamente en un año generaría 1440 gigavatios. El proyecto reducía la importación de energía básicamente desde Colombia, representando para el Ecuador un ahorro de alrededor de 150 millones de dólares anuales, además con el propósito de ir eliminando las termoeléctricas que entre otros factores positivos beneficiaría al costo de producción aumentando la competitividad del sector energético.

#### - **Año 2009**

La variación reflejada en el 2009 desencadenó en el racionamiento del consumo y en el fomento de campañas agresivas para el uso de alternativas que permitan el ahorro de energía, todas estas consideradas como medidas para contrarrestar la crisis energética en la que se encontraba el país. El escenario en el que se desenvolvía la crisis era un escenario correspondiente a las condiciones climáticas por las que se atravesaba en ese momento. Esto debido en gran parte a la falta de previsión, el incumplimiento de obras planificadas, y el mayor consumo energético que acorde a información había pasado de 4.800 gigavatios hora facturados en el año 90 a 12.200 en el 2008, triplicándose el consumo.

Con relación a la demanda, la oferta de 6 mil gigavatios disponibles en el año 90 había pasado a 15 mil en el 2008, es decir un crecimiento de un poco más de la mitad, que sin embargo no se corresponde con la demanda, lo cual conllevaba a las limitaciones y racionamiento de la energía eléctrica<sup>26</sup>.

La situación del año 2009 se enmarca en la sequía y bajo aporte de Colombia, lo que afecta la situación nacional derivando en apagones y declaratorias de emergencia. Se debe tener en cuenta que la demanda en esa época del Ecuador era de aproximadamente 2800 MWh, de los cuales se alcanzaban a cubrir alrededor del 75% básicamente con la participación de las plantas térmicas que por su parte requerían de una cuota adicional de hasta 15

<sup>26</sup> Resultado de las Acciones Ejecutas Durante la Crisis Energética 2009, Mera Michael, Flores Sergio, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, ESPOL.



millones de galones de combustible importado al mes. Adicionalmente Perú mantenía una participación en el abastecimiento de energía con 1200 MWh diarios. Finalmente, es relevante anotar que a pesar de que los consumos en MWh tienen un comportamiento creciente (Gráfico 8), al incorporarse anualmente más clientes, el consumo medio es el indicador que más refleja esta contracción o limitación.

### **CAPÍTULO III**

#### **DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

##### **3.1 Demanda de energía eléctrica del sector residencial**

La demanda de energía eléctrica es una demanda derivada ya que radica en el funcionamiento de aparatos y equipos que para su operación requieren del servicio, y que consecuentemente genera utilidad para los individuos por el empleo en procesos o actividades cotidianas.

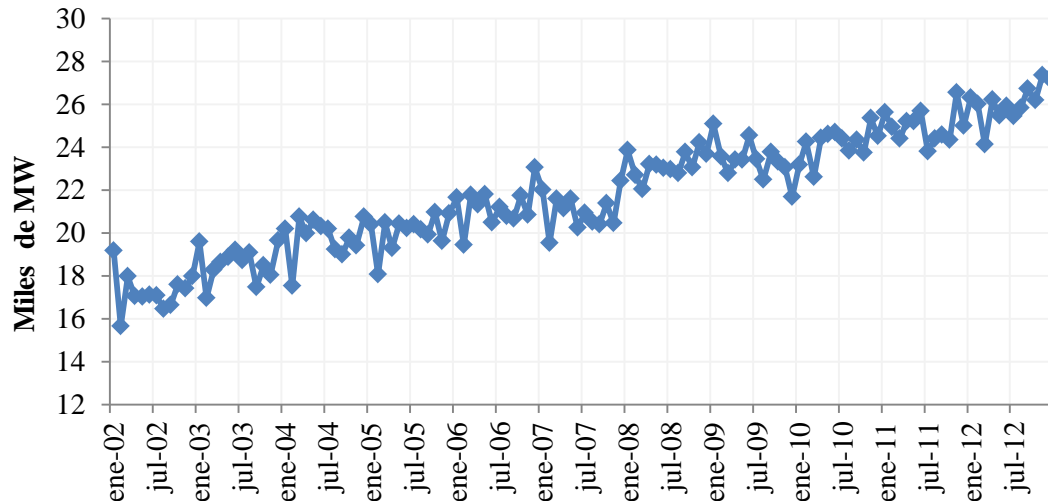
La demanda del servicio parte del criterio y definición teórica de la demanda que representa la cantidad de bienes y/o servicios que los agentes económicos requieren para satisfacer sus necesidades, los mismos que están en capacidad de adquirir a un precio y en un momento determinado. En base a este concepto para el caso específico de estudio de la demanda de energía eléctrica del sector residencial del área de cobertura de la CENTROSUR se considera la cantidad de energía que la población residencial requiere para cubrir sus necesidades, lo cual se ve reflejado en la cantidad de energía consumida en kilovatios hora con la periodicidad definida para el estudio que es mensual.

Acorde a lo anteriormente mencionado, el consumo de energía eléctrica mensual en kWh será la variable dependiente para la estimación del modelo. El consumo individualizado de los clientes del sector residencial de energía eléctrica se ha obtenido de la información disponible en la CENTROSUR.

La serie de la energía eléctrica consumida en kWh refleja una tendencia generalmente creciente, con una particularidad considerable en el primer



trimestre del año 2007, aspecto que fue identificado dentro de las crisis energéticas referidas en el capítulo II, las fluctuaciones de los posteriores trimestres reflejan un comportamiento normal con oscilaciones menores. El gráfico de la serie de datos de la energía eléctrica consumida que registra la CENTROSUR se detalla a continuación:



**Gráfico 12:** Energía Eléctrica Consumida Sector Residencial CENTROSUR 2002 – 2012

**Fuente:** Empresa Eléctrica Regional Centro Sur S.A.

**Elaboración:** Los autores

Finalmente, para la estimación del modelo se han identificado variables independientes que expliquen el comportamiento de la demanda de energía eléctrica y mantengan una correlación con la relación causa – efecto del comportamiento de la misma, así como sean consistentes teóricamente.

### 3.2 Identificación de variables explicativas de la demanda de energía eléctrica

Las variables acorde a estudios empíricos referenciales de la demanda de energía eléctrica del sector residencial, reflejan como explicativas e idóneas teóricamente por su argumentación y relación económica a las siguientes:

#### 3.2.1 Tarifa

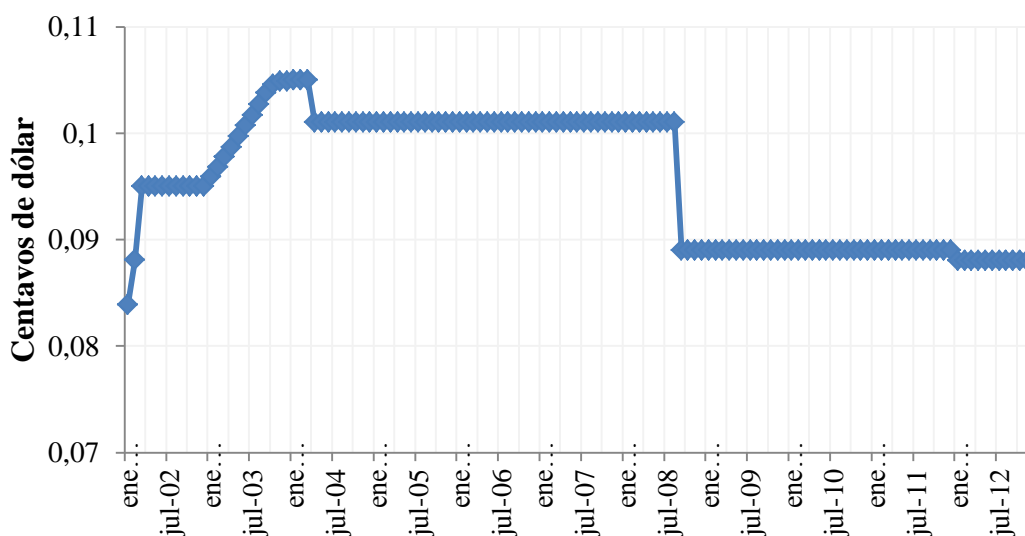
La tarifa para el caso específicamente de estudio es el precio que pagan los clientes por consumo de energía eléctrica, dicho precio referencial acorde a la



legislación nacional es establecido por las instituciones competentes, en este punto es importante anotar que el sector eléctrico forma parte de un sector estratégico nacional por lo que su regulación es directamente monitoreada por instituciones públicas que entregan concesiones y estructuran una cadena comercial para la cobertura del servicio.

La tarifa, al representar el precio del servicio, mantiene una relación explicativa con respecto a la demanda de energía. Es una variable fundamental y económicamente representativa en la determinación de la demanda de bienes y servicios. Sin embargo por las características identificadas del servicio eléctrico y las necesidades de la población de este servicio, la correlación de esta variable con la demanda evidencia comportamientos con variaciones no muy notorias, básicamente explicado por el requerimiento y necesidad de este servicio para el desarrollo de actividades domésticas, y porque necesariamente se presentaría un consumo socialmente justificado.

Las tarifas mantienen al igual que los clientes del servicio eléctrico una segmentación según el uso y sector de cobertura, siendo el residencial el que mantiene la tarifa menor por la consideración y categorización de servicio básico catalogado en la Constitución.



**Gráfico 13:** Tarifa de Energía Eléctrica Sector Residencial 2002 – 2012

**Fuente:** Boletines Estadísticos CONELEC



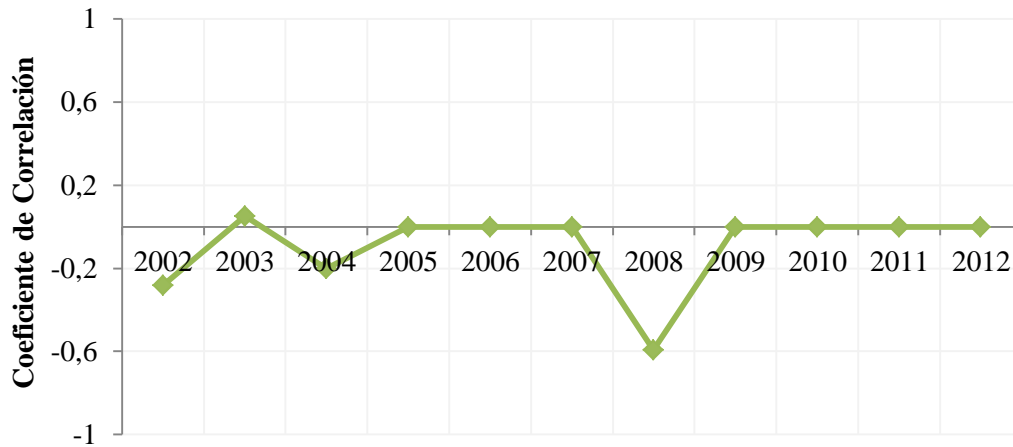
### **Elaboración:** Los autores

Las tarifas de energía eléctrica para el sector residencial constan segmentadas acorde a rangos de consumo, las mismas que a lo largo de los años de estudio no reflejan mayor fluctuación, entre el año 2002 - 2003 se refleja la alza de precios más alta del servicio y posteriormente las tarifas comienzan a decrecer con un descenso significativo a finales del 2008 explicado por la eliminación de tarifas que había a nivel nacional que estaba determinado por la ubicación de residencia de los usuarios y por la determinación de los costos individualmente de las empresas eléctricas distribuidoras en el que se incluía el rubro de inversiones para mejoras del servicio de las empresas, debiendo ser ese costo asumido por el estado. Por lo que en el 2008 la Asamblea mediante mandato establece una tarifa única por kilovatio hora del servicio.

La serie de tarifas para el modelo se considera de los boletines estadísticos del CONELEC, obteniendo un promedio de los diferentes rangos de consumo, con la finalidad de incorporar los valores extremos y considerar a todos los clientes que se pueden encontrar en los límites de las tarifas.

La correlación de la demanda de energía con la tarifa de energía eléctrica, que para el caso del servicio representa el precio que pagan los consumidores por cada kWh, refleja una correlación negativa de -0,63 en toda la serie, por lo tanto hay una relación inversa entre el precio y el consumo de energía eléctrica, de que, dados cambios en el precio la curva de demanda se contrae, criterio que se ve reflejado en la correlación anual de la tarifa con la demanda de energía eléctrica en el siguiente gráfico:



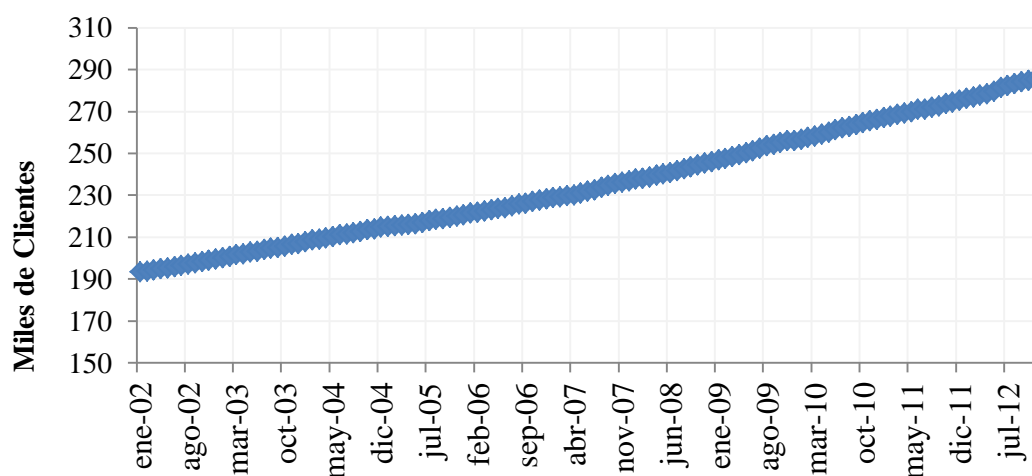


**Gráfico 14:** Coeficiente de Correlación anual, Demanda – Tarifa 2002 – 2012  
**Elaboración:** Los autores

### 3.2.2 Número de Clientes

El número de clientes está representado por el registro o base de datos disponible en la CENTROSUR de los clientes residenciales del servicio, aquellos que disponen de un sistema de micro medición y que constan en la base consolidada de la empresa. Manteniendo el criterio de las tarifas existe la base de clientes acorde a la categorización según el consumo y uso del servicio.

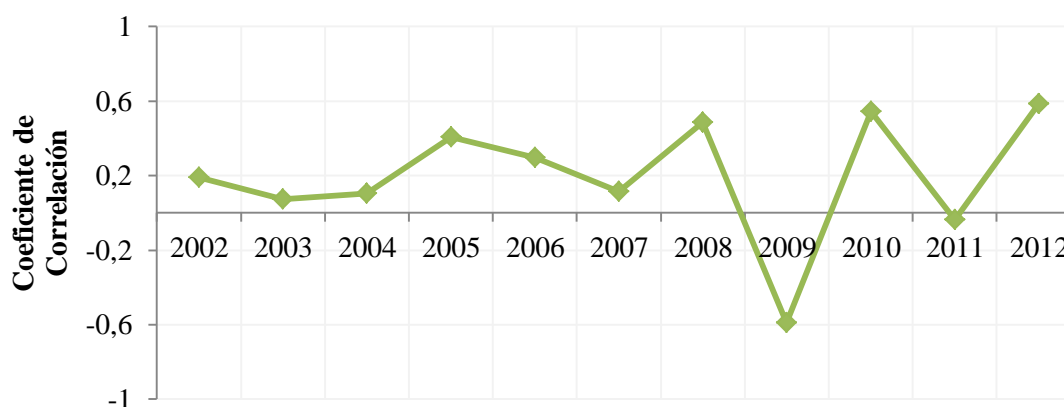
El número de clientes demandantes del servicio, de igual manera representa una variable económicamente explicativa, ya que la demanda dentro de sus principales determinantes contiene al número de clientes que requieren del servicio para satisfacer sus necesidades, y si se considera el crecimiento paulatino poblacional y habitacional del área de cobertura de la CENTROSUR se puede establecer a priori una relación directa con la demanda del servicio por los requerimientos como una necesidad básica.



**Gráfico 15:** Número de Clientes Sector Residencial CENTROSUR 2002 – 2012  
**Fuente:** Empresa Eléctrica Regional Centro Sur  
**Elaboración:** Los autores

En los gráficos de la serie del número de clientes residenciales se observa el comportamiento tendencial creciente del número de clientes registrados dentro de la categoría residencial, esto obedece al crecimiento poblacional y de espacios habitacionales. Por otra parte la correlación que refleja el número de clientes con respecto a la demanda de energía eléctrica es alta y positiva (Cercana a 1, lo que indica una alta y positiva correlación) traduciéndose en una variable altamente correlacionada, el 0.94 se deduce como una fuerte relación lineal positiva.

Por otra parte las correlaciones trimestrales de la serie de demanda con el número de clientes se presentan en el siguiente gráfico:





**Gráfico 16:** Coeficiente de Correlación anual, Demanda –Número de clientes  
2002 – 2012

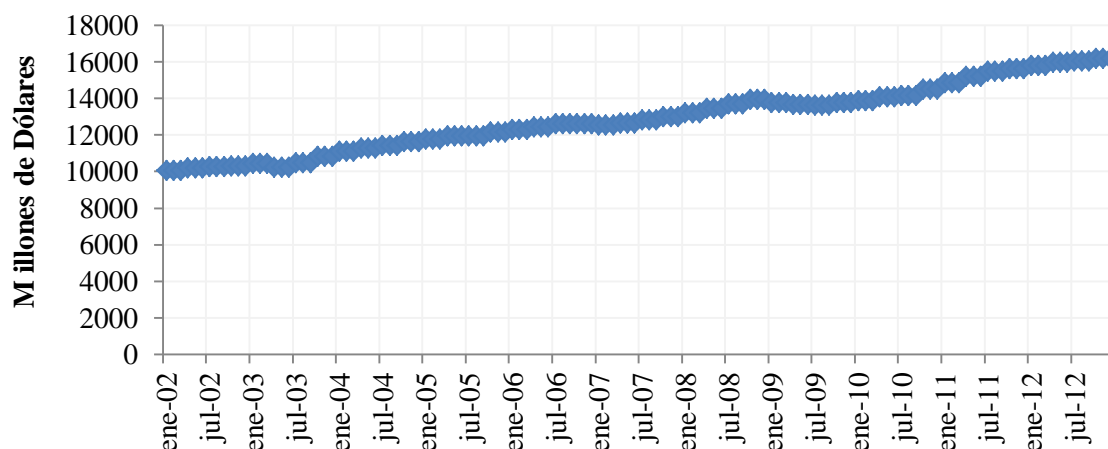
**Elaboración:** Los autores

Las correlaciones de la serie reflejan la relación de la serie de clientes con respecto a la demanda del servicio de energía eléctrica y reflejan un comportamiento mayoritariamente en el primero, segundo y cuarto trimestre de cada año positivo, en el tercer trimestre tiende a mantener una relación negativa por el crecimiento menor del número de clientes registrados dentro de la categoría residencial en la CENTROSUR.

### 3.2.3 PIB

El PIB es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos en la economía en un período determinado de tiempo, es un indicador que ayuda a medir el crecimiento o decrecimiento de la producción de bienes y servicios de la actividad interna del país.

Para el caso específico de estudio el PIB representa un indicador referente al crecimiento de la economía, se considera como una medida macroeconómica que expresa la dinámica interna de los agentes económicos de una economía, su interacción y confluye en la sumatoria de la producción nacional que puede verse vinculado con la cantidad de energía que la población consume.



**Gráfico 17:** Producto Interno Bruto 2002 – 2012

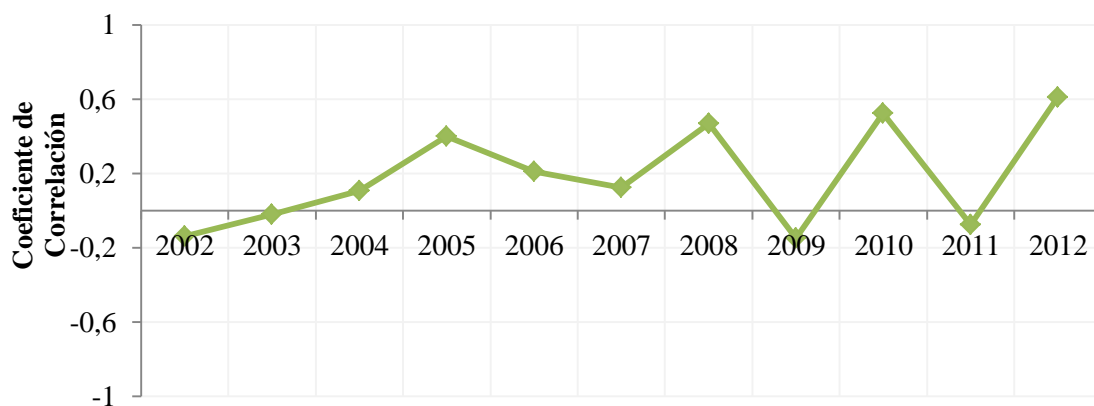
**Fuente:** Banco Central del Ecuador

**Elaboración:** Los autores



Los datos históricos del PIB reflejan una tendencia creciente, en el año 2008 alcanza un crecimiento notorio que obedece a que el precio del petróleo alcanza a \$ 147 en julio debido a la fuerte demanda de mercados externos. Luego de la escalada del precio a finales del mismo año y en el 2009 se refleja una variación negativa notoria en el año por la contracción de precios del petróleo, que afecto a la balanza comercial (Exportaciones petroleras) y que genero efectos multiplicadores en la economía nacional, afectando a los niveles de empleo, productividad, entre otros. Desde otra perspectiva el coeficiente de correlación de 0.95 de las series de demanda y PIB permiten deducir que existe una fuerte relación lineal positiva.

Las correlaciones anuales de la demanda de energía y el PIB reflejan de igual manera una relación mayoritariamente positiva tal y como se refleja a continuación:

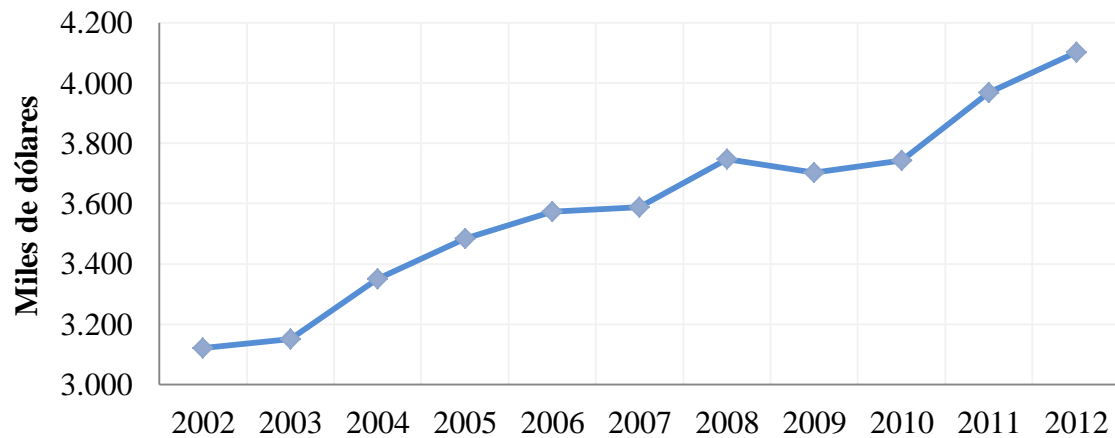


**Gráfico 18:** Coeficiente de Correlación anual, Demanda –PIB 2002 – 2012

**Elaboración:** Los autores

Bajo el mismo criterio se considera la tasa de variación del PIB como un dato referencial explicativo de la demanda de energía eléctrica.

