



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Mercados Eléctricos Regulados

**EVOLUCIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL, RETOS Y DESAFÍOS EN
GUATEMALA PARA UN MEJOR APROVECHAMIENTO**

Ing. Jorge Iván Avila Rosales

Asesorado por el Mtro. Máynor Godoy Arias

Guatemala, agosto de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVOLUCIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL, RETOS Y DESAFÍOS EN
GUATEMALA PARA UN MEJOR APROVECHAMIENTO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ING. JORGE IVÁN AVILA ROSALES

ASESORADO POR EL MTRO. MÁYNOR GODOY ARIAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN GESTIÓN DE MERCADOS ELÉCTRICOS REGULADOS

GUATEMALA, AGOSTO DE 2022

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 Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
EXAMINADOR	Ing. Benedicto Estuardo Martínez Guerra
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

EVOLUCIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL, RETOS Y DESAFÍOS EN GUATEMALA PARA UN MEJOR APROVECHAMIENTO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 27 de julio 2020.

Ing. Jorge Iván Avila Rosales

LNG.DECANATO.OI.590.2022

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 Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **EVOLUCIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL, RETOS Y DESAFÍOS EN GUATEMALA PARA UN MEJOR APROVECHAMIENTO**, presentado por: **Jorge Iván Avila Rosales**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión de mercados eléctricos regulados después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada ★

Decana

Guatemala, agosto de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, agosto de 2022

LNG.EEP.OI.590.2022

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“EVOLUCIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL, RETOS Y DESAFÍOS EN GUATEMALA PARA UN MEJOR APROVECHAMIENTO”

presentado por **Jorge Iván Avila Rosales** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión de mercados eléctricos regulados** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





Guatemala, 19 de noviembre 2021

Como coordinador de la **Maestría en Artes en Gestión de Mercados Eléctricos Regulados** doy el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“EVOLUCIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL, RETOS Y DESAFIOS EN GUATEMALA PARA UN MEJOR APROVECHAMIENTO”** presentado por el Ingeniero Jorge Iván Ávila Rosales quien se identifica con carné 999001695.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Mtro. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador de Maestría
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



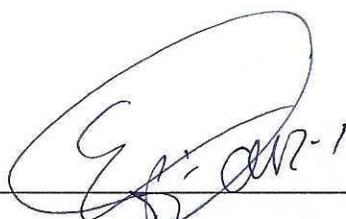
Guatemala, octubre de 2021.

M.A. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

Estimado M.A. Ing. Álvarez Cotí

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: "EVOLUCIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL, RETOS Y DESAFIOS EN GUATEMALA PARA UN MEJOR APROVECHAMIENTO" de la estudiante Jorge Iván Avila Rosales del programa de Maestría en Maestro en Gestión de Mercados Eléctricos Regulados, identificada con número de carné: 999001695.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



MSc. Ing. Máynor Godoy Arias
Colegiado No. 12717
Asesor de Tesis

Máynor Godoy Arias
Ingeniero Electricista
Col. 12,717

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por acompañarme y guiarme en este reto profesional y por ser mi fortaleza.
- Mi mamá** María Elena Rosales Arguelles, por ser el ejemplo por seguir y brindarme su apoyo incondicional.
- Mi pareja** Izaura Claudeth de León Miranda, por su amor, apoyo, comprensión y el tiempo brindado.
- Mi hija** Por ser la razón de mi existir y la motivación para ser un mejor padre.
- Mi hermano** Para que sirva de ejemplo y que pueda seguir adelante.
- Mis sobrinas** Por su cariño y alegría.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la *alma mater* que me forjó, no solo profesionalmente, sino también en espíritu.

**Facultad de
Ingeniería**

Por brindarme la oportunidad de formarme en el área eléctrica, la cual es mi vocación.

