

**MODELO DE SEÑALES DE PRECIOS PARA USUARIOS FINALES COMO
ALTERNATIVA DE GESTIÓN DE LA DEMANDA EN SISTEMAS
ELÉCTRICOS CON GENERACIÓN DISTRIBUIDA.**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA SEDE QUITO
CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**MODELO DE SEÑALES DE PRECIOS PARA USUARIOS FINALES COMO
ALTERNATIVA DE GESTIÓN DE LA DEMANDA EN SISTEMAS
ELÉCTRICOS CON GENERACIÓN DISTRIBUIDA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniera Eléctrica

**AUTOR: KAREN ESTEFANÍA GODOY PÉREZ
TUTOR: ALEXANDER ÁGUILA TÉLLEZ**

Quito - Ecuador
2022

Karen Estefanía Godoy Pérez

MODELO DE SEÑALES DE PRECIOS PARA USUARIOS FINALES COMO ALTERNATIVA DE GESTIÓN DE LA DEMANDA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS CON GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador 2022

Carrera de Electricidad

Breve reseña histórica e información de contacto.



Karen Estefanía Godoy Pérez (Y'1995 – M'06) Realizó sus estudios de nivel secundario en La Unidad Educativa La Inmaculada, obteniendo el título de Bachiller en Física Matemática. Egresada de Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, ha publicado varios artículos científicos de alto impacto en revistas indexadas. Su trabajo se basa en el Modelo de señales de precios para usuarios finales como alternativa de Gestión de la Demanda en sistemas eléctricos con Generación Distribuida. kgodoy@est.ups.edu.ec

Dirigido por



Alexander Águila Téllez (Y'1981 – M'09). En 2005 se gradúa de Ingeniero Eléctrico en la Universidad de Camagüey - Cuba. En el año 2010 recibe su título de Máster en Eficiencia Energética, otorgado por la Universidad de Ciego de Ávila, Cuba. En 2019 se gradúa de una segunda maestría en Ingeniería en la Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín – Colombia y en 2021 logra la obtención del grado de PhD (Magna Cum Laude) en Ingeniería con mención en sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica en esta misma Universidad. Es miembro del grupo de investigación en Redes Eléctricas

Inteligentes (GIREI) de la Universidad Politécnica Salesiana, miembro activo de IEEE e investigador acreditado por la Senescyt. Revisor de varias revistas indexadas. Ha publicado numerosos artículos de alto impacto científico. Ha participado como expositor en conferencias nacionales e internacionales y cuenta con experiencia laboral en empresas eléctricas y de diseño de redes eléctricas. Actualmente es docente y director de la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. aaguila@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
©2022 Universidad Politécnica Salesiana
QUITO - ECUADOR

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Yo, Karen Estefanía Godoy Pérez con documento de identificación N° 1722467089 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 13 de mayo del año 2022

Atentamente,



Karen Estefanía Godoy Pérez

1722467089

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**

Yo, Karen Estefanía Godoy Pérez con documento de identificación N° 1722467089, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Artículo Académico: “Modelo de Señales de Precios para Usuarios Finales como alternativa de Gestión de la Demanda en Sistemas Eléctricos con Generación Distribuida”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Eléctrica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 13 de mayo del año 2022

Atentamente,



Karen Estefanía Godoy Pérez

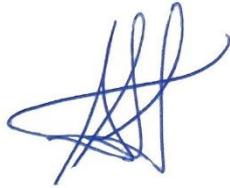
1722467089

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Alexander Águila Téllez con documento de identificación N° 1755983184, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **MODELO DE SEÑALES DE PRECIOS PARA USUARIOS FINALES COMO ALTERNATIVA DE GESTIÓN DE LA DEMANDA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS CON GENERACIÓN DISTRIBUIDA**, realizado por Karen Estefanía Godoy Pérez con documento de identificación N° 1722467089, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 13 de mayo del año 2022

Atentamente,



Ing. Alexander Águila Téllez, PhD

1755983184

Índice de Contenido

Resumen.....	1
Abstract.....	1
1. Introducción	2
2. Demanda de Energía Eléctrica	4
2.1 Gestión de la Demanda	4
3. Determinación de la demanda eléctrica	4
3.1 Cálculo de la demanda eléctrica.....	5
3.2 Modelo de la curva de Demanda para el sector Residencial e Industrial.....	6
4. Tarifas diferenciales	7
4.1 Categorías tarifarias	7
5. Generación Distribuida (GD).....	10
5.1 Generación Distribuida (GD) con fuentes de Energía Renovable	10
5.2 Energía Solar Fotovoltaica.....	11
5.4 Implementación de GD con Paneles Solares en Residencias.....	12
5.5 Medidores Bidireccionales.....	13
6. Medidas para la venta de Energía	14
6.1 Artículos para la venta de energía en Ecuador.....	14
6.2 Venta de energía al SEP.....	15
7. Casos de Estudio	15
7.1 Tarifas Diferenciales horarias	15
7.2 Curva de demanda con Generación Distribuida y sin GD.....	16
8. Análisis de Resultados	16
8.1 Modelo de Tarifas diferenciales horarias.....	16
8.2 Aplanamiento de la curva de demanda con Tarifas Diferenciales.....	17
8.3 Resultados de la encuesta de Tarifas diferenciales	17
8.4 Aplanamiento de la curva de demanda con GD.....	18
8.5 Venta de energía al SEP con base en los artículos actuales 2021	19
9. Conclusiones	19
10. Trabajos Futuros	20
11. Referencias.....	20
12. Estado del Arte.....	23
13. Anexos	26

Índice de Figuras

Figura 1. Clases de generación eléctrica (GWh), producción total 2019 [5].....	3
Figura 2. Curva de Demanda Residencial EEQ 2021 [11]	6
Figura 3. Curva de Demanda Comercial EEQ 2021[11]	6
Figura 4. Curva de Demanda Industrial EEQ 2021[11].....	7
Figura 5. Generación Distribuida con paneles solares conectados al SEP.....	10
Figura 6. Sistema Fotovoltaico Aislado	11
Figura 7. Sistema Fotovoltaico Hibrido	12
Figura 8. Sistema Fotovoltaico conectado a la Red Eléctrica	12
Figura 9. Curva de Demanda Residencial diaria de la residencia en estudio.....	16
Figura 10. Consumo y ahorro de energía en kWh.....	16
Figura 11. Consumo y ahorro de energía en USD	17
Figura 12. Curva de Demanda propuesta de la residencia en estudio.....	17
Figura 13. Curva de Demanda actual vs Demanda propuesta.....	17
Figura 14. Respuesta a la importancia de disminuir el consumo eléctrico	18
Figura 15. Respuesta al cambio de actividades fuera del horario pico (6pm-10pm)18	
Figura 16. Respuesta a la aceptación del uso de tarifas diferenciales horarias.....	18
Figura 17. Curva de demanda actual y propuesta con GD.....	18
Figura 18. Consumo y ahorro de energía en kW/h con GD.....	19

Índice de Tablas

Tabla 1. Niveles de voltaje y clases de categorías Tarifarias [14]	8
Tabla 2. Costos Tarifarios [14]	9
Tabla 3. Tarifas en países con GD en Sistemas Fotovoltaicos.....	13
Tabla 4. Parámetros en la venta de energía al SEP según art.41 RGLOSPEE [27].	15
Tabla 5. Estudio del ahorro de energía, consumo actual y propuesto	16
Tabla 6. Estudio del ahorro de energía, consumo actual y propuesto con GD	19

MODELO DE SEÑALES DE PRECIOS PARA USUARIOS FINALES COMO ALTERNATIVA DE GESTIÓN DE LA DEMANDA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS CON GENERACIÓN DISTRIBUIDA.

Karen Godoy¹, Alexander Águila Téllez¹

Resumen

En este trabajo se pretende dar a conocer un modelo de tarifas diferenciales que ayude al usuario a aplanar la curva de demanda, para así obtener una tarifa diferencial con un ahorro económico en su factura final. Se busca crear conciencia en el usuario acerca de reducir el consumo energético ayudando al medio ambiente sin necesidad de disminuir el confort de este, además se muestra los artículos, leyes y requisitos que se necesita para la venta de energía al SEP, destacando las ventajas y desventajas de aplicar este sistema en cada hogar. Se desea que el usuario conozca la implementación de generación distribuida con paneles solares a través de la cual tendría la posibilidad de conectar al usuario directo con la red, ayudando así, a aplanar la curva de demanda en horarios de 6pm a 10pm que son los horarios pico en Ecuador y con ello obtener beneficios económicos no solo en tarifas diferenciales por horarios, sino que además, se puede considerar la venta de energía al SEP como una fuente de ingresos para cada persona, dado que en otros países ya se ha desarrollado es un trabajo viable en el cual se demuestra que muchos usuarios viven de esta manera utilizando la energía que producen como un sustento económico y ayudando al planeta a que sea mucho más sostenible y la energía que se consuma sea energía limpia y no contaminante.

Palabras Clave: Tarifas diferenciales, Generación Distribuida, curva de Demanda, Venta de energía, beneficios económicos.

Abstract

This paper aims to present a model of differential rates that helps the user to flatten the demand curve, in order to obtain a differential rate with economic savings on their final bill. It seeks to create awareness in the user about reducing energy consumption helping the environment without the need to reduce its comfort, in addition to showing the articles, laws and requirements that are needed for the sale of energy to the SEP, highlighting the advantages and disadvantages of applying this system in each home. It is desired that the user knows the implementation of distributed generation with solar panels through which he would have the possibility of connecting the user directly with the network, thus helping to flatten the demand curve in hours from 6pm to 10pm, which are the hours peak in Ecuador and thus obtain economic benefits not only in differential hourly rates, but also, the sale of energy to the SEP can be considered as a source of income for each person, given that in other countries it has already been developed as a viable work in which it is shown that many users live in this way using the energy they produce as an economic livelihood and helping the planet to be much more sustainable and the energy consumed is clean energy and does not pollute.

Keywords: Differential rates, Distributed Generation, Demand curve, Energy sales, economic benefits.

¹ Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito. Carrera de Electricidad

1. Introducción

En los últimos tiempos la demanda de energía se ha incrementado gradualmente, ya que a medida que el mundo avanza tecnológicamente también se incrementa la utilización de energía para su desarrollo [1],[2], por ello en España se ha diseñado un modelo de gestión de la demanda que se basa en actividades para ayudar a la respuesta de esta y con ello a los precios de la electricidad. Además, se incentiva al usuario a realizar actividades de ahorro y eficiencia energética para disminuir el consumo de energía eléctrica. Uno de los mayores desafíos en estas acciones es que el usuario final acepte las tarifas reales que se debe cobrar y cambie su manera de utilizar la energía por una más eficiente [1].