Por otra parte, a más del PIB se considera otra variable como explicativa de la demanda de energía eléctrica al PIB per cápita, la serie de ésta variable se presenta en el siguiente gráfico:



**Gráfico 19:** Producto Interno Bruto Per – cápita 2002 – 2012

**Fuente:** Banco Central del Ecuador

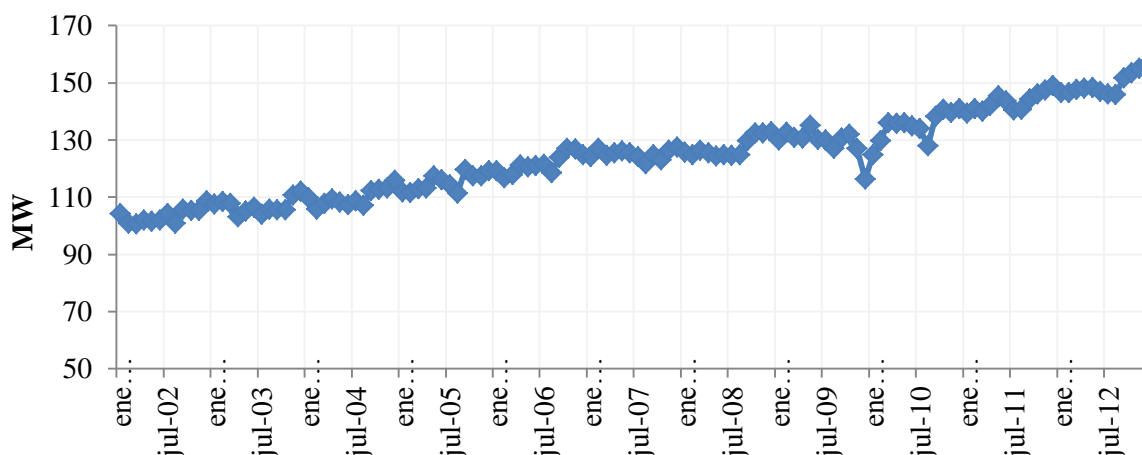
**Elaboración:** Los autores

El coeficiente de correlación de toda la serie, 0.89, permite deducir de igual manera una fuerte relación lineal positiva entre la demanda de energía eléctrica del sector residencial con el PIB Per-cápita.

### 3.3.4 Reservas Hídricas (Embalse)

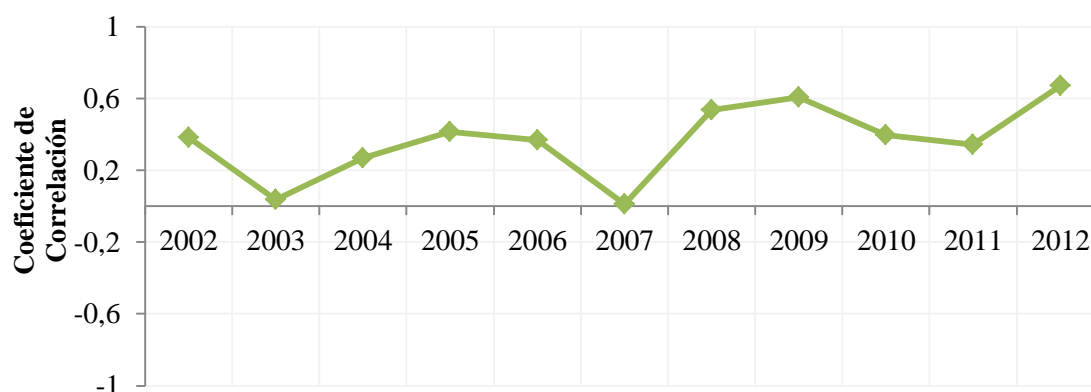
Es el volumen de agua almacenado en el embalse de la que puede disponer la central hidroeléctrica para la producción de electricidad. En el caso particular de estudio hace referencia al total de reservas hídricas que alimentan a la generación eléctrica nacional que confluye en el SNI (Sistema Nacional Interconectado), es decir la capacidad de oferta de energía eléctrica.

Lamentablemente no se pudo obtener la información de esta variable por lo tanto se considera como variable proxy la demanda de potencia que la CENTROSUR coloca en el mercado dentro de su área de concesión.



**Gráfico 20:** Demanda de Potencia 2002 - 2012  
**Fuente:** Empresa Eléctrica Regional Centro Sur  
**Elaboración:** Los autores

El coeficiente de correlación entre la demanda de energía eléctrica y la demanda de potencia de la CENTROSUR reflejan una incidencia positiva entre las dos, con un coeficiente de correlación de toda la serie de 0.94. Las correlaciones anuales se presentan en el siguiente gráfico:



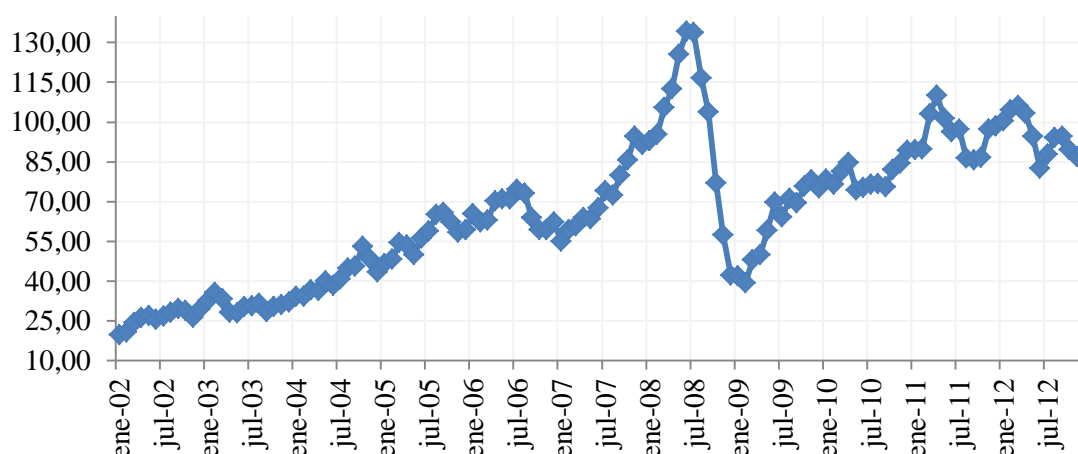
**Gráfico 21:** Coeficiente de Correlación anual, Demanda de energía eléctrica – Demanda de potencia de la CENTROSUR 2002 – 2012  
**Elaboración:** Los autores

### 3.3.5 Precio del petróleo

La variable precios de petróleo recoge la serie de datos históricos referenciales del precio del producto en el mercado de forma mensual (información obtenida de la plataforma Reuters).

Esta variable es relevante en la estimación de la demanda dado que por el lado de la oferta, la generación y los precios de la energía eléctrica en Ecuador, y alrededor del mundo, dependen de los precios de los insumos, en este caso los combustibles necesarios para generar la energía eléctrica en sus diferentes formas.

Lo que cabría señalar es que el Ecuador es un país productor de petróleo y que por ese lado los precios deberían ser menores, sin embargo, habrá que tomar en cuenta si los derivados usados para la generación eléctrica tienen precios preferenciales.



**Gráfico 22:** Precios del Petróleo 2002 – 2012

**Fuente:** Banco Central del Ecuador

**Elaboración:** Los autores

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, los precios del petróleo correspondientes al año 2008 tuvieron una variabilidad significativa, tanto así que del precio alcanzado de 147 dólares en el mes de julio, debido a la fuerte demanda de los mercados emergentes como es el caso de China, justificando dicha demanda en un rápido crecimiento económico representado por el incremento de inversión en la industria pesada y la demanda creciente de vehículos.

Sin embargo para el mes de diciembre en el mismo año el precio del petróleo tuvo una baja representativa hasta llegar al precio por debajo de los 40 dólares, situación que se explica por el efecto contrario de una reducción en la

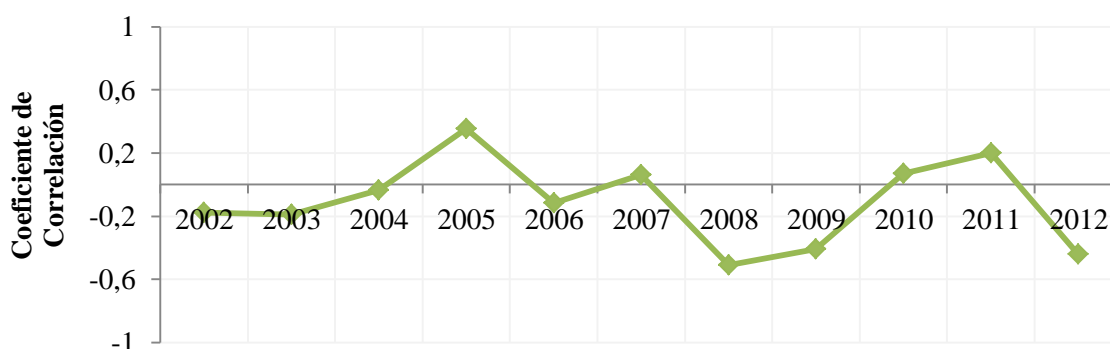


demanda, debido a la inestabilidad financiera de los principales bancos de inversión, empresas de seguros y entidades hipotecarias en los Estados Unidos que provocaron la desaceleración económica global.

El precio del barril de petróleo, comienza a recuperarse lentamente, tal es así que a principios del año 2009 el precio del petróleo alcanza los 50 dólares; situaciones similares se van visualizando hasta llegar al año 2011.

El ambiente de los precios del petróleo para el año 2012 tuvo un escenario parecido al del 2011, los precios petroleros tuvieron un descenso, de cerca de 100 dólares hasta llegar a los 88 dólares; variaciones que se pueden explicar por incremento de la producción de Arabia Saudita, por el embargo petrolero a Irán por parte de los países Europeos.

El coeficiente de correlación de las series de demanda y los precios de petróleo reflejan un 0,77 que permite establecer que existe una fuerte relación lineal positiva entre la demanda de energía eléctrica y los precios del petróleo. A continuación se refleja las fluctuaciones de las correlaciones trimestrales de las series:



**Gráfico 23:** Coeficiente de Correlación anual, Demanda – Precios del Petróleo 2002 – 2012

**Elaboración:** Los autores

### 3.3.6 Crecimiento de predios

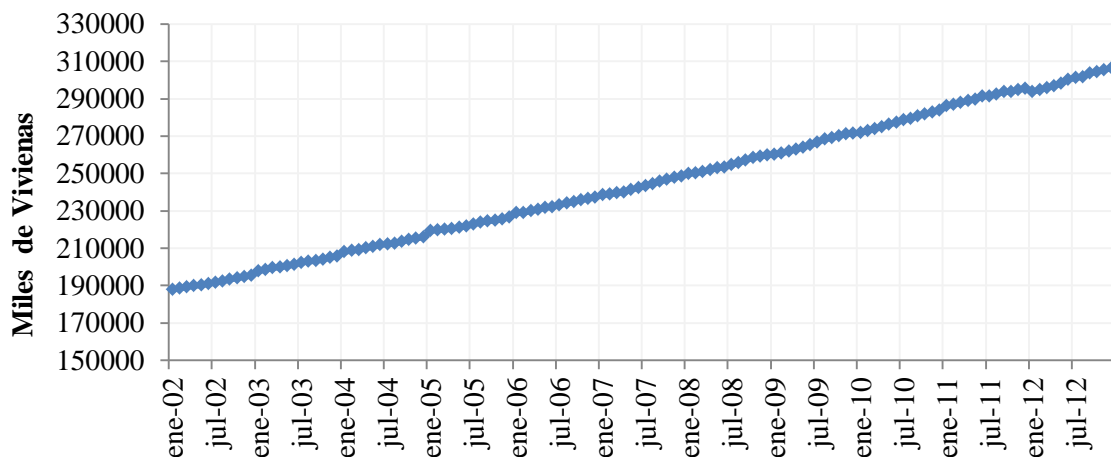
La variable de crecimiento de los predios representa el número absoluto o tasa de crecimiento de las infraestructuras habitacionales que se registren en el área de concesión de la CENTROSUR. La variable en consideración trata de





reflejar la correlación entre la instauración de infraestructuras con fines de uso residencial con la demanda de energía eléctrica, partiendo desde el principio de que es un servicio de cobertura garantizada por la legislación y su incidencia en las condiciones de vida de la población tanto económicas como sociales.

El crecimiento de los predios relacionado con la estimación de la demanda tiene como objetivo representar el número de espacios físicos (infraestructuras) que potencialmente requerirían del servicio y los cuales determinan la cantidad de demanda. Finalmente, si al escenario descrito para la consideración de la variable se le acota por el porcentaje de cobertura se reflejaría la demanda efectiva de energía eléctrica que realizan las viviendas que están aprovisionadas del servicio y que forman parte del público objetivo para la estimación del modelo.

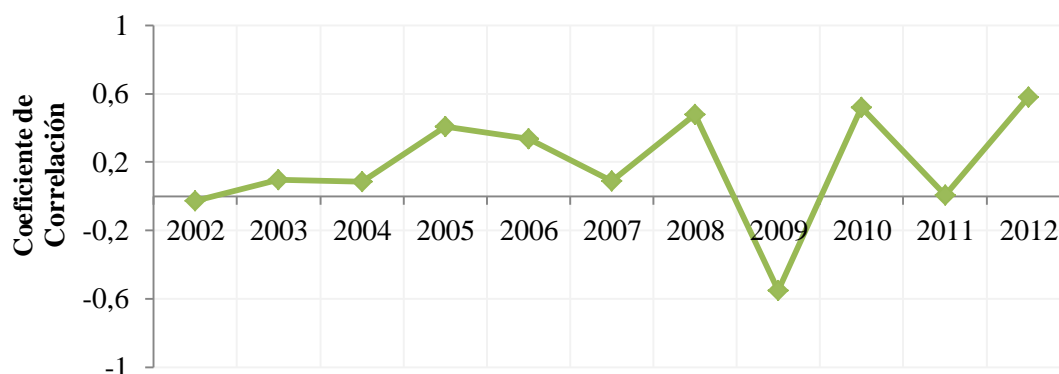


**Gráfico 244:** Crecimiento de las Predios 2002 – 2012

**Fuente:** INEC

**Elaboración:** Los autores

La tendencia de la serie de crecimiento de las viviendas acotadas por el porcentaje de cobertura por la estructuración de la serie y la construcción que se explica en el Anexo 1, refleja un crecimiento tendencial lineal. Por otra parte las correlaciones con la variable dependiente reflejan un comportamiento particular para el año 2009, explicado por la variabilidad contractiva que mantiene la serie dependiente en el período ya que precisamente en este año se identificó una de las crisis energéticas.



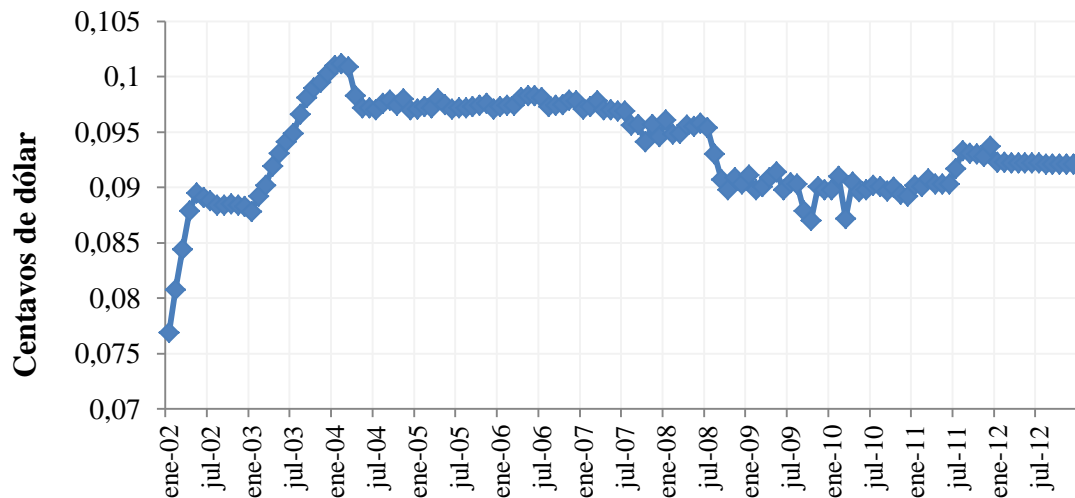
**Gráfico 25:** Coeficiente de Correlación anual, Demanda – Crecimiento de Predios 2002 – 2012

**Elaboración:** Los autores

### 3.3.7 Precio medio de la electricidad

El precio medio de la electricidad representa el valor promedio del servicio con el cual se ha colocado en el mercado, acorde al estudio estaría representado por el precio medio de electricidad del sector residencial, tomado este como un referente de los niveles de precios a los cuales se han ofertado a los clientes residenciales, este indicador está medido en kWh que es la unidad de medida estandarizada nacionalmente para la distribución, comercialización y facturación del servicio.

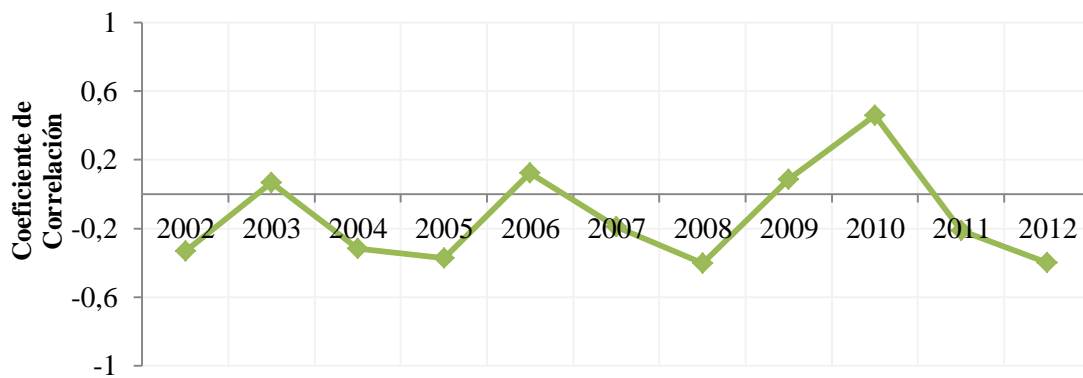
El Precio medio se determina como el valor por energía eléctrica que pagan los consumidores finales a su proveedor, se calcula como el cociente entre el valor monetario por consumo (\$) y la cantidad de energía eléctrica, su unidad es USD ¢/kWh.



**Gráfico 26:** Precio Medio de la Energía Eléctrica 2002 – 2012

**Fuente:** Boletines Estadísticos CONELEC

**Elaboración:** Los autores



**Gráfico 27:** Coef. de Correlación anual, Demanda – Precios Medio de Energía 2002 – 2012

**Elaboración:** Los autores

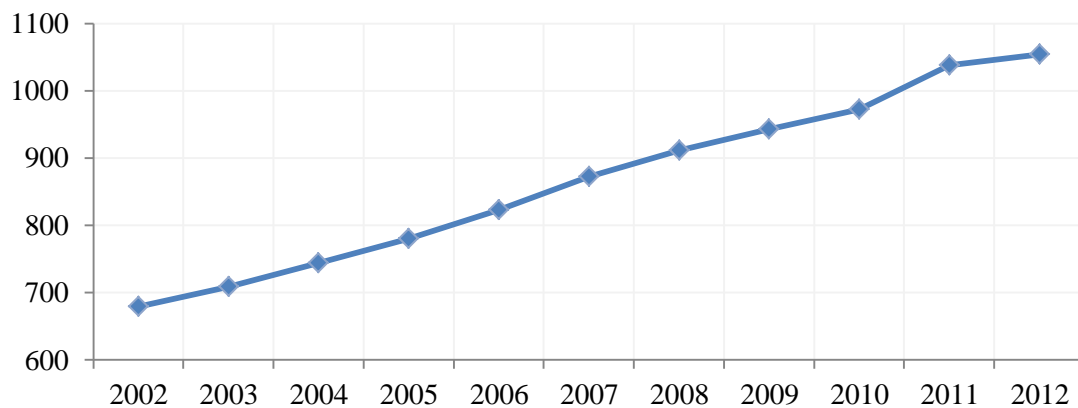
El precio medio de la electricidad, considerando la de los distribuidores a nivel nacional refleja un comportamiento fluctuante en el tiempo, con una particularidad en los dos últimos años de estudio de una tendencia lineal. El coeficiente de correlación de  $-0,17$  refleja una relación lineal negativa entre la demanda de energía eléctrica con el precio medio de electricidad. Al igual que en las correlaciones trimestrales se presenta una mayor concentración en las correlaciones negativas.



### 3.2.8 Consumo per cápita de electricidad

El consumo per cápita de electricidad representa la cantidad de energía eléctrica que consume cada individuo dentro de un espacio geográfico, para el caso específico el consumo per cápita de electricidad está representado por el total de consumo residencial y el número de viviendas servidas dentro de esta categoría previamente multiplicado por el tamaño promedio de población correspondiente a cada provincia de cobertura del servicio, es decir los promedios para el área de concesión de la CENTROSUR que involucra a las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago.

Esta variable refleja el comportamiento de consumo de la energía estandarizado para cada uno de los individuos que poseen el servicio eléctrico, es decir representa el perfil de consumo de los clientes residenciales y las posibles estacionalidades de la serie, que a su vez puede determinar la cantidad de energía eléctrica demanda.