Mi asesor

M. C. Maynor Godoy Arias, por su apoyo en este proceso.

Mis amigos

Rolando Padilla, Marcos Miranda, Solimar Cárdenas, Edson Mazariegos, Cesar de León, Víctor Lutín, Bryan Interiano y Giovanni Carrera por acompañarme y animarme a seguir adelante en la maestría, por estar en todo momento, especialmente en los difíciles.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XVII
OBJETIVOS.....	XXI
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXVII
1 MARCO REFERENCIAL.....	1
2 MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Mercado Eléctrico Regional	5
2.2 Origen del Mercado Eléctrico Regional.....	5
2.3 Tratado Marco y sus protocolos.....	6
2.4 Principales características del Mercado Eléctrico Regional, Operación Técnica y Comercial.....	7
2.4.1 Definición de agente en el Mercado Eléctrico Regional	7
2.4.2 Comercialización el Mercado Eléctrico Regional.....	7
2.4.3 Estructura del Mercado Eléctrico Regional.....	8
2.4.4 La transmisión en el Mercado Eléctrico Regional.....	9
2.5 Operación comercial en el MER	9
2.5.1 Principales indicadores de la región	10
2.5.2 Evolución de transacciones que se realizan en el MER, y su evaluación por medio de indicadores	10
2.5.3 Agentes del Mercado Eléctrico Regional.....	10
2.5.4 Transacciones de oportunidad	11

2.5.5	Mercado regional de contratos.....	11
2.5.6	Contratos no firmes físico flexibles	12
2.5.7	Contratos firmes y derechos de transmisión	12
2.6	Evaluación del Mercado Eléctrico Regional.....	13
2.6.1	Evolución y desempeño del Mercado Regional	13
2.6.2	Estadística descriptiva	14
2.6.3	Medidas de resumen estadístico	15
2.6.4	Medidas de posición o de localización.....	15
2.6.5	Medidas de dispersión o escala.....	18
2.6.6	Indicadores de evolución en el MER.....	19
2.7	Análisis de estructura del Mercado Regional.....	20
2.7.1	Condiciones de los Mercados Eléctricos.....	20
2.7.2	Características de la energía eléctrica y estructura general de los Mercados Eléctricos	20
2.7.3	Competencia y poder de mercado	21
2.7.4	Estructura de mercado.....	24
2.8	Índices o indicadores de concentración.....	24
2.8.1	El índice de Lerner	25
2.8.2	Índice de concentración CRn	26
2.8.3	Índice Herfindalh Hirschma (IHH)	27
2.8.4	Índice de entropía	27
2.9	Incentivos para ejercer poder de mercado	28
2.10	Análisis del MER por medio de la matriz FODA	28
3	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	31
3.1	Análisis de las transacciones comerciales.....	31
3.2	Transacciones por región en el MER	36
3.3	Evaluación del grado de concentración del MER	60
3.4	Cargos en el MER	68

3.5	Comportamiento operativo de la línea SIEPAC	68
3.6	Análisis FODA del MER.....	73
3.7	Grado de aprovechamiento del MER por los agentes de Guatemala	76
4	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	81
4.1	Análisis interno.....	81
4.2	Análisis externo.....	84
	CONCLUSIONES	87
	RECOMENDACIONES	89
	REFERENCIAS	91
	APÉNDICE.....	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Medidas de posición.....	16
2.	Conducta incremento de precios de oferta.....	22
3.	Conducta incremento de precios de oferta.....	23
4.	Inyecciones anuales en el MER en GWh.....	32
5.	Crecimiento transacciones MER.....	32
6.	Transacciones MER 2015-2019 en GWh.....	33
7.	Inyección por país en el MER 2015-2019 en GWh.....	34
8.	Retiro por país en el mer 2015-2019 en GWh.....	35
9.	Precio promedio anual en el MER en us\$/MWh.....	35
10.	Crecimiento precio promedio anual en el MER.....	36
11.	Transacciones MER 2015-2019 en GWh.....	37
12.	Proporción transacciones MER.....	38
13.	Transacciones Guatemala 2015-2019 en GWh.....	39
14.	Proporción transacciones Guatemala.....	40
15.	Proporción tipo de transacción Guatemala.....	41
16.	Transacciones MER, El Salvador en GWh.....	41
17.	Proporción transacciones MER, El Salvador.....	42
18.	Tipo de transacción, El Salvador.....	43
19.	Transacciones MER, Honduras en GWh.....	44
20.	Proporción transacciones MER, Honduras.....	45
21.	Tipo de transacciones MER, Honduras.....	46
22.	Transacciones MER, Nicaragua en GWh.....	46
23.	Proporción transacciones MER, Nicaragua.....	47

