



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TRANSACCIONES  
ECONÓMICAS PARA UN USUARIO CON DEMANDA MAYOR A LOS 100KW, EVALUADO  
EN LA TARIFA HORARIA EEGSA Y TARIFA NO REGULADA GRAN USUARIO**

**Dennys Alexander Carmajá López**

Asesorado por el MSc. Ing. Jose Luis Alfaro Donis

Guatemala, julio de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TRANSACCIONES  
ECONÓMICAS PARA UN USUARIO CON DEMANDA MAYOR A LOS 100KW, EVALUADO  
EN LA TARIFA HORARIA EEGSA Y TARIFA NO REGULADA GRAN USUARIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DENNYS ALEXANDER CARMAJÁ LÓPEZ**  
ASESORADO POR EL MSC. ING. JOSE LUIS ALFARO DONIS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Roberto Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jerez González
EXAMINADORA	Inga. Milbian Katina Mendoza Méndez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TRANSACCIONES ECONÓMICAS PARA UN USUARIO CON DEMANDA MAYOR A LOS 100KW, EVALUADO EN LA TARIFA HORARIA EEGSA Y TARIFA NO REGULADA GRAN USUARIO**

Tema que me fuera asignado por la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 12 de marzo de 2020.

**Dennys Alexander Carmajá López**

Ref. *EEPFI-402-2020*  
Guatemala, 06 de marzo de 2020

Director  
Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Presente.


Estimado Ing. Rivera:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TRANSACCIONES ECONÓMICAS PARA UN USUARIO CON DEMANDA MAYOR A LOS 100KW EVALUADO EN LA TARIFA HORARIA EEGSA TARIFA NO REGULADA GRAN USUARIO**, presentado por el estudiante **Dennys Alexander Carmajá Lopez** carné número **201123105**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestión de Mercados Eléctricos Regulados.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular,

Atentamente,

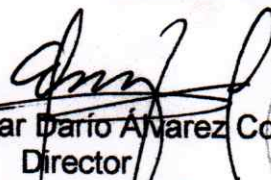
  
Mtro. José Luis Alfaro Donis  
Asesor

**JOSE LUIS ALFARO DONIS**  
INGENIERO ELECTRONICO  
COLEGIADO No. 3,695

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Mtro. Juan Carlos Fuentes Montepeque  
Coordinador de Área  
Desarrollo Socio-Ambiental y Energético



  
Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-036-2020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TRANSACCIONES ECONÓMICAS PARA UN USUARIO CON DEMANDA MAYOR A LOS 100KW EVALUADO EN LA TARIFA HORARIA EEGSA TARIFA NO REGULADA GRAN USUARIO**, presentado por el estudiante universitario Dennys Alexander Carmajá Lopez, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director




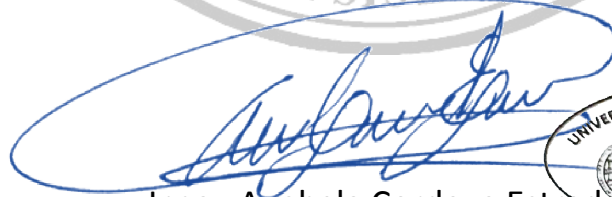
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2020

DTG. 442.2020.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TRANSACCIONES ECONÓMICAS PARA UN USUARIO CON DEMANDA MAYOR A LOS 100KW, EVALUADO EN LA TARIFA HORARIA EEGSA Y TARIFA NO REGULADA GRAN USUARIO**, presentado por el estudiante universitario: **Dennys Alexander Carmajá López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana

Guatemala, noviembre de 2020

AACE/asga

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por la sabiduría y bendiciones derramadas durante este periodo de carrera estudiantil, y fortaleciéndome espiritualmente en cada una de las etapas de mi vida.
- Mis padres** Rudy Baldemar Carmajá Cún y Rosa Consuelo López Xicó, por el amor y apoyo brindado a lo largo de mi vida siendo ejemplos de superación e inspiración para el logro que hoy alcanzo.
- Mis hermanos** Bryan Emanuelle y Lisbeth Andreina Carmajá López, por ser parte importante de mi vida y quienes día con día me han mostrado su cariño y apoyo.
- Mis abuelos** Andrés Gutierrez, Josefina Xicón (q. d. e. p), Martin Carmaja (q. d. e. p) y Maria Cun (q.d e.p), por su gran amor mostrado a lo largo de mi vida, inculcando valores y enseñanzas a mi persona que prevalecerán para siempre.



**Mis tíos**

Lusvin, Martin, Santiago, Eluteria y Ana Carmajá, Edgar, Roberto, Gloria y Glenda López, por ser ejemplo de lucha y dedicación, mostrándome su cariño y apoyo de forma incondicional.

**Mis primos**

Por el apoyo incondicional mostrado en cada momento de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la casa de estudios que abrió sus puertas de la enseñanza, para modelar mi vida profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por transmitirme e inculcarme conocimientos profesionales a nivel de la ingeniera industrial, con el objetivo de servir a la sociedad.
<b>Ingenio La Unión, S.A</b>	Por confiar en mi capacidad como profesional y quien hasta el día de hoy me ha brindado las herramientas necesarias para desenvolverme en el ámbito de la ingeniería.
<b>Área de Generación de Energía Eléctrica, de Ingenio La Unión</b>	A los Ingenieros José Luis Alfaro, Yuri Brol y especialmente al Ingeniero Edwin Gamboa (q. d. e. p), por darme la confianza y oportunidad de desenvolverme como profesional en tan importante área de la empresa.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Por haber compartido experiencias estudiantiles a lo largo de este periodo, y por ser personas que me han demostraron su cariño y aprecio de forma sincera.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
3.1. Contexto general.....	7
3.2. Descripción del problema.....	7
3.3. Formulación del problema.....	8
3.3.1. Pregunta central.....	8
3.3.2. Preguntas auxiliares.....	9
3.4. Delimitación del problema.....	9
4. JUSTIFICACIÓN.....	11
5. OBJETIVOS.....	13
5.1. General.....	13
5.2. Específicos.....	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
7. MARCO TEÓRICO.....	17

7.1.	Generalidades de los mercados eléctricos .....	18
7.1.1.	Tipos de estructura de mercado .....	19
7.1.1.1.	Modelo empresa única.....	19
7.1.1.2.	Modelo de mercado comprador único .....	20
7.1.1.3.	Modelo de mercado competencia mayorista.....	20
7.1.1.4.	Modelo de mercado competencia mayorista y minorista.....	21
7.1.2.	Productos de un mercado eléctrico .....	21
7.1.2.1.	Energía eléctrica en el mercado ...	22
7.1.2.2.	Potencia eléctrica en el mercado ..	23
7.1.3.	Agentes y participantes del mercado eléctrico.	23
7.1.3.1.	Agentes generadores .....	24
7.1.3.2.	Agentes transportistas .....	24
7.1.3.3.	Grandes consumidores de energía eléctrica .....	25
7.2.	Marco legal y regulatorio del sub sector eléctrico .....	26
7.2.1.	Marco legal.....	27
7.2.2.	Entidades reguladoras de la industria eléctrica	28
7.2.2.1.	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.....	29
7.2.2.2.	Administrador del Mercado Mayorista .....	30
7.3.	Usuarios consumidores de energía eléctrica.....	30
7.3.1.	Características relevantes de los usuarios .....	31
7.3.2.	Usuarios regulados en el mercado eléctrico ....	32
7.3.3.	Usuarios no regulados.....	33
7.4.	Despacho de carga para usuarios finales.....	34

7.4.1.	Bandas horarias en el mercado .....	35
7.4.2.	Consumo en horario punta.....	36
7.4.3.	Contratos de energía usuarios no regulados....	36
7.4.4.	Determinantes del precio de energía .....	38
7.4.5.	Penalizaciones de los usuarios electricos .....	39
7.4.5.1.	Cargos de desvíos de potencia .....	40
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	41
9.	METODOLOGÍA .....	45
9.1.	Tipo y diseño de la investigación .....	45
9.2.	Unidades de análisis.....	46
9.3.	Alcance de la investigación .....	47
9.4.	Variables .....	48
9.5.	Fases de estudio .....	49
9.5.1.	Fase 1: revisión documental de las variables planteadas .....	49
9.5.2.	Fase 2: recolección de información de curvas de demanda .....	50
9.5.3.	Fase 3: definición de parámetros y características que influyen en la demanda .....	51
9.5.4.	Fase 4: estructura para análisis de transacciones económicas de ambas tarifas.....	52
9.5.5.	Fase 5: proyección del proceso de liquidación económico .....	53
9.5.6.	Fase 6: análisis de resultados obtenidos.....	54
9.6.	Resultados esperados .....	54
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS .....	57

11.	CRONOGRAMA .....	59
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	61
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Estructura del mercado .....	27
2.	Cronograma para elaboración informe final.....	59

### TABLAS

I.	Variables e indicadores .....	48
II.	Proceso de revisión de información.....	50
III.	Proceso de recopilación de datos .....	51
IV.	Transacciones económicas de energía y potencia .....	53
V.	Presupuesto para el desarrollo de la investigación.....	62





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>H<sub>2</sub>O</b>	Agua
<b>US\$/MWh</b>	Dólares por megavatio-hora
<b>GW</b>	Gigavatio
<b>GWh</b>	Gigavatio-hora
<b>kW</b>	Kilovatio
<b>kWh</b>	Kilovatio-hora
<b>MW</b>	Megavatio
<b>MWh</b>	Megavatio-hora
<b>m</b>	Metro
<b>%</b>	Porcentaje



## GLOSARIO

<b>AMM</b>	Administrador del Mercado Mayorista, entidad encargada de administrar y operar el sistema eléctrico nacional.
<b>AP</b>	Alumbrado público, cuota que se incluye en las facturas del pago de energía eléctrica.
<b>CNEE</b>	Comisión Nacional de Energía Eléctrica, entidad reguladora del mercado eléctrico.
<b>COMEGSA</b>	Comercializadora Eléctrica de Guatemala, S.A.
<b>Demanda Firme</b>	Demanda de potencia calculada por el Administrador del Mercado Mayorista, que debe ser contratada por cada distribuidor o gran usuario, en el año estacional correspondiente.
<b>DFE</b>	Demanda máxima mensual de cada distribuidor, gran usuario y exportador, registrada en el Sistema de Medición Comercial durante los periodos de máxima demanda diaria del Sistema Nacional Interconectado.
<b>DFEC</b>	Demanda Firme efectivamente contratada.

<b>DPC</b>	Desvió de potencia de consumidores de energía eléctrica.
<b>EEGSA</b>	Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. distribuidora de energía eléctrica.
<b>Energía eléctrica</b>	Forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor
<b>Gran usuario</b>	Consumidor de grandes cantidades de energía eléctrica, con demanda mínima de 100kW-mes.
<b>GU</b>	Gran usuario, consumidor de energía eléctrica de gran escala.
<b>ILU</b>	Ingenio La Unión empresa agroindustrial productora de azúcar y energía.
<b>INDE</b>	Instituto Nacional de Electrificación, es una entidad estatal, autónoma y descentralizada, la cual goza de autonomía funcional, patrimonio propio, personalidad jurídica y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones en materia de su competencia.
<b>ITE</b>	Informe de Transacciones Económicas

**LGE**

Ley General de Energía

**MEM**

Ministerio de Energía y Minas, es el Ministerio del Gobierno de Guatemala encargado de atender lo relativo al régimen jurídico aplicable a la producción, distribución y comercialización de la energía y de los hidrocarburos.