**Gráfico 28:** Consumo Per cápita de Energía Eléctrica 2002 – 2012

**Fuente:** Boletines Estadísticos CONELEC

**Elaboración:** Los autores

El consumo per-cápita de electricidad refleja una serie con fluctuaciones principalmente crecientes, sin embargo en el año 2009 y 2010 se presentan una tasa de crecimiento menor, lo que se explica por la crisis energética nacional explicada en el capítulo II. El consumo per-cápita refleja la cantidad de energía consumida por cada cliente y su comportamiento se ve directamente explicado por la cantidad de energía total que demanda el sector y sus

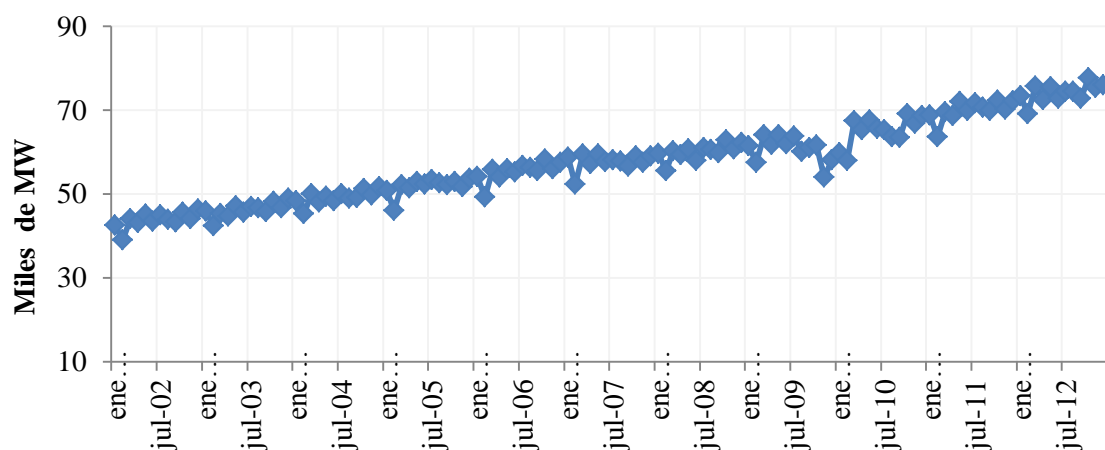


variaciones dependen también de políticas de concientización sobre la optimización del uso del servicio, entre otros factores que generan variaciones en el consumo global y consecuentemente en el per-cápita. El coeficiente de correlación de las series de 0,89 permite deducir una relación lineal positiva entre la demanda de electricidad con el consumo per cápita de energía eléctrica.

### 3.3.9 Energía Disponible

La variable de energía disponible para el modelo de estimación de la demanda representa la cantidad de energía que la CENTROSUR ha dispuesto para colocar en el mercado de acuerdo a su área de concesión, es decir es la cantidad de energía medida kWh que la empresa distribuidora contabiliza como la total disponible para cubrir al mercado residencial de su concesión.

La variable se ha obtenido de los registros de la CENTROSUR con periodicidad mensual desde el año 2002 hasta el año 2012 de todos los clientes que se catalogan dentro del consumo residencia. Esta variable trata de reflejar el comportamiento de oferta por parte de la empresa distribuidora que es un elemento explicativo y hasta cierto punto determinante de la cantidad de energía eléctrica demandada por los usuarios del servicio.



**Gráfico 29:** Energía Eléctrica Disponible CENTROSUR 2002 – 2012

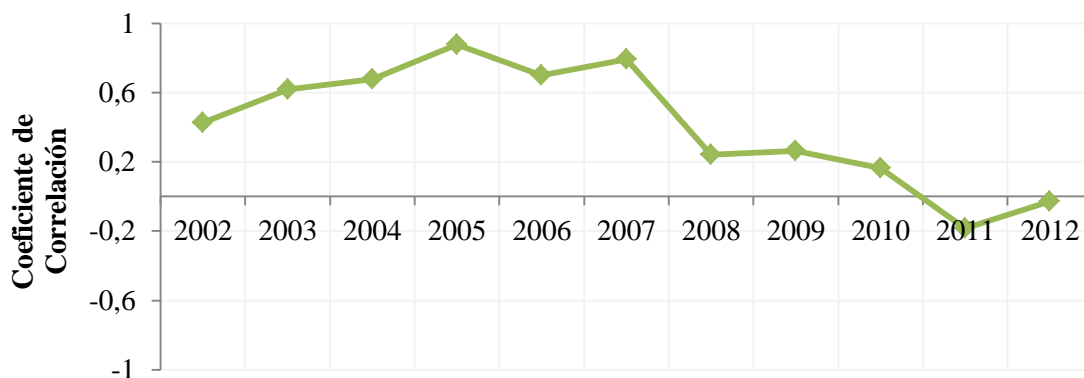
**Fuente:** Boletines Estadísticos CONELEC

**Elaboración:** Los autores



La cantidad de energía eléctrica disponible hace referencia al total de kWh mensuales que la empresa distribuidora CENTROSUR coloca en el mercado de su cobertura, y refleja una serie con fluctuaciones continua, sin embargo es relevante anotar que en el año 2009 se refleja la mayor contracción esto correspondiente con lo identificado de las crisis energéticas en el capítulo 2. El coeficiente de correlación de 0.94 permite concluir que existe una fuerte relación lineal positiva entre la cantidad de energía demanda y la energía eléctrica disponible.

Las correlaciones trimestrales de la demanda de energía y la cantidad de energía disponible que la CENTROSUR coloca en el mercado refleja mayoritariamente una correlación positiva tal y como se presenta en el siguiente gráfico:



**Gráfico 30:** Coeficiente de Correlación anual, Demanda – Energía Eléctrica Disponible CENTROSUR 2002 – 2012

**Elaboración:** Los autores

### 3.3.10 Índice de Actividad Económica Coyuntural (IDEAC)

Con el fin de encontrar un indicador que permita analizar el comportamiento de las actividades económicas y financieras del país, el Banco Central del Ecuador elabora el Índice de Actividad Económica Coyuntural, el cual es definido como “*un indicador económico de periodicidad mensual, estructurado con variables físicas de producción que señalan una estructura matemática similar a un índice tipo Laspeyres, es decir se fija el sistema de ponderaciones a un periodo base*”.



El objetivo de este indicador es presentar una visión instantánea de la coyuntura económica en base a la evolución de las distintas actividades, así como prever su comportamiento inmediato y sugerir posibles correcciones. Este indicador está diseñado para reflejar las variaciones reales de la producción<sup>27</sup>.

El Índice de Actividad Económica Coyuntural, es un indicador mensual que permite conocer el comportamiento que ha tenido la economía en diferentes circunstancias del tiempo, lo cual es de vital importancia para la respectiva toma de decisiones tanto como para el sector público o privado.

La fórmula de cálculo es:

$$IDEAC: \frac{\sum Q_n * W_i}{\sum W_i}$$

Dónde:

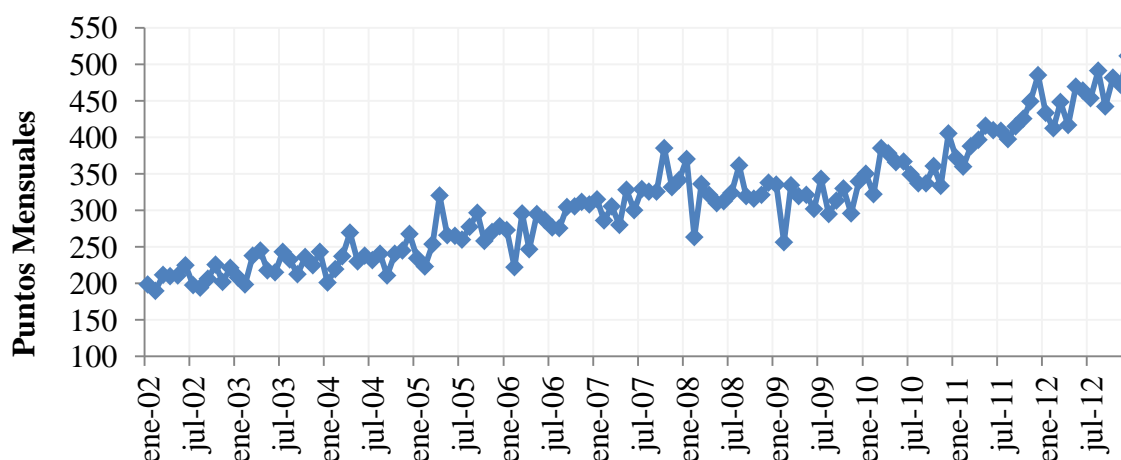
$\sum W_i$  = sumatoria de las ponderaciones

$W_i$  = ponderaciones relativas

$Q_0$  = volumen de producción del período base

$Q_n$  = volumen de producción del período corriente

El índice de actividad económica coyuntural del Ecuador, presenta el dinamismo económico del país, y se ve reflejado en el siguiente gráfico:



**Gráfico 29:** Índice de Actividad Económica Coyuntural 2002 – 2012

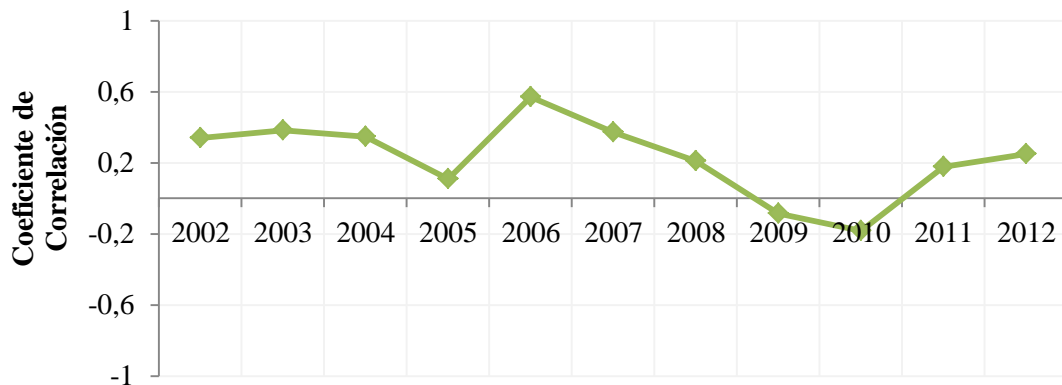
<sup>27</sup> Banco Central del Ecuador.



**Fuente:** Banco Central del Ecuador

**Elaboración:** Los autores

El coeficiente de correlación de 0.89 refleja una fuerte relación lineal positiva entre la demanda de energía eléctrica y el Índice de Actividad Económica Coyuntural. A continuación se refleja las fluctuaciones de las correlaciones trimestrales de las series:



**Gráfico 30:** Coeficiente de Correlación anual, Demanda – Índice de Actividad Económica Coyuntural 2002 – 2012

**Elaboración:** Los autores

Respecto al IDEAC, se conserva el supuesto de que la demanda de energía eléctrica crece por incrementos en la demanda de equipos que la usan, y como la demanda de estos equipos aumenta con el ingreso, se utiliza como proxy del ingreso, el IDEAC mensual tal y como se refleja en el Gráfico 29, permitiendo una lectura con respecto a la demanda de energía eléctrica con afección directa, es decir que dados aumentos del IDEAC, la demanda de energía eléctrica aumenta.

## CAPÍTULO IV

### ESTIMACIÓN DEL MODELO Y ANÁLISIS DE ELASTICIDAD PRECIO DE CORTO Y LARGO

#### PLAZO DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

#### 4.1 Metodología





En sentido amplio, con el objeto de identificar el comportamiento de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la CENTROSUR y las relaciones económicas entre las variables identificadas como explicativas, es decir las características o propiedades de las variables económicas utilizando causas explicativas entre estas se adopta la aplicación de un modelo econométrico que construya una representación simplificada de la realidad y que permita analizar y obtener conclusiones de la situación actual, así como, pronosticar el comportamiento de la demanda de energía eléctrica en un horizonte de tiempo.

En primera instancia se plantea estimar un modelo explicativo de la demanda de energía eléctrica en el sentido y la magnitud de las relaciones de largo plazo en el período 2002 – 2012. Para ello se recurre al análisis de cointegración, con la finalidad de identificar un Modelo de Corrección de Errores (MCE) para la estimación de la demanda de energía eléctrica susceptible de ser empleado. La utilidad de estos modelos surge de evitar inferir en conclusiones que reflejen relaciones falsas o espurias entre las variables y si además se contrastan las pruebas de diagnóstico (No autocorrelación, homocedasticidad, forma funcional correcta, normalidad de errores, etc.) la estimación puede presentar consistencia y confiabilidad en sus resultados.

Otro aspecto que se plantea analizar es la elasticidad-precio de la demanda de energía eléctrica mediante la utilización de los resultados de las estimaciones y un análisis comparativo entre los resultados de corto y largo plazo de las estimaciones, con la finalidad de reflejar la sensibilidad de la demanda del servicio ante variaciones en los niveles de precios y su comportamiento de consumo. Partiendo de la perspectiva de ser un servicio inelástico por las características intrínsecas del mismo.

El análisis de elasticidades se plantea por su carácter fundamental en la sensibilidad para la planificación y organización de los oferentes del servicio, dentro de este análisis es relevante anotar el peso de las políticas públicas y su fomento o concientización sobre la eficiencia energética, ya que sus directrices



pueden generar impactos directos sobre el comportamiento de los consumidores. Por otra parte es fundamental partir de criterio de que la demanda de energía eléctrica es una demanda derivada, por su utilización como fuente para el funcionamiento de aparatos y equipos que a su vez proveen el servicio final que requieren los consumidores.

Acorde a lo anteriormente planteado y a ciertos estudios relacionados al tema, el consumo de energía eléctrica residencial tiene una estrecha relación y se retroalimenta de 3 componentes:

- Decisión de comprar o reemplazar un bien durable que provee un servicio al hogar (iluminación, entretenimiento, calefacción, etc.)
- Las características técnicas del aparato y la energía que utiliza el mismo para proveer del servicio acorde al criterio del consumidor
- Frecuencia e intensidad de la utilización de los equipos disponibles

Desde esta perspectiva, la energía eléctrica no genera directamente utilidad en los consumidores, si no contribuye indirectamente por su característica de insumo para procesos o actividades de utilidad para la población. Los procesos que demandan de energía requieren de inversión en bienes durables, partiendo de este criterio se considera la necesidad de separar entre demanda de corto plazo (stock de bienes se considera dado) en la que la decisión relevante del consumidor es la frecuencia e intensidad de uso, y en la demanda de largo plazo en la que se pueden presentar modificaciones en el stock de bienes durables<sup>28</sup>.

Conceptualmente es importante separar demandas de corto y largo plazo, acorde al trabajo referencial de Fisher y Kaysen (1962) que identifican las elasticidades de corto plazo controlado directamente por el stock de equipos, y la de largo a partir de una ecuación que modela la demanda por equipos, sin embargo este enfoque requiere de datos de stock de equipos y representa una fuerte limitación para la aplicación en la zona de estudio. Por lo que mediante la

---

<sup>28</sup> AGOSTINI C; PLOTTIEER C; SAAVEDRA E; La Demanda Residencial por Energía Eléctrica en Chile, Julio 2011



estimación considerando la información disponible y que explica el comportamiento de la demanda se plantea la identificación de las elasticidades de corto y largo plazo.

Finalmente, se plantea la estimación mediante ARIMA (Autoregresivo integrado de media móvil) considerando como un instrumento válido para el análisis de la demanda de energía eléctrica en función exclusivamente de su propio pasado. Esta metodología se considera posterior al haber determinado un análisis multivariante de la serie. Es importante anotar que los resultados de la estimación obtenida del Modelo con Corrección de Error refleja las características reales del comportamiento de la estimación, al igual que la estimación del ARIMA que considera dichas características, en consecuencia un modelo ARIMA se emplea como un contraste y sus resultados no deben estar en contradicción con la estimación del otro modelo.

El modelo ARIMA es un modelo operativo que describe el comportamiento y características fundamentales de un fenómeno económico a nivel univariante, siendo una herramienta útil para hacer predicción. El concepto de ruta de crecimiento es una situación que no se observa ni se alcanza, es un comportamiento que puede estar sujeto a cambios en función de las condiciones.

El estado de crecimiento equilibrado se alcanzaría en el escenario en el cual dado un determinado momento  $T$  la variable no estuviera sujeta en el futuro a más perturbaciones estocásticas. En base a lo anteriormente referido apunta que se debe estudiar la función de predicción a partir del modelo ARIMA, siendo el instrumento que nos describe la evolución futura que seguiría la serie si en lo sucesivo no sufriese ninguna perturbación aleatoria<sup>29</sup>.

En los siguientes acápites de describe la metodología, definiciones y aspectos conceptuales que se consideran en el desarrollo de la estimación de la

---

<sup>29</sup> PEÑA D, GONZALO A; Criterios de Selección de Modelos ARIMA



demanda de energía eléctrica del sector residencial de la CENTROSUR según lo planteado y se describe acorde al siguiente orden:

- Estimación Multivariante (Cointegración, Modelo con Corrección de Error)
- Análisis de elasticidad de corto y largo plazo
- Estimación ARIMA (Modelo Autorregresivo Integrado de Media Móvil)

#### 4.1.1 Análisis Multivariante (Modelo de Corrección de Error)

El análisis de causalidad entre variables económicas explicativas de un fenómeno económico se ha visto sujeto a varias metodologías, siendo el análisis de cointegración y los modelos con corrección de errores (CE) con la perspectiva de Engle y Granger (1987) los que tomaron protagonismo. El análisis de regresión de series de tiempo ha dado lugar a la posibilidad de inferir falsas relaciones de causalidad por la no estacionariedad de las series. Los modelos de corrección de error y cointegración toman en consideración la relación causal entre la variable dependiente e independiente de un fenómeno económico, y determina los resultados en base a la relación causal y especificación del modelo.

Cuando dos series consideradas en un modelo econométrico:

$$Y_t = Y_{t-1} + u_t \quad u_t N(0, s_u^2) \quad (1)$$

$$X_t = X_{t-1} + e_t \quad e_t N(0, s_e^2) \quad (2)$$

$$Y_t = b_0 + b_1 X_t + v_t \quad (3)$$

La ecuación (3) se considera una regresión espuria, en la que los resultados aparentan ser adecuados por la alta correlación de las series. Esta regresión presenta los siguientes problemas:

- Asumir estacionariedad siendo falsa llevando a una mal especificación del modelo.



- Los resultados no son confiables por el comportamiento similar de las series en el tiempo, llevando a que los estimadores sean estadísticamente significativos, presentando estadísticos t y F elevados (rechazando la hipótesis nula).
- El valor del  $R^2$  es cercano a 1 y el estadístico de DW (Durbin-Watson) tiende a cero. una regla para determinar si la regresión es falsa:  
 $DW < R^2$
- Los resultados de la regresión no son útiles para realizar pronóstico y análisis económico.

Una serie es estacionaria cuando su valor medio es estable, contrariamente no es estacionaria cuando crece y disminuye en el tiempo; y acorde a lo descrito anteriormente sobre la necesidad de estacionariedad de las series para evitar una estimación espuria, se realiza la prueba de raíz unitaria a todas las variables identificadas para la estimación de la demanda de energía del sector residencial de la CENTROSUR.

El contraste más utilizado de estacionariedad de la perturbación se establece a través de la cointegración entre variables. La perturbación es estacionaria o sigue un proceso estacionario si existe una combinación lineal entre las variables  $y_t$  y  $x_t$ . El análisis de estacionariedad de una variable se realiza mediante el contraste del test de raíz unitaria, (Dickey-Fuller) de las series, utilizado para analizar la estacionariedad de los procesos estocásticos.

El planteamiento del contraste se basa en las siguientes hipótesis:

**$H_0: \alpha_1 = 1$** ; *No estacionariedad* de la perturbación se acepta si toma un valor situado a la derecha del valor crítico correspondiente al nivel de significancia con el que se esté trabajando.

**$H_a: \alpha_1 < 1$** ; *Estacionariedad* el valor es suficientemente grande en valor absoluto para situarse a la izquierda del valor crítico

$$y_t = a + py_{t-1} + e_t$$



Donde  $a$  y  $p$  son parámetros a estimar y  $e_t$  es la perturbación para el que se asume que cumple las propiedades de ruido blanco. Acorde a la regresión  $p$  es un coeficiente de Autocorrelación que sume valores entre  $-1 < p < 1$ ; si  $p = 1$  la serie se convierte en un modelo de caminata aleatoria<sup>30</sup> sin variaciones, es decir un proceso no estacionario, al igual si es mayor a 1, en esta última situación se llega a determinar que la serie es explosiva. La estacionariedad de la serie estrictamente se evalúa si el valor absoluto de  $p$  es menor que 1. Al contrastar las hipótesis y rechazar la  $H_0$  se concluye la no estacionariedad de la serie, para lo cual se identifica un proceso AR (1) de darse el caso y se aplica diferenciación y queda determinado mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta y_t = a + \gamma y_{t-1} + e_t$$

De donde:

$$\gamma = p - 1 \text{ Y la hipótesis nula y alternativa son } H_0: \gamma = 0 \text{ y } H_1: \gamma < 0$$

El test de DF asume un proceso estocástico a los datos que sigue un AR(1), por lo tanto no considera otro esquema de estimación de la regresión incumpliendo la condición de ruido blanco<sup>31</sup> para los residuos por la mala especificación. Para contrarrestar lo anteriormente indicado se dispone del test ampliado de Dickey-Fuller (ADF) que considera otro tipo de autocorrelación añadiendo términos diferenciados en la regresión tal como:

$$\Delta y_t = a + \gamma y_{t-1} + \delta_1 \Delta y_{t-1} + \delta_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \delta_{p-1} \Delta y_{t-p+1} + e_t$$

Finalmente, el test de ADF se emplea para contrastar la hipótesis de cointegración entre las variables del modelo econométrico, utilizando para ello

<sup>30</sup> **Caminata Aleatoria.**- Es una serie estacionaria de dos tipos: Con variaciones: En donde está presente el intercepto  $Y_t = \delta + Y_{t-1} + u_t$  Sin variaciones: en donde no está presente el intercepto  $Y_t = Y_{t-1} + u_t$ . El proceso de caminata aleatoria con variación tiene memoria infinita. lo que significa que un choque negativo al factor estocástico será permanente.

<sup>31</sup> **Ruido blanco.**- significa independencia de cada valor, es decir autocorrelación nula y normalidad; o en casos cuando no hay autocorrelación en el tiempo, un ruido blanco significa que el pasado de una variable no contiene información útil para predecir valores futuros.



los residuos de la estimación MCO (Mínimos Cuadrados Ordinarios). Engle y Granger (1987) establecen una equivalencia entre cointegración y modelos de corrección de errores, dado que cointegración lleva implícito un modelo de corrección de errores (CE) y viceversa.

#### **4.1.2 Análisis de elasticidades**

##### **4.1.2.1 Elasticidades de corto plazo**

El tiempo es una variable que influye en la demanda de la mayor parte de productos y servicios, mediante impactos estacionales y cuyos efectos pueden obedecer a variaciones climáticas, o también a cambios en los hábitos, que pueden darse por festejos o costumbres como: navidad, año nuevo, entre otros que motivan al consumo en este caso específico de estudio de energía eléctrica. La influencia de estacionalidad de las actividades económicas y el comportamiento del consumidor dependen de su elasticidad precio y/o ingreso. La demanda de productos duraderos caros (casa, aparatos domésticos, automóviles) son más variables que los no duraderos como alimentos, vestimenta y otros de primera necesidad entre los cuales figura el servicio de energía eléctrica.