24.	Tipo transacciones MER, Nicaragua.....	48
25.	Transacciones MER, Costa Rica en GWh	49
26.	Proporción transacciones MER, Costa Rica	50
27.	Tipo de transacción MER, Costa Rica	51
28.	Transacciones MER, Panamá en GWh	51
29.	Proporción transacciones MER, Panamá	52
30.	Tipo transacciones MER, Panamá.....	53
31.	Transacciones por contrato en MWh	54
32.	Participación transacciones por contrato	55
33.	Crecimiento transacciones por contrato MER.....	55
34.	Crecimiento transacciones por contrato, Guatemala	56
35.	Transacciones de oportunidad en MWh.....	57
36.	Participación transacciones de oportunidad.....	57
37.	Crecimiento transacciones de oportunidad MER	58
38.	Transacciones de oportunidad, Guatemala	58
39.	Transacciones de oportunidad y por contrato MER	59
40.	Crecimiento transacciones MER.....	60
41.	Agentes MER por país.....	61
42.	Proporción agentes MER por país	62
43.	Participación por país en la inyección.....	64
44.	Comportamiento índice de disponibilidad RTR	73
45.	Grado de aprovechamiento del MER por país	77
46.	Transacciones anuales por país	78
47.	Aprovechamiento anual del MER, por agentes de Guatemala	78
48.	Desagregación transacciones de Guatemala en el MER, por tipo en MWh.....	79
49.	Proporción transacciones Guatemala, desagregadas por tipo.....	80

TABLAS

I.	Operativización de variables	XXIV
II.	Principales indicadores socioeconómicos Centro América	10
III.	Inyecciones y retiros MER en GWh	33
IV.	Transacciones de energía MER 2015-2019 en GWh.....	37
V.	Proporción transacciones MER.....	38
VI.	Transacciones Guatemala por tipo 2015-2019 en GWh	39
VII.	Proporción transacciones Guatemala por tipo	40
VIII.	Transacciones MER, El Salvador por tipo en GWh	42
IX.	Proporción por tipo de transacción, El Salvador	43
X.	Transacciones MER, Honduras en GWh	44
XI.	Proporción transacciones MER por tipo, Honduras	45
XII.	Transacciones MER por tipo, Nicaragua en GWh	47
XIII.	Proporción transacciones MER por tipo, Nicaragua.....	48
XIV.	Transacciones MER por tipo, Costa Rica en GWh	49
XV.	Proporción transacciones MER por tipo, Costa Rica	50
XVI.	Transacciones MER por tipo, Panamá en GWh	52
XVII.	Transacciones de Inyección por Contrato en MWh.....	54
XVIII.	Transacciones de inyección de oportunidad en MWh.....	56
XIX.	Transacciones de oportunidad y por contratos MWh.	59
XX.	Agentes habilitados en el MER	61
XXI.	Proporción agentes MER	62
XXII.	Dominancia en el MER	63
XXIII.	Transacciones por agente en el MER	64
XXIV.	Índice de concentración	67
XXV.	Longitud línea transmisión de 230 kV	69
XXVI.	Detalle de la línea por país	69
XXVII.	Detalle línea transmisión por área de control.....	71

XXVIII.	Indisponibilidades programadas y forzadas RTR	72
XXIX.	Índice de disponibilidad	72
XXX.	Análisis Interno	74
XXXI.	Análisis externo	75
XXXII.	Transacciones por tipo de transacción MWh	76
XXXIII.	Transacciones anuales realizadas en el MER en GWh.....	77
XXXIV.	Transacciones en el MER de Guatemala, desagregadas por tipo, en MWh.....	79

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
US\$	Dólares americanos
GWh	Giga Watts hora
CRn	Índice de cuota de mercado
Re	Índice de entropía
IHH	Índice de Herfindalh Hirschma
L	Índice de Lerner
MWh	Mega Watts hora
Si	Porcentaje de mercado que representa un agente
P	Precio de mercado
MC	Precio de mercado
Q	Quetzales
W	Watts

GLOSARIO

Administrador del Mercado Mayorista (AMM)	Entidad privada sin fines de lucro, encargada de operar el SNI y el Mercado Mayorista, además de velar por la continuidad del suministro y la garantizar el que se cubra la demanda
Base de datos regional	Base de datos que contiene toda la información relacionada con las instalaciones del SER, el planeamiento, operación y administración del MER
Cargo por regulación	Se denomina así a los recursos económicos requeridos para el funcionamiento de la CRIE.
Cargo por operación	Se denomina así a los recursos económicos requeridos para el funcionamiento del EOR.
Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE)	Órgano técnico del Ministerio de Energía Eléctrica y es el ente regulador del sector eléctrico guatemalteco.
Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE)	Ente regulador Regional y Normativo Regional, independencia económica y funcional, y especialidad técnica.