# 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación está orientada al estudio de los usuarios de energía eléctrica con demandas de potencia que excedan los 100kW, los cuales de acuerdo a estas características pueden optar por participar en las tarifas reguladas y no reguladas, este análisis se fundamenta bajo las directrices de la línea de gestión de sistemas de generación, transmisión, comercialización y distribución eléctrica. Y se busca estudiar de forma exploratoria a través de una estadística descriptiva todas las variables que se incluyen en los procesos de liquidación de los usuarios que se encuentran habilitados como grandes usuarios y aquellos que se integren a la modalidad de las tarifas horarias por parte de EEGSA logrando un análisis económico comparativo con el fin de encontrar un beneficio económico entre estos dos tipos de tarifas de usuarios consumidores.

El desarrollo de esta investigación genera una serie de parámetros y características específicas que resulta de alta importancia tomar en cuenta cuando se contrata un servicio de energía eléctrica para usuarios regularmente industriales de alto consumo energético, uno de los objetivos de este análisis es poder brindar al interesado una serie de guías de toma de decisión que garantice de acuerdo a las características de su curva de demanda la contratación optima del servicio eléctrico, generadas a través del análisis comparativo de las transacciones económicas que generan cargos económicos en las liquidaciones de los usuarios en la tarifa regulada y no regulada.

Esta investigación incluye dentro de su estructura el análisis del proceso de liquidación para usuarios que opten por habilitarse en calidad de las nuevas tarifas horarias autorizadas a la distribuidora EEGSA, las cuales tienen como

objetivo ser aplicadas a usuarios con potencia contratada, pero que puede de forma particular ser útil para todos aquellos usuarios que en la actualidad están habilitados en la tarifa no regulada en la modalidad de gran usuario, tomando en cuenta que algunos usuarios presentan cuestiones muy propias de sus operaciones, generando periodos estacionales en sus curvas de demanda.

La estructura de esta investigación se integra por cinco secciones dentro de los cuales en el primero se hace referencia de forma global al mercado eléctrico de Guatemala, tomando en cuenta las particularidades de estructura y tipo de mercado que se opera en la actualidad. La segunda sección se desarrolla en base a las entidades y normativos legales, que regulan el mercado eléctrico de Guatemala, haciendo énfasis en cada una de las obligaciones y funciones que estas representan y realizan en el mercado mayorista.

Teniendo en cuenta que es una investigación que busca generar información acerca de los procesos de liquidación de energía y potencia para usuarios que actualmente se encuentran habilitados como grandes usuarios, y que de acuerdo a las características atípicas que algunos presentan en la curva de demanda se desarrolla en la tercera sección los parámetros a tomar en cuenta para la previa contratación del servicio de energía y potencia eléctrica.

Seguidamente en el capítulo cuarto se establece de forma detallada las transacciones económicas que resultan de cada una de las tarifas en análisis. Incluyendo en esta sección un proceso de estimaciones de los cargos que económicamente son afectados por las características de consumo eléctrico de un usuario. Esta investigación se desarrolla tomando en cuantas curvas reales de usuarios que en la actualidad están habilitados como grandes usuarios.



## 2. ANTECEDENTES

Ante la actual publicación y aprobación de las tarifas horarias en Guatemala por parte de la distribuidora eléctrica de Guatemala, es importante conocer aspectos importantes que se han generado en otros mercados eléctricos donde esta calidad de usuario ya fue implementada o está en proceso de aprobación.

Según lo indica Catillo (2009)

La tarificación de la Energía Eléctrica, y en especial en los Sistemas de Distribución Eléctrica es un tema arduamente discutido a nivel nacional e internacional, en el Perú, se ha tratado de captar las experiencias internacionales para establecer su propio modelo tarifario, asimismo, se debe tener en cuenta que la normatividad vigente, permite otorgar concesiones en condiciones de Monopolio Natural como es el caso de las empresas de distribución eléctrica, las cuales requieren de un mecanismo de control para la ejecución de sus actividades. Debido a que la energía eléctrica es considerada por la sociedad como un servicio básico, la determinación de sus precios es un factor que tiene gran influencia en la economía regional, por este motivo es importante el análisis de la normatividad vigente para poder determinar y aplicar los procedimientos requeridos para la fijación de las tarifas eléctricas, con el propósito de lograr un sistema tarifario eficiente. (p.1)

Por otra parte, también Bayas (2009) se refiere al tema de las tarifas horarias de la forma como se ha perfilado esta calidad de usuario en mercados como el de Ecuador, el proceso empieza por:

Determinar un valor de tarifa horaria de demanda y energía eléctrica para las horas pico del Sistema Eléctrico Ecuatoriano como incentivo de eficiencia energética. Se propone aplicar a un segmento de usuarios residenciales e industriales y se pueda conseguir en el caso de que se implemente en el país, reducir el consumo de energía eléctrica, demanda, generación termoeléctrica ineficiente en las horas pico del sistema y emisiones de gases de efecto invernadero que afectan al cambio climático. Se parte de una investigación de implementación de tarifas horarias. (p.57)

Por su parte Cardona (2006) en su análisis indica que:

Mediante un análisis de los diferentes métodos utilizados a nivel internacional para incentivar la respuesta de la demanda de energía a los precios del mercado, se propone el método que mejor se adapta al sistema y al mercado de energía en Colombia, con el objetivo de lograr beneficios para todos los actores que participan del negocio de la energía eléctrica en el país. El análisis microeconómico, con casos de simulación de las transacciones en el mercado de energía, permite concluir que, en Colombia, el uso generalizado del modelo que considera Tiempo de Uso TOU, con la participación de los grandes Usuarios No Regulados UNR, en respuesta a una señal de precio de bolsa en Tiempo Real, mediante la flexibilidad de sus procesos productivos, representa beneficios importantes. (p.35)

Por lo tanto, tal y como lo indica Betancourt (2011) “los hábitos, los horarios y, en general, la forma en que los usuarios consumen energía eléctrica se ve reflejada, en gran medida, en el comportamiento del sistema eléctrico que se dispone y que se desarrolla según los requerimientos del mercado” (p.10). Por lo

que, partiendo de esta premisa, aplicando el concepto de sensibilidad al precio, se puede influir en el sistema, modificando malas prácticas de consumo, al disminuir en todos los sectores, la demanda a la hora pico del sistema eléctrico.

Por su parte John (2011) hace referencia al:

Entorno de los usuarios regulados y no regulados, existentes en el mercado eléctrico de Colombia. Un análisis de la reestructuración del sector de energía eléctrica, que da origen a los usuarios regulados y los no regulados. Examina los componentes que influyen sobre el mercado no regulado, explicando los elementos regulatorios concernientes a este tipo de usuarios. Finalmente se estima un modelo econométrico de series temporales SARIMAX que determina cómo diferentes variables (demanda, precio y aportes hídricos) influyen en el precio de los contratos no regulados y se explican los resultados. (p. 234)



### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1. Contexto general**

El principal problema se genera de acuerdo a la forma de como un usuario con altos consumos de energía eléctrica, determina y analiza la rentabilidad económica que se pueden obtener en la contratación de las tarifas en el sistema de distribución autorizadas en el mercado mayorista. La idea general de los usuarios que se habilitan como grandes usuarios en la tarifa no regulada es conseguir que el servicio eléctrico le resulte económicamente más rentable en comparación a la tarifa regulada, sin embargo cuando no se tienen los conocimientos sobre el proceso de las liquidaciones económicas de ambas tarifas, no se estiman todos aquellos parámetros de operación que afectan de cierta forma las curvas de consumo de energía de los usuarios, por lo tanto muchas veces habilitarse en la tarifa no regulada resulta ser más costosa que una tarifa regulada horaria, la mayoría de estos usuarios que tienen complicaciones de altos costos de operación son aquellos que en su curva de demanda presentan estacionalidades.

#### **3.2. Descripción del problema**

En el mercado eléctrico de Guatemala existen dos tipos de tarifas de energía eléctrica definidos como: usuarios regulados y usuarios no regulados, actualmente un usuario no regulado es aquel que es habilitado en el mercado mayorista como gran usuario por tener una demanda mayor a cien kilovatios. Uno de los principales problemas identificado cuando un usuario desea optar por habilitarse como gran usuario es la falta de herramientas de análisis que

garanticen y orienten al interesado a tomar la mejor decisión sobre la contratación del servicio de suministro de energía, el cual resulte económicamente rentable para cada uno de los interesados. Garantizando así la correcta evaluando de las variables y parámetros del perfil de carga de cada usuario.

Este problema de forma global básicamente nace para aqueos interesados cuyos conocimientos sobre la estructura y operación del mercado eléctrico guatemalteco son pocos desarrollados, esto debido a que tanto en la tarifa regulada como la no regulada se desarrollan una serie de transacciones económicas y de operación por cada uno de los que en el participan. Generando una complicación mayor cuando estas transacciones se complementan con el marco regulatorio del mercado, lo cual genera un grado mayor de complicación en la contratación de este servicio, para estos usuarios que en su mayoría organizaciones industriales cuyas operaciones son afines a las generalidades del mercado eléctrico.

### **3.3. Formulación del problema**

De acuerdo a las regulaciones definidas en el mercado eléctrico mayorista de Guatemala para los usuarios consumidores de energía eléctrica, se identifica un riesgo potencial de decisión para aquellos usuarios que tienen demanda arriba de los 100kW, por lo cual plantea lo siguiente.

#### **3.3.1. Pregunta central**

- ¿Qué tipo de tarifa eléctrica deben contratar los usuarios eléctricos con altos volúmenes de consumo de energía eléctrica, para obtener los costos más óptimos de operación en del mercado eléctrico?

### **3.3.2. Preguntas auxiliares**

- ¿Los actuales grandes usuarios tienen la información suficiente de las transacciones que se realizan en el mercado mayorista?
- ¿Con base en qué, los propietarios de empresas industriales que tienen altos consumos de energía, analizan la contratación de las tarifas existentes de suministro de energía?
- ¿Cómo visualizar los beneficios económicos que se pueden obtener de acuerdo a la curva de demanda?

### **3.4. Delimitación del problema**

El problema se centra específicamente en un grupo de usuarios en categoría de la tarifa de gran usuario que pertenecen a la empresa de Ingenio La Unión, S.A. los cuales están ubicados en territorio de Santa Lucia Cotzumalguapa, y que presentan estacionalidad en su curva de demanda, obteniendo en algunos de estos usuarios, consumos bastante cercanos al límite mínimo de demanda que está definido para la tarifa regulada. Por lo cual se propone tomar los usuarios más afectados por esta estacionalidad para el análisis comparativo de los cargos económicos que se generan en ambas tarifas.





## **4. JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo de la presente investigación está definido bajo la línea de investigación de gestión de sistemas de generación, transmisión, comercialización y distribución eléctrica, específicamente enfocada en los sistemas de gestión para la distribución y comercialización de servicios de potencia y energía a usuarios regulados y no regulados, aprobados en el mercado mayorista. Partiendo de la necesidad de generar información para usuarios con altas demandas de energía eléctrica sobre como analizar las transacciones económicas de estos usuarios en el mercado mayorista durante un periodo, incluyendo parámetros y características que se deben de tomar en cuenta para lograr una eficiente contratación del servicio de energía eléctrica.

En la actualidad una de las distribuidoras ha implementado una nueva categoría en el mercado eléctrico guatemalteco, la cual esta reconocida como Tarifa Horaria de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), por tal razón se incluye en el desarrollo de esta investigación el análisis comparativo de los costos que podría generar un usuarios consumidor de acuerdo a las características de su operación y demanda de energía eléctrica, en ambas tarifas logrando así poder identificar la tarifa que mejor se adapte a sus necesidades y que económicamente resulte más óptima..



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Analizar el proceso de las liquidaciones económicas de usuarios con alta demanda de energía, en la tarifa regulada y no regulada específicamente, gran usuario y tarifas horarias de EEGSA.