Considerando lo mencionado en el anterior párrafo, podemos decir que los consumidores tendencialmente pueden posponer el reemplazamiento de los productos duraderos en períodos de bajos ingresos, precios altos o índices elevados de interés, por otra parte los productos no duraderos se ven sujetos a menores fluctuaciones. (Brighman y Pappas, 1994).

Para el caso en estudio se considera la elasticidad, es decir la sensibilidad de la cantidad de energía eléctrica demandada ante cambios en el precio. La elasticidad precio de la demanda mide los cambios en el nivel de energía eléctrica demandada por los clientes residenciales de la CENTROSUR responde a una variación ante el precio.



$$Ep = \frac{\Delta Q}{\Delta P} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{\Delta Q}{Q} \frac{P}{\Delta P}$$

$$Ep = \frac{P \Delta Q}{Q \Delta P}$$

De donde:

- $\Delta Q$  = Variación porcentual en la cantidad demanda
- $\Delta P$  = Variación porcentual en el precio
- $Ep$  = elasticidad precio de la demanda de energía eléctrica

Valor	Términos descriptivos
$E > 1$	Demanda elástica
$E < 1$	Demanda inelástica
$E = 1$	Demanda de elasticidad-precio unitaria
$E = 0$	Demanda perfectamente inelástica
$E = \infty$	Demanda perfectamente elástica

#### 4.1.2.2 Elasticidades de largo plazo

Las elasticidades de largo plazo explican las tendencias a largo plazo de la demanda ante variaciones en los niveles de precios de la energía eléctrica medida en kWh: La elasticidad de largo plazo puede estar determinada por las preferencias de los consumidores y en este caso específico, al tratarse de un servicio básico, por la tecnología disponible en el mercado que está al alcance de los consumidores y así generar consumos de electricidad. Los cambios en los hábitos de consumo del servicio y la tecnología se desarrollan e incorporan en el mercado en un amplio período de tiempo.

#### 4.1.2.3 Estimación de las elasticidades de la demanda

La elasticidad del servicio eléctrico, acorde a su característica principal de ser servicio de demanda global y catalogada como un servicio básico y universal, se puede intuir a priori como inelástica.





A lo largo del tiempo en el país se han presentado algunas crisis energéticas, sin embargo los impactos en el precio del servicio han sido mínimos y hasta nulos, lo que permite identificar que las afecciones a los precios son mínimas y generan consecuencias de reducido o mínimo impacto en el comportamiento elástico de los consumidores.

Adicionalmente, el hecho de que el Estado subsidie parte del precio de la energía eléctrica también esconde de cierta forma el real comportamiento de la elasticidad-precio de la demanda de energía eléctrica.

El asumir que la demanda de energía eléctrica es inelástica puede ser reforzado considerando los requerimientos de la sociedad para desarrollar sus actividades domésticas y productivas, mismas que requieren en su mayoría de un cierto nivel de energía eléctrica.

Las elasticidades de corto y largo plazo están determinadas en las estimaciones de corto y largo plazo y se consideran directamente los valores de los coeficientes, dado que la forma funcional del modelo desarrollado es logarítmica, permitiendo directamente interpretar las variaciones porcentuales y la sensibilidad de la demanda de energía con respecto al precio.

### 4.1.3 ARIMA

#### 4.1.3.1 Procesos autorregresivos

Un proceso autorregresivo de orden  $p$ ,  $AR(p)$  es un proceso estocástico ( $Y_t$ ) que sigue el modelo:

$$Y_t = c + \phi Y_{t-1} + \dots + \phi Y_{t-1} + \alpha_t$$

Para el caso de un  $AR(1)$  la condición  $-1 < \phi < 1$  es necesario para que el proceso sea estacionario. El proceso  $AR(2)$  asimila los mismos principios del  $AR(1)$ .

El proceso autorregresivo es un modelo de regresión se presenta si la variable endógena de un período  $t$  es explicada por las observaciones de ella misma correspondientes a períodos anteriores



#### 4.1.3.2 Proceso de medias móviles

El modelo de medias móviles es aquel que explica el valor de una determinada variable en un período  $t$  en función de un término independiente y una sucesión de errores pertenecientes a períodos precedentes ponderados. Un modelo con  $q$  términos de error MA( $q$ ) queda expresa de la siguiente manera:

$$Y_t = \mu + \alpha_t + \theta_1\alpha_{t-1} + \theta_2\alpha_{t-2} + \dots + \theta_q\alpha_{t-q}$$

Al igual que en el caso de los modelos autorregresivos, el orden de los modelos de medias móviles son correspondientes a la estimación y series del modelo así como a la periodicidad de los datos y series analizadas.

Un gran número de series económicas no son estacionarias, y una de los requisitos para estimar un modelo AR, MA es la estacionariedad de la serie, por lo tanto, primeramente hay que probar la estacionariedad de las series. Para ello, si la serie no es estacionaria se pueden aplicar diferencias hasta obtener series estacionarias. El número de diferencias que haya que aplicar dará el grado de integrada de la serie (I(1) cuando la serie solo necesita una diferencia para ser estacionaria, I(2) cuando la serie tuvo que ser diferenciada 2 veces hasta hacerla estacionaria, etc.)

Finalmente, a través de la estimación ARIMA se plantea la proyección de la demanda de energía eléctrica hasta el 2030 con la finalidad de obtener un comportamiento proditorio de la cantidad de kWh de energía que los consumidores del área de concesión de la CENTROSUR demandarán en los próximos años.

#### 4.2 Estimación de la Demanda de Energía Eléctrica del sector residencial del área de concesión de la CENTROSUR

Para la definición de las variables a usar para estimar la demanda de energía eléctrica en el área de concesión de la CENTROSUR se ha revisado extensamente la teoría económica y varios estudios empíricos en los cuales se toma como variables explicativas a la tarifa, número de clientes, PIB,



crecimiento de la cobertura del servicio eléctrico en el sector residencial, consumo per cápita de energía eléctrica, precios del petróleo, energía disponible, IDEAC.

El modelo global a utilizarse será:

$$EEC = \beta_0 + \beta_1 ct + \beta_2 pm + \beta_3 vivcober + \beta_4 ppetro + \beta_5 pib + \beta_6 pibper + \beta_7 tvpib + \beta_8 ed + \beta_9 cp + \beta_{10} ideac + \mu \quad (1)$$

De donde la definición, signos esperados y su denominación para la introducción a la estimación del modelo son:

Variables	Unidad de medida	Definición	Signo esperado
Clientes ( <b>ct</b> )	unidades	Son los demandantes del servicio eléctrico, mensuales 2002-2012.	(+)
Precio medio ( <b>pm</b> )	\$	Precio que pagan los consumidores por el servicio eléctrico, mensuales 2002-2012.	(-)
Viviendas abastecidas por el servicio eléctrico ( <b>vivicober</b> )	unidades	Edificaciones de carácter residencial que disponen del servicio eléctrico.	(+)
Precio del petróleo ( <b>ppetro</b> )	\$	Se considera como un insumo para la generación de energía eléctrica.	(-)
Producto Interno Bruto ( <b>pib</b> )	\$	Es la riqueza que posee un país, considerado como proxy del Ingreso.	(+)
PIB Per cápita ( <b>pibper</b> )	\$	Es la riqueza medida por persona, considerada como una proxy del Ingreso.	(+)
Tasa de variación del PIB ( <b>tvpib</b> )	%	Variación porcentual del Producto Interno Bruto.	(+)
Energía eléctrica disponible ( <b>eed</b> )	kWh	Es la cantidad total de energía eléctrica colocada en el mercado.	(+)
Consumo per cápita de energía eléctrica ( <b>cp</b> )	kWh	Registros de los consumos anuales per capitas de electricidad.	(+)



Índice de actividad económica coyuntural ( <i>ideac</i> )	puntos	Es un indicador del dinamismo económico de un país.	(+)
Tarifa ( <i>taf</i> )	kWh	Precio que pagan los consumidores de energía por cada kWh.	(-)

**Tabla 6:** Variables y signos esperados

**Fuente y Elaboración:** Los autores

Previo al análisis de particularidades de la estimación y las pruebas realizadas al modelo, es importante referir que el detalle individual de la evaluación de las estimaciones se detalla en el Anexo 2.

#### 4.2.1 Corrección de Errores (CE)

##### 4.2.1.1 Análisis de estacionariedad de las series

El análisis de cada una de las series se aplicará de la misma manera en todos los modelos estimados. Lo que se calculará específicamente para cada uno de los modelos será la estacionariedad del residuo de cada ecuación de largo plazo.

El método de corrección de errores, nos lleva a la cointegración del modelo que supone dos aspectos necesarios:

- Residuo de Largo Plazo  $I(0)$ , estacionario.
- Residuo en Corto Plazo (rezagado de largo plazo), negativo y significativo.

La hipótesis a ser probada es, si la **serie tiene raíz unitaria**, que significa que no es estacionaria. La prueba de hipótesis se analiza con un nivel de significancia del 5%, obteniendo los siguientes resultados:

Variables	Estacionariedad
Energía eléctrica consumida ( <b>eec</b> ) ( <i>Dependiente</i> )	$I(1)$
Clientes ( <b>ct</b> )	$I(2)$
Precio medio ( <b>pm</b> )	$I(1)$
Viviendas abastecidas por el servicio eléctrico ( <b>vivicober</b> )	$I(2)$



Precio del petróleo ( <i>ppetro</i> )	<i>I(1)</i>
Producto Interno Bruto ( <i>pib</i> )	<i>I(2)</i>
PIB Per cápita ( <i>pibper</i> )	<i>I(1)</i>
Tasa de variación del PIB ( <i>tvpiib</i> )	<i>I(1)</i>
Energía eléctrica disponible ( <i>eed</i> )	<i>I(2)</i>
Consumo per cápita de energía eléctrica ( <i>cp</i> )	<i>I(2)</i>
Índice de actividad económica coyuntural ( <i>ideac</i> )	<i>I(1)</i>
Tarifa ( <i>taf</i> )	<i>I(1)</i>
<i>Ver anexo estacionariedad individual de las series.</i>	

**Tabla 7:** Resultados del Test de Raíz Unitaria

**Fuente y Elaboración:** Los autores

Luego de haber considerado la estimación de todas las variables explicativas indentificadas en los documentos utilizados como referencia, es necesario identificar las variables que sean integradas del mismo orden, es decir que sean estacionarias y que a un nivel de significación de un 5% expliquen la demanda de energía eléctrica residencial bajo el área de la CENTROSUR.

Posterior a varias estimaciones y considerando las variables que mejor se ajustan para la explicación de la demanda de energía eléctrica del sector residencial del área de concesión de la CENTROSUR se ha llegado a la siguiente estimación de largo plazo con todas sus variables significativas a un nivel de 5% de significancia.

#### 4.2.2 Estimación y análisis del Modelo de Largo Plazo

La estimación del modelo de largo plazo se plantea con la incorporación como variables explicativas al IDEAC, Precio Medio de la energía eléctrica y los Precios del Petróleo, el mismo que reflejó el mejor ajuste y explicación del modelo. De esta regresión dentro del proceso de estimación se rescata el residuo y se introduce posteriormente en la estimación del modelo cointegrado.

La estimación de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la CENTROSUR queda determinado:



$$EEC = \beta_0 + \beta_1 IDEAC + \beta_2 PM + \beta_3 PPETRO + \mu \quad (2)$$

$$EEC = 14,05 + 0,35 IDEAC - 0,22 PM - 0,073 PPETRO + \hat{\mu} \quad (3)$$

En los resultados obtenidos de la regresión de largo plazo se obtiene una coherencia de los signos de las variables explicativas de acuerdo a la teoría establecida anteriormente, reflejando un signo negativo para el precio medio de la energía eléctrica debido a la potencial sensibilidad de los consumidores ante variaciones en este; los precios del petróleo visto desde la perspectiva de insumo necesario para la generación de energía eléctrica y su posible impacto en los niveles de costos de generación refleja de igual una relación inversamente proporcional (negativa) convalidando la estimación de los impactos en los niveles de demanda del servicio; el IDEAC al plantearse como una variable proxy del ingreso su relación económica es directa, ya que dadas variaciones incrementales en los niveles de ingresos se estima un incremento de consumo del servicio, es importante anotar que el impacto en esta última variable puede también obedecer a lo mencionado en la metodología de las elasticidades ante la capacidad adquisitiva de bienes duraderos que demanda para la satisfacción final de la necesidad de la población de una mayor cantidad (kWh) de energía eléctrica.

#### 4.2.2.1 Estacionariedad del Residuo de Largo Plazo I(0)

Con los resultados obtenidos la probabilidad del “t” estadístico de la prueba de raíz unitaria del residuo de 0.000 que contrastada con el nivel de significancia de 0.05 rechazamos la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria, además la variable es significativa, por tanto esta serie es estacionaria en niveles I(0). Tenemos la condición necesaria pero no suficiente para la cointegración con el método de corrección de errores planteado.

El contraste de la significancia individual de las variables consideradas en el modelo de largo plazo se realiza a un nivel de significancia del 5%, para lo cual se considera la prueba estadística “t” Student, la misma que da como resultado que tanto el Precio medio (PM), el Índice de Actividad Económica Coyuntural



(IDEAC) y los Precios del Petróleo (PPETRO) sean significativas y expliquen la demanda de energía eléctrica residencial de la CENTROSUR, y que los parámetros estructurales correspondientes ante variaciones porcentuales del 1% (*ceteris paribus*) mantienen una variación en la demanda de energía eléctrica expresada en la ecuación (3).

La bondad de ajuste del modelo  $R^2$  (significancia global del modelo) contrasta que las variaciones de las series: Índice de Actividad Económica Coyuntural (IDEAC), precio medio de la energía eléctrica y los precios del petróleo, explican en un **82.25%** las variaciones de la demanda de energía eléctrica del sector residencial del área de concesión de la CENTROSUR.

#### 4.2.3 Estimación y Análisis del Modelo de corto plazo

La estimación del modelo a corto plazo se establece metodológicamente a través del Método de Corrección de Errores (MCE), para ello se siguen los procedimientos de la estimación y se evalúa la consistencia y pruebas econométricas. Las variables que se mejor se han ajustado a la explicación de la demanda de energía eléctrica, una vez determinadas su estacionariedad se expresan en la siguiente ecuación:

$$d(\log \widehat{EECH}) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 d(\log PM) + \hat{\beta}_2 d(d(\log CP)) + \hat{\beta}_3 d(d(\log CT)) + \hat{\beta}_4 d(d(\log VIVCOBER)) + \hat{\beta}_5 d(d(\log EEC(-1))) + \hat{\beta}_6 RESIDL(-1) + \mu \quad (4)$$

$$\begin{aligned} (\log \widehat{EECH}) = \\ 0.005482 - 0.538388(\log PM) + 0.790393(\log CP) + 1.749252(\log CT) + \\ 3.186674(\log VIVCOBER) - 0.441066(\log EEC(-1)) - 0.307717RESIDL(-1) + \\ \mu \quad (5) \end{aligned}$$

Para contrastar la significancia individual de las variables consideradas para la estimación del modelo de corto plazo de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la CENTROSUR, se verifica con la prueba “*t-student*”, en donde a un **nivel de significancia del 5%** y dada la probabilidad de los “*t*”



estadísticos de las variables: precio medio (PM), consumo promedio (CP), clientes totales (CT), viviendas abastecidas por el servicio de energía eléctrica (VIVCOBER), y de la variable dependiente rezagada en un período, los parámetros correspondientes son diferentes de cero (se rechaza la hipótesis nula de que los parámetros son iguales a cero) por lo que se concluye que cada una de las variables consideradas en el modelo son significativas y representativas en la explicación de la demanda de energía eléctrica acorde a la teoría base del estudio.

El  $R^2$  representa la bondad de ajuste del modelo, la significancia global de las variables consideradas para la estimación de la demanda de energía eléctrica, por lo que podemos concluir que las variaciones a lo largo del período de estudio (2002-2012) del precio medio (PM), consumo promedio per-cápita (CP), clientes totales (CT), viviendas cubiertas del servicio (VIVCOBER), la variable dependiente rezagada un período (EEC(-1)) explican en un **60.61%** las variaciones de la Demanda de Energía Eléctrica en el sector residencial de la CENTROSUR. Este resultado se encuentra dentro de un rango aceptable, para el R cuadrado ajustado.

Según la estimación del modelo en estudio, al visualizar los resultados es posible concluir que las variables escogidas son significativas y explican el comportamiento de la demanda de energía eléctrica en el sector residencial de la CENTROSUR, tanto en la estimación de largo y corto plazo, en los que en términos generales se puede corroborar que los errores de las estimaciones están bien comportados y que el modelo cointegra correctamente.

#### **4.2.3.1 Evaluación Econométrica de la Estimación de Demanda de energía eléctrica**

Una vez realizado el análisis de significancia individual y global es importante contrastar la consistencia y robustez del modelo a los supuestos básicos de estimación, por lo que se realizan las pruebas de estabilidad del modelo,





comportamiento de los errores y las pruebas de especificación (autocorrelación, heteroscedasticidad, multicolinealidad, especificación del modelo, entre otros). Los resultados de todas las pruebas individualmente se encuentran en el Anexo 2.

### - Evaluación de los supuestos del modelo

#### **Multicolinealidad**

El término multicolinealidad, originalmente significó la existencia de una relación lineal “perfecta” o exacta entre algunas o todas las variables explicativas de un modelo de regresión. Para la regresión con  $k$  variables que incluye las variables explicativas  $X_1, X_2, \dots, X_k$  (donde  $X_1 = 1$  para todas las observaciones que den cabida al término intersección), se dice que existe una relación lineal exacta si se satisface la siguiente condición:

$$\lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 \dots \dots + \lambda_k X_k = 0$$

Donde  $\lambda_1, \dots, \lambda_2, \dots, \lambda_k$  son constantes tales que no todas ellas son simultáneamente iguales a cero.

En primera instancia, se presume la ausencia de multicolinealidad ya que en la estimación no se obtiene un  $R^2$  alto y una mala significancia individual de las variables. Por otra parte, al obtener la matriz de covarianza de las variables se observa bajas correlaciones entre las variables, de igual manera permitiendo intuir la ausencia de multicolinealidad.

La verificación formal de la existencia de multicolinealidad se obtiene calculando el **Factor de Inflación de Varianza (FVI)**.

$$\frac{1}{1 - R^2_{Ajusted}} > 10$$

$$\frac{1}{1 - 0.606145} > 10$$

$$2.53900 > 10$$



Dado el resultados del FVI menor a 10, se concluye formalmente la no presencia de MULTICOLINEALIDAD en la estimación.

### **Heteroscedasticidad**

La heteroscedasticidad surge como resultado de la presencia de factores atípicos. Un factor atípico es aquel que es muy diferente con relación a las demás observaciones de la muestra. La fuente de heteroscedasticidad surge de la violación del supuesto 9 del MCRL, que establece que el modelo de regresión no está correctamente especificado, que existe una asimetría en la distribución de una o más regresoras incluidas en el modelo.

La heteroscedasticidad puede presentarse además por la incorrecta transformación de los datos, es decir una transformación a series de tiempo con menor periodicidad, o por una forma funcional incorrecta, siendo esta más común en la información de corte transversal que en las series de tiempo.

Al probar la presencia de heteroscedasticidad en el modelo mediante el test de White y contrastar las hipótesis propias del test, se concluye a un nivel de significancia del 10%, que no rechazamos la  $H_0$ , por lo tanto no existe Heteroscedasticidad, lo que quiere decir que los datos son homocedásticos, los betas insesgados, consistentes y MELI (Mejores Estimadores Lineales Insesgados).

### **Autocorrelación**

El término autocorrelación se puede definir como: la correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo o en el espacio. En el contexto de regresión, el modelo clásico de regresión lineal supone que no existe tal autocorrelación en las perturbaciones  $u_i$ . Sin embargo, si tal dependencia existe, simbólicamente se tiene:

$$\sum(u_i, u_j) \neq 0 \quad i \neq j$$

En presencia de autocorrelación los estimadores dejan de ser eficientes, es decir, no son de varianza mínima. Si se siguen utilizando los estimadores sin



considerar la Autocorrelación se puede subestimar la varianza, subestimar el  $R^2$ , además de que los valores F-static y el intervalo de confianza pueden llegar a ser más grandes.

Contrastando la autocorrelación con el valor obtenido de la estimación de Durbin y Watson (DW) cercano a 2, y con los resultados de la prueba de Breush-Godfrey a un nivel de significancia del 10% se concluye que no se rechaza la  $H_0$ , por lo que no hay presencia de autocorrelación en la estimación del modelo.

### **Normalidad de los errores**

Dado que las perturbaciones del modelo no son observables, el estudio de la normalidad se lleva a cabo con los residuos de la estimación. La normalidad de las perturbaciones es un aspecto relevante dentro de la estimación del modelo ya da lugar a la veracidad de la estimación, reflejando solidez para realizar inferencia estadística. Para contrastar la prueba de normalidad de los errores se contrasta el Test de Jarque Bera, por su característica de prueba asintótica y dependencia de dos medidas fundamentales de la estadística descriptiva, tales como la asimetría y la curtosis.

Obtendí los valores de la prueba y contrastarlos a un nivel de significancia del 10% se concluye que los residuos de la estimación reflejan un comportamiento normal.

#### **- Pruebas de estabilidad y especificación del modelo**

La demanda de energía eléctrica se ha estimado considerando las variables que mejor se ajustan y explican la realidad de la CENTROSUR y con la finalidad de contrastar la especificación del modelo, la incorporación y desestimación de las variables en la explicación de la demanda se contrastan las pruebas para cotejar la validez y estimación del modelo.

Para validar si el comportamiento de las series explicativas de la demanda de energía eléctrica a lo largo del tiempo presentan comportamientos altamente



variables en períodos definidos se realiza el contraste del Test de Chow, de cambio estructural. Considerando por otra parte la teoría analizada en el capítulo II sobre las crisis que se han presentado referentes a la energía eléctrica a nivel nacional en los años 2007 y 2009, se intuye a priori que estos períodos posiblemente reflejen un cambio estructural en el modelo.

La identificación de los posibles períodos de cambio estructural se observan en el gráfico de los residuos y se contrasta las pruebas para diferentes períodos obteniendo los siguientes resultados:

Periodos	F-Statistic (Probability)	Conclusión Significancia 10%
2003:9	0.279183	No existe cambio estructural
2003:12	0.565729	No existe cambio estructural
2004:3	0.482316	No existe cambio estructural
2007:2	0.827487	No existe cambio estructural
2007:6	0.531272	No existe cambio estructural
2009:2	0.021526	Existe cambio estructural
2009:6	0.022370	Existe cambio estructural
2010:2	0.021864	Existe cambio estructural

Acorde a la tabla anterior se concluye que se presenta cambio estructural en el período 2009:2 – 2010:2, sin embargo al introducir una dummy ya sea multiplicativa o aditiva en el modelo los parámetros no han mejorado su significancia individual ni global, obteniendo resultados contraproducentes para la estimación, por lo que no se considera en la estimación ninguna variable adicional.