Ente Operador Regional (EOR)	Ente encargado de la gestión comercial y operativa del Mercado Eléctrico Regional y sus agentes.
EPR	Empresa propietaria de la red
Inyección	Transacciones de energía inyectadas por un agente al MER
MER	Mercado Eléctrico Regional
Mercado de Contratos Regional (MCR)	Conjunto de contratos de importación o exportación de energía eléctrica habilitados en los respectivos países miembros y que son confirmados entre agentes de distintos mercados al EOR
Mercado de Oportunidad Regional (MOR)	Es el ámbito en donde se administran las ofertas ocasionales regionales de inyección y retiro de energía eléctrica y las ofertas de flexibilidad de contratos del Mercado de Contratos Regional
OS/OM	Operadores de Sistema y Mercado
Red de Transporte Regional (RTR)	Red de transmisión destinada a transmitir la energía eléctrica transada en el mercado regional
Retiro	Transacciones de energía retirada por un agente al MER

RTR	Red de Transporte Regional
SIEPAC	Sistema de Interconexión Eléctrica de América Central
Sistema Eléctrico Regional (SER)	Sistema eléctrico regional integrado por los sistemas eléctricos de los países miembro
SG-SICA	Secretaría General del Sistema de la Integración Centroamericana

RESUMEN

El propósito de la investigación fue calificar y evaluar el comportamiento que ha tenido el Mercado Eléctrico Regional. Además de establecer el desempeño y el grado de aprovechamiento que han tenido en lo individual los agentes con participación en el MER, y como bloque por parte de Guatemala. Con ello poder contar con la información necesaria para la toma de decisiones, en cuanto a un mejor y duradero aprovechamiento del MER por parte de Guatemala.

El objetivo general del estudio consistió en aplicar la estadística descriptiva, la utilización de índices o indicadores, además de un análisis FODA, y que por medio de estos se puedan tener los insumos necesarios para determinar los retos y desafíos para un mejor aprovechamiento de los agentes del mercado guatemalteco en el MER.

La metodología utilizada es del tipo de investigación cuantitativa no experimental, el alcance es descriptivo, ya que, por medio de una evaluación estadística, por medio de tendencia e indicadores de concentración y dominio de mercado, se realizó una evaluación del comportamiento del Mercado Eléctrico Regional, y el aprovechamiento que ha tenido Guatemala en el período del año 2015 al año 2021.

El principal aporte es el de establecer un procedimiento repetible en el tiempo y aplicable a cualquier mercado eléctrico, por medio del cual se puede establecer tanto con insumos de carácter cualitativo como cuantitativo una

radiografía del comportamiento de un mercado eléctrico en este caso el MER para el área de Centro América.

En conclusión, el Mercado Eléctrico Regional ha presentado un crecimiento promedio interanual del 17.38 %, siendo el principal exportador Guatemala, derivado de la participación de sus distintos agentes participantes en el MER, con un 65.2 % de las transacciones.

Mayoritariamente Guatemala realiza transacciones por medio de contratos, representando un 64 % de la totalidad de sus inyecciones de energía al MER. Además de establecerse que, en el MER, no se cuenta con un grado de dominancia importante por parte de ningún agente, además de ser un mercado moderadamente concentrado y no existe demasiada injerencia de mercado en los principales agentes, y no existe mayor incertidumbre por parte de los agentes, en cuanto a su participación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Contexto general

El Mercado Eléctrico Regional tiene su sustento en el marco regulatorio definido en el Tratado Marco, en el cual se establecen los objetivos principales que este debe cumplir, estableciendo en este las directrices del sector eléctrico de la región, el cual tiene como orientación principal el de atender las necesidades identificadas para dicho sector.

El objetivo del tratado marco posterior a su creación, es el de que exista en el mercado regional un crecimiento regional en el sector electricidad, con base a un trato sin discriminación y de carácter recíproco, y que con el motor que representa en el crecimiento económico que representa la electricidad, se contribuya efectivamente al desarrollo sostenible de la región Centro Americana.

El Tratado Marco contempla tres componentes fundamentales, el primero de ellos es el Mercado Eléctrico Regional, ámbito en el cual se pueden realizar transacciones de carácter regional de electricidad, entre los distintos agentes del mercado, bajo características, condiciones y plazos de transacción bien definidas. Otro de los componentes es la generación regional, en la cual se contempla la promoción de proyectos de generación con carácter de regional, mismas que al estar en operación deben ser despachadas con criterios de operación económica para la región. El tercer componente fundamental es la red de transporte regional, la cual está constituida por los sistemas

interconectados regionales, la cual tiene un carácter de libre acceso a los agentes, y su remuneración es aprobada por parte de la CRIE.