### **5.2. Específicos**

- Proyectar las curvas de demanda de los usuarios en estudio que actualmente se encuentran habilitados en la tarifa no regulada como grandes usuarios.
- Definir los parámetros que afectan la curva de demanda de un usuario eléctrico industrial, con el fin de definir los perfiles de consumo para la correcta contratación del servicio.
- Desarrollar el proceso de liquidación económica para las tarifas reguladas y no reguladas de acuerdo al tipo de curva proyectado tomando en cuenta los parámetros que afectan a cada una de ellas.



## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

De acuerdo a los requerimientos tanto legales y financieros, para realizar contratos de energía y potencia en el mercado eléctrico de Guatemala, se estima poder reunir los recursos operativos y financieros dentro de un análisis comparativo sobre los tipos de tarifas para usuarios consumidores de energía eléctrica existentes, los cuales para esta investigación son tarifa no regulada (gran usuario) y tarifa regulada (horaria EEGSA), la cual entro en vigencia en el año 2020, y pretende cubrir todos aquellos usuarios con demandas contratadas por arriba de los 11kW.

Con la entrada en vigencia de las tarifas horarias EEGSA, se estima poder reunir los elementos necesarios para analizar el proceso de liquidación en este tipo de tarifa que brinde a los interesados guías de los aspectos importantes que se deben tomar en cuenta para tomar decisiones sobre la correcta contratación de suministro eléctrico, garantizando la operación financiera lo más óptimamente posible.

Lograr generar un informe que incluya los aspectos más importantes del proceso de liquidación de transacciones económicas que se aplican a los usuarios en las tarifas reguladas y no reguladas. Lo cual será de gran utilidad para todas aquellas personas que dentro de sus procesos industriales y agrícolas tengan la necesidad de contratar el servicio eléctrico con altas demandas de potencia.

Tomando en cuenta lo anterior se estima encontrar a través de este estudio la mayor rentabilidad económica posible dentro de la tarifa horaria regulada y la tarifa no regulada.

Por lo que la estructura de esta investigación integra los parámetros de operación que deben tomar en cuenta todos aquellos interesados en habilitarse en cualquiera de las tarifas antes mencionada, se plantea tomar en cuenta las variables que engloban:

- La recopilación de información de marco regulatorio y datos técnicos de los usuarios permitan estructurar un perfil de demanda para los usuarios de acuerdo a cada una de sus características.
- El proceso de análisis a partir de la definición de variables propias de la demanda que podrían afectar a las dos calidades de usuario en estudio.
- Proceso de cálculo estimado de las liquidaciones económicas para ambos tipos de tarifas. Con esto se espera poder cubrir de forma general lo planteado en los objetivos de la investigación.

## **7. MARCO TEÓRICO**

El marco teórico de esta investigación se integra de cinco secciones dentro de los que se desarrollan temas en torno a mercados eléctricos, tomando en cuenta las particularidades más importantes para el desarrollo de este estudio.

En la primera sección se desarrolla todo lo relevante en cuanto a las generalidades, existencias y tipos de mercados eléctricos, tomando en cuenta la estructura que cada uno de ellos posee. Haciendo énfasis en los productos que allí se comercializan los cuales son la base para cualquier tipo de transacción que allí se pueda generar.

La estructura de la segunda sección contiene todo lo relacionado en cuanto a las regulaciones tanto legales como de operación que pueden existir en los mercados eléctricos, tomando en cuenta todas las entidades y leyes que existen para regular este tipo de mercados.

En la tercera sección se hace referencia a los tipos de consumidores de energía que participan en un mercado eléctrico, generalmente en todos los mercados eléctricos los usuarios se diferencia uno del otro por sus regulaciones, siendo los usuarios no regulados los más comunes y los cuales engloban todos los usuarios residenciales y de bajas demanda de potencia, por otra parte se hace un acercamiento especial a los usuarios no regulados que son todos aquellos con demandas altas, los cuales son el objetivo de esta investigación.

Dentro de la cuarta y quinta sección el enfoque está orientado a la forma en como es despachada la energía eléctrica que demandan los usuarios, tomando

en cuenta los horarios o bandas establecidas en el mercado dentro de las cuales pueden consumir los usuarios. Esto por consecuencia también tiene una reacción directa en cuanto a la forma de cómo se liquidan estos consumos, por lo que en la quinta sección se hace referencia a las generalidades de cómo se realiza el proceso de liquidación de los usuarios finales en este caso los usuarios que participan en calidad de gran usuario y calidad de tarifas horarias.

### **7.1. Generalidades de los mercados eléctricos**

Uno de los aspectos importantes a destacar dentro de los mercados eléctricos a largo plazo según Díaz (2017) “son las transacciones financieras que permiten a grandes generadores obtener un flujo de ingreso predecible, en donde a los compradores se les permite obtener un precio estable y flexible con un suministro más seguro” (p.8), esto debido a que dentro de la estructura de mercados existen modelos de mercados que dentro de sus parámetros permiten garantizar flujos predecibles de dinero debido a la existencia de contratos que en estos se dan.

Dentro de los diversos procesos que se dan en un mercado eléctrico es importante tomar en cuenta que se requiere de una vigilancia continua del regulador y la implementación de nuevas normas que impiden que algunos generadores aprovechen situaciones que les otorga poder y dominio sobre el mercado y aumenten de manera sustancial sus precios de oferta.

Un mercado eléctrico interactúa la oferta y demanda y en este mercado los productos que se comercializan son potencia y energía principalmente, esto debido a que la electricidad es un *commodity* pues cuando se contrata servicio eléctrico, uno no recibe mejor o peor electricidad la calidad básicamente es bajada en la continuidad del servicio.



### **7.1.1. Tipos de estructura de mercado**

Como en todo mercado donde existe oferta y demanda, la forma de como participar y realizar transacciones en los mercados es de acuerdo al tipo o la estructura que este posea para Fernández (2018) “existen 4 tipos diferentes de mercados de acuerdo al grado de competencia que existe en los mismos” (p.3).

Generalmente cada mercado posee una estructura diferente la cual como bien se dice se acomoda de acuerdo al tipo de mercado que en cada caso en específico se presente.

#### **7.1.1.1. Modelo empresa única**

Este tipo de modelo presenta una estructura monopolista para el mercado de electricidad o cualquier otro mercado, específicamente un modelo de empresa única es definido según Fernández (2018) “como un único agente o empresa que existe en el mercado eléctrico lo hace todo. Posee las plantas generadoras, diseña el plan de expansión de la generación de energía, posee la red de transmisión y distribución, cobra a los clientes minoristas” (p.5).

En este tipo de mercado también esta única empresa es la que les dice a las plantas generadoras como y cuando operar, es decir actúa como un operador de mercado esto con el fin de garantizar el equilibrio del mercado oferta y demanda. La empresa única es un monopolio legal. Este modelo ha sido la tónica habitual en el mercado eléctrico durante más de 100 años.

Los consumidores sólo reciben un recibo con el importe del precio de la electricidad como un todo unificado. Las tarifas son escogidas en base a criterios más o menos técnicos, aunque suelen permanecer criterios políticos y protección

paternalista. Fernández (2018) es decir que “el consumidor está bajo las definiciones que el monopolio defina, para fines de establecer los pliegos tarifarios del mercado para el cobro de la electricidad” (p.6). En Guatemala el ente encargado para definir este tipo de procesos cuando existía mercado verticalmente integrado lo hacían los generadores de electricidad.

#### **7.1.1.2. Modelo de mercado comprador único**

En este modelo el tipo de estructura es muy similar al del modelo integrado verticalmente, se dice modelo de comprador único porque la gran empresa que ostenta el monopolio legal es el único comprador de energía eléctrica. La empresa monopolista sigue teniendo completo control sobre todo el proceso, los generadores, al tener sólo un posible comprador.

Debido a esto se puede mencionar que una de las características principales de este tipo de mercado es la poca motivación que existe hacia la inversión para la generación de energía eléctrica, pues básicamente solo se puede dar si es garantizada la compra de lo generado.

#### **7.1.1.3. Modelo de mercado competencia mayorista**

Este tipo de estructura rompe con los monopolios que puedan existir en cualquiera de las actividades que se realicen es un mercado. Según lo define Fernández (2018) “en el mercado mayorista se separa al operador del sistema de cualquier tipo de empresa pública que siga existiendo en el mercado. El operador del sistema garantiza acceso a la red a todos los participantes en igualdad de condiciones” (p.12).

Por lo general en este o en otros mercados el monopolio que básicamente no se rompe es el de la distribución, pero esto básicamente se debe a la forma de cómo se vende al usuario final la energía eléctrica, esta actividad no puede definirse o compararse con las demás, pues básicamente solo es necesarios unas pocas empresas que garantice el suministro de energía a los usuarios finales de acuerdo a las zonas donde estos se encuentren.

#### **7.1.1.4. Modelo de mercado competencia mayorista y minorista**

Este mercado es básicamente el más liberal y abierto a las transacciones que los participantes en este mercado realizan para Fernández (2018) el consumidor puede “elegir directamente al generador de energía que quiera. Se eliminan los límites para acceder al mercado. Como los costes de transacción son considerables para pequeños usuarios, lo normal es que los pequeños usuarios no negocien directamente con los generadores” (p.13).

Los usuarios pueden realizar transacciones libres con comercializadores. Para estos tipos de modelo los consumidores tienen capacidad de elección de comercializador, no existen monopolios legales más allá de los relativos al transporte de electricidad.

#### **7.1.2. Productos de un mercado eléctrico**

En un mercado eléctrico básicamente los únicos productos que se pueden comercializar es la potencia y energía, en base a estos productos nacen todas las transacciones que puedan realizarse en un mercado eléctrico. Según definen Ríos y Relaño (2011) “la electricidad es un commodity que puede ser vendida y comprada con una calidad previamente definida y un alto nivel de

estandarización. La entrega se realiza en las redes de alta tensión de cada país” (p.98).

La actividad de comercializar los productos en un mercado eléctrico libre de monopolios lo realizan empresas o entidades que se dedican a la compra y venta de energía y potencia eléctrica con el fin de poderla transar con terceros dentro del mercado mayorista. Esta actividad se define según Vega (2011) como la “actividad que se presta o realiza en régimen de libre competencia basada en los principios de libertad de entrada y acceso a las redes y libertad de contratación y formación competitiva de los precios” (p.204).

#### **7.1.2.1. Energía eléctrica en el mercado**

La electricidad que se comercializa en los mercados eléctricos se produce en centrales de generación, se clasifican según la tecnología de la que provenga la energía: renovables, nucleares, térmicas de carbón, térmicas de gas, etc. Pueden competir entre ellas para producir en función de los costes de combustibles y eficiencia.

Es importante mencionar que como producto que se comercializa dentro del mercado mayorista de electricidad, a diferencia de otros productos como bien lo indica Vives (2006) “la electricidad no es almacenable y debe generarse en el momento en que se consume. Para evitar una interrupción del servicio, el sistema debe disponer de un margen de capacidad de reserva en cada punto de la red” (p.4).

### **7.1.2.2. Potencia eléctrica en el mercado**

El tema de la comercialización de la potencia eléctrica en los mercados mayoristas se da a razón de la potencia disponible dentro de un mercado, que se comercializada entre oferta y demanda y generalmente entre oferta y oferta es decir entre generadores, según Mikel (2016) “los pagos por capacidad es una componente regulada que se incluye en los costes de producción de la energía y dependen de los niveles de producción y de la demanda” (p.25), por lo cual se tiene con esto la finalidad de financiar el servicio de capacidad de potencia a medio y largo plazo a los productores e incentivar las inversiones como son sobre la producción de electricidad.