Por otra parte, se contrasta a un nivel de significancia del 10% las pruebas de variables omitidas y redundantes del modelo considerando respectivamente aquellas que no fueron consideradas en el modelo y aquellas que explican la demanda de energía eléctrica, verificando que el modelo contiene las variables que efectivamente explican el comportamiento de la serie en estudio.

Para validar integralmente la estimación y la consistencia de las variables consideradas en la estimación, así como para avalar todo el análisis realizado sobre las variables empleadas para el modelo se realiza el contraste de la



prueba de Ramsey, concluyendo la adecuada especificación de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la CENTROSUR.

Finalmente, en base a todos los resultados obtenidos y en contraste con las hipótesis propias de cada test se verifica que el modelo es robusto ante la presencia de autocorrelación, heteroscedasticidad y multicolinealidad, está correctamente especificado, los errores mantienen un comportamiento normal y se ajusta idóneamente a la explicación de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la CENTROSUR.

#### 4.2.4 Proyección de la Demanda de Energía Eléctrica

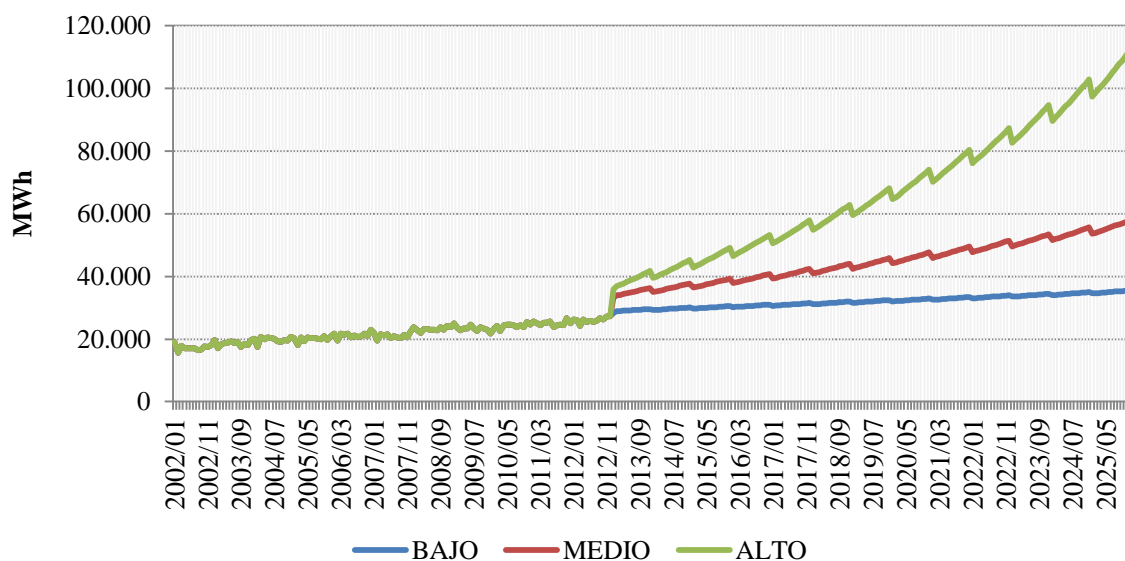
Posterior a la estimación y evaluación del ajuste de la estimación de la demanda de energía eléctrica del sector residencial del área de cobertura de la CENTROSUR se plantea la proyección con un horizonte hasta el 2025, con la finalidad de determinar la posible tendencia y comportamiento de la variable en el tiempo. La proyección se realiza bajo 3 escenarios: bajo, medio y alto, dentro de cada uno de estos se maneja ciertos supuestos de fluctuaciones de las variables consideradas en la estimación (PM, CT, CP, VIVCOBER), los mismos que se detallan a continuación:

Variable	ESCENARIO		
	Bajo	Medio	Alto
PM	- Fluctúa alrededor del precio medio mínimo obtenido del período de estudio y crece a la tasa de variación mensual del año 2012.	- Fluctúa alrededor del precio medio promedio presentado en el período de estudio y crece a la tasa de variación mensual del año 2012.	- Fluctúa alrededor del precio medio máximo alcanzado en el período de estudio y crece a la tasa de variación mensual del año 2012.
CP	- Varía anualmente a la tasa de variación mínima obtenida de la serie del consumo per-cápita presentada a lo largo del período de	- Varía anualmente a la tasa de variación media obtenida de la serie del consumo per-cápita presentada a lo largo del período de	- Varía anualmente a la tasa de variación máxima obtenida de la serie del consumo per-cápita presentada a lo largo del período



	estudio.	estudio.	de estudio..
CT	- Varía mensualmente a la tasa de variación mínima obtenida de la serie del número de clientes presentada a lo largo del período de estudio.	- Varía mensualmente a la tasa de variación promedio obtenida de la serie del número de clientes presentada a lo largo del período de estudio.	- Varía mensualmente a la tasa de variación máxima obtenida de la serie del número de clientes presentada a lo largo del período de estudio.
VIVCOBER	- Varía mensualmente a la tasa de variación mínima obtenida de la serie de los niveles de viviendas cubiertas del servicio de energía eléctrica presentada a lo largo del período de estudio.	- Varía mensualmente a la tasa de variación promedio obtenida de la serie de los niveles de viviendas cubiertas del servicio de energía eléctrica presentada a lo largo del período de estudio.	- Varía mensualmente a la tasa de variación máxima obtenida de la serie de los niveles de viviendas cubiertas del servicio de energía eléctrica presentada a lo largo del período de estudio.

Una vez asumidos los supuestos para las series consideradas en la estimación del modelo, en base a los resultados obtenidos en la ecuación en los apartados anteriores se proyecta la demanda de energía eléctrica en kWh bajo los 3 escenarios, quedando gráficamente:





Dentro de cada uno de los escenarios se refleja el comportamiento creciente de la demanda de energía eléctrica y los resultados para cada escenario en el horizonte proyectado son:

Proyección Energía Eléctrica en MWh		
Escenario	2012	2025
Bajo	27.202	35.483
Medio		57.767
Alto		111.613

### 4.3 Análisis de Elasticidades

La determinación de la elasticidad precio de la demanda de energía eléctrica del sector residencial del área de concesión de la CENTROSUR, a priori bajo la concepción de ser un servicio básica y de demanda masiva por la representatividad en el desarrollo de las actividades sociales, económicas y en general de la población se considera como una demanda inelástica al precio o mínimamente afectable dados cambios en los precios. Si adicionalmente a este escenario se considera el subsidio que participa en los precios del servicio el impacto de la variabilidad en el precio es amortiguado para los consumidores finales y sobre todo para los que califican dentro del sector residencial y sus rangos de consumo diferenciado.

Las elasticidades del servicio de energía eléctrica se obtienen de las estimaciones del modelo de corto y largo plazo, obteniendo como resultado acorde al período de análisis que la elasticidad precio en el sector residencial en el corto plazo es  $-0.5383$  y la de largo plazo  $-0.2223$  ante cambios en el precio del servicio. Los resultados obtenidos se ubican en el siguiente rango:

$0 < E < 1$	Demanda inelástica
-------------	--------------------

Acorde al rango reflejado en el cuadro anterior podemos concluir que el servicio es inelástico ante cambios en el precio.



En el corto plazo acorde a los resultados obtenidos, ante incrementos del 1% en el precio medio del servicio de energía eléctrica, la demanda residencial se contrae en 0.53%, reflejando su comportamiento inelástico. Por otra parte, en el largo plazo, si el precio incrementa en el 1%, la demanda de energía eléctrica residencial se contrae en 0.22%, por lo tanto la demanda de energía eléctrica aunque si bien no es perfectamente inelástica es inelástica a variaciones en el precio medio.

El nivel de inelasticidad encontrado tanto para el corto y largo plazo, indica que la demanda de energía eléctrica residencial bajo el área de concesión de la *CENTROSUR*, es poco sensible ante variaciones en el precio. Entonces, estamos hablando de una demanda inelástica, en este caso la energía eléctrica es un servicio básico, el cual es difícil de sustituir y en donde el tiempo es un factor muy importante para adaptar la conducta del consumidor en función del precio, es relevante anotar el comportamiento y la modificación de los patrones de consumo que se pueden presentar en los demandantes a largo plazo por la adquisición de bienes durables.

Finalmente, es importante anotar que el comportamiento de los consumidores lleva entrañado un efecto externo de políticas y actuaciones masivas de la sociedad, políticas derivadas de las directrices de la eficiencia energética manejadas a nivel local y nacional, y por otra parte de las tendencias de equipos y electrodomésticos (bienes durables) disponibles en el mercado y que la población adquiere para satisfacer sus necesidades básicas o de confort.

#### **4.4 Estimación del modelo ARIMA**

##### **4.4.1 ARIMA (p,d,q)**

La estimación de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la *CENTROSUR* mediante el método autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA). Como previamente realizamos el análisis de la estacionariedad de la





serie concluimos que la demanda de energía eléctrica es estacionaria en primeras diferencias, I(1).

Acorde al correlograma de la serie D(LOG(EEC)) se puede identificar que la serie es de orden autorregresivo AR(1); AR(2); AR(11) y de media móvil: MA(1); MA(2); MA(4).

El modelo queda determinado por los procesos AR(1), AR(11), MA(2) Y MA(4) que a un nivel de significancia del 5% mantienen una representatividad individual, por otra parte la significancia global del modelo con un  $R^2$  de 63% de ajuste, explica un porcentaje importante del comportamiento de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la CENTROSUR. (Ver resultados en el Anexo 2)

El modelo ARIMA queda determinado mediante la siguiente ecuación:

$$Y_t = 0,003076 - 0,639493Y_{t-1} - 0,305738Y_{t-11} - 0,723031\hat{\varepsilon}_{t-1} - 0,240630\hat{\varepsilon}_{t-2} + \hat{\varepsilon}_t$$

**(6)**

De donde  $Y_t$  = Demanda de energía eléctrica del sector residencial CENTROSUR.

Una vez contrastado la significancia y validación del modelo, así como el valor obtenido de la regresión de Durbin y Watson de 2,016 que refleja ausencia de autocorrelación comprobando que los residuos del modelo son compatibles con un ruido blanco, contrastando la correcta especificación del modelo y el ajuste idóneo para la explicación de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la CENTROSUR, podemos concluir que la capacidad del modelo para predecir es adecuada y robusta.

Una vez validada la consistencia de la estimación ARIMA y de los resultados obtenidos, se proyecta la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la CENTROSUR hasta el período 2025:12, con la finalidad de estimar el



comportamiento de demanda del servicio en el tiempo, obteniendo los siguientes resultados:

En primera instancia, la proyección de la demanda de energía eléctrica refleja un comportamiento de la estimación tendencialmente creciente, cuyos valores se encuentran a lo largo del tiempo dentro de las bandas de tolerancia (Ver Anexo 2), siendo el ajuste del modelo óptimo. La demanda de energía eléctrica acorde a la estimación pasaría de ser de 27.202 MWh al mes en el período 2012:12, a ser de 42.879 MWh en el período 2025:12, con un incremento aproximado del 58% de demanda.

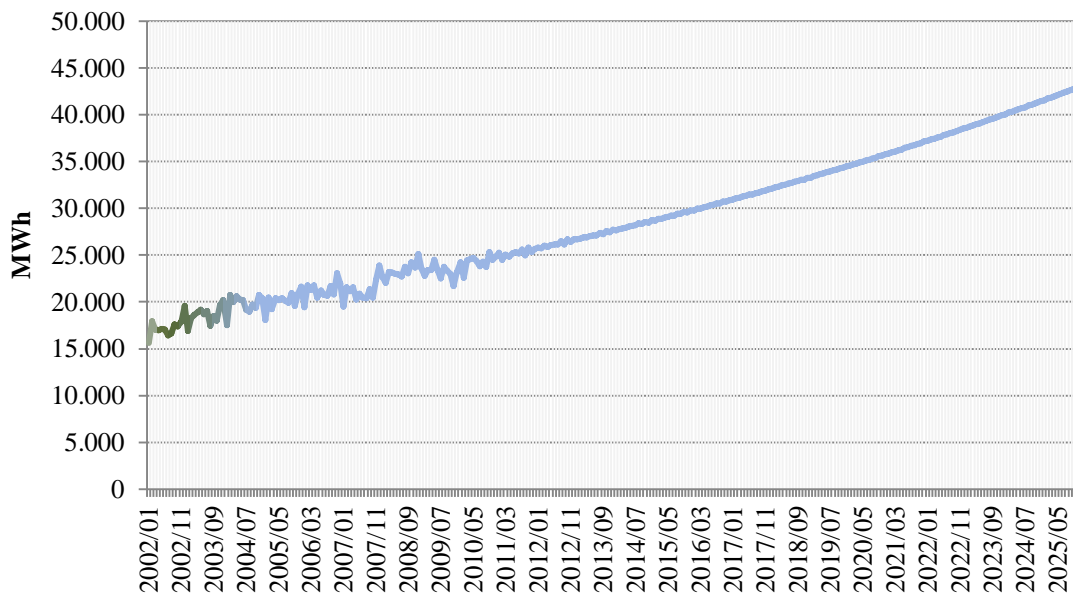
Por otra parte, los resultados de la evaluación de la proyección son los siguientes:

- **Proporción del Sesgo (*Bias proportion*).**- Indicador de la presencia de errores sistemáticos, cualquier valor del término  $u$  en la estimación se espera que el sesgo sea lo más cercano a 0 posible. Un sesgo amplio sugiere una limitación sistemática sub o sobreestimados en la predicción de datos. La estimación de la demanda de energía establece un resultado de 0.029333, cercano a 0 por lo que podemos concluir que el sesgo de error sistemático que presenta la predicción del modelo es bastante baja y la predicción es consistente.
- **Proporción de varianza (*Variance Proportion*).**- Indicador que refleja la capacidad de previsiones a la réplica de la variable a pronosticar, dados amplias proporciones de varianza se traduce como un comportamiento considerablemente fluctuante de la serie real, por lo que el pronóstico no reflejaría un comportamiento similar. La varianza de 0.313925 refleja un valor relativamente significativo, presentando indicios de una considerable variación en la estimación de la demanda de energía eléctrica en kWh.
- **Proporción de covarianza (*Covariance Proportion*)** el indicador de proporción de varianza debería recoger el efecto mayoritario ya que a un mayor porcentaje permite establecer que el error de la predicción es más



pequeño. Consecuentemente, el valor obtenido del pronóstico es de 0.656743 acogiendo la mayor parte proporcional de los indicadores analizados, permitiendo concluir que la predicción de la demanda de energía eléctrica en kWh para el sector residencial predice con significancia.

La proyección de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la CENTROSUR acorde a los datos obtenidos, se puede concluir su tendencial crecimiento, esto obedeciendo a todos los factores considerados a lo largo del estudio como determinantes de la demanda del servicio:



Al comparar la proyección mediante el MCE y el ARIMA los resultados de esta última metodología se contraponen a la “forma tradicional” de identificar y especificar un modelo por considerar teorías subyacentes al fenómeno analizado, ya que son los propios datos temporales de la variable los que establecen las características de la estructura probabilística de la serie.

La consideración exclusiva de los propios valores de la demanda de energía eléctrica pasados para explicar su evolución, supone una ventaja e inconveniente. La ventaja radica en la independencia de la estimación que evita cometer ciertos errores de estimación y tratamiento de información por la



periodicidad de las series, por otra parte el limitante es la no consideración de variables que expliquen las relaciones económicas, reduciendo la capacidad de análisis e interrelación de los factores económicos.

Finalmente, la proyección de la demanda de energía eléctrica por ARIMA se considera consistente debido a las propias características del servicio y a su determinación en base a las características intrínsecas de la serie a lo largo del período de estudio que permite identificar un comportamiento de la demanda por la cantidad de datos considerados para su predicción.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- A lo largo del período de estudio se identifica un comportamiento tendencialmente creciente de las variables altamente representativas y determinantes de la demanda de energía eléctrica como son: el consumo per-cápita y el número de clientes, por lo que se considera importante considerar la mismas dentro de la planificación para el suministro del servicio, con el fin de garantizar el abastecimiento y continua disponibilidad del mismo, y paralelamente fomentar el uso y consumo consiente de la energía eléctrica.
- Al ser la demanda de energía eléctrica una demanda derivada, sus flujos de consumo están directamente vinculados con la capacidad y disponibilidad de los consumidores para incorporar dentro de sus labores cotidianas la utilización de electrodomésticos y equipos que demanden a su vez del servicio ya sea para satisfacer sus necesidades básicas finales o sus necesidades suntuarias. Las modificaciones en los patrones de consumo de los clientes del servicio son mayormente



observables en el largo plazo ya que se adquieren bienes durables que demanda de una mayor cantidad de energía para su funcionamiento.

Al haber realizado el análisis econométrico de la Demanda de Energía Eléctrica del Sector Residencial de la CENTROSUR, se corrobora que la información estadística obtenida para las variables consideradas en las estimaciones tanto de largo y corto plazo son representativas y significativas en la estimación de la demanda de energía eléctrica del sector residencial, las mismas que se desarrollaron por el Método de Corrección de Errores (MCE), y posteriormente la proyección al año 2025 a través del mismo método y un contraste con el ARIMA.

Luego de estudiar las variables determinantes de la demanda de energía eléctrica residencial, los resultados obtenidos permiten concluir:

- Que la estimación ejecutada presenta los signos esperados de las variables acorde a los fundamentos de la teoría económica.
- Que la demanda de energía eléctrica presenta una inelasticidad al precio, reflejando resultados para el largo plazo igual a  $-0.222390$ , concluyendo su reducida sensibilidad ante cambios en los niveles de precio; por otra parte de igual manera se corrobora este mismo comportamiento en el corto plazo con el valor obtenido de  $-0.538388$ , es decir, en los dos casos se refleja la poca sensibilidad a cambios que se puedan presentar en el precio. Por lo tanto, se dice que la demanda de energía eléctrica es relativamente inelástica pero no completamente inelástica al precio.
- Las proyecciones realizadas para la demanda de energía eléctrica reflejan sus posibles compromisos futuros en el abastecimiento y requerimientos de capacidad para la cobertura del servicio y mantiene un comportamiento tendencialmente creciente, pasando de 27.202 MWh al mes en 2012:12, a 42.879 MWh en 2025:12, con un incremento aproximado del 58% (ARIMA).



## 5.2 Recomendaciones

- De acuerdo a documentos de aplicación que considera similar temática a la estudiada, es recomendable disponer de información de tenencia y utilización de equipos y electrodomésticos de los hogares, ya que se considera a esta una variable altamente determinante de la cantidad de energía eléctrica demandada por parte de los consumidores.
- Es relevante considerar la influencia que genera sobre los consumidores la política pública de eficiencia energética, con la finalidad de que permita balancear la disponibilidad, capacidad y demanda del servicio, que considerando a su vez el desarrollo energético del país de lugar a generar verdaderos excedentes y una eficiencia en la utilización del servicio.



## BIBLIOGRAFÍA

### DOCUMENTOS Y TESIS

#### - DOCUMENTOS Y LIBROS

ARMIJOS A, ZAMBRANO G, *Análisis de inversiones del sector hidroeléctrico nacional en el período 200 – 2005, mediante la construcción de indicadores de gestión y planteamiento de estrategias financieras*, Quito, 2008.

BENAVENTE J, GALETOVIC A, SANHUEZA R, SERRA P, *Estimando la demanda residencial por electricidad en Chile: El consumo es sensible al precio*, Chile, 2005.

CARLOS J, GARCÍA, Junio de 2012, *Impacto del Costo de la Energía Eléctrica en la Economía Chilena: Una Perspectiva Macroeconómica*, Chile

CEDA (Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental), *Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador*, 2011

CONELEC, *Resolución NO. 043/11*

DAMOBAR N, *Gujarati*, 5ta edición, 2010

ESPASA A, PEÑA D, *Los Modelos ARIMA, el estado de equilibrio en variables económicas y su estimación*, Madrid – España.

GUZMAN E, RODRÍGUEZ J, HERNÁNDEZ J, REBOLLAR S, Diciembre de 2010, *Consumo de energía eléctrica para uso doméstico en San Juan del Río, Querétaro*, México

KARLA VERONICA ARGUELLO CASTRO, Febrero del 2007, *Estimación de la Demanda por Energía Eléctrica*, Guayaquil, Ecuador EDWARD E, ALCIDES V, ROLLY R, *Elaboración de un modelo de cointegración para el pronóstico de la demanda de energía eléctrica para el Sistema Interconectado Nacional*, Bolivia, 2012.

LIQUITAYA J, GUTIERREZ G, *Un modelo de corrección de errores para la dinámica monetaria en México*, México.



MERA M, FLORES S, *Resultado de las acciones ejecutadas durante la crisis energética 2009*, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, ESPOL

MURILLO, Paulina, 2005, Estudio sobre el Servicio de Energía Eléctrica en el Ecuador y su impacto en los consumidores, Quito.  
[http://www.hugocarrion.com/index\\_arquivos/Docs/L\\_tribuna\\_electrico.pdf](http://www.hugocarrion.com/index_arquivos/Docs/L_tribuna_electrico.pdf) (08/09/11)

MURILLO J, TREJOS A, CARVAJAL P, *Estudio del pronóstico de la demanda de energía eléctrica, utilizando modelos de series de tiempo*, 2003

SENPLADES, 2010, Agenda zonal para el Buen Vivir Propuestas de Desarrollo y lineamientos para el ordenamiento territorial.  
[http://www.senplades.gob.ec/c/document\\_library/get\\_file?uuid=b5ffcda8-8048-4732-b4ee-50f99d2f6a47&groupId=18607](http://www.senplades.gob.ec/c/document_library/get_file?uuid=b5ffcda8-8048-4732-b4ee-50f99d2f6a47&groupId=18607)  
 (07/01/2012)

SOMOZA JOSÉ, Diciembre 2006, *Modelos para la estimación y proyección de la demanda de electricidad en el sector residencial Cubano*, Instituto Nacional de Investigaciones Económicas, La Habana.

#### - TESIS

BRUGGER S, *Capital especulativo y crisis bursátil en América Latina. Contagio, crecimiento y convergencia (1993 – 2005)*, México, 2010

CONTRERAS A, *A model for forecasting the spanish electricity forward Price*, Madrid, 2012.

#### DOCUMENTOS Y REVISTAS

Plan Nacional para el Buen Vivir, 2009 - 2013

Revista Trayectoria CENTROSUR N° 10

Revista Trayectoria CENTROSUR N° 11

Revista Trayectoria CENTROSUR N° 12

#### INTERNET

[www.centrosur.com.ec](http://www.centrosur.com.ec)





[www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec)  
[www.ceda.org.ec](http://www.ceda.org.ec)  
[www.inec.com.ec](http://www.inec.com.ec)  
[www.meer.gob.ec](http://www.meer.gob.ec)  
[www.miduvi.gob.ec](http://www.miduvi.gob.ec)  
[www.olade.org](http://www.olade.org)  
[www.senplades.com.ec](http://www.senplades.com.ec)



## ANEXOS

### Anexo 1: Construcción de la serie Viviendas abastecidas del servicio de energía eléctrica

La variable crecimiento de viviendas al ser considerada como un elemento explicativo para el modelo de Demanda de Energía Eléctrica del Sector Residencial del Área de Concesión de la CENTROSUR, y al no disponer de la información se estructura en base a la información disponible de los censos de población y vivienda (1990, 2001, 2010).