Guatemala aprobó y ratificó el Tratado Marco del Mercado Eléctrico Regional, por lo que tiene las facultades de participar activamente como miembro de este. Dicho abrió los mercados nacionales al mercado regional, tanto a la posibilidad de realizar transacciones comerciales, compra y venta de energía, así como al sistema de transmisión regional, esto para los distintos agentes y participantes de cada país de la región.

Descripción del problema

Tradicionalmente Guatemala ha sido un neto exportador hacia la región, pero el Mercado Eléctrico Regional y en si la región, se encuentra en constantes cambios, por lo que su constante seguimiento y la implementación de cambios de carácter estratégico, además de implementarse estos en los momentos adecuados, se hace necesario identificar las ventajas y desventajas que existentes, y la incidencia que estas puedan tener en las exportaciones de Guatemala hacia la región Centroamericana.

Dentro de este contexto el Mercado Eléctrico Nacional guatemalteco ha implementado políticas efectivas para el desarrollo de dicho sector, definiendo los objetivos a considerar en su accionar de las distintas instituciones que lo conforman, en cuanto al marco regulatorio, evolución del sistema eléctrico interconectado, de manera que este sea fortalecido, y que los distintos agentes que conforman dicho mercado nacional, puedan ejercer un crecimiento y un aprovechamiento más efectivo en las transacciones que realizan de manera nacional y regional.

De allí que exista relevancia e importancia en la medición y evaluación cronológica para el establecimiento de una línea base, que pueda evaluar el desempeño y aprovechamiento del MER por parte de agentes guatemaltecos, ya que teniendo claro el desarrollo que haya tenido el MER, y realizando una evaluación de las fortalezas y oportunidades de manera que puedan plantearse los retos necesarios para una mejora en las transacciones y los beneficios en el mercado regional. Por lo que, si esto no es evaluado de manera continua y adecuada, pueden repetirse o magnificarse errores cometidos dentro de la historia del MER y el desempeño para Guatemala.

Formulación del problema

A continuación, se describen la formulación del problema:

- Preguntas central

¿Qué evolución ha tenido el Mercado Eléctrico Regional, y que grado de desempeño, retos y desafíos han presentado los agentes guatemaltecos en este?

- Preguntas auxiliares

¿Qué evolución y que grado de aprovechamiento han tenido los países y agentes que participan en el Mercado Eléctrico Regional?

- ¿Es posible evaluar el desempeño en el MER, de los distintos agentes y países que lo conforman, por medio de un análisis estadístico de las transacciones realizadas y del planteamiento de indicadores?

- ¿Qué retos y desafíos existen en el subsector eléctrico guatemalteco, y que medidas son necesarias implementar para mejorar su aprovechamiento en el MER?

Delimitación del problema

El Mercado Eléctrico Regional (MER) cuenta con el Tratado Marco como normativa fundamental, dicho tratado fue aprobado por los representantes de los gobiernos de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá en mayo del 2000, por lo que inicialmente el problema se encuentra delimitado al marco regulatorio y las transacciones realizadas en dicho mercado regional, derivado de la interacción entre dichos países y su actividad de importación y exportación.

Todo esto tomando en cuenta que la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica CRIE, ha regulado el que hacer del MER por medio del Reglamento del Mercado Eléctrico Regional (RMER), con el objetivo que este evolucione hasta alcanzar una posición amplia, abierta y competitiva, por lo que el ámbito del problema se delimita además a la evaluación del desarrollo del MER, y que grado de aprovechamiento ha tenido Guatemala como bloque, y los distintos factores que hayan incidido positiva o negativamente, para un crecimiento sostenido en las transacciones realizadas para los últimos 5 años.

OBJETIVOS

General

Establecer la evolución que ha tenido el mercado eléctrico regional, determinando el desempeño y la participación que han tenido los agentes guatemaltecos en este, y que sirvan como insumo para determinar los retos y desafíos, para un mejor aprovechamiento por parte de los agentes del mercado guatemalteco en el Mercado Eléctrico Regional (MER).

