

OPTIMIZACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE  
MONTECARLO DE LA DEMANDA  
ELÉCTRICA RESIDENCIAL



# OPTIMIZACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE MONTECARLO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA RESIDENCIAL

Mauricio Vladimir Simbaña Guamanzara  
Egresado de la Carrera de Ingeniería Eléctrica  
Facultad de Ingenierías  
Universidad Politécnica Salesiana

*Dirigido por:*  
Edwin Marcelo García Torres  
Docente de la Carrera de Ingeniería Eléctrica  
Facultad de Ingenierías  
Universidad Politécnica Salesiana



Quito - Ecuador

Mauricio Vladimir Simbaña Guamanzara

**OPTIMIZACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE MONTECARLO DE LA  
DEMANDA ELÉCTRICA RESIDENCIAL**

Universidad Politécnica Salesiana  
Ingeniería Eléctrica

Breve reseña historia e información de contacto:



**Mauricio Vladimir Simbaña Guamanzara** (A'1990-M'02). Bachiller Técnico Industrial, especialidad Electricidad-Electrónica del Colegio Técnico Experimental Salesiano Don Bosco. Egresado de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana. Su trabajo se basa en el estudio de la demanda de energía eléctrica residencial. En la actualidad trabaja en diseño e inspección de proyectos eléctricos en el sector privado.

[msimbanaq@est.ups.edu.ec](mailto:msimbanaq@est.ups.edu.ec)

Dirigido por:



**Edwin Marcelo García Torres** (A'1978-M'10). Nació en Ambato, Ecuador. Se graduó en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador en 2010 y actualmente se encuentra cursando un Master en Gestión de la Energía en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Es profesor e investigador de la Universidad Politécnica salesiana – Quito, Ecuador. En la actualidad es miembro del Grupo de Investigación en Redes Eléctricas Inteligentes-GIREI

[egarcia@ups.edu.ec](mailto:egarcia@ups.edu.ec)

Todos los derechos reservados:

Queda Prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

**DERECHOS RESERVADOS**

©2015 Universidad Politécnica Salesiana

QUITO – ECUADOR

## **DEDICATORIA.**

*Dedico este trabajo primeramente a Dios, quien llena mi vida de bendiciones, guía mi camino y me da fuerzas para seguir adelante. A mi madre María Guamanzara y mi padre Mario Simbaña, quienes han hecho de mí, una persona de bien. Sus esfuerzos constantes se ven hoy reflejados para la alegría de toda la familia. A mis hermanos, Freddy, Wilmer, Jhonny, Paola e Isabel que creyeron en mí y estuvieron pendientes de mi formación académica. A mi compañera de vida, Soraya quien ha estado a mi lado en todo momento apoyándome para alcanzar mis metas. A mis hermosas hijas Hayde y Sassette quienes son el motivo para superarme diariamente, mi razón de vivir y mi alegría. A toda mi familia que de una u otra manera me ayudaron incondicionalmente y sin ellos esta etapa de mi vida no la hubiese hecho realidad.*

## **AGRADECIMIENTO.**

*Expreso mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Salesiana que me abrió sus puertas para mi formación académica, profesional y espiritual, y de manera especial a mi Director de Proyecto, Ing. Marcelo García quien a través de sus conocimientos me ayudó a culminar este trabajo exitosamente.*

**DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR/A**

Yo, Edwin Marcelo García Torres declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación “*Optimización Mediante el Método de Montecarlo de la Demanda Eléctrica Residencial*” realizado por Mauricio Vladimir Simbaña Guamanzara, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, Diciembre 2015

.....

Edwin Marcelo García Torres

Cédula de identidad: 180308740-0

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Yo, Mauricio Vladimir Simbaña Guamanzara, con documento de identificación N° 171998885-7, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado/titulación intitulado: “Optimización Mediante el Método de Montecarlo de la Demanda Eléctrica Residencial”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Firma

.....

Nombre: Mauricio Vladimir Simbaña Guamanzara

Cédula: 171998885-7

Fecha: Diciembre 2015



## ***GLOSARIO***

### **A**

**APARATO ELÉCTRICO:** Es todo aquel aparato que necesariamente utiliza energía eléctrica, transformándola para efectuar una tarea específica.[1]

### **C**

**CAPACIDAD:** Indica la facilidad para transportar información en el medio de comunicación inalámbrico o alámbrico en el que se desenvuelve el sistema.[2]

**CENTRALES TÉRMICAS:** es una instalación la cual tiene como función principal la generación de energía eléctrica por medio de la energía liberada en forma de calor, por lo general utilizan combustibles fósiles.

**CONFORT:** es todo aquello que trae conformidad y comodidad.[3]

**CONSUMO ELÉCTRICO:** es la acción de consumir o absorber energía eléctrica en un tiempo determinado.[4]

### **D**

**DEMANDA ELÉCTRICA:** Es la velocidad a la cual la energía es entregada a las cargas y los puntos programados de generación, transmisión y distribución.[5]

### **E**

**ENERGÍA ELÉCTRICA:** es la consecuencia del movimiento de las cargas eléctrica.[1]

### **G**

**GESTIÓN DE LA DEMANDA:** Es el conjunto de operaciones que se realizan para dirigir y administrar la energía demanda por los usuarios finales.[4]

### **H**

**HORAS PICO:** Hace mención al intervalo de tiempo donde se produce congestión o existe una sobredemanda de energía eléctrica.[5]

### **M**

**MÉTODO DE MONTECARLO:** es un método numérico estadístico, el cual permite dar solución a problemas matemáticos y físicos a través de la generación de variables aleatorias.[5]