Por esta razón la necesidad de actualización de equipos eléctricos aumenta [2],[3], y con ello también incrementa la necesidad de crear estrategias de gestión de la demanda donde a los usuarios se les permita reducir el uso de energía eléctrica en horarios con saturación. Esto se realiza mediante un estudio de impacto en los usuarios finales a medida que se introduce la discriminación horaria en la facturación eléctrica [4], también se analizará la viabilidad económica para el cambio de equipos más actuales.

La gestión de la demanda es necesaria para que los usuarios puedan conocer como ahorrar energía eléctrica en sus consumos, la utilización de esta en horarios que no sean pico y como se puede implementar programas de reducción del uso de energía para que el consumidor final pague una tarifa mucho menor a la habitual. Este proceso de implementación de estrategias para gestión de la demanda conlleva el uso de energías renovables y la utilización de equipos eléctricos

tecnológicamente avanzados como se mencionó anteriormente [2].

El modelo de gestión de la demanda de energía domiciliaria contribuye a la eficiencia energética con protocolos de comunicación [3], [4], dentro de estos existen softwares que permiten tomar decisiones que tienen que ver directamente con el consumo del usuario y la generación eléctrica, los resultados de la utilización de estos modelos son favorables, ya que se lo puede implementar para mejorar aspectos regulatorios y la generación distribuida (GD)[3].

Actualmente hay varias tecnologías de GD en el mercado, pero solo unas pocas son de carácter no renovables [4]. La inclinación por usar tecnologías renovables como son: la energía eólica, celdas de combustible y solar ha incrementado al momento de generar energía, ya que son recursos ambientales ilimitados [3].

La GD ayuda a que el sistema eléctrico de potencia sea mucho más confiable y tenga un desarrollo sostenible, pues trabaja con energías limpias. Es importante analizar los artículos de venta de energía eléctrica al sistema, pues con ello se podrá establecer un precio justo para el usuario e incentivar el uso de energías renovables con tarifas diferenciales, lo que a su vez ayuda a aplanar la curva de demanda horaria por el uso de electricidad en horarios pico.

Por otro lado, la GD ya ha sido implementada en varios países tanto de Latinoamérica como Colombia, Argentina entre otros, así como en Europa donde los principales modelos de GD que se llevan a cabo se encuentran en España, Dinamarca, Alemania, Rusia [5] y más países que utilizan este tipo de estrategias para reducir el consumo energético en horarios pico y aplicar a su vez el uso de GD con sistemas renovables que

hagan más sostenible y mucho más confiable al sistema.

En Ecuador este tipo de estrategias no son muy conocidas, ya que al comenzar este trabajo no se podía vender energía a la red simplemente existía un intercambio de beneficios con el usuario, el cual consistía en que si se implementaba paneles solares en sus casas como alternativa sostenible para el uso de energía eléctrica, se le realizaba un descuento en su tarifa de acuerdo a la distribuidora a la que perteneciera, siempre y cuando tuviera energía excedente en su casa, sin embargo actualmente en el 2021 ya existe una regulación con artículos relacionados a la venta de energía al sistema, los tramites que se debe realizar para vender la energía, los requisitos que se debe tener en cuenta y cuanta potencia se debe generar si se implementa un sistema de GD en nuestras casas, esto es algo sumamente positivo, ya que además de permitir utilizar energías renovables y contribuir a que el planeta sea más sostenible se obtendrá un beneficio económico al cual muchas personas podrán acceder.

Los artículos y leyes que permitirán esta venta de energía, su generación a base de recursos renovables e instalación se detallarán a lo largo de este trabajo para una mejor comprensión de cada uno de ellos y que así las personas conozcan el proceso que se debe realizar para ser parte de este cambio, que a su vez es un beneficio para cada hogar sin limitar el confort de cada persona ni el uso de energía eléctrica.

En la gráfica 1 se señala la contribución energética por cada clase de generación que se tiene en Ecuador, esta gráfica es del 2019 y presenta una baja en el consumo hidráulico de 1,27%, en la parte no convencional su producción es del 0,44% y con respecto a la generación termoeléctrica

con un 19,37%. Esto representa un ahorro grande en la utilización de combustibles fósiles y ayudando así, a reducir el impacto ambiental [6].

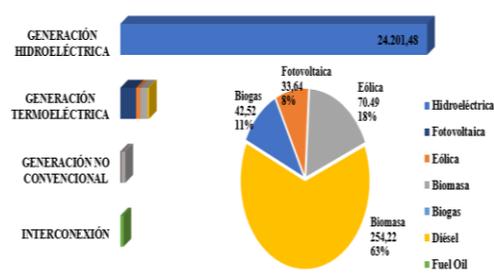


Figura 1. Clases de generación eléctrica (GWh), producción total 2019 [5]

Se puede observar el ahorro energético, además de la utilización de otras clases de generación de energía que no son solo los convencionales, ya que actualmente en Ecuador se utilizan muchos más tipos de energía renovables.

El propósito principal de este trabajo es crear conciencia e incentivar al usuario final que si se puede obtener energía de muchas fuentes que no necesariamente deban ser contaminantes, además de presentarle la posibilidad de generar su propia energía y venderla para obtener beneficios económicos. Por ello se desarrolló un modelo que presenta la curva de la demanda actual y como la misma se aplanaría si los usuarios eligieran un consumo de energía que sea realizado por fuentes renovables generadas en sus propios hogares y eficientes que ayuden a reducir el consumo de energía en horarios pico, pues con ello obtendrían un incentivo económico y tarifas especiales. Por otro lado, a lo largo de este trabajo también se tratarán las leyes que permiten la venta de energía en el Ecuador y cuáles son los requisitos para su realización, además se mostrarán los diferentes tipos de sistemas fotovoltaicos que existen y pueden conectarse a la red, así como

las ventajas y desventajas de la utilización de estos.

2. Demanda de Energía Eléctrica

Usualmente se define a la demanda eléctrica como la carga o conjunto de cargas que se conectan a la red de distribución y su consumo se mide en kilovatios por hora (kWh) [7].

La demanda eléctrica sufre muchas variaciones, ya que depende de las instalaciones que tengan los sectores residenciales e industriales del país.

Otros factores importantes que forman parte de la demanda residencial son: el valor de cada electrodoméstico, la cantidad de personas por cada hogar, así como la hora del día en la que utilizan los aparatos eléctricos, ya que se consume mucho más en las horas previas a salir del hogar a las actividades cotidianas como trabajo, estudio, etc., y en las horas en las que se retorna al hogar. [8].

2.1 Gestión de la Demanda

La gestión de la demanda es el proceso a través del cual se administra o diseña diferentes acciones que hagan más eficiente al sistema con el objetivo de que el usuario sea más responsable con el uso de la energía eléctrica, ya que esto afecta directamente al incremento de la curva de demanda.

Las razones más importantes para aplicar la gestión de la demanda son:

- Mortificación por el cambio ambiental
- Incremento en los valores de generación de la energía eléctrica.

Las funciones más importantes de los sistemas de gestión de la demanda son:

- Reducción de gases de efecto invernadero
- Mejorar la confiabilidad de los sistemas existentes y nuevos, además de ayudar a que sean más flexibles.
- Optimizar el uso de la energía eléctrica
- Disminuir los picos en la curva de la demanda
- Bajar el índice de pérdidas en las líneas, transformadores y el valor de cada uno de ellos.
- Aumentar la eficiencia energética por parte del usuario y en el SEP.

3. Determinación de la demanda eléctrica

La demanda de energía eléctrica de una residencia se realiza a través del método proporcionado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), donde se considera cada uno de los puntos de los circuitos que alimentan a la red de distribución y el número de consumidores que puede variar dependiendo la ubicación de este y las cargas que posea en dicha red [9].

El método muestra que se debe establecer la clase de usuario, el factor de potencia que posee dicha vivienda y, además, realizar el estudio de la demanda máxima unitaria. El usuario debe estar consciente de que los valores obtenidos son solo apreciaciones de los valores reales, por ello son solo una referencia. La EEQ considera que cada caso en el que se calcula la demanda y el proceso por el cual atraviesa es único, ya que para obtener valores reales se considera otros factores como ubicación del hogar, uso del terreno donde se encuentra, el área que esta ocupa y las características que posee.

La finalidad del método proporcionado por la EEQ es determinar la demanda máxima

unitaria dependiendo el usuario y el grupo donde este se encuentre.

3.1 Cálculo de la demanda eléctrica

El cálculo de la demanda posee varios pasos a seguir los cuales se detallan a continuación:

El primer paso es la determinación de la carga instalada por consumidor, esta se realiza a través de un cuadro donde se detalla los aparatos eléctricos o electrónicos, además de los de iluminación que posee el usuario. Este cuadro tiene un formato de acuerdo con las normas de la EEQ y el Apéndice A-11 [9],[10] se debe llenar en la columna uno el número de referencia, en la segunda se coloca la descripción de cada aparato, en la columna tres se pone la cantidad que posee de cada uno de estos y en la última la potencia nominal que se puede encontrar en la descripción de cada aparato eléctrico.

El segundo paso consiste en la carga instalada del consumidor, para cada carga que se anotó anteriormente en la columna cuatro se establece un factor de uso llamado factor de frecuencia (FFU_n), este es el causante del porcentaje de ocurrencia que se presenta en la carga de cada consumidor, es decir los equipos que sean utilizados por el usuario durante un tiempo mayor tendrán un consumo mucho más elevado que los equipos que tengan una utilización mediana o baja [9],[10]. La carga instalada se determina a través del uso de la siguiente ecuación:

$$CIR = P_n \times FFU_n \times 0.01 \quad (1)$$

Dónde:

FFU_n : Es el Factor de Frecuencia de Uso de cada carga.

P_n : Se refiere a la Potencia o Carga Nominal de cada uno de los aparatos eléctricos.

CIR : Las siglas significan Carga Instalada por Consumidor Representativo.