Específicos

1. Determinar la evolución y el grado de aprovechamiento que han tenido los países y agentes que participan en el MER.
2. Analizar el grado de concentración y dominancia en el MER, en relación con los distintos agentes y países que participan, por medio de un análisis estadístico, e indicadores de participación.
3. Establecer las principales medidas a implementar, para fomentar una mayor participación y aprovechamiento del MER por los agentes guatemaltecos, tanto en aspectos regulatorios como económicos.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

- Características del estudio

El enfoque de la investigación es mixto, ya que recopila, analiza e integra tanto la investigación cuantitativa como cualitativa. Es del tipo descriptiva, porque se puntualizan las características de la población objeto del estudio, sin asociar ninguna hipótesis. El análisis se realiza por medio de estadística descriptiva, uso de indicadores de concentración de mercado, en los últimos 5 años de su actividad comercial. El diseño adoptado es no experimental, ya que los datos y la información de las transacciones comerciales, y la información operativa del MER se encuentra en su estado original sin ninguna manipulación. El alcance es descriptivo porque solamente es una propuesta.

- Unidades de análisis

Las unidades de medida son las transacciones y crecimiento regional del mercado eléctrico regional, utilizando la población total, para cada uno de los países miembro, y con un enfoque principal en la participación de Guatemala en el MER. Dichas unidades se encuentran agrupadas en la base de datos regional, por día y en lapsos de tiempo horarios, de las cuales se procederá a extraer dicha información y agruparla en una base de datos, la cual contendrá la información histórica en una línea de tiempo que permita evaluar en su totalidad el comportamiento del MER, se tomó en cuenta la totalidad de la población de los datos con que se contaba.

- Variables

Con la combinación de algunas de las variables disponibles y posterior a un análisis exploratorio de la base de datos regional, con los indicadores de concentración preestablecidos y el análisis estadístico se presentan las principales características en relación con las transacciones económicas en el MER.

Tabla I. **Operativización de variables**

Criterio	Categoría	Númérica	Manipulable	Observable	Escala de Medición	Indicadores
<i>Demanda Eléctrica Regional</i>		Continua		Si	Razón	_Razón de crecimiento _Producto interno bruto _Cobertura eléctrica
<i>Oferta Eléctrica Regional</i>		Continua		Si	Razón	_Capacidad instalada _Crecimiento demanda _Crecimiento agentes y transacciones
<i>Calidad del Producto Técnico</i>		Continua	Si		Razón	_Regulación de tensión. _Factor de potencia. _Desbalance de voltaje y corriente
<i>Calidad del Servicio Técnico</i>		Continua	Si		Razón	_Interrupciones _Duración _Energía no suministrada
<i>Concentración de Mercado</i>		Continua	Si		Razón	_Índice de Lerner _Índice de Concentración _Índice Herfindalh Hirschma IHH. _Índice de Entropía
<i>Medición del Impacto Regulatorio</i>	Dicotómica			Si	Razón	_Cumplimiento normativo _Resultados regulatorios

Fuente: elaboración propia.

- Fases del estudio

A continuación, se describen las principales fases a realizar en el trabajo de investigación.

Fase inicial: obtención y preparación de la base de datos.

Después de realizar el estado del arte, en cuanto a las transacciones comerciales y la gestión operativa en el MER, fue necesario identificar la ubicación de la información que contiene cada una de estas. Para lo cual se obtuvieron y analizaron los datos contenidos en la base de datos regional, además de otra información complementaria de distintas instituciones del subsector eléctrico tanto nacional como regional.

Fase 1: análisis por medio de indicadores de mercado

Determinar el grado de evolución del mercado eléctrico regional por tipo de transacción y agentes por regio o país. Para este objetivo se utilizará el tipo de investigación cuantitativa, por medio del planteamiento de indicadores de evolución de mercados eléctricos, análisis estadístico de información y la evaluación de estos por medio de la trazabilidad de indicadores.

Fase 2: análisis estadístico

Con la información de las transacciones históricas realizar un análisis estadístico de las mismas, además de un análisis por medio de indicadores de desempeño de mercados e indicadores propios de manera que se pueda identificar y evaluar claramente el comportamiento y evolución del mercado. Para dicho objetivo inicialmente se pretende determinar por medio de investigación

cuantitativa, y un análisis estadístico el desempeño del mercado eléctrico regional.