**P**

**POTENCIA INSTALADA:** Es aquella que está especificada en la placa de cada uno de los aparatos eléctricos.[1]

**U**

**USUARIO RESIDENCIAL:** Es todo aquel que hace uso de algún bien o servicio en su hogar.[3]

## **INDICE GENERAL**

<i>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN</i> .....	1
<i>RESUMEN DEL PROYECTO</i> .....	1
<i>ABSTRACT</i> .....	1
1. <i>INTRODUCCION</i> .....	1
2. <i>ESTADO DEL ARTE</i> .....	3
3. <i>OBJETIVOS</i> .....	5
<i>OBJETIVO GENERAL</i> .....	5
<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> .....	5
4. <i>METODOLOGÍA</i> .....	6
5. <i>DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN</i> .....	6
4.1 <i>Demanda Eléctrica</i> .....	6
4.1.1 <i>Demanda eléctrica residencial</i> .....	6
4.1.2 <i>Curva de la Demanda Eléctrica Residencial</i> .....	8
4.2 <i>Gestión de la Demanda Eléctrica Residencial</i> .....	9
4.2.1 <i>Cargas características</i> .....	9
4.3 <i>Caso de estudio</i> .....	10
6. <i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i> .....	12
7. <i>REFERENCIAS</i> .....	13

### ***INDICE DE FIGURAS***

Figura 1. ENERGÍA DEMANDADA POR TIPO DE SECTOR EN GWh. ....	7
Figura 2. PORCENTAJES DE CONSUMO POR APARATO ELÉCTRICO EN UN HOGAR TIPO .....	8
Figura 3. CURVA TÍPICA DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA. ....	9
Figura 4. CLASIFICACIÓN DE CARGAS RESIDENCIALES.....	10
Figura 5. CURVA DE DEMANDA RESIDENCIAL .....	11
Figura 6. RESULTADO DE LA SIMULACIÓN Y DESPLAZAMIENTO DE CARGA EN USUARIOS RESIDENCIALES .....	12

### ***INDICE DE TABLAS***

TABLA 1. CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR REGIÓN DE UN USUARIO RESIDENCIAL .....	7
TABLA 2. CARGAS ELÉCTRICAS DE UN USUARIO RESIDENCIAL TIPO .....	11

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN**  
**OPTIMIZACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE MONTECARLO DE LA DEMANDA**  
**ELÉCTRICA RESIDENCIAL**

**RESUMEN DEL PROYECTO**

El presente artículo tiene como objetivo minimizar la demanda en las horas pico y esta misma que sea posible desplazar en las horas que se tiene menor consumo de energía eléctrica, para lo cual se analizará las cargas eléctricas de un usuario residencial tipo, debido a que dentro del hogar existen cargas que pueden ser utilizadas en otros intervalos de tiempo y mediante Montecarlo generar variables aleatorias en las horas de mayor consumo para cumplir con el propósito planteado.

**ABSTRACT**

This article aims to minimize the demand in peak hours and this same it is possible to move in the hours that have lower power consumption, for which the electrical loads in residential user type will be discussed, because in household loads that can be used in other time intervals and generate random variables using Monte Carlo in peak hours to meet the stated purpose there.

**1. INTRODUCCION**

En la actualidad, la energía eléctrica es un servicio básico para las actividades cotidianas de la gente, esta con los avances tecnológicos va en aumento día a día para la conformidad de los usuarios finales.

En el Ecuador, el sector residencial es el que más demanda utiliza, con un 35% de la demanda total y es por esta razón que en este artículo los enfocaremos en este sector para una optimización de la demanda.

Los usuarios residenciales tienen definida una curva característica de demanda, la cual presenta una cresta máxima en horas de la noche a partir de las 19:00 hasta las 22:00 horas, debido a que en este intervalo de tiempo los que conforman la familia de cada uno de los hogares ya se encuentran en casa y hacen uso de la mayor cantidad de aparatos eléctricos del hogar, entre estos están: la iluminación, sistemas de audio y video, refrigeración, etc.

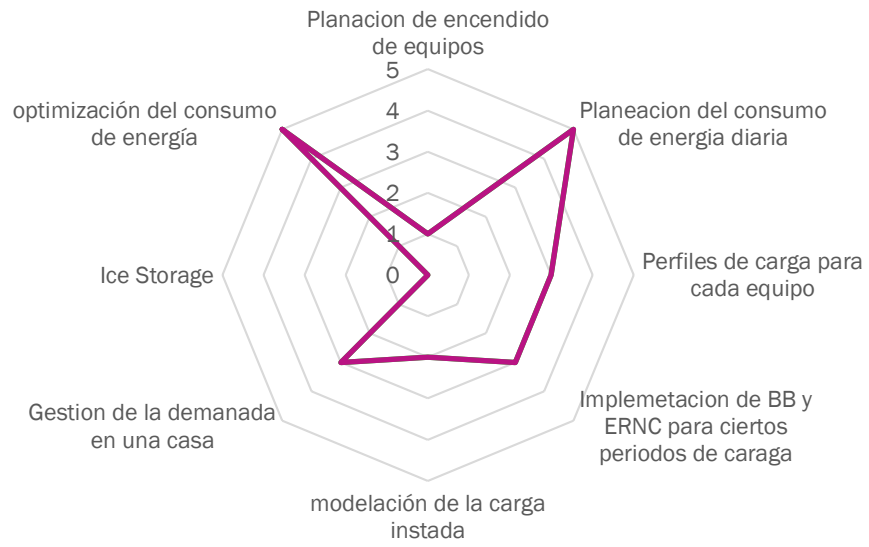
Este artículo trata de optimizar la curva de demanda en la hora de mayor consumo, partiendo de que el confort de los usuarios no debe ser afectado y que existen aparatos eléctricos que pueden ser desplazados en horas con menor consumo al día.