Las transacciones entre agentes son bastantes comunes para términos de potencia eléctrica, esto debido a que pueden prestar servicios de respaldos de potencia según sea su capacidad ante un mercado mayorista, para Blanco (2012) “las empresas generadoras venden directamente la energía que ellas mismas producen, asimismo venden los excedentes de potencia a otras empresas generadoras, con el fin de que éstas cumplan sus compromisos de suministro. Estas transferencias de energía son valorizadas” (pp.75-76).

### **7.1.3. Agentes y participantes del mercado eléctrico**

Como todo mercado donde se comercializan productos una de las bases para que esto suceda es que exista oferta y demanda, para este caso la oferta serán todos aquellos agentes encargados de generar la electricidad. Existe una organización institucional donde se define el contexto de los que hacen posible este mercado eléctrico donde los agentes de un mercado lo conforman los generadores, transportistas, distribuidores, comercializadores y lo usuarios finales.

### **7.1.3.1. Agentes generadores**

Estos agentes actúan en el mercado eléctrico como la oferta en base a los requerimientos de la demanda para Mikel (2016) los generadores son los “encargados de producir la electricidad a partir de un determinado recurso energético para después vender la energía en los mercados mayoristas. A día de hoy existen numerosas alternativas con características muy diversas y la forma de generarla” (p.25).

Para los agentes generadores de energía eléctrica hoy en día la forma y capacidad de producir electrones, es bastante amplia partiendo que estos pueden optar por diversas tecnología generadoras de electricidad de acuerdo a las necesidades y recursos que este disponga para dicha actividad en el libro Harper (2001) “las tecnologías para la generación de energía eléctrica se dan a base de gas, agua, geotermia, biomasa, combustible fósil, en los últimos años las tecnología a base de recursos naturales cada una de han crecido considerablemente, eólica, solar por ejemplo” (p.35).

### **7.1.3.2. Agentes transportistas**

Estos agentes en un mercado eléctrico tienen como función principal como su nombre lo indica el transporte de la energía desde el lugar donde se crea hasta el lugar donde esta será consumida, para Zolezzi y Rudnick (2006) “los sistemas de transmisión permiten el transporte de energía eléctrica producida por generadores de distintas características a los consumidores finales, las redes de transmisión en los mercados eléctricos conforman las interconexiones” (p.2).

La red de transporte es diseñada de acuerdo a las necesidades y condiciones que se tengan en la zona se construcción, es importante que para

garantizar la seguridad del bien que en estos se transporta el diseño sea aprobado con previo estudio debido a los incidentes que puede provocar por un mal diseño. Siendo la energía un bien denominado *commodity* a diferencia de otros productos según Zolezzi y Rudnick (2006) “el flujo eléctrico inyectado en un punto se distribuye a través de la red, de acuerdo a leyes físicas que no guardan relación con los contratos de abastecimiento que pueda haber entre un productor y un consumidor” (p.3).

### **7.1.3.3. Grandes consumidores de energía eléctrica**

Este tipo de participantes en un mercado eléctrico se definen como usuarios que consumen grandes cantidades de energía eléctrica, generalmente estos usuarios son industrias que utilizan la energía eléctrica para el proceso de producción de sus actividades, de acuerdo a lo que se define en el informe de Cardona (2007) “los usuarios que son grandes compradores de energía en el país son clasificados como Usuarios No Regulados del mercado de energía, tienen la alternativa de realizar las compras de energía a las empresas comercializadoras” (p.15).

Las transacciones que realizan los grandes usuarios en el mercado mayorista se dan según lo describe Cardona (2007) “mediante contratos bilaterales que les permiten realizar negociaciones particulares para acordar la duración de los mismos, los precios de la energía transada y las alternativas de pago” (pp.14-15).

En Guatemala los grandes usuarios están definidos en la Ley General de Electricidad y participan en el mercado mayorista bajo los parámetros definidos por el Ministerio de Energía y Minas, por lo que un usuario con grandes proporciones de demanda de potencia se define como aquel consumidor de

energía cuya demanda de potencia excede cien kilovatios, o el límite inferior fijado por el Ministerio en el futuro. “El gran usuario no estará sujeto a regulación de precio y las condiciones de suministro serán libremente pactadas con el distribuidor o con cualquier otro suministrador”. (Reglamento de la Ley General de Electricidad 1997, art.1)

## **7.2. Marco legal y regulatorio del sub sector eléctrico**

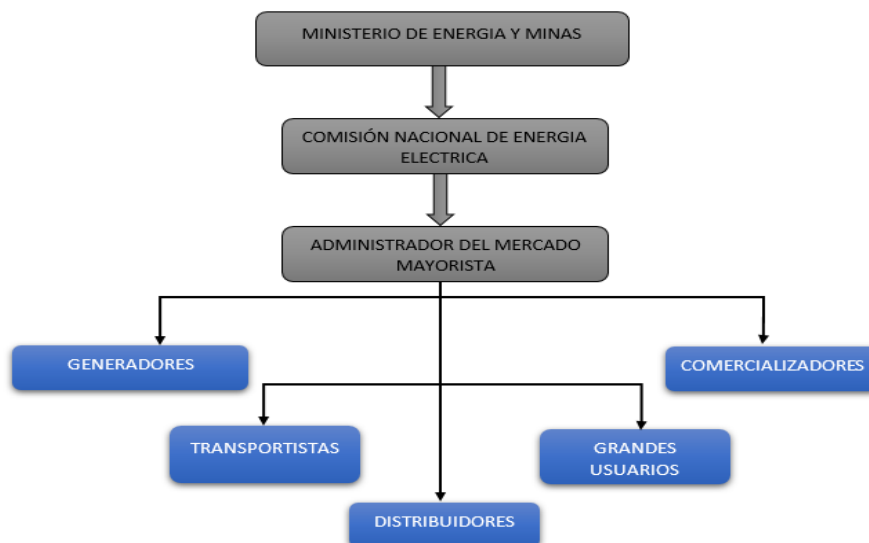
Los sectores eléctricos de acuerdo a su estructura de una u otra forma son regulados por alguna entidad tanto pública como privada. Generalmente la regulación de los mercados busca como bien lo indica Romero (1999) “la regulación de los beneficios derivados de la competencia en el subsector de generación alcance a los consumidores finales a través de menores precios de energía. Explícitamente, al aliento de inversiones que aseguren el suministro de largo plazo” (p.13).

En Guatemala el marco regulatorio y legal está definido en la Ley General de Electricidad, para este mercado se creó dicha ley con el objetivo de desmonopolizar la generación de energía eléctrica, convirtiendo el mercado en una competencia abierta hacia la generación y transporte de energía. Se define “como órgano regulador del subsector eléctrico guatemalteco a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, y al Administrador del Mercado Mayorista como el operador y administrador del mercado, sin fines de lucro” (Ley General de Electricidad 1996, art.4).

Básicamente la estructura del mercado eléctrico de Guatemala se compone de la siguiente manera:



Figura 1. **Estructura del mercado**



Fuente: Congreso de la República de Guatemala (1996). *Ley General de Electricidad, Estructura de Mercado*

### 7.2.1. Marco legal

El marco legal de un subsector eléctrico generalmente está orientado a todos los agentes y participantes dentro del mercado, esto en relación a las normativas, derechos y obligaciones que acá se definen. “En Guatemala la Ley marco del subsector eléctrico define una estructura institucional y una organización de la industria de la energía eléctrica promoviendo la competencia en el área de generación y distribución” (Ley General de Electricidad, 1996, art.1).

Dentro de los lineamientos contenidos en el marco legal de un mercado eléctrico uno de los más principales motivos del porqué de la existencia de leyes y normas dentro de un mercado lo define Wolfgang (2001) “como poder utilizar los recursos energéticos de forma más eficiente no significa solamente un menor

costo de la energía como factor productivo, que redundará en una mayor competitividad de las empresas” (p.13).

En Guatemala el marco legal aplicable para el mercado mayorista se estructura a través de Leyes, reglamentos y normas, siendo la Ley General de Electricidad donde se detallan la creación de todo el marco posterior a la entrada en vigencia en 1996 de la Ley. Este mercado en el marco legal cuenta como carta magna con dicha Ley, haciendo asignaciones de la creación del Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista, y las normas técnicas y de operación por parte de la Comisión y el mismo Administrador de Mercado.

### **7.2.2. Entidades reguladoras de la industria eléctrica**

Las entidades u organizaciones que gobiernan los mercados eléctricos son creadas bajo la expectativa y objetivos de generar un orden y coordinación de forma óptima para todos los participantes que integran un mercado eléctrico. Para Tobón (2003) “el estado, con la pretensión de ejercer un mayor control y una mayor coordinación de la planeación y de la generación, crea entidades que conlleven de forma paralela las riendas de los mercados” (p.29).

En el mercado eléctrico de Guatemala se define en la “institucionalidad del sub sector eléctrica a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica y al Administrador del Mercado Mayorista, como las entidades encargadas de regular y administrar el mercado eléctrica guatemalteco” (Ley General de Electricidad, 1996, art.4).

### **7.2.2.1. Comisión Nacional de Energía Eléctrica**

El mercado guatemalteco luego de la desintegración vertical dada en el año 1996, emprende una restructuración del mercado eléctrico existente en ese momento, primero que nada, el objetivo principal fue la desmonopolización de la generación de energía eléctrica tal y como lo indica la Ley General de Electricidad (1996):

Es libre la generación de electricidad y no se requiere para ello autorización o condición previa por parte del Estado, más que las reconocidas por la Constitución Política de la República de Guatemala y las leyes del país donde también se crea la institucionalidad del mercado en el artículo 4 se plantea que se crea la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, en adelante la Comisión, como un órgano técnico del Ministerio. (art. 6)

La Comisión tendrá independencia funcional para el ejercicio de sus atribuciones y de sus funciones definiendo en el mismo artículo las funciones que esta institución deberá efectuar para la regulación del mercado.

- Cumplir y hacer cumplir la ley
- Velar por el cumplimiento de las obligaciones
- Definir las tarifas de transmisión y distribución
- Dirimir las controversias que surjan
- Emitir las normas técnicas
- Emitir las disposiciones y normativas

### **7.2.2.2. Administrador del Mercado Mayorista**

Siendo el mercado eléctrico caracterizado por condiciones que diferencian a los productos que acá se transan, siendo importante recordar que la energía no se puede almacenar por lo que debe ser consumida en el mismo tiempo que es generada, para Fernández (2018) “los mercados eléctricos necesitan un administrador técnico que cuide de que la red de transporte de electricidad tenga una estabilidad. El operador del sistema juega un papel fundamental en la determinación del precio spot” (p.16).

Específicamente un operador y administrador del sistema cobra mayor importancia cuando el modelo de mercado es de competencia, debido a que los esquemas de incentivos deben ser alineados. Fernández (2018) indica que las plantas de generación de energía “sólo harán caso al operador del sistema si está en su interés hacerlo. Usualmente el mercado funciona mediante comunicación al operador del sistema del precio a partir del cual los diversos generadores están dispuestos a funcionar” (p.16).

### **7.3. Usuarios consumidores de energía eléctrica**

Este tipo de participante en un mercado eléctrico es básicamente lo que se conoce como demanda, pues son estos usuarios los que, como parte final del proceso de la creación de la energía, de acuerdo a sus necesidades resultan consumiéndola de la red de distribución. Agostini y Plottier (2009) define la demanda como “una demanda derivada ya que se utiliza para el funcionamiento de aparatos y equipos, que son los que proveen el servicio final que demandan los usuarios, En líneas generales una decisión vinculada a la utilización de energía eléctrica” (p.4).