De los censos se han filtrado acorde al área de concesión de la empresa distribuidora en las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago respectivamente el área que cubre, con un particular en la Provincia Cañar, por la cobertura en ciertos cantones:

- Provincia del Azuay
- Provincia Morona Santiago
- Provincia Cañar: Biblian, Cañar, El Tambo, Suscal

Acorde a las áreas identificadas de la concesión de la CENTROSUR las bases de datos de los censos de Población y Vivienda disponible en el INEC se ha filtrado la información por tipo de viviendas y se han asumido como tipos de viviendas pertenecientes al sector residencial las categorizadas como: casa/villa, departamento, cuartos, mediagua, rancho, covacha, choza y hasta otra vivienda.

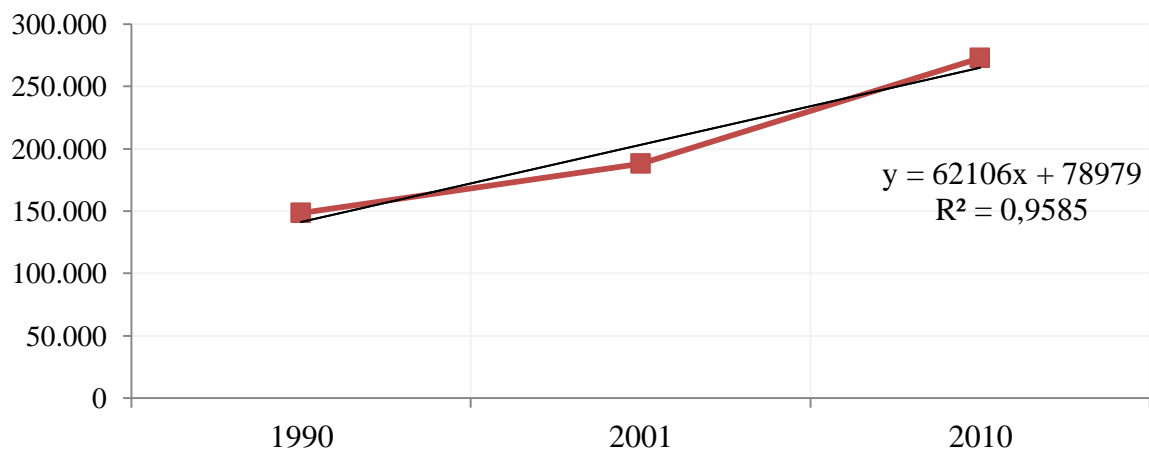
Los datos obtenidos del número de viviendas en cada sector geográficamente definido de cobertura de la CENTROSUR son:

PROVINCIA AÑO	1990	2001	2010
AZUAY	148.546	188.270	272.758
MORONA	21.390	33.651	45.920
CAÑAR	25.834	30.963	37.484



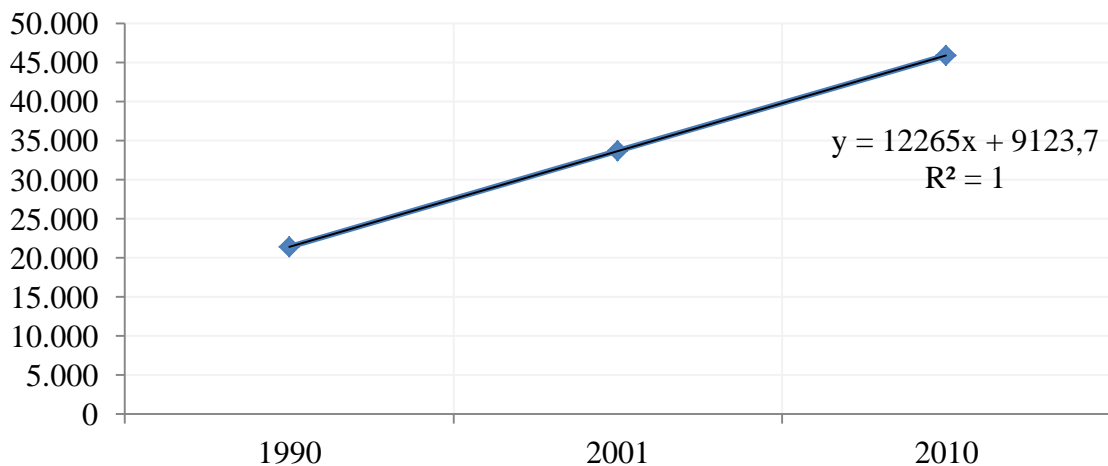
En base a la información disponible del número de viviendas en cada provincia se procede como metodología para estimar la serie entre cada temporalidad de los censos realizar interpolación, para lo cual es necesario previamente establecer la tendencia de crecimiento de las series para aplicar adecuadamente la formulación de la interpolación. La tendencia de la serie se determina acorde al ajuste del gráfico tal y como se presenta a continuación:

### Crecimiento de las viviendas en la Provincia del Azuay

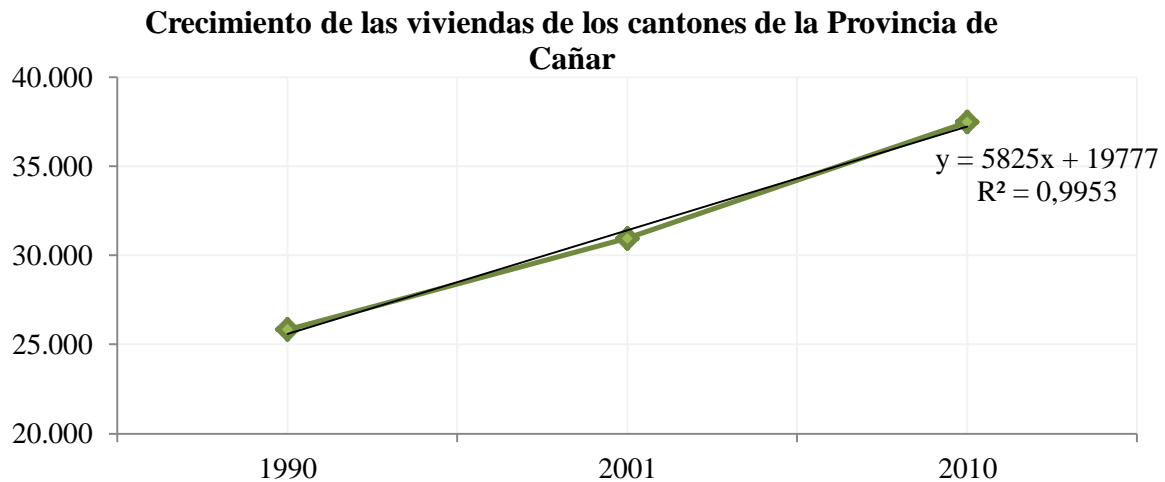


**Fuente:** Censos de Población y Vivienda 1990 – 2001 – 2010

### Crecimiento de las viviendas en la Provincia de Morona Santiago



**Fuente:** Censos de Población y Vivienda 1990 – 2001 - 2010



**Fuente:** Censos de Población y Vivienda 1990 – 2001 - 2010

El ajuste de los datos para los sectores de cobertura de la CENTROSUR se corresponden con una tendencia lineal y un ajuste alto, lo que permite la aplicación para la interpolación de los datos mediante la aplicación de interpolación lineal y extrapolación para los datos del 2011 y 2012.

Para la interpolación y extrapolación lineal se aplica la siguiente fórmula:

- Interpolación

$$y = y_a + (x - x_a) \frac{(y_b - y_a)}{(x_b - x_a)}$$

- Extrapolación

$$y(x_*) = y_{k-1} + \frac{x_* - x_{k-1}}{x_k - x_{k-1}} (y_k - y_{k-1}).$$

En base a los datos obtenidos del censo, la corroboración de la tendencia lineal de crecimiento de los predios en las áreas en estudio y con la aplicación de las fórmulas anteriormente descritas se obtiene la serie de crecimiento de viviendas en el área de concesión de la CENTROSUR, considerando a todos estos como potenciales demandantes o clientes de energía eléctrica.



AÑOS	AZUAY	MORONA SANTIAGO	CAÑAR	TOTAL DE VIVIENDAS
2001	188.270	33.651	30.963	252.884
2002	197.658	35.014	31.688	264.359
2003	207.045	36.377	32.412	275.835
2004	216.433	37.741	33.137	287.310
2005	225.820	39.104	33.861	298.785
2006	235.208	40.467	34.586	310.261
2007	244.595	41.830	35.310	321.736
2008	253.983	43.194	36.035	333.211
2009	263.370	44.557	36.759	344.687
2010	272.758	45.920	37.484	356.162
2011	282.146	47.283	38.209	367.637
2012	291.533	48.646	38.933	379.113

La serie anual construida para el crecimiento total de las viviendas del área de concesión de la CENTROSUR se presenta en la tabla anterior, sin embargo la demanda que se está estimando recoge todo lo requerido y utilizado por los clientes históricamente registrados dentro del área de concesión, por lo que, es necesario acotar el total de crecimiento de los predios considerando los porcentajes de cobertura del servicio.

Es decir, para obtener un número más aproximado de las viviendas que disponen del servicio a la tabla del total de viviendas se le limita por el promedio de los porcentajes de cobertura de cada área de concesión de la CENTROSUR. Es relevante anotar que mantienen particularidades de cobertura en cada espacio geográfico, en la provincia del Azuay el porcentaje de cobertura es representativamente más alto que en las provincias de Cañar y Morona Santiago, en la primera mencionada alcanza hasta el 90% mientras que en las otras alcanza hasta un 70% aproximadamente, y al reflejar los promedios de cobertura se obtiene los siguientes:

Años	Promedio de Cobertura
------	-----------------------



2002	75,75%
2003	76,28%
2004	76,79%
2005	77,27%
2006	77,81%
2007	78,31%
2008	78,84%
2009	79,38%
2010	79,88%
2011	80,42%
2012	80,94%

La serie considerada para la estimación del modelo es el resultado del total de crecimiento de viviendas o predios en el área de concesión de la CENTROSUR acotado por el porcentaje de cobertura, así ajustando con mayor seguridad a la obtención de la estimación de demanda del sector residencial que se encuentra servido del energía eléctrica.

## Anexo 2: Evaluación Econométrica del Modelo de Estimación de Demanda de energía eléctrica del sector residencial CENTROSUR

### - Test de Raíces Unitarias – Dickey–Fuller

Variable Dependiente: Energía Eléctrica Consumida (Demanda de Energía Eléctrica residencial bajo el área de concesión de la CENTROSUR)

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(EEC)		
Null Hypothesis: D(EEC) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 11 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.815990	0.0052
Test critical values:		
1% level	-2.584539	
5% level	-1.943540	
10% level	-1.614941	

Con los resultados obtenidos la probabilidad del “t” estadístico es de 0.052 que contrastada con el nivel de significancia de 0.05 rechazamos la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria, además la variable es

significativa, concluimos que esta serie es estacionaria cuando le diferenciamos dos veces, por tanto esta variable es **I(1)**.



## Cientes (ct)

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(CT,2)		
Null Hypothesis: D(CT,2) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 8 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.496573	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.584214	
5% level	-1.943494	
10% level	-1.614970	

Concluimos que esta serie es estacionaria cuando le diferenciamos dos veces, por tanto esta variable es **I(2)**.

## Tarifa (taf)

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(TAF)		
Null Hypothesis: D(TAF) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-10.05883	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.582872	
5% level	-1.943304	
10% level	-1.615087	

Concluimos que esta serie es estacionaria cuando le diferenciamos una vez, por tanto esta variable es **I(1)**.

## Precio Medio de la Energía Eléctrica (pm)

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(PM)		
Null Hypothesis: D(PM) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-10.51085	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.582872	
5% level	-1.943304	
10% level	-1.615087	

Concluimos que esta serie es estacionaria cuando le diferenciamos una vez, por tanto esta variable es **I(1)**.

## Consumo de Energía Eléctrica Per Cápita (cp)

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(CP,2)		
Null Hypothesis: D(CP,2) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 10 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-18.50874	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.584539	
5% level	-1.943540	
10% level	-1.614941	

Concluimos que esta serie es estacionaria cuando le diferenciamos dos veces, por tanto esta variable es **I(2)**.

## Energía Eléctrica Disponible (eed)

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(EED,2)		
Null Hypothesis: D(EED,2) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 10 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-9.935063	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.584539	
5% level	-1.943540	
10% level	-1.614941	

Concluimos que esta serie es estacionaria cuando le diferenciamos dos veces, por tanto esta variable es **I(2)**.

## PIB per cápita (pibper)



Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(PIBER)		
Null Hypothesis: D(PIBER) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-11.35732	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.582672	
5% level	-1.943304	
10% level	-1.615087	

Concluimos que esta serie es estacionaria cuando le diferenciamos una vez, por tanto esta variable es **I(1)**.

### Producto Interno Bruto (pib)

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(PIB,2)		
Null Hypothesis: D(PIB,2) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-30.27591	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.584055	
5% level	-1.943471	
10% level	-1.614984	

Concluimos que esta serie es estacionaria cuando le diferenciamos dos veces, por tanto esta variable es **I(2)**.

### Índice de Actividad Económica Coyuntural (IDEAC)

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(IDEAC)		
Null Hypothesis: D(IDEAC) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-12.63037	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.583011	
5% level	-1.943324	
10% level	-1.615075	

Concluimos que esta serie es estacionaria cuando le diferenciamos una vez, por tanto esta variable es **I(1)**.

### Precios del Petróleo (ppetro)

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(PPETRO)		
Null Hypothesis: D(PPETRO) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.304041	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.582672	
5% level	-1.943304	
10% level	-1.615087	

Concluimos que esta serie es estacionaria cuando le diferenciamos una vez, por tanto esta variable es **I(1)**.

### Tasa de Variación del PIB (tvpiB)

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(TVPIB)		
Null Hypothesis: D(TVPIB) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-11.34487	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.582672	
5% level	-1.943304	
10% level	-1.615087	

Concluimos que esta serie es estacionaria cuando le diferenciamos una vez, por tanto esta variable es **I(1)**.

### Viviendas abastecidas del servicio electrica (Vivcober)

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(VIVCOBER,2)		
Null Hypothesis: D(VIVCOBER,2) has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 10 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-8.220729	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.584539	
5% level	-1.943548	
10% level	-1.614941	

Concluimos que esta serie es estacionaria cuando le diferenciamos dos veces, por tanto esta variable es **I(2)**.

### - Modelo de Largo Plazo

La estimación de largo plazo considera las siguientes variables:





Dependent Variable: LOG(EEC)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/26/13 Time: 22:50  
 Sample: 2002:01 2012:12  
 Included observations: 132

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	14.05856	0.263881	53.27623	0.0000
LOG(IDEAC)	0.351122	0.036690	9.569968	0.0000
LOG(PM)	-0.222390	0.112304	-1.980251	0.0498
LOG(PPETRO)	-0.073372	0.019907	3.685793	0.0003
R-squared	0.826591	Mean dependent var		16.88884
Adjusted R-squared	0.822527	S.D. dependent var		0.129698
S.E. of regression	0.054639	Akaike info criterion		-2.946311
Sum squared resid	0.382131	Schwarz criterion		-2.858953
Log likelihood	198.4565	F-statistic		203.3796
Durbin-Watson stat	1.388298	Prob(F-statistic)		0.000000

### Significancia individual

El contraste de la significancia individual de las variables se realiza a un **nivel de significancia del 5%**, considerando para ello la prueba estadística "t" Student que plantea como hipótesis:

$$H_0 = \beta_k = 0$$

$$H_A = \beta_k \neq 0$$

- **C= $\beta_0$** = este parámetro no mantiene una interpretación precisa. Es la constante del modelo y representa el valor que toma la demanda de energía eléctrica residencial bajo el área de concesión de la CENTROSUR, cuando todas las demás variables explicativas son cero y por lo tanto la demanda de energía eléctrica residencial promedio es 14.05 kwh. A un nivel de significancia del 5%, la constante se establece como **significativa** para el modelo.
- **IDEAC =  $\beta_1$**  = es el parámetro estructural que representa la elasticidad de la demanda de energía eléctrica ante la variación porcentual del 1% (ceteris paribus) del IDEAC, por lo tanto se estima que dados incrementos (1%) en el IDEAC, la demanda de energía eléctrica aumenta en 0,35%. El resultado obtenido es positivo, corroborando la relación directa que concuerda con la planteado en la teoría. A un nivel de significancia del 5%, el IDEAC es **significativo**, concluyendo por lo tanto



que explica la demanda de energía eléctrica residencial de la CENTROSUR.

- **PM =  $\beta_2$**  = es el parámetro estructural que represente la elasticidad de la demanda de energía eléctrica ante la variación porcentual del 1% (ceteris paribus) del precio medio de energía eléctrica, por lo tanto se estima que dados incrementos (1%) en el precio medio, la demanda de energía eléctrica se contrae en 0,22%, lo cual refleja una relación inversa, de igual manera corroborativa con la teoría. A un nivel de significancia del 5%, el PM es **significativo**, por lo tanto explica la demanda de energía eléctrica residencial de la CENTROSUR.
- **$\beta_3$  (PPETRO)** = es el parámetro estructural que represente los cambios en la demanda de energía eléctrica ante la variación porcentual del 1% (ceteris paribus) de los precios del petróleo, por lo tanto se estima que dados incrementos (1%) en los precios del petróleo, la demanda de energía eléctrica se contrae en 0,07%, manteniendo una relación inversamente proporcional. A un nivel de significancia del 5%, los precios del petróleo son **significativos**, y explica la demanda de energía eléctrica residencial de la CENTROSUR.

### Significancia Global

$R^2$	R-squared	0.826591
	Adjusted R-squared	0.822527

La bondad de ajuste del  $R^2$  contrasta que las variaciones del índice de actividad económica coyuntural (IDEAC), el precio medio de la energía eléctrica y los precios del petróleo explican en un **82.25%** las variaciones de la demanda de energía eléctrica del sector residencial del área de concesión de la CENTROSUR.

#### - Prueba "F"

$$H_0 = \beta_0 + \beta_1 = \dots \beta_9 = 0$$

$$H_A = \text{al menos una es diferente de cero}$$



F-statistic 203.3796  
 Prob(F-statistic) 0.000000

A un nivel de significancia del 5%,  $RH_0$ , rechazamos la hipótesis nula de que todos los betas son iguales a cero, por tanto  $NRH_A$  de que al menos una de las variables es diferente de cero, verificando con ello la significancia global del modelo.

### Estacionariedad del Residuo de Largo Plazo

Null Hypothesis: RESIDL P has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.473991	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.582872	
5% level	-1.943304	
10% level	-1.615087	

Con la prueba realizada de estacionariedad, se obtiene una probabilidad del Dickey-Fuller de 0.0000, de lo cual resulta que la estacionariedad del residuo es en niveles y además es significativo.

#### - Modelo de Corto Plazo

Dependent Variable: D(LOG(EEC))  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/26/13 Time: 22:47  
 Sample(adjusted): 2002:03 2012:12  
 Included observations: 130 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.005482	0.003039	1.804181	0.0737
D(LOG(PM))	-0.538388	0.269320	-1.999063	0.0478
D(D(LOG(CP)))	0.790393	0.201569	3.921202	0.0001
D(D(LOG(CT)))	1.749252	0.830704	2.105745	0.0373
D(D(LOG(VIVCOBE...))	3.186674	1.087684	2.929780	0.0040
D(LOG(EEC(-1)))	-0.441066	0.058393	-7.553388	0.0000
RESIDL P(-1)	-0.307717	0.062852	-4.895875	0.0000
R-squared	0.624464	Mean dependent var		0.004261
Adjusted R-squared	0.606145	S.D. dependent var		0.054843
S.E. of regression	0.034418	Akaike info criterion		-3.848126
Sum squared resid	0.145707	Schwarz criterion		-3.693720
Log likelihood	257.1282	F-statistic		34.08857
Durbin-Watson stat	1.978193	Prob(F-statistic)		0.000000

### Significancia Individual

Para contrastar la significancia individual de las variables consideradas para la estimación de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la CENTROSUR, se contrasta con la prueba “*t-student*” a un **nivel de significancia del 5%**, considerando las hipótesis propias de la prueba:

$$H_0 = \beta_k = 0 \quad H_A = \beta_k \neq 0$$



$C = \beta_0$  = la constante al ser una variable que recoge el efecto de todas las variables que no están consideradas en el modelo, y a pesar de que tiene un nivel de significancia mayor al nivel con el que se está trabajando que es del 5%, no es suficiente sustento para desestimar la ecuación que explica la demanda de energía eléctrica en análisis

$PM = \beta_1$  = al nivel de significancia del 5%, dada la probabilidad del “t” estadístico del precio medio de 0.0478, se ubica en la zona de *rechazo de la hipótesis nula*, por lo tanto el parámetro precio medio es diferente de cero, por lo que concluimos que **es significativa**, y explica adecuadamente la demanda de energía eléctrica.

$CP = \beta_2$  = dada la probabilidad del “t” estadístico del consumo promedio de 0.0001, contrastado con el nivel de significancia del 5%, concluimos que se ubica en la zona de *rechazo de la hipótesis nula*, por lo tanto el parámetro consumo promedio es diferente de cero, siendo **significativo** por lo que explica la demanda de energía eléctrica.

$CT = \beta_3$  = dada la probabilidad del “t” estadístico de los clientes totales es de 0.0373, contrastado con el nivel de significancia del 5%, concluimos que se ubica en la zona de *rechazo de la hipótesis nula*, por lo tanto el parámetro clientes totales es diferente de cero, siendo **significativo** por lo que explica la demanda de energía eléctrica.

$VIVCOBER = \beta_4$  = al nivel de significancia del 5%, dada la probabilidad del “t” estadístico de las viviendas abastecidas del servicio es de 0.0040, se ubica en la zona de *rechazo de la hipótesis nula*, por lo tanto el parámetro viviendas abastecidas del servicio es diferente de cero, por lo que concluimos que **es significativa**, y explica la demanda de energía eléctrica.

$EEC(-1) = \beta_5$  = al nivel de significancia del 5%, dada la probabilidad del “t” estadístico de la variable dependiente rezagada en un período es de 0.0000, se ubica en la zona de *rechazo de la hipótesis nula*, por lo tanto el parámetro es diferente de cero, concluyendo su **representatividad** en la explicación de la demanda de energía eléctrica.



$RESIDL P1(-1)$  = El residuo de la estimación de largo plazo refleja un resultado negativo (-) y significativo (0.0000), concluyendo que este modelo cumple las condiciones necesarias y suficientes para la cointegración del mismo.