El método de Montecarlo nos ayudará a generar valores aleatorios en las horas de mayor consumo y limitando una potencia razonable para que en estas horas no sobrepase el consumo.

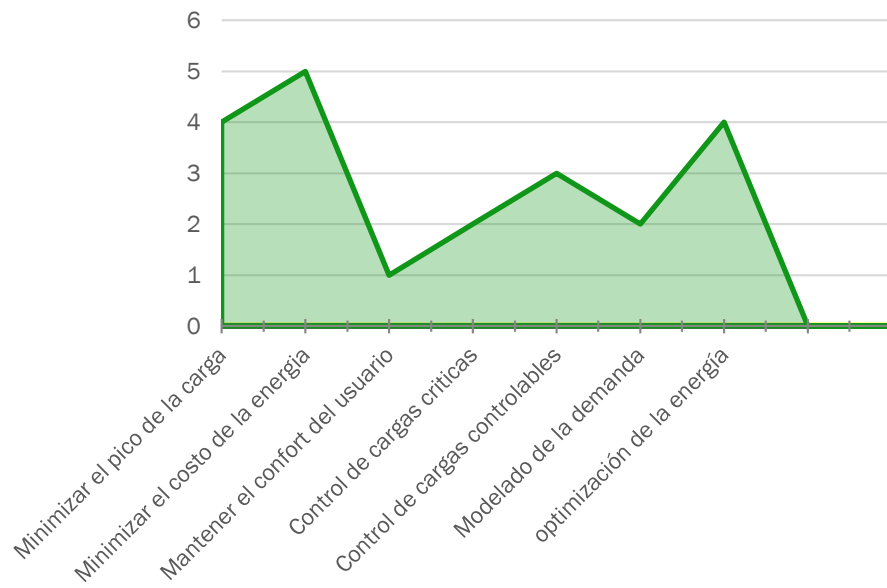
## 2. ESTADO DEL ARTE

OPTIMIZACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE MONTECARLO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA RESIDENCIAL																																			
ITEM	DATOS			TEMÁTICA							FORMULACIÓN DEL PROBLEMA FUNCIONES OBJETIVO							RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA										
	AÑO	TÍTULO DEL ARTÍCULO	REFERENCIA	Planación de encendido de equipos	Planación del consumo de energía diaria	Perfiles de carga para cada equipo	Implementación de BB y ERNC para ciertos horarios de carga	modelación de la carga instada	Gestión de la demandada en una casa	Ice Storage	optimización del consumo de energía	Minimizar el pico de la carga	Minimizar el costo de la energía	Mantener el confort del usuario	Control de cargas críticas	Control de cargas controlables	Modelado de la demanda	optimización de la energía	Balance entre oferta y demanda	Tarjetas de cada equipo utilizado	numero de equipos	Perfiles de carga	Algoritmo Genetico	Metodo Heurístico	redes neuronales	Matecarlo	MILP	Planificación de encendido de equipos eléctricos	Maximizar la comodidad y eficiencia energética	Minimizar el pico de carga	Gestión de energía en equipos	Generación distribuida con ERNC	Estudio de respuesta de la demandada		
1	2012	Real-Time Price-Based Demand Response Management for Residential Appliances via Stochastic Optimization and Robust Optimization	10.1109/TSG.2012.2212729	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2	2014	Potencial of Residential Demand Flexibility - Italian Scenario	10.1109/SSD.2014.6808849	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3		Reliability Analysis of Stand-Alone PV System for the Supply of a Remote Electric Load		X	X	X								X	X						X			X						X					
4	2013	Residential Appliance DR Energy Management With Electric Privacy Protection by Online Stochastic Optimization	10.1109/TSG.2013.2256803	X	X				X	X	X	X	X	X		X				X	X			X					X	X					
5	2014	Autonomous Demand-Side Optimization with Load Uncertainty	10.1109/ELINFOCOM.2014.6914355	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X					X		X						
6		Effects of Tariffs and Energy saving Schemes on Domestic Households Energy		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X	X	X							X	X					
7																																			
8																																			