En Guatemala los usuarios regulados, básicamente son todos aquellos que consumen energía a nivel residencial, y alguno que otros con demandas por arriba de los 11kW que su consumo es producto de alguna operación industrial, estos usuarios en Guatemala están contratados con las distribuidoras para que estos les presten los servicios de suministro de energía y potencia. Por lo tanto “todo interesado en consumir energía eléctrica, ubicado dentro del área obligatoria de servicio de un adjudicatario, tendrá derecho a que éste se la suministre cumpliendo los requisitos y estipulaciones de conformidad con lo establecido en la presente ley y su reglamento”. (Ley General de Electricidad, 1996, art.71-79)

Dicho derecho existe asimismo para el interesado que, estando ubicado fuera del área obligatoria de servicio, llegue al límite de dicha área mediante líneas propias o de terceros.

Los cargos por instalación de nuevos servicios a los usuarios consumidores los realiza la distribuidora de acorde a los parámetros establecidos en la Ley General de Electricidad y el Reglamento del Mercado Mayorista, teniendo como objetivo brindar de forma óptima y segura los servicios de distribución.

### **7.3.1. Características relevantes de los usuarios**

Todo usuario consumidor de energía eléctrica tiene derecho de ser abastecido de los servicios de energía y potencia, siempre y cuando este dentro de los parámetros establecidos en la Ley y el Reglamento. Dentro del marco legal del mercado eléctrico se establece que un usuario que solicite un suministro eléctrico deberá firmar un contrato con el Distribuidor, el cual deberá estar de acuerdo con las normas de servicio propias de cada Distribuidor. Estas normas serán aprobadas por la Comisión.

Dentro de las especificaciones de los contratos que los usuarios finales deben de firmar con un distribuidor, se define el tipo de tarifa al cual pertenece según sea la demanda a cubrir. En cuanto al equipo de medición y demás estructura que se utilice para prestar el servicio en Guatemala el Reglamento de la Ley General de Electricidad (1997) establece que “será propiedad del Distribuidor, salvo en caso de Grandes Usuarios, que se rijan por las disposiciones sobre el tema que establezca el AMM. El Distribuidor tendrá siempre acceso al equipo de medición para poder efectuar la facturación” (art. 70).

Los usuarios regulados consumidores de energía eléctrica que firman contrato con las distribuidoras están expuestos a multas y penalizaciones por parte de la distribuidora en caso estos realicen alteraciones o incurran la falta de pago por el servicio.

### **7.3.2. Usuarios regulados en el mercado eléctrico**

Este tipo de usuario son todos aquellos que se encuentra regulados en precio de energía y potencia, es decir los pliegos tarifarios para este tipo de usuarios lo establece un ente privado con fines de regulador de mercado. Para Aguilar (2003) en su informe sobre tarifas horarias define que:

En este mercado los precios (tarifas) son fijados por el organismo regulador de precios en el sector. La LCE ha establecido que los precios regulados no pueden diferir en más o menos del diez por ciento de los precios establecidos en el mercado libre. Debido a que la energía eléctrica no es un bien que pueda ser almacenado, se requiere que la demanda sea satisfecha inmediatamente, es decir, que se genere la energía que es

demandada por los usuarios. Para lograr una eficiente coordinación del despacho. (pp.11-12)

En Guatemala las obligaciones y lineamientos para ser un usuario regulado se establecen en la ley y reglamento de la Ley, básicamente este tipo de usuarios se refiere a los usuarios residencias, de acuerdo a su demanda se posicionan en los diferentes tipos de tarifas que se definen. Para Guatemala un usuario regulado en tarifa social es aquel cuya demanda está por debajo de los 11kW

### **7.3.3. Usuarios no regulados**

Este tipo de usuarios consumidores de energía eléctrica participan en el mercado mayorista como un agente o un gran participante para la actividad de consumo de grandes cantidades de energía.

Para García (2011) la definición de un usuario no regulado se estructura de acuerdo al mercado eléctrico donde opere y lo expresa tal como:

Un usuario no regulado es aquel que es parte del mercado competitivo donde para abastecer este tipo de mercado, los generadores y los comercializadores compran y venden energía, de manera similar a como se hace en el mercado regulado, pero con la diferencia que la regulación varía al momento de pactar los contratos.

Es decir, en los usuarios no regulados la ventaja más grande que se tiene en referencia a los usuarios regulados, es que en este tipo de usuarios se pueden firmar contratos con negociaciones de precios de energía y potencia pactados en conveniencia de ambas partes ya que para la contratación entre el usuario no regulado y el comercializador, se

consideran dos componentes que se pueden negociar libremente: el componente de generación y el de comercialización. Ambos componentes son de libre negociación (p.233).

En Guatemala las condiciones para ser gran usuario se definen en el Reglamento de la Ley General de Electricidad donde se indica que un gran usuario es un consumidor de energía cuya demanda de potencia excede los 100kW.

Es importante mencionar que todo aquel que se inscriba y este habilitado como gran usuario no estará sujeto a regulación de precio y las condiciones de suministro serán libremente pactadas con el distribuidor o con cualquier otro suministrador. Es decir que para poder ser habilitado en la categoría de gran usuario se deberá de demostrar ante el MEM que se cumple en cuanto a la demanda límite que ese establece.

#### **7.4. Despacho de carga para usuarios finales**

El despacho de carga de un mercado eléctrico se basa generalmente en las necesidades del sistema es decir la coordinación entre la demanda y la oferta, siendo este operado desde un centro de control donde se tiene una visión general de lo que sucede en tiempo real con cada uno de los agentes que integran el sub sector eléctrico para Gómez (2016) “el objetivo principal del despacho de generación es balancear la generación con la demanda, manteniendo un nivel de reserva aceptable, todo esto a un mínimo costo” (p.78).

El caso de Guatemala es el operador del mercado mayorista quien en base a los costos variables declarados y con base en la demanda existente en un tiempo determinado realiza el despacho de carga el AMM para decidir qué



unidades despachar, tomará en cuenta el despacho diario que ha sido programado, la disponibilidad de cada unidad de generación, los costos variables de generación, la energía comprometida en contratos y las reservas necesarias para la operación.

#### **7.4.1. Bandas horarias en el mercado**

Las bandas horarias en un mercado eléctrico son comprendidas como el periodo en el cual todo participante del mercado mayorista puede consumir o vender potencia y energía, básicamente estas bandas horarias se dividen en tres durante las 24 horas del día, estas se definen como banda valle, banda horaria intermedia y banda horaria punta. Esto aplica para agentes del mercado.

Es importante mencionar que, en el caso de los usuarios residenciales o tarifa social, los consumos de energía eléctrica son realizados dentro de los periodos que comprenden las tres bandas, sin embargo, el cobro o proceso de liquidación por parte de las distribuidoras no detalla en la factura estos parámetros de cobro, esto en relación que hasta antes de febrero 2020 los pliegos tarifarios de las distribuidoras no consideraban el cobro de consumo eléctrico en bandas horarias. Por lo que el usuario final no considera la opción del proceso de liquidación por banda horaria.

En mercados un tanto más desarrollados como los europeos este tipo de tarifas para usuarios finales con demandas generalmente arriba de un promedio de 10kW se han implementado en busca de beneficiar al usuario consumidor y de incentivar la eficiencia energética en los diversos periodos del día, según lo indica Iglesias (2014), “la tarifa de acceso en España puede incluir diferenciación horaria para usuario doméstico de forma voluntaria. Para aquellos clientes

industriales tienen tarifas de acceso que son distintas en función de las horas del día, en función de las estaciones del año” (p.30).

#### **7.4.2. Consumo en horario punta**

En el horario de punta del sistema eléctrico, Bayas y Jaramillo (2009) “Brasil plantea que no solo se debe considerar la inversión que hay que realizar en generación para unas pocas horas de la tarde y noche, sino también la inversión que representa en las líneas de transmisión y de distribución para las empresas eléctricas en ese horario” (pp.56-57).

En Guatemala para el usuario final residencial en la actualidad no existe un cargo específico por consumo en banda horaria punta, esto en relación a que el pliego tarifario de las distribuidoras no es a detalle horario, sin embargo para agentes generadores y consumidores el participar en el retiro de energía de la red en horario punta sí conlleva cierto tipo de consecuencias, pues resulta mucho más costosa la energía en esa hora, de igual forma los generadores de no cumplir con generar su oferta firme eficiente en horario punta son penalizados de acuerdo al diferencial de potencia que se dejó de suministrar, esta es valorizado de acuerdo al precio de referencia de la potencia y se le conoce como desvíos de potencia negativos, estos parámetros contenidos en las normas de coordinación del AMM.

#### **7.4.3. Contratos de energía usuarios no regulados**

Para usuarios que se posicionan en categoría de grandes usuario o grandes consumidores los parámetros para realizar contratos para el suministro de energía y potencia a un mediano o largo plazo se da según lo dicho por cómo Gutiérrez (2002) “el precio a pagar por energía y potencia que solicitan de los

suministradores, es un precio libre, vale decir, un precio que acuerdan libremente de conformidad a las condiciones de mercado imperantes en el momento de suscribir el contrato respectivo” (p.23).

En Guatemala los usuarios no regulados de igual forma son libres de pactar sus precios de energía y potencia con un generador o un comercializador, si en caso el usuario se cataloga como gran usuario con representación lo hará con una comercializadora, y en este pueden definir contratos de igual forma que lo realizan los generadores con comercializadores y distribuidores, entre los contratos más relevantes para grandes usuarios están, los contratos de respaldo de potencia y energía generada. Lo cual antes el mercado mayorista es completamente valido siempre y cuando se cumplan con los derechos y obligaciones definidos en la LGE.

El proceso de facturación para usuarios tanto regulados como no regulados se da de acuerdo al tipo de categoría que esta tenga contratada, en el caso de los usuarios regulados el proceso de liquidación y facturación se da por lo general con un distribuidor para usuarios finales, en el caso de los usuarios no regulados pueden realizar liquidación con generadores, comercializadores u algún otro agente con el cual tengan el contrato de suministro.

Yusta (2013) define el un proceso de facturación de energía y potencia como el:

Proceso para un usuario de acuerdo a cada uno de los periodos tarifarios aplicables a las tarifas, con potencia, aplicable durante todo el año. El término de facturación de potencia será el sumatorio resultante de multiplicar la potencia a facturar en cada periodo tarifario.

En relación al cobro de potencia este término fijo de potencia varía según empresas comercializadoras. Suelen facturar el término fijo de potencia de cada periodo tarifario dividido por 365 días y multiplicado por el número de días del mes facturado. (p.3)

#### **7.4.4. Determinantes del precio de energía**

Siendo la energía un bien que no puede almacenarse es necesario que se consuma en el mismo tiempo que se ha creado, dentro de las variables que influyen en el precio de venta de la energía, seguramente una de las más importantes es el tipo de generación y combustible a base del cual se crea la energía eléctrica, por otro lado, también se puede definir un aspecto relevante en cuanto a la conformación del precio de la energía y es que este debe cubrir los costos de operación y mantenimiento.

Según un informe realizado con enfoque en los mercados eléctricos europeos García (2011) detalla que “los generadores presentan el día anterior un precio único para el día siguiente y declaran disponibilidad al operador del mercado, y por orden de mérito de menor precio se despachan las disponibilidades declaradas que sean necesarias para abastecer el pronóstico de demanda” (p. 233).

De acuerdo a una de las necesidades prioritarias del mercado es que la oferta cubra a la demanda en todo momento, y esta actividad genera un grado de cambios en cuanto al precio de la energía eléctrica de forma horaria, según lo define Larrera (2017):

Resulta habitual que en los momentos de mayor demanda la electricidad se encarezca, debido a que entran en funcionamiento tecnologías de

generación más caras. Por este motivo, resultará de interés saber cómo funciona el sistema de oferta y demanda.