El último paso corresponde a la Determinación de la Demanda Máxima Unitaria (DMU), esto representa el valor máximo de potencia que puede soportar la red y que el consumidor solicita durante un periodo de 15 minutos. Para determinar la DMU se utiliza la variable CIR y del Factor de Simultaneidad (FSn), estos se deben realizar para cada una de las cargas instaladas en la vivienda del usuario. El FSn es establecido por el proyectista de acuerdo con los lineamientos que sigue el usuario para el uso de cada aparato eléctrico o electrónico [9],[10]. Este factor comprueba la ocurrencia de la carga durante el tiempo de máxima demanda.

Existen investigaciones que hacen referencia al mayor consumo de servicios de energía eléctrica donde se destaca la iluminación, el entretenimiento y la calefacción como los principales consumos del usuario residencial, por ello el usuario debe comprender que mientras más utiliza este tipo de equipos mayor factor de simultaneidad poseen y su valor es más elevado.

El usuario debe considerar que existen aparatos como secadoras, lavadoras, licuadoras las cuales tendrán valores muy pequeños de simultaneidad [10].

$$DMU = CIR \times FSn \times 0.01 \quad (2)$$

Dónde:

DMU : Pertenece al valor de Demanda Máxima Unitaria.

FSn : Representa el Factor de Simultaneidad por cada aparato eléctrico [10].

3.2 Modelo de la curva de Demanda para el sector Residencial e Industrial

El aplanamiento de la curva de demanda se plantea para reducir la saturación de energía en horarios pico y que los usuarios finales produzcan su propia energía. Mediante la energía generada por los usuarios se plantea el autoabastecimiento de sus necesidades energéticas durante estos horarios, esto ayudaría a aplanar la curva de demanda y demostrar la importancia de implementar fuentes de generación basadas en energías renovables.

Las energías renovables permitirán la reducción de la huella de carbono e incentivarán a los usuarios que desconocen este tipo de tecnologías a implementar estos sistemas. Además, ayudarán a obtener incentivos económicos como una disminución en el costo de la factura de energía mensual, lo que a largo plazo también mostrará resultados de forma anual.

Este proyecto se llevará a cabo tanto en usuarios residenciales como industriales para así poder conocer los resultados de cada uno, compararlos a través del modelo de curvas y precios con tarifas diferenciales que se presentara para este trabajo y así obtener los resultados deseados, sin dejar de lado los costos de implementación de un sistema renovable para cada caso y las leyes que tiene el país para la venta de energía sobrante del sistema implementado, en la figura 2,3 y 4 se muestra la curva Residencial, Comercial e Industrial de la EEQ.

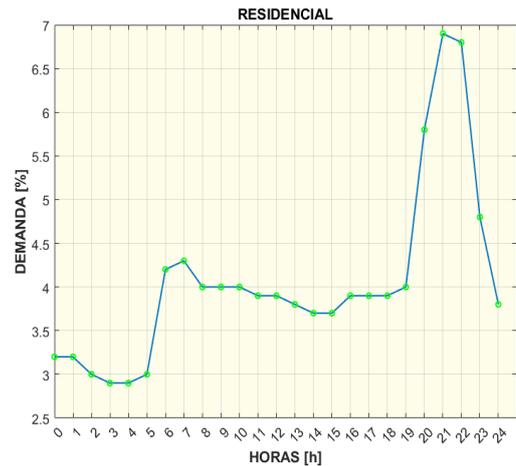


Figura 2. Curva de Demanda Residencial EEQ 2021 [11]

En la figura 2 se puede observar cómo se tiene un incremento de demanda en el horario de 20:00 pm a 22:00 pm, esto se debe a que en ese horario pico la mayoría de los usuarios utilizan energía eléctrica, para mejorar este pico que se tiene en ese horario se propone el método de tarifas diferenciales el cual se explicará más adelante.

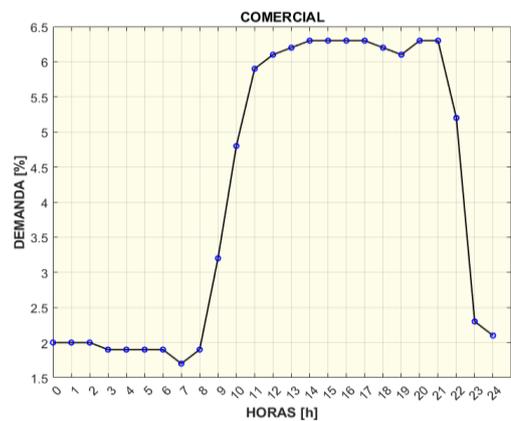


Figura 3. Curva de Demanda Comercial EEQ 2021[11]

La figura 3 muestra la curva de demanda comercial donde se puede observar que la demanda incrementa en el horario de 12:00pm y se mantiene hasta las 22:00 pm.

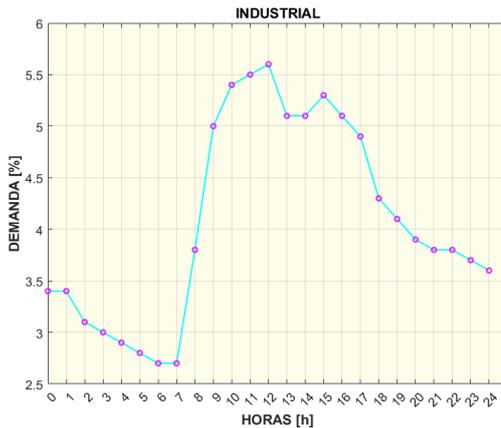


Figura 4. Curva de Demanda Industrial EEQ 2021[11]

La figura 4 es la curva de demanda industrial, en la cual se puede observar que incrementa su demanda en el horario de 10:00 am y se mantiene hasta las 12:00 pm, luego baja un poco a las 13:00pm manteniéndose hasta las 18:00 pm, esto se debe a que la mayoría de las industrias trabajan en una jornada laboral de 8:00 am a 18:00 pm, por ello el valor de la demanda que se presenta hasta las 18:00 pm comienza a bajar.

El mayor conflicto que se puede presentar sería los costos de implementación de un sistema renovable tanto para usuarios industriales como residenciales, ya que los costos son bastante elevados y aunque se ofrezca alternativas de pago con las facturas de consumo cuyo valor a pesar de haber disminuido no aporta un beneficio inmediato en cuanto a costos de inversión, este problema sería el más grave para poder llevar a cabo este trabajo, ya que no todos los usuarios contarían con el capital para invertir en este tipo de sistemas.

4. Tarifas diferenciales

Uno de los propósitos de este trabajo es dar a conocer al usuario que se puede aplicar un modelo económico que resulte beneficioso para este, y que

así se vea estimulado a elegir algún esquema que sea de ahorro de energía, que ayude a aplanar la curva de demanda y además se obtenga una reducción en el valor de la factura eléctrica de cada mes, por ello se presenta este modelo de tarifas diferenciales que otros países que son pioneros de este tipo de mercados como Alemania, España, Italia y Japón, entre otros ya se aplica este mecanismo y se lo conoce como Feed In Tariff (FIT) [12] que significa el pago de una tarifa diferencial por el uso de energía eléctrica en horarios fuera de la demanda pico.

Este modelo se ha utilizado de diversas formas como pagando una tarifa diferente, es decir menor por el hecho de poseer un tamaño o tipo de sistema distinto al convencional.

Se toma en cuenta, además, la disminución de la tarifa la cual está en función de los costos que crecen y evolucionan en el mercado, además de las instalaciones de energías renovables que se realizan en edificios o sobre techos de diferentes residencias [13].

4.1 Categorías tarifarias

Es importante conocer cómo se determina la categoría tarifaria de cada consumidor [14] y esta es una tarea que realiza la empresa distribuidora, la misma que debe tomar en cuenta las características de cada carga y el uso de la energía eléctrica la cual es declarada por el usuario, con ello la distribuidora establece la clase de tarifa que le toca a cada uno.

Se considera dos categorías de tarifas dentro de este trabajo las cuales son: la categoría residencial que comprende al uso de energía eléctrica doméstica y la categoría general que está enfocada al uso de energía eléctrica para el comercio, la industria o fines públicos y privados [15]. En la

tabla 1 se encuentran los diferentes tipos de categorías de tarifas y niveles de voltaje.

Tabla 1. Niveles de voltaje y clases de categorías Tarifarias [14]

Categoría	Niveles de Voltaje-NV	Tipos de Consumo	Registro de Demanda
Residencial		Residencial	No posee demanda
General	Bajo Voltaje-BV NV < 600V	Comercial	No posee demanda
			Tiene demanda
			Tiene demanda horaria
		Industrial	No posee demanda
			Tiene demanda
			Tiene demanda horaria
	Otros	No posee demanda	
		Tiene demanda	
		Tiene demanda horaria	
		Tiene demanda horaria diferenciada	
	Medio Voltaje-MV 600V ≤ NV ≤ 40 kV	Comercial	Tiene demanda
		Industrial	
		Otros	
		Comercial	Tiene demanda horaria
Otros		Tiene demanda horaria diferenciada	
Industrial			
Alto Voltaje-AV	Comercial	Tiene demanda horaria	
	Otros		

AV1: 40kV ≤ NV ≤ 138kV	Industrial	Tiene demanda horaria diferenciada
AV2: NV > 138kV	Industrial	

Luego de conocer las diferentes categorías tarifarias y niveles de voltaje se debe tener en cuenta que existen usuarios que poseen un registrador de demanda horaria, con lo cual se presenta la siguiente fórmula para obtener el factor de gestión de demanda (FGD) [14].

$$FGD = \left\{ \begin{array}{l} 0.6 \text{ si } \frac{DP}{DM} < 0.6 \\ \frac{DP}{DM} \text{ si } 0.6 \leq \frac{DP}{DM} \leq 1 \end{array} \right\} \quad (3)$$

Donde:

DP: Se refiere a la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas pico de la empresa eléctrica de 18:00 a 22:00 pm

DM: Representa la demanda máxima mensual del usuario [14].

Por otro lado, con relación a aquellos usuarios que poseen un factor de potencia (FP) bajo, es decir poseen energía reactiva [14], existe una penalización que es calculada con la siguiente formula:

$$P_{BFF} = \left\{ \begin{array}{l} P_{BFF} = 0 \text{ si } FP_r \geq 0.92 \\ P_{BFF} = B_{FP} \times FSPEE_i \\ \text{si } FP_r < 0.92 \rightarrow B_{FP} = \frac{0.92}{FP_r} - 1 \end{array} \right\} \quad (4)$$

P_{BFF} = Penalización por bajo factor de potencia

FP_r = Factor de potencia registrado o calculado

B_{FP} = Factor de penalización

$FSPEE_i$ = Factor de servicio público de energía eléctrica inicial

Si el FP es menor al 0.60 para cualquier clase de usuario que tenga presente medición de energía reactiva, la empresa distribuidora puede suspender el servicio hasta que el consumidor corrija su factor de potencia.