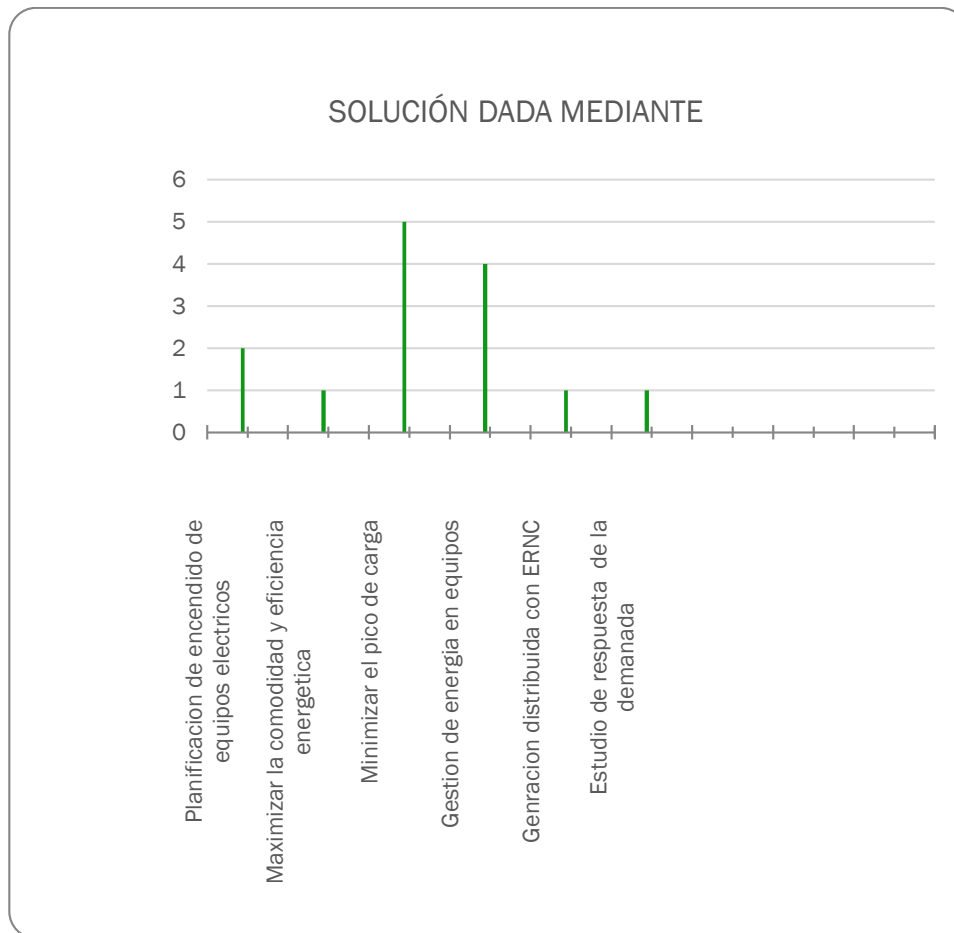
## TEMÁTICA



## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA







### **3. OBJETIVOS**

#### ***OBJETIVO GENERAL***

Optimizar la curva de demanda residencial mediante Montecarlo para minimizar los picos con mayor demanda de energía eléctrica.

#### ***OBJETIVOS ESPECÍFICOS***

- Desarrollar una modelación para poder verificar la curva de demanda residencial desplazando cargas en el tiempo.
- Generar datos aleatorios para las horas de mayor consumo y delimitar la potencia instalada en este intervalo.
- Identificar las cargas instaladas en los hogares y definir la cantidad de energía a trasladar.

#### **4. METODOLOGÍA**

La metodología en este artículo tiene como objetivo fundamental, simular mediante datos heurísticos el comportamiento de la curva de la demanda de energía eléctrica, minimizando las cargas en las horas pico y desplazándola a esta en intervalos con menor demanda. El proceso aplicable para esta investigación se detalla a continuación:

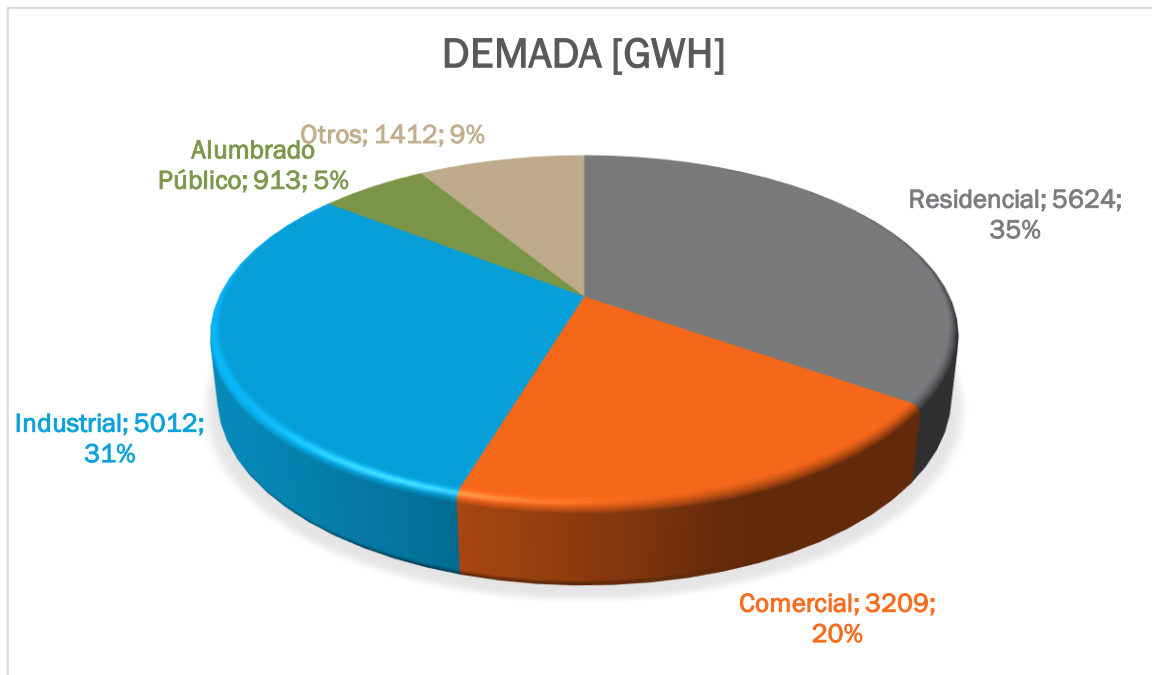
- Mediante datos heurísticos simularemos la curva de demanda eléctrica residencial, para identificar el intervalo de tiempo donde se produce el mayor consumo.
- Clasificar las cargas dentro del hogar para poderlas desplazar en el transcurso del día sin afectar el confort de los usuarios.
- Aplicar el método de Montecarlo para generar variables aleatorias en el intervalo de horas pico y minimizar las curva de demanda.
- Trasladar la energía optimizada a horas donde la demanda es baja.