Como otros mercados energéticos, el mercado eléctrico es volátil, por lo que resulta de gran interés entender los factores que influyen en los precios. Además de la importancia de las reglas, existen diferentes factores que pueden influir en los precios de la electricidad. (p.4)

#### **7.4.5. Penalizaciones de los usuarios electricos**

Las causas por las que un agente o usuario es penalizado en el mercado mayorista de electricidad se dan por diferentes razones, en el caso de los consumidores finales o grandes usuarios estas penalizaciones básicamente están relacionadas a la forma y cantidad de energía que consume en cierta hora del periodo.

En Guatemala los usuarios finales a nivel residencia, resultan con penalizaciones muchas veces debido a los excesos de potencia consumida, esto básicamente es sobrepasar los límites de la potencia que el usuario tiene contratada. Para los grandes usuarios las penalizaciones son un tanto más amplias en relación a la forma en cómo se aplican, en estos usuarios estas resultan por desvíos de potencia los cuales son calculados en la banda horaria punta comprendida de las 18:00 horas a las 22 horas.

Es de suma importancia tomar en cuenta durante el análisis de la creación o habilitación de nuevos grandes usuarios, el dimensionamiento óptimo de la curva de demanda, esto debido a que existen penalizaciones tanto económicas como operativas por factores de potencia menores al 0.6.

#### **7.4.5.1. Cargos de desvíos de potencia**

Los cargos por desvíos de potencia es uno de los cargos con un grado significativo en la factura de un gran usuario o cualquier otro agente. En Guatemala estos cargos se calculan con base en las operaciones que el gran usuario o el agente realice en la banda horaria punta, estos desvíos pueden ser faltantes o excedentes.

De acuerdo a lo establecido en la Reglamento Ley General de Electricidad (1998) “los desvíos de potencia negativos serán valorizados al precio de referencia de la potencia que hoy en día en el mercado de Guatemala es de 8.90 US\$/MW, y los desvíos positivos valorizados al valor calculado de forma periódica por el Administrador del mercado mayorista” (9.5).

Según lo establece la Norma de Coordinación Comercial No. 3 (2002) del mercado mayorista de Guatemala los desvíos de potencia para los agentes del mercado se definen el conjunto de intercambios en el Mercado Mayorista, que resulta de los excedentes o faltantes de potencia comprometida en contratos entre sus participantes. En cuestión de los agentes productores de energía eléctrica en el mercado mayorista los desvíos de potencia se calculan de acuerdo a la diferencia entre su Oferta Firme Disponible Total y la Potencia Total Comprometida por dicho Participante. La liquidación de estas transacciones se hará mensualmente. (Administrador del Mercado Mayorista, 2000, p.1)

## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SIMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARGO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. Mercado eléctrico de Guatemala
  - 1.1. Tipo de mercado que opera en Guatemala
    - 1.1.1. Estructura del subsector eléctrico
  - 1.2. Productos que se comercializan
    - 1.2.1. Energía eléctrica
    - 1.2.2. Potencia eléctrica
    - 1.2.3. Servicios complementarios
  - 1.3. Oferta y demanda del mercado eléctrico
    - 1.3.1. Agentes del mercado
    - 1.3.2. Participantes del mercado
  
2. Marco regulatorio del mercado eléctrico de Guatemala
  - 2.1. Entidades reguladoras
    - 2.1.1. Ministerio de Energía y Minas
    - 2.1.2. Comisión Nacional de Energía Eléctrica
    - 2.1.3. Administrador del Mercado Eléctrico Nacional

- 2.2. Leyes vigentes que regulan el mercado
- 3. Perfil del usuario consumidor de energía eléctrica
  - 3.1. Generalidades de operación.
  - 3.2. Ubicación de los usuarios consumidores
  - 3.3. Curva de consumo de energía eléctrica
  - 3.4. Perfil de los usuarios consumidores
    - 3.4.1. Usuarios Regulados
    - 3.4.2. Usuarios No regulados
- 4. Liquidación económica de energía y potencia
  - 4.1. Tipo de tarifa
    - 4.1.1. Tarifa regulada horaria EEGSA
    - 4.1.2. Tarifa no regulada gran usuario
  - 4.2. Variables que se incluyen en la liquidación
    - 4.2.1. Energía consumida
    - 4.2.2. Demanda firme efectiva
    - 4.2.3. Demanda máxima registrada horaria
    - 4.2.4. Demanda máxima en hora pico
  - 4.3. Transacciones económicas
    - 4.3.1. Cargo por energía eléctrica
    - 4.3.2. Cargo por potencia eléctrica
    - 4.3.3. Cargos a terceros
    - 4.3.4. Otros cargos
- 5. Proceso de estimación de transacciones económicas
  - 5.1. Precio de energía eléctrica
  - 5.2. Precio de la potencia eléctrica
  - 5.3. Transacciones económicas del usuario



- 5.3.1. Proyección del cargo de energía eléctrica
- 5.3.2. Proyección del cargo de potencia eléctrica
- 5.3.3. Estimado del cargo por peaje principal
- 5.3.4. Estimado del cargo de peaje secundario
- 5.3.5. Estimado del valor agregado de distribución
- 5.3.6. Estimados de los desvíos de potencia

RESUMEN

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS



## **9. METODOLOGÍA**

### **9.1. Tipo y diseño de la investigación**

El desarrollo de esta investigación contempla un diseño no experimental, utilizando los métodos, técnicas y estrategias como la observación y recopilación de información con el fin de lograr obtener información que ayude a cumplir con los objetivos planteados. Esta investigación se define de diseño no experimental debido a que las variables que integran esta investigación no están al alcance del investigador, en cuanto a modificaciones o planteamientos de las mismas.

El enfoque de la investigación se considerará como exploratorio debido al poco estudio fundamentado en el tema de los grandes usuarios y las tarifas horarias, teniendo en cuenta que cuando se estiman o se proyectan las curvas de demanda de los usuarios tomados para el estudio se torna de enfoque cuantitativo, y a su vez un enfoque cualitativo debido a que se estudian las liquidaciones de las calidades gran usuario y tarifas horarias, las cuales se encuentran normadas en los documentos regulatorios respectivos como leyes y resoluciones, las cuales de acuerdo al proceso establecido para cada categoría podrán ser comparadas entre ellas.

En seguimiento a los objetivos planteados para esta investigación se definen las técnicas siguientes como las herramientas a utilizar para el desarrollo y cumplimiento de esta investigación:

En cuanto al desarrollo de los primeros dos objetivos los cuales están relacionados en la estructuración y demostración de la interacción que tienen las

variables definidas para los procesos de liquidación de transacciones económicas de estas calidades de usuario, se definen las técnicas de observación y proyección de tendencias de las curvas de demanda para cumplir con el objetivo generar de una idea mucho más amplia y detallada de las diferencias que pueda tener un usuario de acuerdo a sus particularidades al momento de tener como opción de operar bajo estas dos calidades de usuario.

En cuanto al tercer objetivo se considera la utilización de una técnica combinada entre la observación y una técnica documental, con el fin de poder visualizar a través de las proyecciones realizadas los usuarios con altos consumos de energía eléctrica dentro de un periodo definido, y con esto de acuerdo a lo establecido en el proceso de liquidación poder establecer los parámetros más importantes a tomar en cuenta para la consideración de la contratación del servicio.

Finalmente, para el desarrollo del cuarto objetivo la técnica a utilizarse se considera netamente observación documental, basada en los procesos de liquidación de las transacciones operativas que estos usuarios en estudio realizan de acuerdo a cada una de las calidades de usuario en el mercado mayorista.

## **9.2. Unidades de análisis**

Esta investigación tendrá como unidad de análisis objetivo a los usuarios con curvas de demanda superior a los 100kW, los cuales se encuentren habilitados como grandes usuarios en el mercado mayorista, buscando de acuerdo a sus características de consumo un beneficio económico al considerar operar en calidad de las nuevas tarifas horarias implementadas por la distribuidora EEGSA que engloba características de liquidación diferentes a la

del gran usuario, pero que es de suma importancia el análisis económico y operacional de estos dos tipos de tarifa debido a que los dos están dirigidos a usuarios que tienen altas demandas de potencia.

### **9.3. Alcance de la investigación**

Esta investigación tiene un alcance de tipo exploratorio, enfocado al estudio detallado de las transacciones económicas resultantes de un usuario cuya curva de demanda básicamente superior a los cien kilovatios. Evaluándose bajo los parámetros y particularidades que engloban las calidades de gran usuario y las nuevas tarifas horarias de la distribuidora EEGSA implementadas en el mercado eléctrico de Guatemala.

## 9.4. Variables

Para los análisis económicos y de operación de un mercado es importante saber las partes involucradas en este caso en base a los productos que se transan en el mercado mayorista de electricidad en Guatemala, por lo que a continuación se plantea una serie de variables que serán tomadas en cuenta durante el estudio con el objetivo de desarrollar un análisis certero y de beneficios para los usuarios que se posicionan en este tipo de tarifa.

Tabla I. **Variables e indicadores**

TIPO DE VARIABLE	PROPIEDAD OPERACIONALIZADA	DE ACUERDO AL USO	NIVELES DE MEDICION	OPERACIONALIZACIÓN	
				DISMENSIONES	INDICADORES
Consumo de Energia	Numerica Continua	Variable de Salida	Medicion de Razon	Curvas de consumo de forma diaria, semanal, mensual.	Periodos de Consumo
Potencia Contratada	Numerica Continua	Variable de Salida	Medicion de Intervalo	Durante año estacional	Curva de carga mensaual, demandas maximas diarias.
Precio Energia	Numerica Continua	Variable de Entrada	Medicion de Razon	Precios por promedio por bandas horarias, precio spot	precios maximos y minimos en el spot
Precio Potencia	Numerica Continua	Variable de Entrada	Medicion de Razon	Precios de Mercado	Precio de referencia de la potencia
Categoria de Usuario	Categorica Dicotómica	Variable de Entrada	Nominal	Tarifas Horarias y Grandes Usuarios	Beneficios entre estas categorias
Cargos Fijos	Numerica Continua	Variable de Entrada	Medicion de Razon	Porcentajes de estos en la factura	Desvios de potencia

Fuente: elaboración propia.

## **9.5. Fases de estudio**

De acuerdo a los objetivos primordiales de esta investigación se deben cumplir con un planteamiento de las diferentes fases que se desarrollaran dentro del proceso de obtención de la información, por tal razón los principales procesos se integran en fases para dar seguimiento a los objetivos propuestos y lograr sus óptimos resultados esperados.

### **9.5.1. Fase 1: revisión documental de las variables planteadas**

En esta fase se recopila toda la información necesaria de acuerdo a las variables establecidas para el desarrollo de la investigación. En este caso básicamente la información de interés está basada de acuerdo a la unidad de análisis y alcance de la investigación, las cuales integran en estudio los usuarios con demandas de energía eléctrica relativamente altas, y los cuales pueden participar como gran usuario o tarifa horaria de la distribuidora EEGSA.

Tabla II. **Proceso de revisión de información**

Acción	Proceso de revisión y estimación de información
Características generales a tomar en cuenta del mercado mayorista donde opera la unidad de análisis	Este proceso se realiza basado en la interpretación de la Ley General de Electricidad de Guatemala en caso de la calidad de gran usuario, y en resoluciones emitidas hacia la distribuidora donde se reconoce la aprobación de las tarifas horarias para la distribuidora EEGSA. Con lo que se busca obtener las generalidades y particularidades que engloba cada una de las calidades de usuario en estudio.
Interpretación de proceso de liquidación	De acuerdo a las generalidades establecidas con anterioridad se identifican las variables monetarias que se utilizan para generar liquidaciones de acuerdo a un periodo estimado, esperando obtener todos los parámetros necesarios para estimar las liquidaciones
Definición de variables	Se ordenan las variables de forma independiente.

Fuente: elaboración propia.