La facturación del servicio de energía eléctrica se realiza sumando los siguientes componentes: energía, comercialización, potencia, pérdidas en los transformadores y una sanción por tener bajo factor de potencia [14], la fórmula es:

$$FSPEE = E + P + PIT + C + P_{BFF} \quad (5)$$

Donde:

E = Facturación de energía (USD)

P = Facturación de la demanda (USD)

PIT = Pérdidas en los transformadores (USD)

C = Comercialización (USD)

P_{BFF} = Penalización o sanción por tener bajo factor de potencia (USD)

La facturación de energía eléctrica es mensual y se muestra el valor en la misma, además de los descuentos o subsidios dependiendo el caso de cada usuario.

En la tabla número 2 se muestra la tarifa que se le cobra a cada usuario dependiendo el nivel de voltaje y la demanda horaria, esto varía de acuerdo con cada empresa distribuidora.

Tabla 2. Costos Tarifarios [14]

Nivel de Consumo	Demanda (USD/kW-mes)	Energía (USD/kWh)	Comercialización (USD/Consumidor)
Categoría		Residencial	

Nivel de voltaje	Bajo y Medio Voltaje		
1-50		0.078	
51-100		0.081	
101-150		0.083	
151-200		0.097	
201-250		0.099	
251-300		0.101	
301-350		0.103	1.414
351-500		0.105	
501-700		0.1285	
701-1000		0.1450	
1001-1500		0.1709	
1501-2500		0.2752	
2501-3500		0.4360	
Mayor Voltaje		0.6812	
Nivel de Voltaje	Bajo Voltaje que posee Demanda Horaria		
<i>Comerciales</i>			
8:00 am-22:00 pm	4.182	0.070	1.414
22:00 pm-8:00 am			
<i>Industriales</i>			
8:00 am-22:00 pm	4.182	0.063	1.414
22:00 pm-8:00 am		0.067	

Las tarifas que se cobran por la energía eléctrica son más elevadas en los horarios de la noche y madrugada, aunque no se esté consumiendo, por ello el modelo de tarifas diferenciales que se propone contribuiría a establecer una tarifa por horario menor, además de permitir reducir la demanda en horarios pico.

5. Generación Distribuida (GD)

La GD es la generación o almacenamiento de electricidad que se da en plantas pequeñas menores a 10 MW, estas plantas poseen la cualidad de soportar la interconexión en cualquiera de sus puntos a lo largo del sistema eléctrico, se debe considerar los siguientes parámetros a evaluar: ubicación, potencia nominal, nivel de voltaje, el objetivo que esta persigue y evaluar las características de la zona de entrega de energía, para así tener una GD óptima [16].

Se considera que con la GD instalada se obtendrán beneficios como reducción de costos por pérdidas de distribución y transmisión, los cuales van desde el 5 al 10% de MW generados, además existen valores que se pueden obviar realizando una correcta repotenciación y expansión de los sistemas antes mencionados.

La confiabilidad se ve aumentada por el hecho de reducir los costos de mantenimientos de estructuras, esto ayuda a aquellos consumidores que están más cerca de la generación distribuida y con ello se obtiene un análisis mucho más rápido y eficaz al crecimiento de la demanda, ya que se desarrollan tiempos de ejecución menores en relación con la generación principal.



Figura 5. Generación Distribuida con paneles solares conectados al SEP

Se considera que las principales desventajas de la generación distribuida están relacionadas a las sobretensiones, pérdida de sensibilidad de las protecciones, falta de coordinación de los equipos de protección, cambios del nivel de voltaje, dificultades en la reconexión rápida y armónicos en la red [16].

5.1 Generación Distribuida (GD) con fuentes de Energía Renovable

Existen varios tipos de GD entre las más importantes se encuentra, la mezcla de combustibles fósiles y energías alternativas, también existen aquellas que únicamente tienen energía renovable. El propósito de implementar este tipo de sistemas es reducir el consumo, ayudar al medio ambiente con la contaminación y obtener una reducción en la factura del servicio eléctrico, así como un beneficio económico al vender el excedente de energía al SEP.

Actualmente la GD en combinación con combustibles y energía renovables es la menos utilizada por el tema de infraestructura, transporte y costos de los combustibles, además de que sigue siendo contaminante. Por ello la GD que más se utiliza se enfoca en el uso

de energías renovables al 100% como: solar fotovoltaica, celdas de hidrogeno y eólica [16].

Al tratarse de la energía eólica sus costos de instalación, sostenimiento y beneficio dependen de una variable muy importante que es la velocidad del aire, la cual no es igual en todos los países o ciudades donde se quiera implementar este tipo de energía; esto conlleva a que la potencia, la altura de los aerogeneradores y el número de estos, estarán en función de dicha variable. Por lo tanto, sus costos de dispositivos y mantenimiento de toda la estructura serán altos y la vinculación con relación a la variable antes expuesta reduce su aplicación[18].

Las celdas de hidrogeno son una tecnología que en Ecuador se encuentra en sus inicios [19], no se encuentra destinada para solo el campo de la energía sino más bien está enfocada al ámbito del transporte o como reemplazo de combustibles fósiles, además que sus costos de implementación son muy altos, por ello no se utiliza como prioritaria esta opción.

5.2 Energía Solar Fotovoltaica

El sol posee energía que puede ser aprovechada de muchas maneras útiles para el usuario, una de ellas es el uso de la energía solar a través de paneles solares fotovoltaico [20], los cuales se instalan en tejados y son los más conocidos. Gracias al avance de la tecnología existen diferentes variedades de estos, con bajos costos que pueden conectarse en órbita alrededor de la tierra o aplicables con pintura en cualquier superficie, por ello de acuerdo con [21] se conoce a la energía solar como el beneficio que emite el sol, la cual se puede transformar luego en energía térmica o energía eléctrica.

Una de las energías más utilizadas para la GD es la energía solar fotovoltaica, la cual convierte la energía solar en electricidad, esto es beneficioso ya que es una tecnología que utiliza una fuente renovable. El panel solar cuenta con una potencia que varía entre 50 y 500W en cada uno de sus módulos, además posee una eficiencia que puede llegar hasta el 25% [19]. Los paneles fotovoltaicos poseen varios módulos que tienen una estructura que se conecta en paralelo y serie.

Los sistemas fotovoltaicos de generación distribuida se clasifican en 3 categorías:

El primero consiste en el manejo aislado, el cual radica en el uso de baterías junto con un regulador de carga, esto se observa comúnmente en los sectores lejanos a la red de distribución [19].

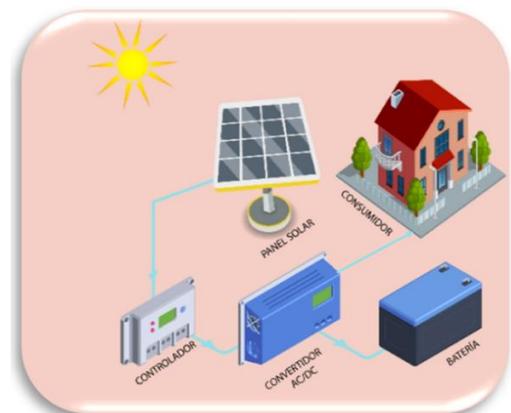


Figura 6. Sistema Fotovoltaico Aislado

La segunda trata del manejo de sistemas híbridos que conlleva la conexión en paralelo de las placas fotovoltaicas con otra fuente de producción de energía, estas pueden ser motores diésel o generadores eólicos [22], [23].



Figura 7. Sistema Fotovoltaico Híbrido

Por último la tercer categoría describe a las instalaciones conectadas en paralelo con la red, las cuales poseen un inversor que ayuda a conmutar los paneles solares fotovoltaicos con la red así el usuario puede decidir de qué lugar desea realizar el consumo de energía eléctrica [22], a través de la aplicación de la solución antes expuesta se tiene la ventaja de no necesitar reguladores de carga ni un sistema de baterías [24], con esto se minimiza la inversión y las pérdidas al implementar dicho sistema, además posee la habilidad de ayudar a alimentar redes de distribución alejadas.

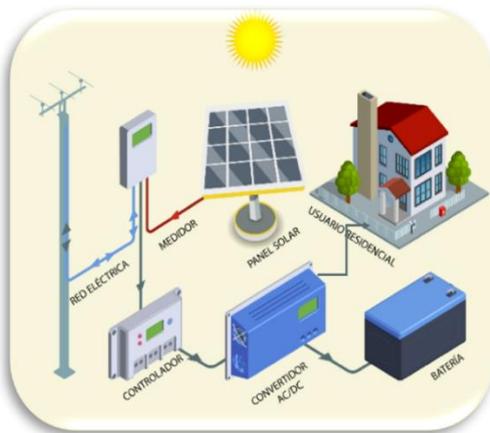


Figura 8. Sistema Fotovoltaico conectado a la Red Eléctrica

Las ventajas más importantes de tener paneles solares instalados en una propiedad es que dicha propiedad

aumenta su valor por la instalación que posee, además de reducir su consumo en facturas eléctricas. Otra ventaja es que cuando se tiene un sistema fotovoltaico este permite solucionar daños de manera individual, por ello es de fácil acceso e instalación en zonas lejanas a la red.

En Ecuador actualmente existen ya varios proyectos con Energía solar fotovoltaica, uno de ellos es el proyecto de capacitación para las empresas camaroneras del país, las cuales son un sector fundamental para la economía de este. Estas capacitaciones pretenden dar a conocer la implementación de proyectos de electrificación en las camaroneras para que tengan energía limpia, para ello cuentan con el apoyo del MERNNR.

Otro proyecto importante es el que se encuentra realizando la Empresa Eléctrica

Quito (EEQ), misma que está implementando sistemas de paneles solares que se encuentran conectados a la red eléctrica de distribución [23], los cuales se implementarán en Centros Educativos, este proyecto busca impartir el conocimiento y el uso de energías alternativas a los estudiantes, como también a la población en general, el proyecto tiene por nombre Red Interactiva de Centros Educativos Solares (RICES) [23].