#### **5. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

##### ***4.1 Demanda Eléctrica***

###### ***4.1.1 Demanda eléctrica residencial***

Según estadísticas presentadas por [6], Ecuador tienen una demanda de energía eléctrica de 16170 GWh, de la cual el sector residencial ocupa 5624 GWh representando el 35% y es el sector con la mayor demanda, seguida por los sectores: industrial con 5012 GWh (31%), Comercial con 3209 GWh (20%), como se detalla en la Figura 1.



**Figura 1.** ENERGÍA DEMANDADA POR TIPO DE SECTOR EN GWh.

Fuente: [1]

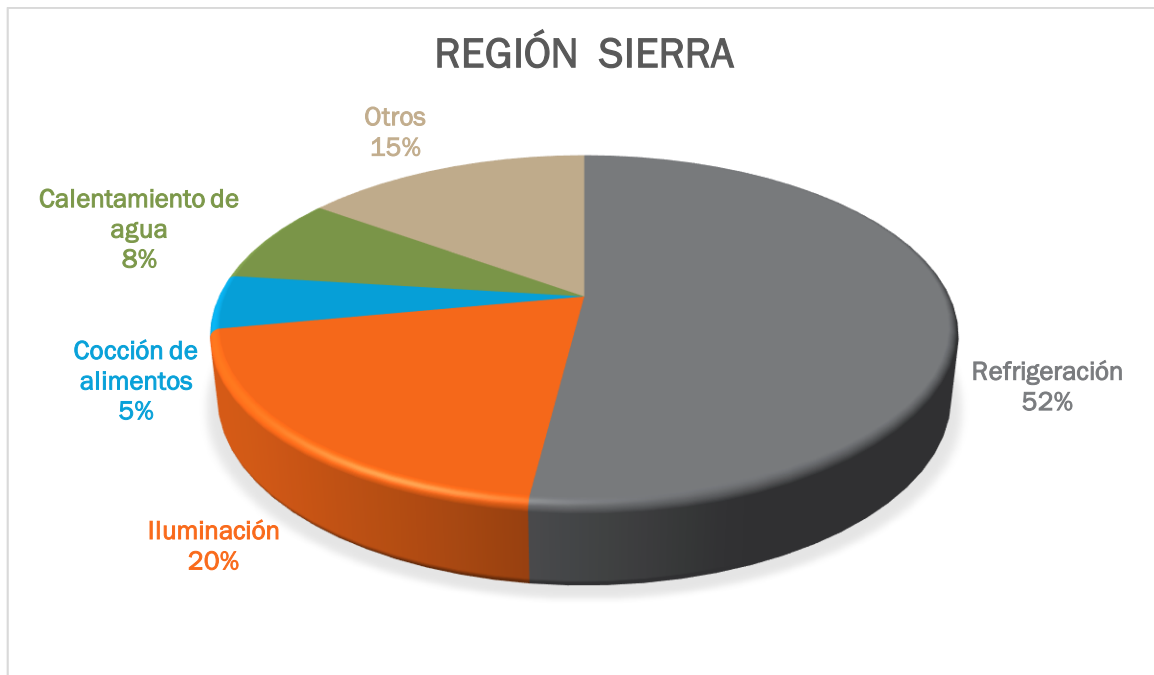
P. Issn, "PRONÓSTICO DE CARGA A CORTO PLAZO UTILIZANDO REDES NEURONALES," no. 32, pp. 175-180, 2006.

El consumo de energía eléctrica en el sector residencial varía dependiendo la región donde reside el usuario. En la Tabla 1, se puede verificar el consumo promedio de un usuario residencial en cada una de las regiones del Ecuador, la región Costa es la que encabeza esta lista con 1601 kWh/año, esto se debe a que esta región es la de mayor población del país y también por el clima al cual están expuestos y los aparatos de ventilación son de uso necesario.

**TABLA 1.** CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR REGIÓN DE UN USUARIO RESIDENCIAL  
 FUENTE: [1] CONELEC, "PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013 - 2022," IV ASP. SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD SOC. Y AMBIENT., VOL. 1, 2013.

REGIÓN	CONSUMO PROMEDIO [kWh/año]
Sierra	1340
Oriente	1053
Costa	1601
Insular	159

Estudios realizados por [6], en la Figura 2, se muestra los aparatos eléctricos que tienen el mayor consumo de energía eléctrica en la región Sierra y es notable los aparatos que pueden ser desplazados en el tiempo, principalmente si se habla de los aparatos de refrigeración, los cuales representan entre el 50% del consumo dentro del hogar.

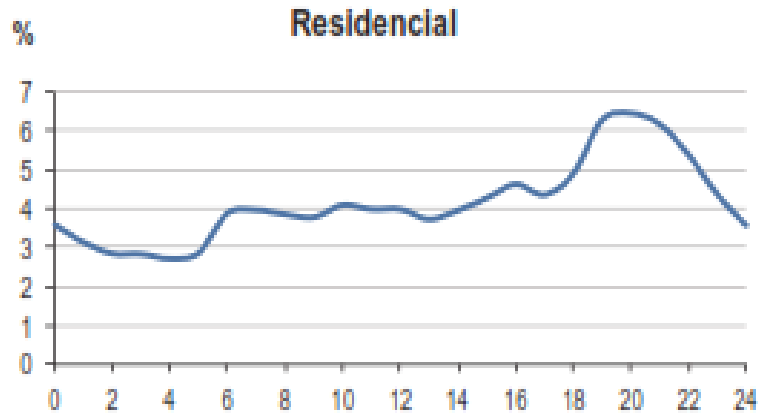


**Figura 2.** PORCENTAJES DE CONSUMO POR APARATO ELÉCTRICO EN UN HOGAR TIPO  
**Fuente:** [1]CONELEC, “PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013 - 2022,” *IV Asp. sustentabilidad y sostenibilidad Soc. y Ambient.*, vol. 1, 2013.