### 9.5.2. Fase 2: recolección de información de curvas de demanda

Para esta fase se ordenan de forma separada cada una de las variables que integran la estructura del proceso de liquidación para los usuarios en calidad gran usuario o tarifa horaria. Con esto se busca evaluar una base de datos que permita interpretar las particularidades de liquidación de las transacciones económicas para los usuarios en estudio, generando con esto una forma más óptima y confiable para el desarrollo de la investigación, que permita el modelaje de los estimados de liquidación y parámetros que se esperan alcanzar. Partiendo de que de cierto modo lo estimado o lo estructurado buscaría establecer los



cargos fijos o continuos que un usuario este obligado a cancelar por la contratación de un servicio.

Tabla III. **Proceso de recopilación de datos**

<b>VARIABLES A IDENTIFICAR</b>	<b>PROCESO DE RECOLECCIÓN</b>
Consumo de energía eléctrica	A través de la base de datos de interrogación de medidores inteligentes se espera poder obtener las curvas de demanda de los usuarios en estudio.
Demanda Firme Efectiva del usuario consumidor	Esta se puede extraer de las notificaciones que el AMM realiza a los titulares de los puntos de consumo. En último caso de los informes que el AMM comparte.
Demanda máxima registrada	El valor de demanda firme registrada por un usuario se espera obtener del usuario web de la comercializadora que representa a los usuarios.
Precios de oportunidad	Este precio se extrae de los posdespachos publicados en la página del AMM.

Fuente: elaboración propia.

### **9.5.3. Fase 3: definición de parámetros y características que influyen en la demanda**

En esta fase a través de la observación y el método exploratorio se reúnen todas las variables declaradas y se clasifican con el fin de proyectar la demanda de potencia de los usuarios, con el objetivo de verificar las características y particularidad de los perfiles de consumo de cada uno de estos. Esto con el objetivo de poder definir todos aquellos parámetros que servirán de referencia

para las evaluaciones posteriores y con esto poder lograr establecer la mejor opción para que el usuario contrate el servicio de potencia y energía, generando los menores costos económicos. Es decir, esto generara de igual forma una serie de particularidades a tomar en cuenta por parte de los interesados para futuras evaluaciones de sus proyectos previos a considerar alguna calidad de usuario.

#### **9.5.4. Fase 4: estructura para análisis de transacciones económicas de ambas tarifas**

El desarrollo de esta fase está dado de acuerdo a la separación absoluta de todas las transacciones económicas que se incluyen en la liquidación de un usuario tanto en la tarifa de gran usuario, y también aquel que es liquidado en la nuevas tarifas horarias por parte de la distribuidora EEGSA, el objetivo principal de realizar esto es clasificar de forma detallada a través del método exploratorio cada una de estas transacciones, logrando poder hacer comparativas ambas modalidades de las cuales tiene opción un usuario con demanda altas para contratar sus servicios.

Para este proceso se contempla la extracción más importante de las característica e individualidades de la liquidación de cada calidad de usuario en estudio, con el fin de poder establecer una estructura que sea factible al modelo, garantizando así la correcta proyección en base a los tipos de perfiles de los usuarios que puedan ser parte de esta investigación, para esto será necesario obtener la curva de consumo, con sus demandas máximas, y sus periodos de operación, es decir si este presenta periodos estacionales, o es de ciclo completo, puede ser importante también requerir el consumo de energía por bandas horarias, esto con el fin de obtener las variables que son tomadas para cada uno de los rubros en factura, por lo que resulta importante establecer una separación de variables en cuanto a la liquidaciones de transacciones.

Tabla IV. **Transacciones económicas de energía y potencia**

TRANSACCIONES ECONÓMICAS DE UN USUARIO EN TARIFA HORARIA EEGSA	TRANSACCIONES ECONÓMICAS DE UN GRAN USUARIO
<b>TOMANDO EN CUENTA LAS VARIABLES PRINCIPALES</b>	
Cargos por energía	
Cargos por potencia	

Fuente: elaboración propia.

#### **9.5.5. Fase 5: proyección del proceso de liquidación económico**

De acuerdo a lo establecido en las fases anteriores en esta fase se desarrollan proyecciones de liquidaciones económicas para los dos tipos de tarifas en las que puede participar un usuario con demandas altas de potencia, el objetivo es tomar en cuenta todas las características y particularidades de consumo y proyectar una liquidación de acuerdo al proceso establecido por la distribuidora, comercializadora o mercado mayorista según como este clasificado el usuario, esto con el objetivo de demostrar cómo afecta económicamente cada una de las calidades de usuario en estudio, esto se crea con el objetivo de dar al interesado una herramienta de información y análisis que pueda utilizar para

analizar sus particularidades de consumo antes de tomar la decisión final de qué tipo de usuario debe considerar para sus necesidades.

#### **9.5.6. Fase 6: análisis de resultados obtenidos**

Esta sería la fase final de la investigación, por consiguiente, la más importante, será donde se ponga en práctica el beneficio y funcionalidad de la propuesta, con lo que se podrá realizar la comparación de una curva de carga de un usuario cualquiera en ambas categorías, con lo cual de acuerdo al análisis realizado se deberán reflejar de forma clara y concisa los cargos totales de facturación para un periodo definido. Logrando comparar los cargos resultantes evaluados en las tarifas de los usuarios regulados (Tarifas horarias) y usuario no regulado (Gran Usuario) con lo cual sea factible visualizar las ventajas y beneficios económicos que ofrece de acuerdo a sus características de liquidación las tarifas en estudio.

#### **9.6. Resultados esperados**

De acuerdo a lo desarrollado en esta investigación, se espera generar información específica a manera global de las características más relevantes del mercado eléctrico de Guatemala a través de lo que se incluye en el capítulo uno y dos. Lo cual es utilizado para poder desarrollar lo descrito en las siguientes fases.

Uno de los objetivos principales y el cual se describe a partir de la fase dos es lograr estimar una estructuración de análisis que permita estudiar cada una de las características que deben tomar los usuarios de energía eléctrica en

volúmenes superiores a los 100 kW, previo a la contratación del servicio de potencia y energía eléctrica.

En las siguientes fases se estima poder demostrar los beneficios económicos que pueden resultar de evaluar el proceso de liquidación de las modalidades de gran usuario y tarifas horarias EEGSA, tomando en cuenta características y parámetros específicos de las diferentes curvas de demanda que puede presentar un usuario de energía eléctrica. Por lo que de acuerdo a esto se realiza la quinta fase con el objetivo de demostrar a través de la aplicación del proceso de liquidación estimaciones reales de las transacciones económicas que se incluyen en la liquidación final para ambas modalidades. Esto con el fin de tomar las mejores decisiones al momento de contratar un servicio de suministro eléctrico.



## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

Basado en la naturaleza de las variables las cuales son de tipo descriptiva con datos por Intervalo y en algunos casos de razón, se pretende realizar el proceso de análisis de la información de acuerdo a los lineamientos profesionales descritos proceso científico requiere una serie de pasos o etapas a seguir. A continuación, se detallan cada una de ellas según Espin (2002).

La recopilación de datos se da a partir de una muestra usuarios que actualmente operan en la categoría de grandes usuarios con estacionalidad en su operación de consumo de energía eléctrica, de los cuales a través de la observación, consultas y navegación web, se pretenden extraer los datos de la demanda horaria para este tipo de usuarios.

Utilizando una estadística descriptiva para proyectar las curvas de demanda de los usuarios en estudio, se toman en cuenta todos los datos recopilados de la demanda que sirven para que a través de la visualización dar un panorama general de cómo son las tendencias en caso fueran, exponenciales, lineales, variables o estacionales. Con base en las proyecciones de consumo de energía eléctrica del usuario proyectado.

Proyectar los escenarios comparativos de las variables finales de la operación definidas como transacciones económicas, tiene como beneficio visualizar de acuerdo a otra de las variables definidas que es la energía eléctrica, como esto afecta o beneficia al usuario participar en estas modalidades de usuario.

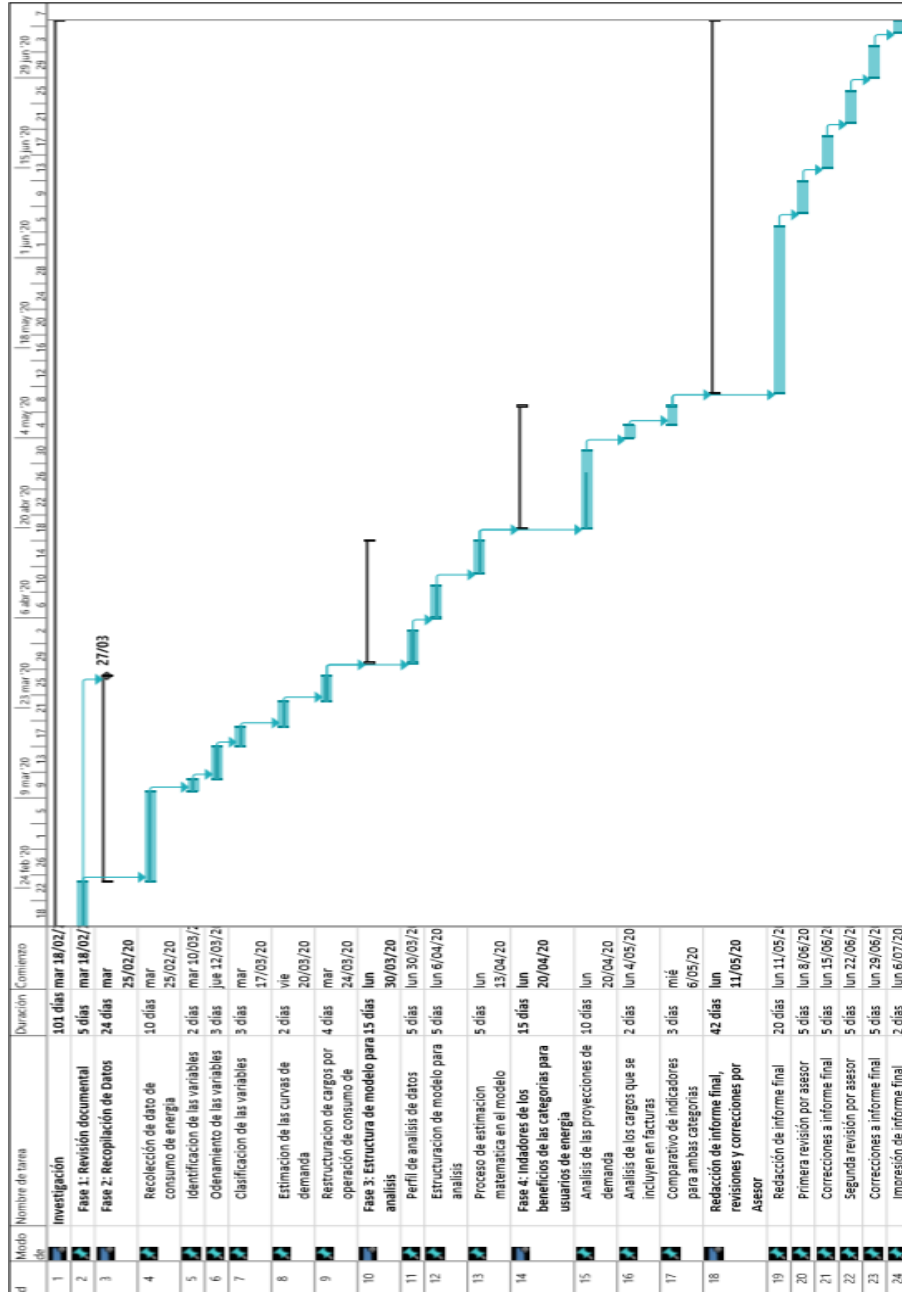
Categorizar datos a través de un método comparativo con el cual se puede detallar la separación de las diferentes formas de calcular las liquidaciones económicas para los usuarios de acuerdo a la calidad en la que este participe.