5.4 Implementación de GD con Paneles Solares en Residencias

La implementación de GD con paneles solares en residencias se vuelve cada vez más común, por ello, existe un modelo muy utilizado para balancear la energía consumida con la energía producida este modelo se lo conoce como Conteo Neto o Net

Metering (NM) [25]. Este permite compensar el exceso de energía producido en determinadas horas por el sistema fotovoltaico con el consumo que el usuario realiza en otros periodos de tiempo. Este sistema ha comenzado a ser regulado en algunos países de Latinoamérica como Chile, México,

Uruguay, etc. La tabla número 3 muestra las tarifas en diferentes países que ya tienen reglamentación para el uso de este modelo con sistemas fotovoltaicos.

Tabla 3. Tarifas en países con GD en Sistemas Fotovoltaicos

País	Modelo	Industria
Argentina	NM	39.5
		143.4
Brasil	NM	
México	NM	139.5
Uruguay	NM	123.3
Chile	NM	60.8
Ecuador	FIT	
Panamá	NM	
España	FIT	
Alemania	FIT	
Italia	FIT	

País	Instalación					
	Tipo	Tarifa	Tipo	Tarifa	Tipo	Tarifa
Argentina						
Brasil	<100kW		<0.1<1 MW			
México	<10kW	Res.	<30kW	Comer.		
Uruguay	<100kW	230 V	<150kW	400 V		
Chile	<100kW					
Ecuador	<1MW	410	<50MW	440		
Panamá	<10kW					
España	T<20kW	29.02	T>20kW	20.31	Suelo	13.45
Alemania	T<30kW	36.01	T>1000 kW	27.03	Suelo	26.16
Italia	1-3kWp	48.02	>20kWp	39.2	Su>20kWp	35.28

NM: Net Metering USD/MWh
 FIT: Feed In Tariff Euro/kWh [18]

5.5 Medidores Bidireccionales

La principal característica de los medidores bidireccionales es que poseen la capacidad de medir la energía en los dos sentidos, es decir desde la red

de distribución hasta la vivienda del usuario y viceversa. Para el desarrollo de GD estos medidores son de suma importancia, ya que con ello se tiene un nuevo concepto de redes eléctricas inteligentes. Además, los medidores bidireccionales en otros países no solo

son utilizados para medir la energía en ambas direcciones, sino que además poseen varias tecnologías de comunicación que los hacen únicos ayudando así a controlar la potencia, los fraudes por parte del usuario o la empresa distribuidora y, por último, pero no menos importante la telemedición. [26].

6. Medidas para la venta de Energía

Al iniciar el presente trabajo no existía una venta directa de energía eléctrica como tal, sino más bien se tenía un intercambio de beneficios entre la empresa distribuidora y el usuario final, que consiste en reducir el valor de la factura correspondiente al consumo eléctrico a cambio de obtener la energía excedente que produce la GD instalada en su residencia. En la actualidad ya existe una posible venta de energía al Sistema Eléctrico Ecuatoriano con la nueva regulación de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNR) 014/2021, con la cual se puede conocer los parámetros, condiciones y factibilidad para la venta de energía en el Ecuador, las cuales se detallarán a lo largo de este escrito.

6.1 Artículos para la venta de energía en Ecuador

Según el artículo 7 de la regulación 014/2021 Las Empresas de Generación Distribuida (EGDs) podrán desarrollar Centrales de Generación Distribuida (CGDs) para la venta a grandes consumidores, esto ocurrirá siempre que su producción sea designada primordialmente a satisfacer los requerimientos de estos consumidores. En el caso de que dichas centrales tengan excedentes de energía eléctrica, estos se entregarán a la demanda regulada por un costo ya establecido

según la Regulación No. 005/20, la cual nos habla acerca del régimen de las transacciones comerciales en el sector eléctrico ecuatoriano [26].

El Artículo 9 trata de la solicitud de factibilidad de conexión de una CGDs, la persona que desee deberá solicitar a la empresa Distribuidora respectiva dicha factibilidad, además deberá llenar el formulario establecido en el Anexo No.1, llenando los datos correspondientes de la persona que desea adquirir la CGDs. También se requiere la ubicación del punto de la red eléctrica donde se pretende conectar las CGDs y los datos del proyecto de generación. Una vez presentados estos documentos la distribuidora colocará la fecha de recibido y asignará un código único de trámite, con el cual el usuario puede mantenerse al tanto de los avances de su solicitud y además puede realizar consultas de cualquier tipo a través de la página web de la distribuidora a la que solicito esta petición o de manera presencial [26].

La EPGD realizará las gestiones respectivas y valorará la posibilidad de obtener la conexión de su CGD con la distribuidora correspondiente, siempre que cumpla el procedimiento y los requisitos designados en el Artículo 9 de esta regulación [27].

Si se tiene factibilidad de conexión se debe presentar una petición al Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables (MERNR), para que este otorgue y de la suscripción del título Habilitante, una vez que se haya cumplido los requisitos establecidos por el Reglamento a la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (RGLOSPEE), además de realizar los demás requerimientos solicitados por el Ministerio rector[26].

Las empresas pueden establecer proyectos de generación distribuida con capacidad nominal de potencia activa menor a 1 MW. La producción de dicha

potencia debe justificarse de forma que la energía generada este siendo asignada únicamente para el abastecimiento de la demanda y la venta regulada [26].

La EPGD puede tener la posibilidad de conectarse a la red siempre y cuando el monto al año de energía que produce sea igual o mayor a la energía que consumo de una CGD, con ello puede solicitar dicha conexión de manera directa cumpliendo los requisitos y procedimientos presentados en el ARTÍCULO 9 de esta regulación [26].

6.2 Venta de energía al SEP

En Ecuador para poder vender energía eléctrica al Sistema Eléctrico de Potencia (SEP) se debe cumplir ciertos requisitos, artículos y leyes que exige tanto el ARCERNNR, el MERNNR y el RGLOSPEE entre ellos se encuentra el artículo 41 de la RGLOSPEE, este nos da a conocer los tipos de ventas de energía eléctrica que se puede realizar al SEP:

Tabla 4. Parámetros en la venta de energía al SEP según art.41 RGLOSPEE [27]

Empresas distribuidoras existentes que pueden acceder a la compra y venta de energía a través de contratos firmados y regulados:	
1	Para la venta de la totalidad de su energía los productores públicos deben estar dispuestos y no tener ninguna preferencia.
2	Para abastecer la demanda y poder vender la energía los productores de economía mixta deben estar dispuestos.
3	Dentro del proceso público de selección que se realiza a los productores privados, de economía popular y solidaria, estos están autorizados para vender únicamente la energía que contribuya a abastecer la demanda regulada.
4	Se deberá poseer una concesión realizada anteriormente por negociación entre los productores de empresas nacionales, extranjeras y consorcios de las partes involucradas para la venta de energía que satisfaga la demanda regulada.
5	El comercio de excedentes de energía se realiza con aquellos autogeneradores que ya hayan cubierto la demanda de los grandes consumidores además de su propia demanda.
6	Si se cubre la demanda comprometida con grandes consumidores y la propia demanda,

los productores de economía popular y solidaria, pueden realizar la venta de energía.

El literal 5 es el más importante a tratar dentro de este trabajo, ya que el mismo trata de la venta de energía al SEP a través de un excedente por parte del autogenerador, el cual en este caso sería el usuario final. El mismo al ser dueño de una planta de GD podría participar en este mercado obteniendo así un beneficio económico y contribuiría al aplanamiento de la curva de la demanda que anteriormente se explicaba.

7. Casos de Estudio

Para los casos de estudio se analizará tarifas diferenciales que podrán ser aplicadas para la disminución de valores de energía eléctrica como alternativa para poder aplanar la curva de demanda, además de la implementación de GD con paneles solares, ya que es una gran opción para promover la venta de energía al SEP y ayudar a reducir consumo eléctrico innecesario mejorando de esta manera el precio de la tarifa eléctrica.

7.1 Tarifas Diferenciales horarias

Para poner a prueba este tipo de modelo de tarifas diferenciales se propone realizar una encuesta a usuarios residenciales dentro de la urbanización San Francisco del sector de Sangolquí en la ciudad de Quito cantón Rumiñahui, donde esta encuesta detallara que tan accesible les parece a los usuarios este tipo de modelo, si les conviene o no ajustarse a tarifas diferenciales de acuerdo a diferentes horarios y dará a conocer si se tiene una disminución en el valor final de la factura de consumo eléctrico. Las preguntas realizadas en dicha encuesta se observarán en la parte de anexos.

7.2 Curva de demanda con Generación Distribuida y sin GD

Se propone comparar la curva de demanda de la residencia en estudio que no posee generación distribuida ni el uso de energías renovables con un escenario en el que la residencia si posea GD y energías renovables para así, analizar las ventajas de este tipo de sistema y si se realiza el aplanamiento de la curva con el uso de energías renovables en horarios pico.

8. Análisis de Resultados

8.1 Modelo de Tarifas diferenciales horarias

Para poder demostrar la eficiencia del modelo de tarifas diferenciales horarias se seleccionó una residencia dentro de la urbanización San Francisco, a la cual se le realizó un estudio de demanda con el que se obtuvo la figura de la curva de demanda que se observa en la gráfica 9.

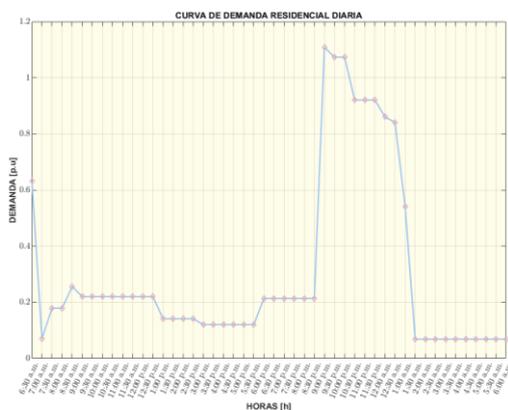


Figura 9. Curva de Demanda Residencial diaria de la residencia en estudio.

En la figura 9 se puede observar los picos más representativos los cuales se dan desde las 8:30 pm hasta las 12:30 am, estos coinciden con las horas pico del sistema, por ello se propone aplicar este modelo de tarifas diferenciales, con

el cual se pretende disminuir los picos que coinciden con el SEP y así ayudar a que la curva de demanda se aplane. Además, con ello se estaría contribuyendo a que no sobrepase el 1 p.u.