#### ***4.1.2 Curva de la Demanda Eléctrica Residencial***

La curva de demanda eléctrica es variable en el tiempo, ya que depende de varios factores, entre estos están: factores climáticos, factores sociales, factores económicos, entre otros.[7] Por otra parte las costumbres de consumo de energía de la mayoría de usuarios son similares y de esta manera tiende a que en la curva de demanda se distingan dos picos de consumo, el primero marcado de 6:00 am hasta las 9:00 am y el otro partir de las 7:00 pm hasta las 10:00 pm[2], [8], [1], esta última es la cresta más pronunciada de la curva de demanda y es donde el coste de la energía es la más elevada ya que por la demanda requerida, entran a trabajar centrales con alto costo de operación, como son por ejemplo las centrales térmicas.

En la Figura 3, se muestra una curva de demanda típica del sector residencial en el Ecuador



**Figura 3.** CURVA TÍPICA DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

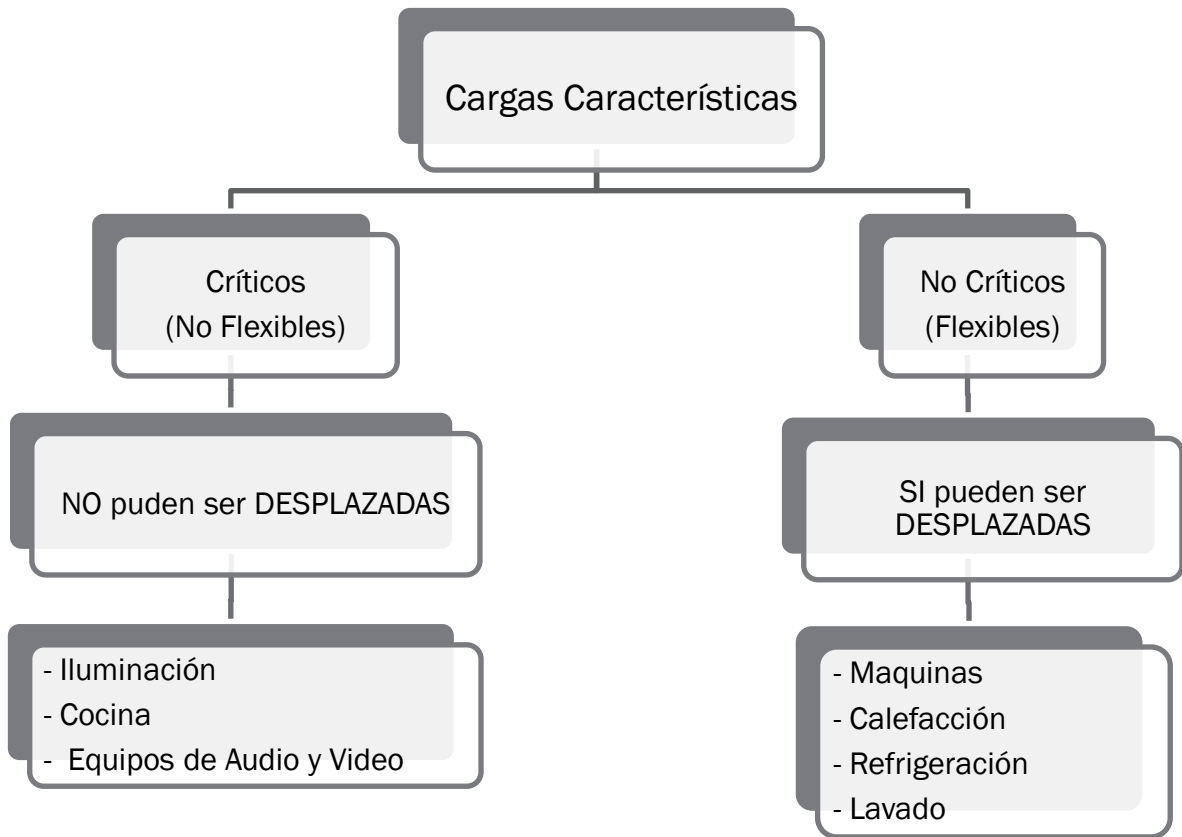
**Fuente:** [1]CONELEC, "PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013 - 2022," *IV Asp. sustentabilidad y sostenibilidad Soc. y Ambient.*, vol. 1, 2013.

## ***4.2 Gestión de la Demanda Eléctrica Residencial***

En este documento la gestión de la demanda interviene directamente el minimizar los picos de demanda que sobresalen en la curva típica de demanda, es decir entre las 6:00 am- 9:00am y 7:00pm-10pm, desplazando cargas en el tiempo, en horarios estratégicos donde la demanda eléctrica sea baja sin que esto afecte el confort de los usuarios finales, donde este horario estratégico está entre las 9:00 am a 11:00am y desde las 3:00 pm hasta las 6:00 pm.[9]

### ***4.2.1 Cargas características***

Según [5], la demanda tota consumida en una casa, es la sumatoria del consumo de energía eléctrica que tiene cada uno de los aparatos que en esta están instalados. Estos aparatos eléctricos pueden ser divididos en diferentes grupos dependiendo de su uso y su comportamiento, como se muestra en la siguiente Figura 4.



**Figura 4.** CLASIFICACIÓN DE CARGAS RESIDENCIALES  
Fuente: (AUTOR)

De la clasificación presentada en la Figura 4, las cargas críticas están relacionadas directamente con el confort del usuario, debido a que los aparatos eléctricos de esta categoría son de uso indispensables en el tiempo que el usuario está en su hogar. Caso contrario sucede con las cargas No Críticas, estas no tienen relación directa con el usuario, es decir, se puede hacer uso de estos en aparatos eléctricos en cualquier intervalo de tiempo sin que afecte el confort del usuario.