Una vez obtenidas las variables apegadas al servicio de energía y potencia, las cuales son consideradas descriptivas en el proceso de liquidación se utiliza la técnica de observación de campo para poder integrar los procesos de liquidación que se realizan en el mercado mayorista a esta investigación, con el fin de poder replicar o predecir los costos económicos que los perfiles de consumo proyectados de un usuario en estudio generan para la calidad de gran usuario o la modalidad de tarifas horarias EEGSA.



# 11. CRONOGRAMA

Figura 2. Cronograma para elaboración informe final



Fuente: elaboración propia.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Este trabajo de investigación se considera factible debido a que se cuenta con la mayoría de los recursos necesarios para su desarrollo.

Para el desarrollo de esta investigación es necesario poder tener en cuenta los siguientes recursos, los cuales serán pilares en los procesos de este trabajo.

- **Recurso humano:** para esta investigación el recurso humano necesario es el alumno de la Maestría de Regulación de Mercados Eléctricos quien será el encargado de realizar los diversos procesos de investigación y análisis que se generen durante el desarrollo de la misma, viéndose involucrados en el mismo el perfil del ingeniero asesor, y personal de la escuela de postgrado como los revisores y coordinadores
- **Recursos informáticos:** en relación a la recopilación de datos para esta investigación se tiene autorizado por parte de la organización de Ingenio La Unión, el poder tomar la data de los consumos de energía eléctrica de uno o varios usuarios que se encuentra actualmente en categoría gran usuario.
- **Equipo y materiales:** en cuanto a este tipo de recursos se cuenta con un alto porcentaje de ellos, siendo la mayoría propiedad del alumno (computadora, impresora, tintas, hojas, y el resto de la organización antes mencionada (medidores eléctricos), los cuales en conjunto se espera puedan cubrir la totalidad de los requerimientos que genere la

investigación, con lo que sería una pequeña parte que quedaría como imprevistos durante el desarrollo.

Se presenta a continuación un detalle general del presupuesto propuesto para el desarrollo del trabajo de investigación.

Tabla V. **Presupuesto para el desarrollo de la investigación**

ITEM	DESCRIPCIÓN	TIPO	COSTO	CANTIDAD	TOTAL	FUENTE DE FINANCIAMIENTO
1	COMPUTADORA PORTATIL (EQUIPO DE COMPUTO)	EQUIPO	Q 10,000.00	1	Q 10,000.00	Propiedad del estudiante MGMR
2	IMPRESORA	EQUIPO	Q 500.00	1	Q 500.00	Propiedad del estudiante MGMR
3	INTERNET	SUMINISTRO	Q 350.00	4	Q 1,400.00	Financiamiento propio
4	TELEFONIA	SUMINISTRO	Q 150.00	4	Q 600.00	Financiamiento propio
5	CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA	SUMINISTRO	Q 250.00	6	Q 1,500.00	Financiamiento propio
6	RESMA DE PAPEL	SUMINISTRO	Q 30.00	2	Q 60.00	Financiamiento propio
7	VEHICULO	DEPRECIACIÓN	Q 2,000.00	1	Q 2,000.00	Propiedad del estudiante MGMR
8	COMBUSTIBLE	MENSUAL	Q 1,000.00	1	Q 1,000.00	Financiamiento propio
9	HONORARIOS DEL ASESOR	HUMANO	Q 2,500.00	1	Q 2,500.00	Financiamiento propio
10	HONORARIOS TESISTA (ESTUDIANTE MGMR)	HUMANO	Q 2,850.00	1	Q 2,850.00	Financiamiento propio, base salario minimo mensual
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>Q 22,410.00</b>	
<b>IMPREVISTOS 5%</b>					<b>Q 1,120.50</b>	
<b>TOTAL</b>					<b>Q 23,530.50</b>	

Fuente: elaboración propia.

### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acuerdo Gubernativo 256-97, *Reglamento de la Ley General de Electricidad*. Diario de Centro América. Guatemala, 21 de marzo 1997. Recuperado de [https://www.amm.org.gt/portal/?wpfb\\_dl=34Reglamento\\_LGE\\_actualizado%202013.pdf](https://www.amm.org.gt/portal/?wpfb_dl=34Reglamento_LGE_actualizado%202013.pdf)
2. Acuerdo Gubernativo 299-98, *Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista*. Diario de Centro América. Guatemala, 25 de mayo 1998. Recuperado de [https://www.amm.org.gt/portal/?wpfb\\_dl=35AMM-reglamento-amm.pdf](https://www.amm.org.gt/portal/?wpfb_dl=35AMM-reglamento-amm.pdf)
3. Agostini, C., y Plottier, C. (2009). *La demanda residencial por energía eléctrica en Chile*. Santiago de Chile, Chile: JEL C31 Q41. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Eduardo\\_Saavedra/publication/46443774\\_La\\_Demanda\\_Residencial\\_por\\_Energia\\_Electrica\\_en\\_Chile/links/09e4150a3aa98f35a3000000/La-Demanda-Residencial-por-Energia-Electrica-en-Chile.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Saavedra/publication/46443774_La_Demanda_Residencial_por_Energia_Electrica_en_Chile/links/09e4150a3aa98f35a3000000/La-Demanda-Residencial-por-Energia-Electrica-en-Chile.pdf)
4. Aguilar, G. (2003). *El sistema tarifario del servicio público de electricidad*. Perú, Perú. Recuperado de <http://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/DDD224.pdf>

5. Bayas, L., y Jaramillo, M. (2009). *La tarifa horaria en el Ecuador como incentivo de eficiencia energética*. *Revista Politécnica*. Volumen 30(1), pp.53–68. Ecuador, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5519/1/Luis-Bayas.pdf>
6. Blanco, A. (2012). *Comercialización de energía eléctrica*. *Actas de Derecho de Energía N.º 2*, pp.69-82. Santiago, Chile. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Alejandro\\_Vergara-Blanco/publication/264752963\\_Comercializacion\\_de\\_energia\\_elec\\_trica\\_AdEner\\_Actas\\_de\\_Derecho\\_de\\_Energia\\_N\\_2\\_Santiago\\_2012/links/53edf9360cf2981ada17416e/Comercializacion-de-energia-electrica-AdEner-Acta](https://www.researchgate.net/profile/Alejandro_Vergara-Blanco/publication/264752963_Comercializacion_de_energia_elec_trica_AdEner_Actas_de_Derecho_de_Energia_N_2_Santiago_2012/links/53edf9360cf2981ada17416e/Comercializacion-de-energia-electrica-AdEner-Acta)
7. Cardona, E. (2007). *Métodos para optimizar los costos del servicio de energía eléctrica de grandes usuarios en Colombia, incorporando flexibilidad de la demanda*. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/47239174.pdf>
8. Castillo, C., Darwin, Á., y Chani, D. (2009). *Análisis de la problemática del sistema tarifario en el sector eléctrico peruano*. *7th Conferencia Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería y Tecnología WE1-1*,. San Cristóbal, Venezuela. Recuperado de [http://www.laccei.org/LACCEI2009Venezuela/Papers/Ene101\\_CastilloCaceres.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2009Venezuela/Papers/Ene101_CastilloCaceres.pdf)
9. Decreto No. 93-96, *Ley General de Electricidad*. Diario de Centro América. Guatemala, 15 de noviembre 1996. Recuperado de

[https://www.amm.org.gt/portal/?wpfb\\_dl=6AMM-ley-generalelectricidad.pdf](https://www.amm.org.gt/portal/?wpfb_dl=6AMM-ley-generalelectricidad.pdf)

10. Espin, J. (2002). *Una técnica para explorar y sistematizar información. XXI. Revista de Educación*, pp.95-105. Barcelona, España: Recuperado de <http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/1913/b15141895.pdf?sequence=1>
11. Fernandez, D. (2018). Los 4 modelos de mercado eléctrico. *Rev. Mercados Eléctricos, Volumen 1*, pp.1-5. Madrid, España. Recuperado de <http://danifernandez.org/articulo/los-4-modelos-mercado-electrico/>
12. Gomez, N. (2016). Mercado de oportunidad de la energía en Guatemala. *REVISTA ACADÉMICA ECO 14*, pp.71-87. Guatemala, Guatemala. Recuperado de [http://recursosbiblio.url.edu.gt/CParens/Revista/ECO/Numeros/15/06/06\\_ECO15.pdf](http://recursosbiblio.url.edu.gt/CParens/Revista/ECO/Numeros/15/06/06_ECO15.pdf)
13. Gutierrez, P. (2002). *El contrato de suministro de energía eléctrica a clientes libres*. (tesis de pregrado). Pontifica Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
14. Harper, E. (2001). *Tecnologías de generación de energía eléctrica*. Nueva York, Estados Unidos: LIMUSA. Recuperado de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BUINAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA10&dq=generadores+de+energia+electronica&ots=qge\\_MpJMil&sig=5wxHg5h-](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BUINAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA10&dq=generadores+de+energia+electronica&ots=qge_MpJMil&sig=5wxHg5h-)

cg\_hzJQf0SZuVSUyQak#v=onepage&q=generadores%20de%20energía%20eléctrica&f=false

15. Iglesias, D. (2014). *Comparación de tarifas eléctricas en Europa*. Leganés. (tesis de pregrado). Universidad Carlos III de Madrid, Leganés, España. Recuperado de [https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/24982/TFG\\_David\\_Iglesias\\_Herradon\\_2014.pdf](https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/24982/TFG_David_Iglesias_Herradon_2014.pdf)
16. John, G. (2011). Determinantes del precio de la energía eléctrica en el mercado no regulado de Colombia. *Revista Ciencias Estratégicas*. Vol.19(26), pp.225-246. Medellín, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10784/7553>
17. Macas, J. (2018). *Análisis para la penalización por bajo factor de potencia a grandes clientes con tarifa industrial en bajo y medio voltaje en la provincia de orellana*. (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca Ecuador, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/31351/1/Trabajo%20de%20titulaci%3%b3n.pdf>
18. Mikel, E. (2016). *Análisis del mercado eléctrico*. (tesis de pregrado). Universidad Pública de Navarra, Pamplona Iruña, España. Recuperado de <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/20137/Col%3%a1s%20Elizalde%2c%20Mikel%20TFG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



19. Romero, C. (1999). Regulaciones e inversiones en el sector eléctrico. *CEER Serie de Textos de Discusión. Volumen 5*, pp. 1-54. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: [https://www.uade.edu.ar/DocsDownload/Publicaciones/4\\_226\\_1556\\_STD005\\_1999.pdf](https://www.uade.edu.ar/DocsDownload/Publicaciones/4_226_1556_STD005_1999.pdf)
20. Tobon, D. (2003). Dinámica institucional de la industria eléctrica colombiana. *Revista Lecturas de Economía, Volumen 1*, pp.1-39. Medellín, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10495/3889>
21. Vega, M. (2011). *La comercialización de energía eléctrica a través de cooperativas de consumo. Boletín de la Asociación Internacional de Derecho Cooperativo 198*, pp.197-216, Bilbao, España. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.18543/baidc-45-2011pp197-216>
22. Vives, X. (2006). *El reto de la competencia en el sector eléctrico. Revista Economía Americana, Volumen 89*, pp.805-826. Madrid, España. Recuperado de <http://blog.iese.edu/xvives/files/2012/01/OP-06-13-El-reto-de-la-competencia-en-el-sector-el%C3%A9ctrico.pdf>
23. Wolfgang, L. (2001). *El papel de la legislación y la regulación en las políticas de uso eficiente de la energía en la Unión Europea y sus Estados miembros*. Publicación de las Naciones Unidad CEPAL LC/L, pp.1-188, Santiago, Chile. Recuperado de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5568/S0104351\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5568/S0104351_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)