Se puede observar en la siguiente tabla los resultados de consumo y ahorro de energía actual y propuesto. Si se comienza a realizar actividades como lavar o secar ropa, planchar o apagar los focos que no se utilicen entre otras actividades fáciles de cambiar en horarios previos a los horarios pico, se puede obtener un ahorro considerable tanto económico como energético, mismo que se verá reflejado en la factura eléctrica final.

Tabla 5. Estudio del ahorro de energía, consumo actual y propuesto

AHORRO DE ENERGÍA ACTUAL Y PROPUESTO Y SU CONSUMO						
	kWh/día	kWh/mes	kWh/año	USD/día	USD/mes	USD/año
Actual	14,59	437,70	5252,40	1,44	43,33	519,99
Propuesto	7,35	220,50	2646,00	0,73	21,83	261,95
Ahorro	7,24	217,20	2606,40	0,72	21,50	258,03
Porcentaje de Ahorro [%]						50,38

En la tabla 5 se puede observar el consumo de energía actual y propuesto, además del ahorro que se vería reflejado al realizar la diferencia entre el consumo actual y propuesto con ello se puede obtener el valor de ahorro y observar un cambio significativo en el mismo.

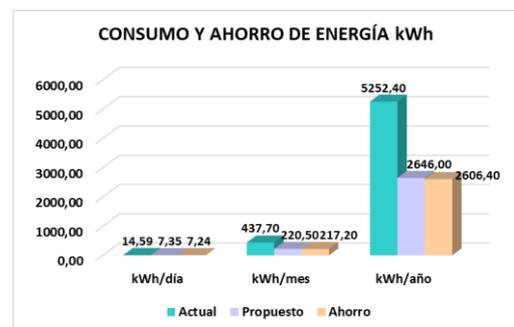


Figura 10. Consumo y ahorro de energía en kWh

En la figura 10 se muestra el consumo actual de energía, así como el

propuesto y el ahorro que se tendría. Como se puede observar al año se obtiene un ahorro de 2606,40 kWh, lo cual es un valor bastante significativo.

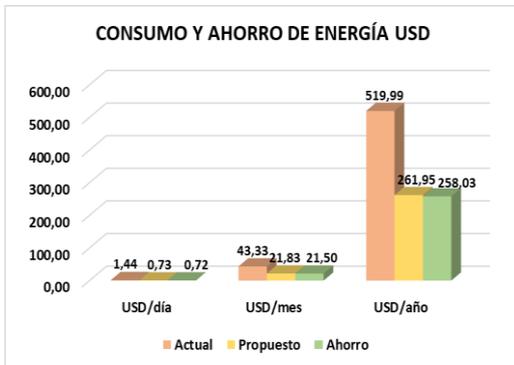


Figura 11. Consumo y ahorro de energía en USD

En la figura 11 se muestra el valor en dólares que se consume actualmente, el propuesto y el ahorro que se tendría. Como se puede observar el valor anual de ahorro es de \$258.03, esta es una cantidad simbólica de ahorro.

8.2 Aplanamiento de la curva de demanda con Tarifas Diferenciales

Para lograr aplanar la curva de demanda se requiere que el usuario realice sus actividades domésticas o de trabajo en horarios que no afecten al SEP, es decir, en horas fuera del rango de 18:00 pm a 22:00 pm, de esta manera se puede obtener una tarifa diferencial en su factura de consumo eléctrico.



Figura 12. Curva de Demanda propuesta de la residencia en estudio.

En la figura 12 se puede observar como el pico más alto se encuentra en el horario de 4:30 pm a 6:30 pm, con ello se demuestra el aplanamiento de la curva de demanda y el método propuesto de tarifas diferenciales se estaría utilizando de manera correcta.



Figura 13. Curva de Demanda actual vs Demanda propuesta

En la gráfica 13 se observa la curva de demanda actual vs la curva de demanda propuesta, en esta última se aplica tarifas diferenciales, es decir, realizando actividades domésticas en horarios fuera de los picos del SEP se obtiene un ahorro económico y energético.

8.3 Resultados de la encuesta de Tarifas diferenciales

En este apartado mostraremos la encuesta realizada a los usuarios de la urbanización San Francisco y sus resultados para así, poder saber su opinión, además de conocer si se encuentran abiertos a la posibilidad de utilizar el modelo de tarifas diferenciales, a continuación, detallaremos las preguntas realizadas.

1) Es importante para usted disminuir el consumo de energía eléctrica por temor al valor final en su factura

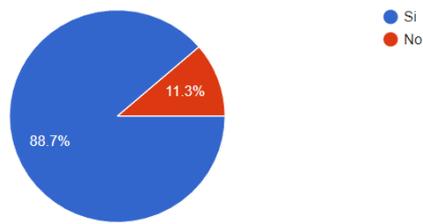


Figura 14. Respuesta a la importancia de disminuir el consumo eléctrico

Se observa en la gráfica 14 que los usuarios en su mayoría con 88,7% se preocupan por el valor total de su consumo eléctrico, por ello tienden a reducir el uso de electricidad en sus hogares, esto es una desventaja ya que limita el confort de los usuarios por ahorrar un valor económico.

2) Estaría dispuesto a utilizar los aparatos eléctricos/electrónicos como: plancha, secadora, lavadora, ducha eléctrica, calefón eléctrico, etc en horas fuera del horario pico (6-10 pm)

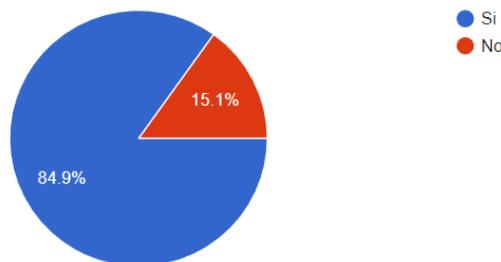


Figura 15. Respuesta al cambio de actividades fuera del horario pico (6pm-10pm)

En esta figura se puede entrar una respuesta positiva con un 84.9% de asertividad, con lo cual se puede demostrar que los usuarios pueden cambiar sus actividades a diferentes horarios que no afecten a los picos del SEP y con ello obtener un ahorro económico significativo.

3) Si utilizara tarifas diferenciales horarias de energía eléctrica en su hogar, y esto representara un ahorro en su factura mensual-anual. ¿Lo usaría?

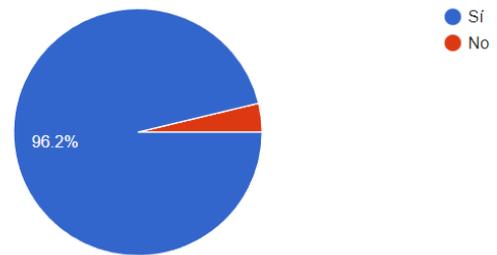


Figura 16. Respuesta a la aceptación del uso de tarifas diferenciales horarias

Esta gráfica nos muestra la gran aceptación que tiene el modelo de tarifas diferenciales con una acogida del 96,2% de usuarios que aceptaron implementar en sus hogares este método, para obtener beneficios económicos y de ahorro de energía.

8.4 Aplanamiento de la curva de demanda con GD



Figura 17. Curva de demanda actual y propuesta con GD

En la figura 17 podemos observar la curva de demanda actual de la residencia que estamos estudiando y como se vería esta demanda si se existiera un sistema de GD con paneles solares, como se puede observar los horarios donde existen picos representativos se presentan de 5:30 pm hasta las 10:30 pm, con ello se demuestra que no se ve afectado el SEP ya que como tiene GD pues la residencial no estaría conectada a la red en los horarios pico del SEP y así se observa que ayuda a aplanar la curva de demanda, ahorrando el uso de energía

eléctrica y logrando un beneficio económico para su hogar.

8.5 Venta de energía al SEP con base en los artículos actuales 2021

En el marco teórico se había analizado los artículos y regulaciones que permiten la venta de energía al SEP, tomando en cuenta el caso de la residencia que se está estudiando con la implementación de GD con paneles solares se obtiene la siguiente tabla que muestra el ahorro de energía al aplicar GD.

Tabla 6. Estudio del ahorro de energía, consumo actual y propuesto con GD

AHORRO DE ENERGÍA ACTUAL Y PROPUESTO Y SU CONSUMO						
	kWh/día	kWh/mes	kWh/año	USD/día	USD/mes	USD/año
Actual	14,59	437,70	5252,40	1,44	43,33	519,99
Propuesto	6,22	186,60	2239,20	0,62	18,47	221,68
Ahorro	8,37	251,10	3013,20	0,83	24,86	298,31
Porcentaje de Ahorro [%]			42,63			

En la tabla 6 se tiene el consumo actual, propuesto y el ahorro de la residencia que se está estudiando si se implementase un modelo de generación distribuida con ello se puede observar el ahorro en el consumo de energía.



Figura 18. Consumo y ahorro de energía en kWh con GD

Se puede observar que el ahorro es de 3013,20 kWh/año con lo cual esta energía que sobra y se ahorra podría ser vendida al SEP para obtener un

beneficio económico además de una reducción en el valor de la factura eléctrica.

9. Conclusiones

De acuerdo con el análisis realizado a lo largo de este trabajo se puede concluir que el modelo referencial de tarifas diferenciales se puede aplicar a cualquier usuario, obteniendo así un ahorro energético y sobre todo económico.

Con base en el análisis realizado en las diferentes categorías de consumo eléctrico se puede concluir que las tarifas diferenciales horarias para Ecuador cuestan lo mismo indistintamente de si el usuario está utilizando el servicio eléctrico en una hora u otra, por ello se propone el modelo de tarifas diferenciales que ayudaría a establecer una tarifa más adecuada para que así el usuario no se vea afectado económicamente.

Al aplicar la generación distribuida, se obtuvo grandes ventajas ya que con el uso de ella y medidores bidireccionales como se explicó anteriormente, se puede realizar la conexión a la red, la cual permitirá que el usuario ayude a aplanar la curva de demanda, además de utilizar su propia energía con fuentes renovables contribuyendo al medio ambiente y vendiendo su energía excedente al SEP.

Con relación a la implementación de paneles solares con generación distribuida, se puede concluir que tiene grandes ventajas, ya que ayudará a que los usuarios finales tengan la oportunidad de vender su energía excedente a la red, obteniendo un beneficio económico, esto es posible gracias a los nuevos artículos y regularizaciones que permiten la venta

de energía al SEP, los cuales ya se presentaron con anterioridad.