### Significancia Global

$R^2$	R-squared	0.624464
	Adjusted R-squared	0.606145

El  $R^2$  representa la bondad de ajuste del modelo, la significancia global de las variables consideradas explicativas para la estimación de la demanda de energía, por lo que podemos concluir que las variaciones a lo largo del período de estudio (2002-2012) del precio medio (PM), consumo promedio per cápita (CP), clientes totales (CT), viviendas cubiertas del servicio (VIVCOBER), la variable dependiente rezagada un período (EEC(-1)) explican en un **60.61%** las variaciones de la Demanda de Energía Eléctrica en el sector residencial de la CENTROSUR. Este resultado se encuentra dentro de un rango aceptable, para el R cuadrado ajustado.

#### - Prueba "F"

$$H_0 = \beta_0 = \beta_1 = \dots \beta_9 = 0 \quad H_A = \text{al menos uno es diferente de cero}$$

F-statistic	34.08857
Prob(F-statistic)	0.000000

A un nivel de significancia del 5%, rechazamos la hipótesis nula de que todos los betas son iguales a cero, por tanto existe suficiente evidencia estadística para concluir que las variables introducidas en el modelo explican de adecuadamente a la demanda de energía eléctrica del sector residencial en el área de concesión de la CENTROSUR.

### Interpretación Económica de los Parámetros

$C = \beta_0$  = es la constante del modelo, representa el valor que toma la demanda de energía eléctrica del sector residencial cuando el resto de variables explicativas toman el valor de cero, por lo que la demanda de energía



eléctrica promedio del sector residencial promedio del área de concesión de la CENTROSUR es de **0.0055** Kwh.

$PM = \beta_1$  = variable que representa la elasticidad de la demanda de energía eléctrica en el sector residencial ante la variación porcentual del 1% (ceteris paribus) del **precio medio**, en este caso en particular, este estima que dados incrementos en el precio medio del 1%, la demanda de energía eléctrica se contrae en (-) **0.5383%**, reflejando la relación inversa entre las variables.

$CP = \beta_2$  = parámetro que representa los cambios porcentuales de la demanda de energía eléctrica del sector residencial ante la variación porcentual del 1% (ceteris paribus) del **consumo promedio de energía eléctrica**, en este caso en particular, este representa que si el consumo promedio se incrementa en el 1%, la demanda de energía eléctrica aumenta en **0.7904%**, lo que refleja una relación directamente proporcional y correspondiente con la teoría y tendencia del consumo de el servicio.

$CT = \beta_3$  = representa las variaciones porcentuales en la demanda de energía eléctrica del sector residencial ante la variación porcentual del 1% (ceteris paribus) de los **clientes totales**, en este caso en particular, el crecimiento de los clientes totales aumentan en el 1%, la demanda de energía eléctrica de igual manera aumenta en **1.7493%**, manteniendo una relación directamente proporcional.

$VIVCOBER = \beta_4$  = es el parámetro estructural que represente las variaciones de la demanda de energía eléctrica del sector residencial ante la variación porcentual del 1% (ceteris paribus) de las **viviendas abastecidas del servicio**. Es decir que si se incrementan las viviendas abastecidas por el servicio en el 1%, la demanda de energía eléctrica aumentaría en **3.1867%** estableciendo una relación directa.

$EEC(-1) = \beta_5$  = este parámetro en particular recoge la variación de la demanda de energía eléctrica en el sector residencial ante cambios en la variable dependiente rezagada un período, es decir el efecto que genera el consumo del período anterior sobre el consumo del siguiente mes. En este caso en particular, representa que dados incrementos en el 1% de la demanda



rezagada, la demanda de energía eléctrica en el sector residencial de la CENTROSUR se contrae en **(-) 0.1131%**.

**RESIDL<sub>P</sub>1(-1)** = establece la cointegración del modelo, además refleja el comportamiento adecuado del término de error de la estimación.

- **Multicolinealidad: Matriz de Covarianza de las Variables**

Coefficient Covariance Matrix							
	C	D(LOG(PM))	D(D(LOG(...	D(D(LOG(...	D(D(LOG(...	D(LOG(EE...	RESIDL <sub>P</sub> (-1)
C	9.23E-06	-6.42E-05	-9.77E-07	-0.000103	3.51E-05	-1.20E-05	4.28E-06
D(LOG(PM))	-6.42E-05	0.072533	-0.003013	-0.049359	0.009303	0.000715	0.001467
D(D(LOG(...	-9.77E-07	-0.003013	0.040630	0.027063	-0.117009	-0.000190	0.001696
D(D(LOG(...	-0.000103	-0.049359	0.027063	0.690070	-0.122727	0.005466	0.002611
D(D(LOG(...	3.51E-05	0.009303	-0.117009	-0.122727	1.183056	-0.006383	0.003153
D(LOG(EE...	-1.20E-05	0.000715	-0.000190	0.005466	-0.006383	0.003410	-0.001461
RESIDL <sub>P</sub> (-1)	4.28E-06	0.001467	0.001696	0.002611	0.003153	-0.001461	0.003950

- **Heteroscedasticidad**

$$H_0 = \text{Homoscedasticidad} \quad H_A = \text{Heteroscedasticidad}$$

White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	1.491548	Probability	0.136852
Obs*R-squared	17.24862	Probability	0.140482

Para contrastar la presencia de heteroscedasticidad se recurre al test de White que plantea las siguientes hipótesis:

- **Autocorrelación**

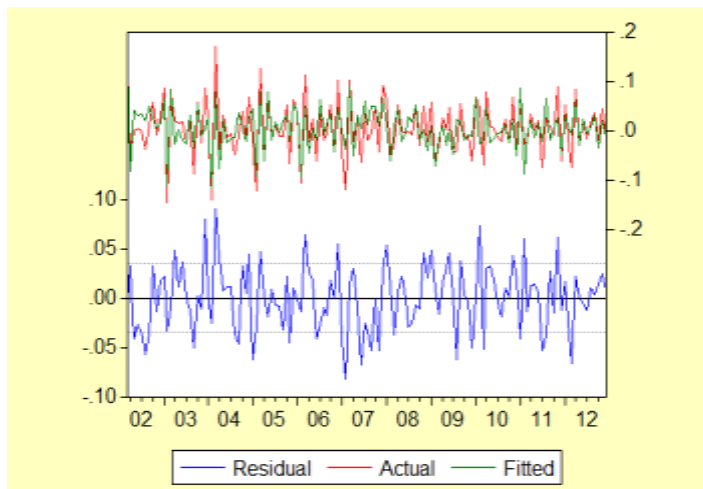
$$H_0 = \text{No existe autocorrelación} \quad H_A = \text{existe autocorrelación}$$

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.094914	Probability	0.337860
Obs*R-squared	2.310886	Probability	0.314918

A la ecuación para contrarrestar la presencia de autocorrelación se le aplica la prueba de Breush-Godfrey bajo las siguientes hipótesis:

- **Cambio Estructural: Test de Chow**



Con el fin de identificar y contrastar la presencia de cambios estructurales en la estimación del modelo se analiza el gráfico *Actual Fitted Residual Graph*, para de esta manera intuitivamente se utilizará de guía para el análisis de Chow.

De acuerdo al gráfico anterior se considera necesario realizar el contraste de Chow para los períodos: 2003:9, 2003:12, 2004:3, 2007:2, 2007:6, 2009:2, 2010:2, obteniendo los posibles períodos de análisis se plantea el contraste de la prueba de Chow para verificar la existencia de cambio estructural.

El test de Chow plantea el contraste de las siguientes hipótesis:

$$H_0 = \text{no existe cambio estructural} \quad H_A = \text{existe cambio estructural}$$

En los periodos 2009:2 y 2010:2 se ha identificado la presencia de cambio estructural, para validar la prueba se procede a realizar la misma prueba en un periodo intermedio, 2009:6, con lo que se verificará la existencia de cambio estructural a lo largo de dichos periodos.

De acuerdo con los resultados anteriores, se construirá las variables ficticias, contrastando con la teoría explicitada anteriormente en el período que se genera el cambio estructural. En el año 2009, se presenta un cambio significativo en la demanda de energía eléctrica corroborado con la teoría analizada de la crisis energía nacional en el período 2009 que afectó al país debido a las condiciones climáticas que desembocaron en una sequía nacional, por ésta razón creamos una variable dummy a ser contrarrestada en la estimación, con el nombre D2009.





Considerando la dummy 2009 como aditiva no representa ser significativa, ya que dada la probabilidad del “t” estadístico de la dummy de 0.4237 es mayor al nivel de significancia con el que se está trabajando, 5%. Acorde al comportamiento de las series, se introduce la dummy multiplicativa con la variable viviendas abastecidas del servicio eléctrico (*VIVCOBER*), en el gráfico de las correlaciones entre la demanda de energía eléctrica y la variable viviendas abastecidas del servicio en este período se identificó una correlación negativa (Ver gráfico de correlaciones capítulo III).

Los resultados de la introducción de la dummy multiplicativa con la variable *VIVCOBER* arroja como resultados la desmejora de la significancia individual de la variable *VIVCOBER* y baja la bondad de ajuste del modelo, por lo que se concluye que la dummy no es significativa para explicar la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la CENTROSUR.

### **Período 2003:9**

Chow Breakpoint Test: 2003:09

F-statistic	1.254428	Probability	0.279183
Log likelihood ratio	9.486107	Probability	0.219613

### **Período 2003:12**

Chow Breakpoint Test: 2003:12

F-statistic	0.828432	Probability	0.565729
Log likelihood ratio	6.341689	Probability	0.500466

### **Período 2004:3**

Chow Breakpoint Test: 2004:03

F-statistic	0.935136	Probability	0.482316
Log likelihood ratio	7.136474	Probability	0.414810

### **Período 2007:2**

Chow Breakpoint Test: 2007:02

F-statistic	0.507294	Probability	0.827487
Log likelihood ratio	3.919943	Probability	0.788951

### **Período 2007:6**

Chow Breakpoint Test: 2007:06

F-statistic	0.871582	Probability	0.531272
Log likelihood ratio	6.663674	Probability	0.464717

A un nivel de significancia del 10%, se concluye que en los períodos anteriormente descritos son mayor a 0.1, por lo que no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), comprobando así que estos períodos no presentan cambio estructural.

### **Período 2009:2**



Chow Breakpoint Test: 2009:02

F-statistic	2.464284	Probability	0.021526
Log likelihood ratio	18.02279	Probability	0.011868

A un nivel de significancia del 10%, se concluye que en este período existe cambio

estructural porque con una probabilidad de 0.021526, que es menor a 0.1, por lo que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), de tal manera que observamos la presencia de cambio estructural.

### **Período 2010:2**

Chow Breakpoint Test: 2010:02

F-statistic	2.457456	Probability	0.021864
Log likelihood ratio	17.97615	Probability	0.012078

A un nivel de significancia del 10%, se llega a la conclusión de

que en este período existe cambio estructural porque con una probabilidad de 0.021864, que es menor a 0.1, por lo que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), de tal manera que observamos la presencia de cambio estructural.

Para corroborar la presencia de Cambio estructural en los períodos anteriores, se realiza nuevamente el Test de Chow en un periodo intermedio, 2009:06; dando como resultado un f-statistic por debajo del 10% con lo que se verifica la existencia de Cambio estructural durante estos periodos.

Chow Breakpoint Test: 2009:06

F-statistic	2.447432	Probability	0.022370
Log likelihood ratio	17.90765	Probability	0.012394

### **Dummy Aditiva 2009**



Dependent Variable: D(LOG(EEC))  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/30/13 Time: 19:17  
 Sample(adjusted): 2002:03 2012:12  
 Included observations: 130 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.004585	0.003242	1.414224	0.1598
D(LOG(PM))	-0.539100	0.269712	-1.998801	0.0479
D(D(LOG(CP)))	0.796179	0.201990	3.941679	0.0001
D(D(LOG(CT)))	1.755936	0.831950	2.110628	0.0368
D(D(LOG(VIVCOBE...))	3.106177	1.093866	2.839632	0.0053
D(LOG(EEC(-1)))	-0.432666	0.059407	-7.283128	0.0000
RESIDLP(-1)	-0.325830	0.066866	-4.872899	0.0000
D2009	0.008633	0.010755	0.802714	0.4237
R-squared	0.626437	Mean dependent var		0.004261
Adjusted R-squared	0.605003	S.D. dependent var		0.054843
S.E. of regression	0.034468	Akaike info criterion		-3.838009
Sum squared resid	0.144941	Schwarz criterion		-3.661545
Log likelihood	257.4706	F-statistic		29.22634
Durbin-Watson stat	1.960127	Prob(F-statistic)		0.000000

## Dummy Multiplicativa 2009

Dependent Variable: D(LOG(EEC))  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/30/13 Time: 19:36  
 Sample(adjusted): 2002:03 2012:12  
 Included observations: 130 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.005228	0.003089	1.692289	0.0931
D(LOG(PM))	-0.644567	0.276373	-2.332238	0.0213
D(D(LOG(CP)))	1.148719	0.174504	6.582785	0.0000
D(D(LOG(CT)))	2.002903	0.837387	2.391850	0.0183
D(D(LOG(VIVCOBE...))	10.19249	4.886940	2.086659	0.0391
D(LOG(EEC(-1)))	-0.439938	0.059556	-7.387017	0.0000
RESIDLP(-1)	-0.318405	0.063829	-4.988396	0.0000
R-squared	0.611979	Mean dependent var		0.004261
Adjusted R-squared	0.593051	S.D. dependent var		0.054843
S.E. of regression	0.034986	Akaike info criterion		-3.815422
Sum squared resid	0.150550	Schwarz criterion		-3.661017
Log likelihood	255.0025	F-statistic		32.33221
Durbin-Watson stat	2.105348	Prob(F-statistic)		0.000000



## - Test Complementarias

### Test de Variables Omitidas

$H_0 =$  la variable no explica el modelo  $H_A$   
 $=$  la variable si explica el modelo

#### **Energía Eléctrica disponible (EED)**

Omitted Variables: EED

F-statistic	0.356567	Probability	0.551526
Log likelihood ratio	0.379394	Probability	0.537928

A un nivel de significancia del 10%, la probabilidad de 0.55% permite concluir que la EED no debe ir en el

modelo.

#### **Índice de Actividad Económica Coyuntural (IDEAC)**

Omitted Variables: IDEAC

F-statistic	0.245130	Probability	0.621416
Log likelihood ratio	0.260942	Probability	0.609474

A un nivel de significancia del 10%, la probabilidad de 0.6214% permite concluir que el IDEAC no debe ir en

el modelo.

#### **Producto Interno Bruto per-cápita (PIBPER)**

Omitted Variables: PIBPER

F-statistic	0.073475	Probability	0.786801
Log likelihood ratio	0.078269	Probability	0.779657

A un nivel de significancia del 10%, la probabilidad de 0.7868% permite concluir que el PIBPER no debe ir en

el modelo.

#### **Precios del Petroleo (PPETRO)**

Omitted Variables: PPETRO

F-statistic	0.259982	Probability	0.611054
Log likelihood ratio	0.276735	Probability	0.598849

A un nivel de significancia del 10%, la probabilidad de 0.6110% permite concluir que el PPETRO no debe ir en

el modelo.

#### **Tarifa (TAF)**

Omitted Variables: TAF

F-statistic	0.543486	Probability	0.462407
Log likelihood ratio	0.577839	Probability	0.447161

A un nivel de significancia del 10%, la probabilidad de 0.4624% permite concluir que la TAF no debe ir en el

modelo.

#### **Tasa de Variación del Producto Interno Bruto (TVPIB)**

Omitted Variables: TVPIB

F-statistic	1.927212	Probability	0.167594
Log likelihood ratio	2.037536	Probability	0.153458

A un nivel de significancia del 10%, la probabilidad de 0.1675% permite



concluir que el TVPIB no debe ir en el modelo.

### Test de Variables Redundantes

$H_0 =$  la variable es innecesaria       $H_A =$  la variable es necesaria

#### **Precio Medio (PM)**

Redundant Variables: D(LOG(PM))

F-statistic	5.439335	Probability	0.021313
Log likelihood ratio	5.625404	Probability	0.017702

el modelo.

A un nivel de significancia del 10%, la probabilidad del 0.021313 permite concluir que esta variable explica bien

#### **Consumo Promedio (CP)**

Redundant Variables: D(D(LOG(CP)))

F-statistic	43.33306	Probability	0.000000
Log likelihood ratio	39.23501	Probability	0.000000

el modelo.

A un nivel de significancia del 10%, la probabilidad del 0.0000 permite concluir que esta variable deber ir en

#### **Clientes Totales (CT)**

Redundant Variables: D(D(LOG(CT)))

F-statistic	5.720947	Probability	0.018278
Log likelihood ratio	5.910126	Probability	0.015054

modelo.

A un nivel de significancia del 10%, la probabilidad del 0.018278 permite concluir que la variable debe ir en el

#### **Viviendas Abastecidas por el servicio de energía eléctrica (VIVCOBER)**

Omitted Variables: D(D(LOG(VIVCOBER)))

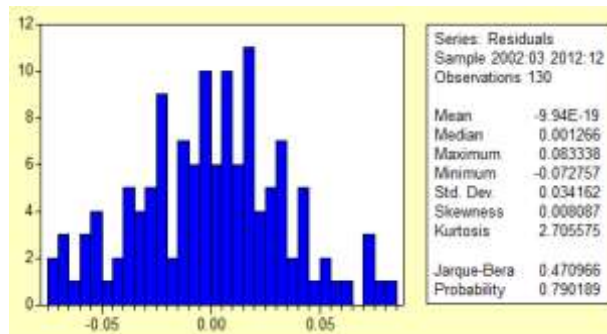
F-statistic	5.797985	Probability	0.017542
Log likelihood ratio	6.035865	Probability	0.014018

modelo.

A un nivel de significancia del 10%, la probabilidad del 0.017542 permite concluir que la variable debe ir en el

#### - **Normalidad de los Errores: Test de Jarque-Bera**

$H_0 =$  los errores son normales       $H_A =$  los errores no son normales



- **Test de Especificación del Modelo**

$$H_0 = \text{el modelo esta bien especificado} \quad H_A = \text{el modelo no esta bien especificado}$$

Ramsey RESET Test:

F-statistic	0.127092	Probability	0.722083
Log likelihood ratio	0.135355	Probability	0.712943

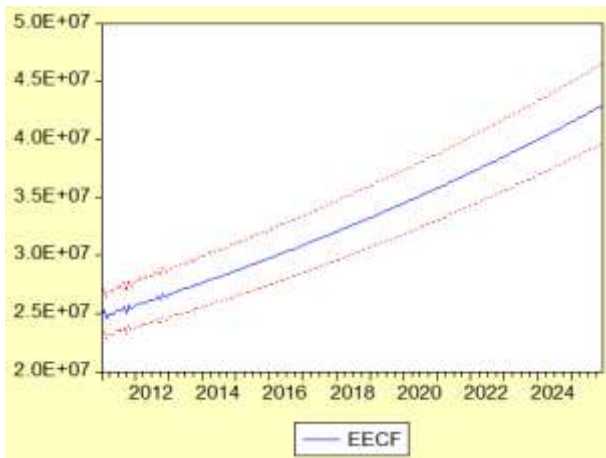
**Estimación del ARIMA**

- ARIMA (11,1,4)

Dependent Variable: D(LOG(EEC))  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/30/13 Time: 21:32  
 Sample(adjusted): 2003:01 2012:12  
 Included observations: 120 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 33 iterations  
 Backcast: 2002:09 2002:12

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.003076	0.000127	24.12481	0.0000
AR(1)	-0.639493	0.052206	-12.24954	0.0000
AR(11)	-0.305738	0.045915	-6.658774	0.0000
MA(2)	-0.723031	0.096232	-7.513377	0.0000
MA(4)	-0.240630	0.094006	-2.559740	0.0118
R-squared	0.645948	Mean dependent var	0.003454	
Adjusted R-squared	0.633633	S.D. dependent var	0.055089	
S.E. of regression	0.033344	Akaike info criterion	-3.923096	
Sum squared resid	0.127861	Schwarz criterion	-3.806950	
Log likelihood	240.3858	F-statistic	52.45274	
Durbin-Watson stat	2.016139	Prob(F-statistic)	0.000000	

Proyección de la Demanda de Energía Eléctrica del Sector Residencial de la CENTROSUR (ARIMA)



Forecast: EECF  
 Actual: EEC  
 Forecast sample: 2011:01 2025:12  
 Included observations: 24

Root Mean Squared Error	683289.9
Mean Absolute Error	554124.6
Mean Abs. Percent Error	2.198567
Theil Inequality Coefficient	0.013350
Bias Proportion	0.029333
Variance Proportion	0.313925
Covariance Proportion	0.656743

### Anexo 3: Diseño de Tesina

**“Análisis de los Factores que afectan la demanda de energía eléctrica y su Estimación. Sector Residencial del área de concesión de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., periodo 2002-2012”**

#### Delimitación del tema

##### CONTENIDO

Analizar los factores que afectan la demanda de energía eléctrica y su estimación en el Sector Residencial del área de concesión de la CENTROSUR durante el período 2002 – 2012.

##### CAMPO DE APLICACIÓN

Área de concesión CENTROSUR

##### ESPACIO

Sector energético

##### PERIODO

2002-2012

##### TÍTULO



“Análisis de los Factores que afectan la demanda de energía eléctrica y su Estimación. Sector Residencial del área de concesión de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., periodo 2002-2012”

### **Estudios empíricos**

Entre ellos tenemos:

En el estudio llevado a cabo por Eugenio Guzmán, José Rafael Rodríguez, Juvencio Hernández y Samuel Rebollar con el tema, “Consumo de energía eléctrica para uso doméstico en San Juan del Río, Querétaro”, México, publicado en Diciembre de 2010, se estimó un modelo econométrico para determinar las variables que afectan el consumo de la energía eléctrica en el sector doméstico (residencial).

En el estudio para determinar éstos factores que afectan la demanda de energía eléctrica, se pone en práctica un modelo econométrico de regresión lineal, considerando variables independientes como el precio de energía al consumidor, el ingreso per cápita real del consumidor y la cantidad de energía demandada; en donde la estimación de los respectivos coeficientes se efectuó mediante el procedimiento General Linear Models; con lo que para medir la magnitud de los cambios que ocurren en la variable dependiente ante los cambios de sus variables explicativas se consideró los coeficientes de las elasticidades-precios de corto y largo plazo.

Karla Verónica Arguello Castro con el tema “Estimación de la Demanda por Energía Eléctrica”, publicado en Febrero de 2007, dicho documento contiene mediciones sobre los factores que influyen la demanda por energía eléctrica entre ellos: la cantidad de electricidad consumida, factores climáticos, nivel de actividad económica y los distintos precios de sustitutos como el petróleo, gas natural, etc. Para la estimación se recurrió al uso de Variables Instrumentales o Mínimos Cuadros Ordinarios en dos etapas, ya que el estimador que se obtiene de esta técnica es robusto exista o no la endogeneidad. A su vez presenta un resultado sugestivo, que la elasticidad precio en el sector residencial es de





0.0317, es decir, que si el precio se incrementa en 1% la demanda por energía eléctrica se reduce en 0,031% lo que indica que la demanda por electricidad aunque bien no es perfectamente inelástica es bastante inelástica como para usar el sistema de precios como mecanismo de asignación.