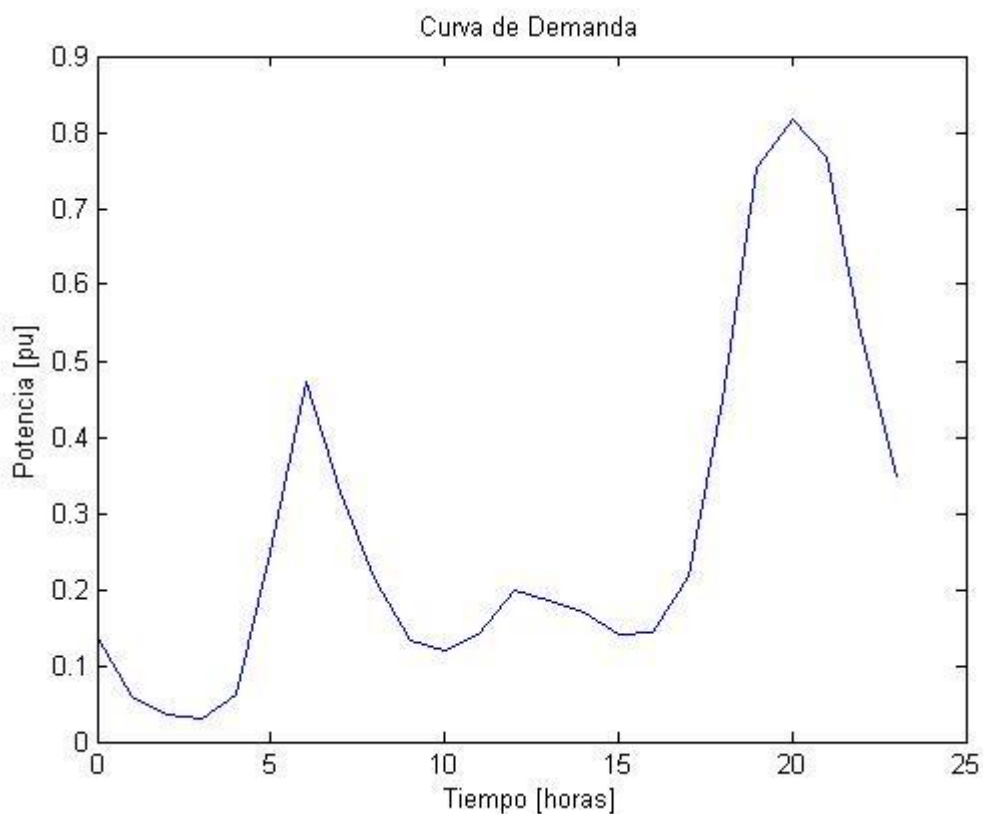
### **4.3 Caso de estudio**

En el presente trabajo se tomará como ejemplo el consumo de energía eléctrica de las encuestas realizadas a 336 usuarios, donde las cargas eléctricas de un usuario tipo se muestran en la Tabla 2. De igual manera se puede diferenciar las cargas Críticas y No Críticas con el fin de saber que aparatos eléctricos podemos realizar el desplazamiento en otros intervalos de tiempo. Donde  $P_n$  es la potencia nominal de cada una de las cargas y  $CI$  es la carga instalada.

**TABLA 2. CARGAS ELÉCTRICAS DE UN USUARIO RESIDENCIAL TIPO**  
FUENTE: AUTOR

<b>CARGAS ELÉCTRICAS</b>				
	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANT</b>	<b>Pn (W)</b>	<b>CI (W)</b>
	Puntos de alumbrado normal	12	100	1200
Cargas no Desplazables	Equipo de sonido	1	3000	3000
	Computador	2	300	600
	Cocina eléctrica	1	4000	4000
	Televisor	1	300	300
Cargas Desplazables	Refrigeradora	1	500	500
	Plancha	1	1200	1200
	Lavadora	1	1500	1500
			<b>TOTAL</b>	<b>12300</b>