Al comparar las curvas de demanda obtenidas, real vs la curva con la aplicación del modelo de tarifas diferenciales, se pudo observar que los usuarios lograrían un ahorro bastante representativo en su factura de consumo eléctrico tanto mensual como anual. Otro punto a favor de la implementación de este modelo es que ayudaría al aplanamiento de la curva de demanda en horarios pico. Esto es uno de los objetivos primordiales que busca satisfacer este estudio y se puede comprobar en el apartado de análisis de resultados tanto con la tabla de ahorro de energía como con la encuesta aplicada a los usuarios.

Con la aplicación del modelo de tarifas diferenciales y generación distribuida con paneles solares, se puede observar los resultados favorables para el usuario así como para el SEP, ya que se trata de incentivar al usuario a tomar conciencia del uso de energía eléctrica en su hogar, además de ello se ha logrado que los usuarios finales tomen como alternativa un modelo que aunque cambie sus actividades cotidianas a diferentes horarios sea factible de realizar y sobre todo el usuario tenga la predisposición de hacerlo, con ello se demuestra que este modelo es posible y que debería existir una mejor tarifa de parte de la empresa distribuidora para aquellos usuarios que ayuden a contribuir al aplanamiento de la curva de demanda.

El método comparativo que se utilizó en este trabajo demuestra los beneficios de la implementación de modelos como el de tarifas diferenciales, además de mostrar al usuario que también se puede tener su propio sistema de generación distribuida que ayude a dar energía a su hogar, se pueda conectar a la red y vender el excedente de energía al SEP, con ello no solo existiría una disminución en el valor de la factura

final de consumo eléctrico, sino que además, se tendría un ingreso económico por venta de energía. Esto ya es una realidad en otros países desarrollados y se espera que en Ecuador con las nuevas regulaciones y artículos expuestos en 2021 pronto se tenga un sistema donde muchos usuarios tengan su propio sistema de GD donde vendan energía al SEP y puedan acceder a beneficios económicos por reducción de consumo energético y por ayudar a contribuir tanto al aplanamiento de la curva de demanda como a que el planeta sea un lugar más sostenible.

10. Trabajos Futuros

A través del análisis de este trabajo se puede lograr trabajos futuros como:

Implementación de generación distribuida con paneles solares y venta de energía excedente al SEP.

Tarifas diferenciales establecidas por la empresa distribuidora para usuarios finales que hagan uso de este método.

Implementación de microrredes en hogares de usuarios de Ecuador como incentivo económico y reducción de consumo energético al aplanar la curva de demanda en horarios pico.

11. Referencias

- [1] J. Ignacio, P. Arriaga, L. Jesús Sánchez de Tembleque y M. Pardo, “La gestión de la demanda de electricidad”, *Fundación Alternativas*, vol. 1. pp. 25-32, 2005. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3FFEUic>. [Accedido: 15-sep-2021].
- [2] O. González, F. Pavas y Y. Sánchez, “Cuantificación del ahorro de energía eléctrica en clientes residenciales mediante acciones de gestión de demanda”, *Revista UIS Ingenierías*, vol. 16, no. 2, pp. 217–226, 2017, doi:

- <https://doi.org/10.18273/revuin.v16n2-2017020>.
- [3] A. Vega, F. Santamaria Piedrahita y E. Rivas Trujillo, “Modelo De Gestión De Energía Eléctrica Domiciliaria: Propuesta Preliminar”, *Redes de Ingeniería*, vol. 6, no. 1, p. 95, 2015, doi: 10.14483/udistrital.jour.redes.2015.1.a07.
- [4] S. Bragagnolo, J. Vaschetti, F. Magnago y J. Gomez, “Gestión de la demanda en las redes inteligentes. Perspectiva y control desde el usuario y la distribuidora” *Información tecnológica*, vol. 31, no. 3, pp. 159–170, 2020, doi: 10.4067/s0718-07642020000300159.
- [5] V. Gualotuña, “Ubicación óptima de generación distribuida en sistemas eléctricos de distribución utilizando un algoritmo multiobjetivo considerando despacho”, *UPS*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3qE2wiY>. [Accedido: 20-sep-2021].
- [6] CENACE, “Informe-Anual-CENACE-2020-Parte-2”, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3GBivUB>. [Accedido: 20-sep-2021].
- [7] A. Conchado y P. Linares, “GAD: beneficios y costes Gestión activa de la demanda eléctrica doméstica: beneficios y costes”, *Universidad Pontificia Comillas*, 2010. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3AbJUdf>. [Accedido: 26-sep-2021].
- [8] J. Quishpe, “Deontología aplicada al consumo de electricidad en hogares del ecuador”, *UPS*, 2018, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3rrpoS9>. [Accedido: 11-oct-2021].
- [9] Empresa Eléctrica Quito, “Normas para sistemas de distribución-parte A - Guía para diseño de redes de distribución”, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/32aIIQi>. [Accedido: 12-oct-2021].
- [10] J. Felicita, “Ubicación y dimensionamiento óptimo de generación distribuida en sistemas de distribución utilizando técnicas heurísticas basadas en escenarios de demanda”, *UPS*, 2020, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3Krw66>. [Accedido: 14-oct-2021].
- [11] CONELEC, “Plan Maestro de Electrificación 2013-2022”, 2017, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3IILpbV>. [Accedido: 16-oct-2021].
- [12] M. Vergara, “Leyes de Feed in Tariff en el Mundo”, *Universidad Técnica Federico Santa María*, Valparaíso, Chile. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3Ko0BqI>. [Accedido: 22-oct-2021].
- [13] Secretaría de Energía de Argentina, “Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía”, 2013 [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3ry4el8> [Accedido: 24-oct-2021],
- [14] Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, “ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DEL PLIEGO TARIFARIO DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PERIODO: ENERO-DICIEMBRE 2021 INFORME INSTITUCIONAL” *DIRECCIÓN DE REGULACIÓN ECONÓMICA Y TARIFAS DEL SECTOR ELÉCTRICO*, 2021, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3GH2EDT>. [Accedido: 28-oct-2021].

- [15] D. A. Cazco y A. Águila Téllez, “Response of Residential Electricity Demand Against Price Signals in Ecuador”, doi: 10.1109/CONCAPAN.2015.7428500.
- [16] M. Chuqui, “Análisis de Generación Distribuida en Hogares y Edificaciones”, *UPS*, 2014, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3AaZNRj>. [Accedido: 28-oct-2021].
- [17] G. Alemán, “Renewable energy research progress in Mexico: a review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no. 32, pp. 140–153, 2014, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3GHfull>. [Accedido: 05-nov-2021].
- [18] M. Ball y M. Wietschel, “The future of hydrogen-opportunities and challenges.,” *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 34, pp. 615–627, 2009, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3fCuZiX>. [Accedido: 07-nov-2021].
- [19] F. Sanchez, “Nicaragua y la Generación Distribuida: Aplicación Domiciliar, Comercial e Industrial”, *Universidad Nacional de Ingeniería*, 2015, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/33ttmSd>. [Accedido: 08-nov-2021].
- [20] M. Nieves y P. Jiménez, “Eficiencia Energética de los Edificios: Repercusión Medioambiental”, *Revista de Direitos e Garantias Fundamentais*, 2009, doi: 10.18759/rdgf.v0i5.21
- [21] M. Poveda, “Eficiencia Energética: Recurso no aprovechado”, *Olade*, 2007, [En línea]. Disponible en: www.olade.org. [Accedido: 20-nov-2021].
- [22] P. Padrón y N. Vara, “Análisis técnico-económico para la aplicación de generación distribuida mediante sistemas fotovoltaicos”, *Universidad Técnica Nacional*, Argentina, 2019, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3tE64Ud>. [Accedido: 22-nov-2021].
- [23] Infoenergética, “Energías Renovables en Ecuador”, 2021, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3GTqRXC>. [Accedido: 23-nov-2021].
- [24] J. P. Pesantez, A. Ríos-Villacorta, y J. González-Redrován, “Integration of photovoltaic solar systems in the intensive and extensive shrimp sector of Ecuador: El Oro province study case,” *Revista Politecnica*, vol. 47, no. 2, pp. 7–16, 2021, doi: 10.33333/rp.vol47n2.01.
- [25] R. Eyras y J. Durán, “Interconexión de Sistemas Fotovoltaicos a la Red Eléctrica en Ambientes” *CAMMESA*, vol. 1, 1992, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/354WeRd>. [Accedido: 24-nov-2021].
- [26] ARCERNNR, “Resolución Nro ARCERNNR-014/21”, 2021, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3If5dxx>. [Accedido: 21-dic-2021].
- [27] Empresa Eléctrica Quito, “REGLAMENTO A LEY ORGANICA DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA”, 2019, [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3FEx0pd>. [Accedido: 22-dic-2021].

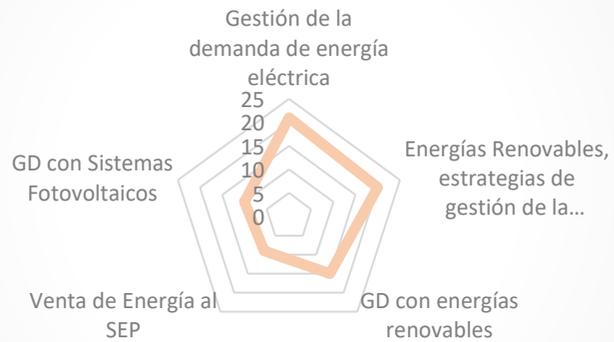
12. Estado del Arte

MODELO DE SEÑALES DE PRECIOS PARA USUARIOS FINALES COMO ALTERNATIVA DE GESTIÓN DE LA DEMANDA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS CON GENERACIÓN DISTRIBUIDA.