Según José Somoza Cabrera, con el tema "Modelos para la Estimación y Proyección de la Demanda de Electricidad en el Sector Residencial Cubano", publicado en Diciembre de 2006, tiene como objetivo estimar la demanda de electricidad para el conjunto del sector residencial cubano combinando modelos top- down (arriba hacia abajo) y un proceso de ajuste dinámico basado en una relación de cointegración. En consecuencia, puede considerarse a esta investigación como la primera en Cuba que se propone tratar formalmente la modelización económica de la demanda de electricidad.

En este texto, se realiza el estudio sobre el sector residencial, debido a la relevancia y dinamismo que ha presentado este sector en el consumo de electricidad de su país y al incremento significativo de la participación del sector residencial dentro del consumo total de la electricidad.

Los resultados obtenidos en este trabajo confirman el carácter inelástico de los coeficientes en el corto plazo y por tanto de lo limitado que sería esperar reducciones significativas de la demanda a partir del incremento del precio de la electricidad, sin embargo, en el largo plazo se espera un mayor impacto sobre la demanda a partir de la aplicación de políticas restrictivas vía incremento del precio de la energía, ya que la elasticidad-precio se aproxima notablemente a la unidad.

### **Justificación**

#### **ACADÉMICO**

El tema se justifica académicamente por las siguientes razones:

- La investigación a realizarse puede ser usada como material de consulta para la elaboración de estudios afines al tema.



- La intención del estudio es entregar información útil ya que podría servir como material de consulta académica, involucrando aspectos importantes que ayudan al entendimiento y desarrollo de la investigación.

### **INSTITUCIONAL**

Nuestro tema se justifica institucionalmente por el interés que puede presentar el mismo para instituciones como: SENPLADES, Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y para aquellas personas u organismos que tengan algún vínculo con el tema en desarrollo.

### **IMPACTO SOCIAL**

El tema escogido se sustenta socialmente debido a que el impacto que en sí causa el contar o no con el insumo electricidad en cada uno de los hogares, puede limitar el desarrollo social y económico de cada una de las personas en caso de no tener acceso a éste, ya que la electricidad es un bien necesario de consumo permanente que los hogares utilizan como principal fuente de iluminación y que facilita el funcionamiento de equipos y artefactos eléctricos que permiten a las personas obtener cierto grado de satisfacción que a su vez permite alcanzar un nivel de vida digno.

### **JUSTIFICACIÓN PERSONAL**

El tema seleccionado es de interés de los autores, puesto que abarca diversos aspectos de índole nacional, considera temas sociales, económicos, y políticos, por la razón que es un tema de carácter actual.

Al ser un tema de gran interés e importancia, dispone de información cuantitativa, cualitativa y asesoramiento académico. Podemos decir, que es realizable, el mismo conlleva altos niveles de responsabilidad.

Para desarrollar todo lo concerniente al tema se dispone de información y asesoramiento. Al ser un interés compartido la viabilidad operativa para el desarrollo se facilita. Por todas las facilidades que se detallan para la



elaboración de la tesina, podemos decir, que es realizable y su consecución conlleva altos niveles de responsabilidad.

## **PROBLEMATIZACIÓN**

### **LISTADO DE PROBLEMAS**

1. Baja identificación de factores que generan cambios en la demanda de energía del sector residencial.
2. Desconocimiento del tipo de elasticidad de la demanda de energía para el sector en estudio.
3. Limitado conocimiento de estimación de la energía.
4. Falta de planificación fiable acorde al comportamiento de los consumidores.

### **UBICACIÓN DE LOS PROBLEMAS**

#### **PROBLEMA CENTRAL**

**SOCIOECONÓMICO:** Inadecuada planificación y estimación de la demanda de energía eléctrica y del comportamiento de los consumidores.

El limitado conocimiento de los factores que determinan el consumo de la energía eléctrica del sector residencial y el impacto de las variables sobre la misma, empíricamente podrían representar un riesgo en la dotación del servicio y en el bienestar de la población. Desde la perspectiva social la energía eléctrica es un servicio básico necesario para el desarrollo individual y colectivo, y que se encuentra contemplado en la Constitución, por lo que su tratamiento y manejo es altamente impactante en la sociedad; por otra parte puede representar compromisos económicos por los efectos propios derivados de cambios o modificaciones en la estructura de los elementos intervinientes en la oferta del servicio.

Los factores o elementos que puedan modificar o alterar la demanda del servicio deben ser considerados y tratados por los oferentes una vez



analizadas las variables particulares sobre las cuales se deben tener en consideración y generan mayor repercusión en el comportamiento del mercado residencial para mitigar inconvenientes resultantes.

### **PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

La falta de identificación de variables de carácter general que describan el comportamiento de los consumidores residenciales de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. y a su vez permita generar estrategias para la planificación del servicio. Por otra parte el desconocimiento de la sensibilidad de la demanda ante factores propios del mercado y en particular ante variaciones en los niveles de precios, partiendo teóricamente de que este elemento se torna en el más sensible por la definición propia de un servicio público y su consumo masivo.

### **OBJETIVOS**

#### **OBJETIVO GENERAL**

- Analizar los factores que determinan la demanda de energía eléctrica y su estimación para el sector residencial del área de concesión de la CENTROSUR, periodo 2002-2012.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir y caracterizar las diferentes fases de la energía eléctrica desde la generación hasta la distribución y consumo.
- Analizar la evolución de la demanda de energía eléctrica con enfoque del sector residencial de la zona en estudio.
- Identificar y describir las variables o factores que determinan la demanda de energía eléctrica en el sector residencial.
- Establecer y analizar los efectos de las variables o factores componentes de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la zona de estudio y su estimación mediante un modelo econométrico.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS	TÍTULO DEL CAPITULO
Describir y caracterizar las diferentes fases de la energía eléctrica desde la generación hasta la distribución y consumo.	La energía eléctrica y su entorno
Analizar la evolución de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la zona en estudio.	Evolución de la demanda de energía eléctrica, con énfasis en el sector residencial de la zona de estudio
Identificar y describir las variables o factores que determinan la demanda de energía eléctrica en el sector residencial.	Descripción y Análisis de las variables que influyen en la demanda de energía eléctrica
Establecer y analizar los efectos de las variables o factores componentes de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la zona de estudio y su estimación mediante un modelo econométrico.	Modelo de estimación de la demanda de energía eléctrica

### ESQUEMA TENTATIVO

<p><b>Describir y caracterizar las diferentes fases de la energía eléctrica desde la generación hasta la distribución y consumo.</b></p>	<p><b>CAPÍTULO I</b>  <b>LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y SU ENTORNO</b>            1.1 La energía eléctrica y su Importancia para la sociedad.            1.2 Fases de producción de la energía eléctrica</p>
<p><b>Analizar la evolución de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la zona en estudio.</b></p>	<p><b>CAPÍTULO II</b>  <b>EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CON ÉNFASIS EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>            2.1 Estructura del Sector Energético            2.2 Tipos de consumidores            2.3 Análisis histórico de la demanda de energía eléctrica del sector residencial en el área de estudio en el periodo 2002-2012.</p>



<p><b>Identificar y describir las variables o factores que determinan la demanda de energía eléctrica en el sector residencial.</b></p>	<p><b>CAPÍTULO III</b>  <b>DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>  <b>3.1</b> Identificación de variables explicativas de la demanda de energía eléctrica  <b>3.2</b> Análisis económico de las variables</p>
<p><b>Establecer y analizar los efectos de las variables o factores componentes de la demanda de energía eléctrica del sector residencial de la zona de estudio y su estimación mediante un modelo econométrico.</b></p>	<p><b>CAPÍTULO IV</b>  <b>MODELO DE ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>  <b>4.1</b> Revisión de literatura Económica  <b>4.2</b> Estimación Modelo Econométrico de la demanda de energía eléctrica.  <b>4.3</b> Interpretación y análisis de los resultados obtenidos</p>
	<p><b>CAPÍTULO V</b>  <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>  <b>5.1</b> Conclusiones  <b>5.2</b> Recomendaciones</p>
	<p>ANEXOS          BIBLIOGRAFÍA</p>

**INSTITUCIONALIDAD DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR**  
**GENERALIDADES** La visión general de la CENTROSUR: “Ser una empresa pública regional eficiente, sustentable, socialmente responsable, referente e integrada al sector eléctrico ecuatoriano, que contribuye al buen vivir.”<sup>32</sup>

La institución al ser la administradora de un servicio básico, año tras año lleva bajo su responsabilidad la ampliación de cobertura de electrificación de la zona a su cargo, según lineamientos establecidos la electrificación rural mediante sistemas alternativos que preserven la naturaleza y respeten el desarrollo social adecuado.

### **Área de Concesión**

<sup>32</sup> Visión, tomada del Plan Estratégico de la Centro Sur



El área de concesión de la Empresa Eléctrica Centro Sur S.A., es 28.962 km<sup>2</sup>, es decir un 11,30% del total de la superficie del territorio Ecuatoriano, correspondientes a las provincias de Azuay, Morona Santiago y Cañar.

### Área de Concesión de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur



FUENTE Y ELABORACIÓN: Empresa Eléctrica Regional Centro Sur S.A.

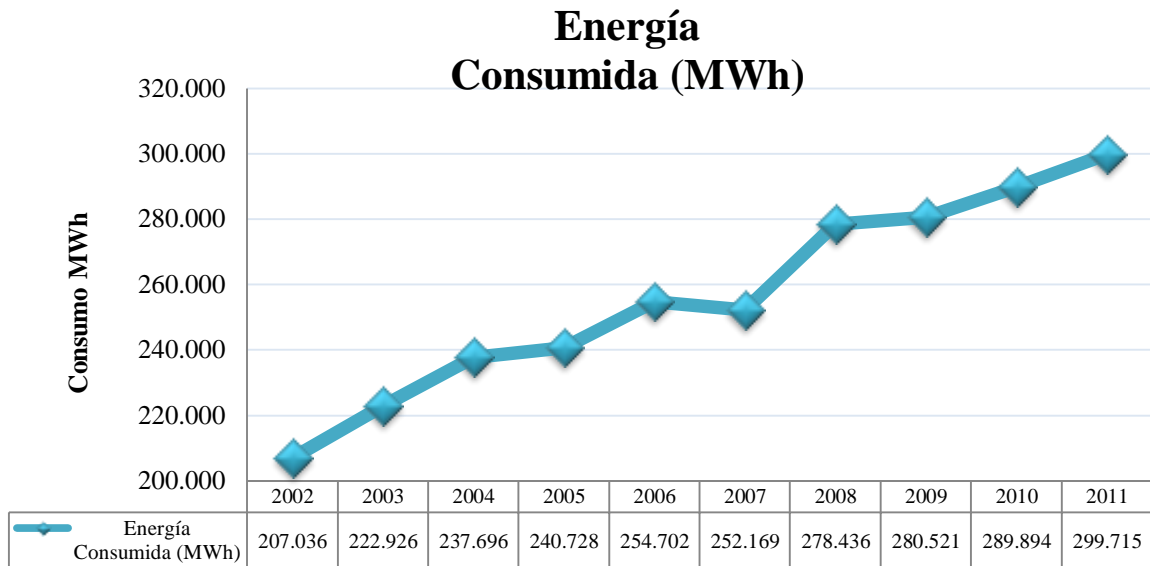
### Estructura del Sector Eléctrico ecuatoriano

- El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, que es el encargado de formular la política nacional, la gestión y el control de proyectos del sector eléctrico, garantizar el abastecimiento energético mediante la promoción de la energía renovable, la eficiencia energética y la aplicación pacífica de la energía atómica.
- El Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, que es el organismo público regulador
- El Centro Nacional de Control de Energía CENACE, una corporación civil de derecho privado que se encarga del manejo técnico y económico de la energía en bloque y que debe garantizar una operación adecuada que redunde en beneficio del usuario final.
- Las empresas eléctricas concesionarias de generación y transmisión



- Las empresas eléctricas concesionarias de distribución, comercialización<sup>33</sup>

La serie desde el año 2002 al año 2011 de los MWh consumidos al año se presenta en el siguiente gráfico:



Como se puede observar en el gráfico anterior de los consumos de energía anuales medidos en MWh de la categoría residencial se puede apreciar que mantienen una tendencia creciente. Este comportamiento no está necesariamente relacionado únicamente con la tarifa, ya que las fluctuaciones de la curva se caracterizan también por una demanda básica o autónoma de las demás variables por el carácter básico del consumo energético. Sin embargo el tendencial crecimiento del consumo de energía puede estar explicado por la incorporación de usuarios del servicio.

<sup>33</sup> Marco Legal de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur  
 ANDREA ENCALADA S. - JOSÉ BERREZUETA S.





### CUADRO DE VARIABLES, INDICADORES Y CATEGORÍAS

VARIABLES		INDICADORES	CATEGORÍAS
<b>CAPÍTULO I</b>			
<b>LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y SU ENTORNO</b>			
<b>1.1 La energía eléctrica y su importancia para la sociedad</b>	Entornos políticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ideología política</li> </ul>	Eficacia Eficiencia Consistencia Estable Transparente Incluyente Prospectiva Efectiva
	Desarrollo social	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estilo de vida</li> <li>▪ Salud</li> <li>▪ Educación</li> <li>▪ Vivienda</li> <li>▪ Índice de pobreza</li> </ul>	
	Demarcaciones de la política social	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beneficiados</li> <li>▪ Sectores favorecidos</li> </ul>	
<b>1.2 Fases de producción de la energía eléctrica</b>	Recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disponibilidad de recursos</li> <li>▪ Recursos desperdiciados</li> <li>▪ Índices ambientales</li> <li>▪ Alternativas de utilización de recursos</li> </ul>	Transparente Oportuno Adecuados Optimizados



	Aspectos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Requerimiento del sistema</li> <li>▪ Emisión de gases</li> </ul>	
<b>CAPÍTULO II</b>			
<b>EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CON ÉNFASIS EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>			
<b>2.1 Estructura del sector energético ecuatoriano</b>	Entorno político	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estructura legal</li> <li>▪ Normativa ecuatoriana</li> <li>▪ Competencias y responsabilidades institucionales</li> </ul>	Estabilidad Coherencia Simetría Confiable Consistencia
	Entorno económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingresos</li> <li>▪ Gastos</li> <li>▪ Patrimonio</li> </ul>	
	Entorno ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Emisión de gases efecto invernadero</li> </ul>	
<b>2.2 Tipos de consumidores</b>	Estilo de vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Costumbres</li> <li>▪ Cultura</li> </ul>	Consistencia Coherencia Cuantitativo Adecuado Significativo Cualitativo
	Entorno económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingresos</li> <li>▪ Gastos</li> <li>▪ Patrimonio</li> </ul>	
	Entorno social	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Organización territorial</li> <li>▪ Actividades recreativas</li> <li>▪ Servicios básicos</li> </ul>	
<b>2.3 Análisis histórico de la demanda de energía eléctrica</b>	Estilo de vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tecnología</li> <li>▪ Accesibilidad al servicio</li> </ul>	Coherente Eficaz



del sector residencial en el área de estudio en el periodo 2002-2012.		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso del servicio</li> </ul>	Cuantitativo Cualitativo Incluyente Efectivo
	Entorno económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingresos</li> <li>▪ Gastos</li> <li>▪ Patrimonio</li> </ul>	
<b>CAPÍTULO III</b> <b>DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>			
3.1 Identificación de variables explicativas de la demanda de energía eléctrica	Entorno social	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Salud</li> <li>▪ Educación</li> <li>▪ Vivienda</li> <li>▪ Actividad laboral</li> </ul>	Significativo Subjetivo Confiable Transparente
	Estilo de vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Costumbres</li> <li>▪ Cultura</li> <li>▪ Nivel de educación</li> </ul>	
	Entorno económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingresos</li> <li>▪ Gastos</li> <li>▪ Patrimonio</li> </ul>	
3.2 Análisis económico de las variables	Entorno económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teoría económica</li> <li>▪ Comportamiento de oferentes y demandantes</li> <li>▪ Variables macroeconómicas</li> </ul>	Transparente Coherente Eficaz



	Entorno social	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desarrollo interno</li> <li>▪ Costumbres</li> <li>▪ Uso de energía eléctrica</li> </ul>	
<b>3.3 Relación económica y marco teórico.</b>	Entorno económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingresos</li> <li>▪ Gastos</li> <li>▪ Patrimonio</li> <li>▪ Financiamiento</li> </ul>	Cuantitativo Cualitativo Efectivo Confiable
	Desarrollo económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tecnología</li> <li>▪ Demanda de equipos</li> <li>▪ Actividad laboral</li> </ul>	
	Desarrollo social	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estilo de vida</li> <li>▪ Salud</li> <li>▪ Educación</li> <li>▪ Vivienda</li> </ul>	
<b>CAPÍTULO IV</b>			
<b>MODELO DE ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>			
<b>4.1 Revisión de Literatura Económica</b>	Entorno económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Actividad laboral</li> <li>▪ Demanda de la sociedad</li> <li>▪ Productividad</li> </ul>	Descriptivas Incluyente Significativa Adecuadas Coherentes
	Entorno social	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Educación</li> <li>▪ Salud</li> <li>▪ Vivienda</li> </ul>	
	Entorno políticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ideología política</li> </ul>	



<b>4.2 Estimación Modelo Econométrico de la demanda de energía eléctrica.</b>	Especificación del Modelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Precios</li> <li>▪ Clientes</li> <li>▪ Consumo</li> </ul>	Prospectiva Estimada Coherente Confiable
<b>4.3 Interpretación y análisis de los resultados obtenidos</b>	Entorno económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tarifas</li> <li>▪ Ingresos</li> <li>▪ Desarrollo económico local</li> </ul>	
	Desarrollo social	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estilos de vida</li> <li>▪ Servicios disponibles</li> <li>▪ Accesibilidad al servicio</li> <li>▪ Usos y fines del servicio</li> </ul>	Coherente Transparente Factible Comprobable

## DISEÑO METODOLÓGICO

### RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO

La recolección de datos utiliza una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los mecanismos para la recolección de información directa del área de estudio pueden ser: entrevistas, observación, talleres, grupos focales, etc. Por otra parte la indagación en fuentes secundarias que dispongan de la información necesaria para el desarrollo del tema en estudio. Los instrumentos se determinan mediante el método o técnica de obtención de datos.

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Entrevista	Guía de Entrevista
Observación	Guía de Observación




Otras técnicas consisten en la recolección de datos estadísticos de fuentes secundarias, realizarlas a escalas numéricas. El Universo de investigación lo constituye el Ecuador; la provincia de Morona Santiago, Azuay y Cañar.

### ANÁLISIS Y PROPUESTA

El análisis tanto cualitativo como el cuantitativo se lo realizará mediante la información que podamos obtener de la empresa CENTROSUR, luego se realizará la tabulación correspondiente para mediante esta dar paso a los cuadros explicativos e interpretativos de lo que el estudio pretende arrojar. Se establecerá parámetros de todos los datos obtenidos para establecer líneas de criterios y conclusiones. Además mediante este estudio se puede hacer aproximaciones para casos similares que se continúen trabajando que mantengan concordancia con la temática planteada. Para la modelación correspondiente, se utilizará Eviews.

### Cronograma de Trabajo

#### ■ CUADRO DE SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA	
Semana completa	
Media semana	
Tiempo de holgura	



ACTIVIDADES	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>ETAPA 1</b>																
<b>PREÁMBULO TEÓRICO</b>																
1.- Universo de información	■															
2.- Recolección de información		■	■	■												
3.- Procesamiento de información				■	■	■										
4.- Revisión							■									
5.- Presentación de información								■								
<b>ETAPA 2</b>																
<b>PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION</b>																
1.- Recolección de información											■	■	■			
2.-Procesamiento de la información													■	■		
3.- Evaluación e interpretación																
4.- Revisión																
5.- Presentación de información																
<b>ETAPA 3</b>																
<b>REDACCIÓN DEL TEXTO</b>																
1.- Indagación de información																
2.- Adecuación de la información																
3.- Procesamiento de la información																
4.- Revisión y reajuste														■		
5.- Presentación															■	■

**GLOSARIO**

**ENERGÍA ELÉCTRICA**

La energía eléctrica, al ser parte de uno de los servicios básicos indispensables para el desarrollo social de las personas, en la Ley del Régimen del Sector



Eléctrico Ecuatoriano, se establece que: El suministro de energía eléctrica es un servicio de utilidad pública de interés nacional; por tanto, es deber del Estado satisfacer directa o indirectamente las necesidades de energía eléctrica del país, mediante el aprovechamiento óptimo de recursos naturales, de conformidad con el Plan Nacional de Electrificación.

El Estado es el titular de la propiedad inalienable e imprescriptible de los recursos naturales que permiten la generación de energía eléctrica. Por tanto, sólo él, por intermedio del Consejo Nacional de Electricidad como ente público competente, puede concesionar o delegar a otros sectores de la economía la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica<sup>34</sup>.

#### **ELASTICIDAD-PRECIO DE LA DEMANDA**

Ante un aumento el precio de un producto (o servicio), los consumidores del mismo reaccionan usualmente disminuyendo la cantidad comprada (consumida). Análogamente, ante una disminución del precio de un producto los consumidores del mismo reaccionan habitualmente aumentando la cantidad consumida del mismo. El en caso de algunos productos, la reacción puede ser grande, en otros casos, pequeña. La elasticidad precio de la demanda nos indica en qué proporción varía la cantidad demandada ante una variación proporcional en el precio<sup>35</sup>.

#### **CONSUMO ENERGÉTICO**

Es el gasto total de energía para un proceso determinado. En el caso de los hogares, el consumo energético está integrado por el consumo de energía eléctrica y de gas, gasoil y biomasa, además del que se realiza con los medios de transporte particulares (automóviles, motocicletas, etc.), que se concreta en el consumo de productos derivados del petróleo. El concepto de consumo energético está inversamente relacionado con el concepto de eficiencia

<sup>34</sup> [www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=203](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=203)

<sup>35</sup> <http://www.econlink.com.ar/definicion/elasticidadpreciodem.shtml>





energética, puesto que en la medida en que aumenta el consumo de energía por servicio prestado es cada vez menor la eficiencia energética<sup>36</sup>.

### **SUBSIDIOS GUBERNAMENTALES**

Se entiende por subsidios gubernamentales toda clase de apoyo, incentivo, prima o beneficio económico otorgado, directa o indirectamente, por el Estado a los productores, manufactureros o exportadores nacionales, a fin de impulsar la industria nacional y colocarla artificialmente en condiciones competitivas en los mercados exteriores, a través de la reducción o el ahorro artificial del costo de producción de la mercancía correspondiente derivados del apoyo gubernamental<sup>37</sup>.

---

<sup>36</sup> <http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es>

<sup>37</sup> PÉREZ J, CONTRERAS C. Los Subsidios Gubernamentales como prácticas desleales del Comercio Internacional. REVISTA DE DERECHO. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO. CHILE, 2003