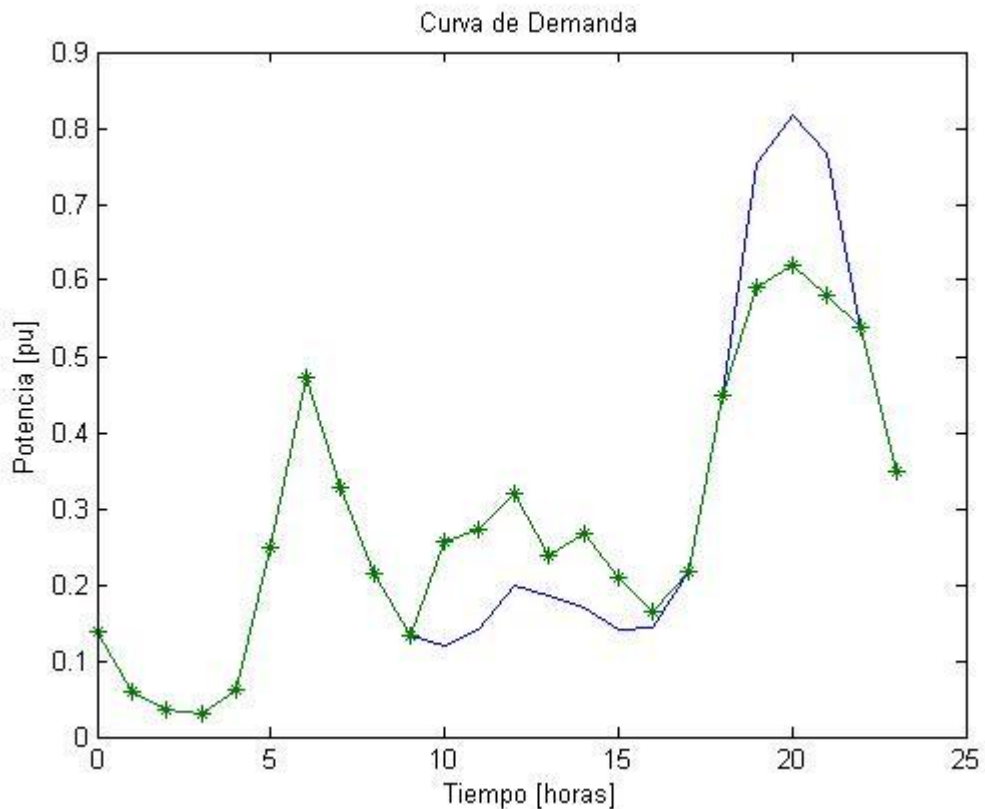
En la Figura 5, se muestra la curva de demanda de un día en por unidad, tomando los datos cada hora. Lo que se pretende es minimizar el pico de demanda máxima que se da a partir de las 19:00 hasta las 22:00 horas y desplazar esta energía en los valles de la curva que están en el intervalo de las 10:00 hasta las 16:00 horas.



**Figura 5. CURVA DE DEMANDA RESIDENCIAL**  
Fuente: ENCUESTAS

Para esto usaremos el método de Montecarlo para que en el intervalo de tiempo con demanda máxima delimitar un consumo al 60% de la potencia instalada y esta energía que reducida desplazarla en los valles de la curva de demanda. Esta energía desplazada corresponde a los aparatos eléctricos clasificados como no críticos en la sección de Gestión de la Demanda.

En la Figura 6, se muestra el resultado de la simulación, desplazando carga en los intervalos de tiempo previstos. La curva de demanda con línea azul, muestra la curva original de demanda residencial y la curva con línea verde muestra el resultado cuando aplicamos datos heurísticos en el intervalo de tiempo de la cresta a minimizar y cómo se traslada los aparatos a los valles de la curva original.



**Figura 6.** RESULTADO DE LA SIMULACIÓN Y DESPLAZAMIENTO DE CARGA EN USUARIOS RESIDENCIALES  
**Fuente:** Autor.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El método que se presentó en este artículo para la optimización es adaptable en el sector residencial, siempre y cuando las costumbres en los usuarios residenciales estén claramente planteadas, debido a que para el desplazamiento de la carga, es de suma importancia



capacitar e incentivar a los usuarios finales, para esto es recomendable tratar de acoplar sistemas de automatización que vaya acorde con las cargas que se desea controlar en los hogares y que en este artículo las hemos definido como cargas no críticas.

- La simulación que se realizó nos da como resultado la minimización de los picos con mayor consumo de energía eléctrica, ya que se identificaron las cargas que pueden ser utilizadas en otros intervalos de tiempo y de este modo se obtuvo una curva de demanda más uniforme en el tiempo, por lo cual se recomienda principalmente realizar un análisis de las cargas instaladas en el hogar y determinar las cargas no críticas, es decir, los aparatos que al ser utilizados en otras horas no habituales no afecten el confort del usuario, para desplazarlas a intervalos con menos demanda
- La limitación de potencia a ser consumida en el intervalo de hora pico, ayuda a afeitar el pico de la curva de demanda eléctrica residencial y definir los tipos de aparatos eléctricos que se puede desplazar en el tiempo, considerando que las cargas críticas no deben entrar en la lista de aparatos a desplazar.

## 7. REFERENCIAS

- [1] P. Issn, “PRONÓSTICO DE CARGA A CORTO PLAZO UTILIZANDO REDES NEURONALES,” no. 32, pp. 175–180, 2006.
- [2] V. M. Rueda, J. David, V. Henao, C. Jaime, and F. Cardona, “Electricidad Usando Modelos No Lineales Recent Advances in Load Forecasting Using Nonlinear Models,” *Dyna*, vol. 167, pp. 36–43, 2011.
- [3] T. Hubert and S. Grijalva, “Modeling for Residential Electricity Optimization in,” vol. 3, no. 4, pp. 2224–2231, 2012.
- [4] F. Aguirre, J. Alemany, and J. Lin, “Gestión de la demanda eléctrica para clientes,” pp. 628–633, 2014.
- [5] I. a. Sajjad, G. Chicco, M. Aziz, and A. Rasool, “Potential of residential demand flexibility - Italian scenario,” *2014 IEEE 11th Int. Multi-Conference Syst. Signals Devices, SSD 2014*, pp. 1–6, 2014.
- [6] CONELEC, “PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013 - 2022,” *IV Asp. sustentabilida y sostenibilidad Soc. y Ambient.*, vol. 1, 2013.
- [7] J. Menoza, “PRONÓSTICO DE CARGA A CORTO PLAZO UTILIZANDO REDES NEURONALES,” no. 32, pp. 175–180, 2006.
- [8] T. a. Main and K. a. Folly, “Effects of tariffs and energy saving schemes on domestic households energy consumption,” *IEEE AFRICON Conf.*, 2013.

- [9] A. Molderink, V. Bakker, M. G. C. Bosman, J. L. Hurink, and G. J. M. Smit, "Domestic energy management methodology for optimizing efficiency in Smart Grids," *2009 IEEE Bucharest PowerTech*, pp. 1–7, 2009.