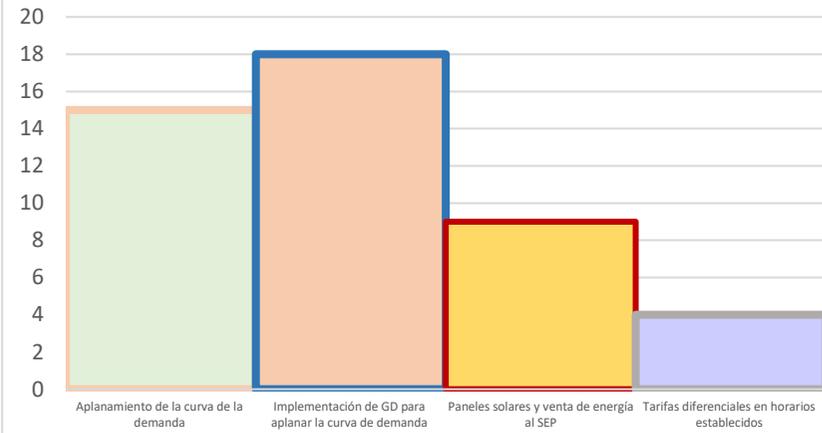
ITEM	DATOS			TEMÁTICA				FORMULACIÓN DEL PROBLEMA				RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTA PARA RESOLVER EL PROBLEMA			SOLUCIÓN PROPUESTA					
	AÑO DE PUBLICACIÓN	TÍTULO DEL ARTÍCULO	Cita en formato para Sharelatex desde Mendeley CITAS PUBLISH OR PERISH SCHOLAR GOOGLE	Gestión de la demanda de energía eléctrica	Energías Renovables, estrategias de gestión de la demanda y mejora GD con energías renovables	Venta de Energía al SEP	GD con Sistemas Fotovoltaicos	Modelo referencial de la curva de demanda	Reducción de consumo eléctrico GD en la parte residencial	GD con paneles solares	Tarifas diferenciales	Usuarios que desconocen el uso de energías renovables para la venta de energía al SEP	Usuarios que no aceptan la implementación de GD en sus hogares	Fallas Eléctricas en la Red	Costos de implementación de GD	Implementación de sistemas con GD	GD con energías renovables	Implementación de sistemas de medición inteligente	Tarifas diferenciales por horarios	Aplanamiento de la curva de la demanda	Implementación de GD para aplanar la curva de demanda	Paneles solares y venta de energía al SEP	Tarifas diferenciales en horarios establecidos
1	2005	La gestión de la demanda de electricidad	\cite{Perez2005}	22	☒	☒	☒		☒	☒	☒					☒			☒	☒			
2	2019	Gestión de la demanda eléctrica residencial. Impacto económico y análisis de viabilidad de cambio a receptores eficientes	\cite{Gonzales2019}	1	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒				☒	☒	☒			☒			
3	2017	Cuantificación del ahorro de energía eléctrica en clientes residenciales mediante acciones de gestión de demanda	\cite{Gonzales2017}	39	☒	☒	☒		☒	☒	☒		☒		☒	☒			☒	☒			
4	2015	Programas de gestión de demanda de electricidad para el sector residencial en Colombia: Enfoque sistémico	\cite{Gomez2015}	9	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒		☒	☒		☒	☒			☒			
5	2018	Beneficios Económicos de la Gestión de la Demanda y la Energía Autogenerada en el Contexto de la Regulación Colombiana	\cite{Restrepo2018}	4	☒	☒		☒	☒	☒	☒				☒	☒	☒			☒	☒		
6	2013	Diseño de un sistema de gestión de demanda basado en lógica difusa para micro-redes	\cite{Ávila2013}	3	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒		☒			☒	☒			☒	☒		
7	2015	Modelo de gestión de energía eléctrica domiciliar: propuesta preliminar	\cite{Vega2015}	3	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒		☒	☒		☒	☒			☒	☒		
8	2020	Gestión de la demanda en las redes inteligentes. Perspectiva y control desde el usuario y la distribuidora	\cite{Bragagnolo2020}	4	☒	☒		☒	☒	☒	☒				☒	☒	☒			☒	☒		

9	2008	Gestión activa de la demanda eléctrica doméstica: beneficios y costes	\cite{Conchado2008}	12	✗	✗			✗		✗	✗	✗				✗	✗		✗	✗				
10	2016	Estrategias de Eficiencia Energética en Usuarios Residenciales	\cite{Arcos2016}	3	✗	✗					✗	✗	✗		✗	✗				✗	✗				
11	2021	RESOLUCIÓN Nro. ARCERNNR-014/ 2021	\cite{ARCERNNR2021}	1			✗	✗				✗	✗				✗	✗					✗		
12	2019	Reglamento a Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica	\cite{RGLOSPEE2019}	6	✗	✗	✗	✗				✗	✗				✗	✗				✗	✗		
13	2009	Eficiencia energética de los edificios: repercusión medioambiental	\cite{Jimenez2009}	4	✗	✗	✗	✗				✗	✗				✗	✗							
14	2007	Eficiencia energética: recurso no aprovechado	\cite{Poveda2007}	86	✗	✗					✗			✗	✗										
15	2015	Nicaragua y la generación distribuida: aplicación domiciliar e industrial	\cite{Mcrea2015}	1	✗		✗		✗		✗	✗	✗				✗	✗	✗	✗			✗		
16	2019	Análisis técnico-económico para la aplicación de generación distribuida mediante sistemas fotovoltaicos	\cite{Vara2019}	1	✗	✗	✗		✗		✗	✗	✗		✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗		✗	✗	
17	2021	Energías Renovables en Ecuador. (s. f.). infoenergetica	\cite{Infoenergetica2021}	1		✗	✗		✗		✗	✗	✗				✗	✗				✗	✗		
18	2013	Interconexión de Sistemas Fotovoltaicos a la Red Eléctrica en Ambientes Urbanos	\cite{Eyras/Duran2013}	7		✗	✗		✗		✗	✗	✗	✗			✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
19	2019	Ubicación óptima de Generación Distribuida en sistemas eléctricos de distribución utilizando un algoritmo multiobjetivo considerando despacho	\cite{Gualotuña2019}	1			✗		✗		✗	✗	✗				✗	✗	✗	✗		✗	✗		
20	2020	Informe-Anual-CENACE	\cite{CENACE2020}	1	✗	✗			✗								✗					✗			
21	2009	GAD: beneficios y costes Gestión activa de la demanda eléctrica doméstica: beneficios y costes 1	\cite{Conchado/Linares2009}	12	✗	✗	✗		✗	✗							✗	✗	✗			✗	✗		
22	2014	Normas para sistemas de distribución-parte a guía para diseño de redes de distribución	\cite{EEQ2014}	2	✗				✗													✗			
23	2013	Resumen-Ejecutivo-PME	\cite{PME2013}	1	✗			✗															✗		
24	2021	Dirección de regulación económica y tarifas del sector eléctrico análisis y determinación del pliego tarifario del servicio público de energía eléctrica periodo: enero-diciembre 2021 informe institucional	\cite{Moya2021}	1	✗		✗						✗									✗		✗	
25	2014	Renewable energy research progress in Mexico: a review	\cite{Alemán2021}	263	✗	✗	✗		✗		✗	✗								✗			✗		
26	2019	Análisis técnico-económico para la aplicación de generación distribuida mediante sistemas fotovoltaicos Proyecto final para la carrera de Ingeniero Electricista	\cite{Vara2021}	1	✗	✗	✗		✗	✗	✗		✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗		
				CANTIDAD:	15	16	12	8	8	7	17	17	14	1	7	5	5	7	7	17	10	1	9	14	6

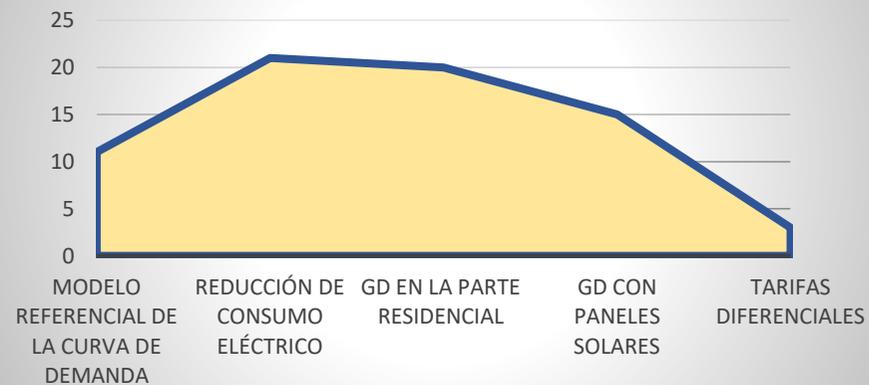
TEMÁTICA



SOLUCIÓN PROPUESTA



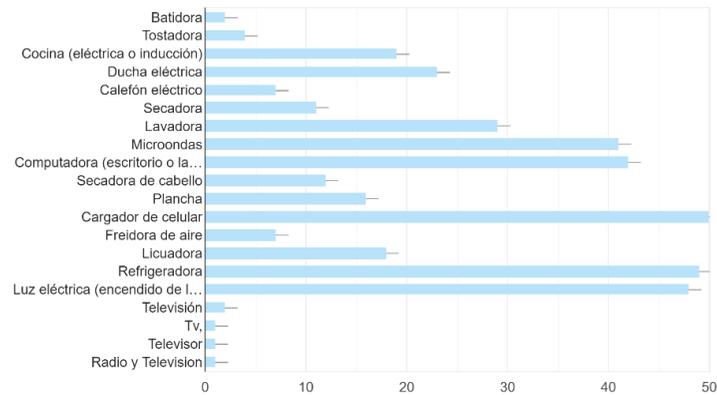
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA



13. Anexos

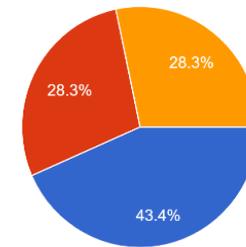
Preguntas y respuestas de la encuesta aplicada a diferentes usuarios para conocer su opinión acerca del modelo de Tarifas Diferenciales

¿Qué aparatos eléctricos o electrónicos utiliza en el horario de 6-10 pm?
53 respuestas



¿Cuándo sale de casa desconecta todos los aparatos eléctricos o electrónicos que posee y apaga las luces?
53 respuestas

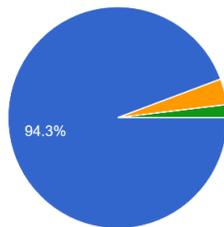
53 respuestas



- Si apago todas las luces pero no desconecto ningún aparato
- Si apago todas las luces y desconecto al menos un aparato
- No desconecto ningún aparato pero si apago todas las luces
- No apago las luces ni desconecto ningún aparato

Considera importante el ahorro de energía eléctrica
53 respuestas

53 respuestas



- Si
- No
- Tal vez
- Me es indiferente

¿Por qué?
53 respuestas

53 respuestas