Fase 3: análisis FODA

Por medio de la matriz FODA o DAFO, se pretende realizar una evaluación de las fortalezas y oportunidades con las cuales cuentan los agentes guatemaltecos que participan en el MER, y poder establecer los retos y condiciones necesarias para incrementar su dominio en dicho mercado. Para evaluar dicho objetivo se utilizarán de manera conjunta la investigación cuantitativa, y un análisis estadístico de las variables, por medio de un análisis estadístico descriptivo, análisis de bases de datos y cálculo numérico de indicadores de concentración y de dominio, así como el análisis FODA.

Fase 4: redacción del informe final

Con el análisis cuantitativo y cualitativo se procedió a realizar el análisis de resultados y la redacción del informe final incluyendo los gráficos, tablas y demás medios necesarios para la representación de los resultados considerados más relevantes.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación es una sistematización, ya que propone la implementación de una metodología de evaluación del Mercado Eléctrico Regional (MER), de manera cuantitativa y cualitativa, para obtener un mejor desempeño de los agentes guatemaltecos. Esta se enmarca para el monitoreo del mercado regional, en el uso de la estadística descriptiva, el uso de indicadores e índices de concentración y dominancia, además de la herramienta FODA. Obteniendo con ello una evaluación integral del grado de aprovechamiento de los agentes guatemaltecos, en el ámbito de dicho mercado regional, así como también las problemáticas y retos que se deben afrontar.

El problema radica en que los mercados eléctricos cuentan con una característica de evolución constante, derivado de las condiciones cambiantes en la demanda, nueva competencia, condiciones sociopolíticas, económicas, precios, entre otros, lo que hace este altamente competitivo, por lo que resulta imperativo tener a mano información oportuna, que garantice una adecuada toma de decisión a nivel estratégico, y que por medio de esta se garantice un importante aprovechamiento para Guatemala como región.

La importancia de evaluar la evolución del mercado regional radica en toma de decisiones oportunas para lograr una mejora del desempeño de los agentes guatemaltecos como bloque, por medio del seguimiento a las variables de control que modifican el crecimiento o contracción de las operaciones que realizan los distintos agentes en el MER.

Contar con un estudio de investigación con las características indicadas, es de gran importancia para comprender la evolución y desempeño del MER de los distintos agentes que lo conforman, o por región, con ello puede obtenerse una trazabilidad respecto de un histórico de información, las distintas tendencias y comportamientos. El principal beneficio es el de contar con una herramienta de análisis, que puede ser utilizada tanto para el mercado regional como para otros tipos de mercados, obteniendo información valiosa y oportuna para la toma de decisiones de carácter estratégico.

El diseño del estudio es no experimental, debido a que no se realizaron pruebas de laboratorio o experimentos.

La metodología de la investigación tiene un enfoque mixto, es decir cuenta con un análisis cuantitativo y cualitativo, en la cual se encuentra documentado los resultados del análisis de la información por medio de la estadística descriptiva, determinación de los indicadores de concentración y dominancia, así como de la matriz FODA, lo cual se encuentra en la sección de resultados.

El desarrollo y conclusión del estudio se considera factible, ya que se contó con la base de datos de información de transacciones y operativa del MER, así como los recursos, herramientas e insumos necesarios para culminar dicho análisis según lo planificado previamente.

La estructura del presente informe se encuentra dividida en cuatro capítulos. El primero contempla el marco referencial, en el cual se incluye la revisión bibliográfica de estudios previos en los cuales se llevaron a cabo análisis similares para mercados eléctricos incluyendo el MER.

1 MARCO REFERENCIAL

El conocimiento de los mecanismos de regulación y supervisión de la calidad implementados en estos nuevos diseños de los Mercados Eléctricos todavía es limitado, y tanto los instrumentos utilizados como los resultados obtenidos en los diferentes países han sido muy diversos. A continuación, se describen algunas teorías y estudios relacionados con las características de los mercados eléctricos, en cuanto a su grado de competencia y niveles de concentración.

El funcionamiento real de los mercados suele llevar a resultados distintos, algunas veces muy alejados y otras veces cercanos a lo que predice el modelo de competencia perfecta. En ese sentido, se reconoce que existen fallas de mercado, las cuales están referidas a situaciones en las que el funcionamiento de los mercados no lleva a los niveles de eficiencia y asignación de recursos que predice el modelo de competencia perfecta. (Dammet, Cargía y Molinelli, s.f., p. 150)

Existen varios fenómenos que pueden dar lugar a fallas de mercado, entre los principales se encuentran: el poder de mercado, monopolios naturales, y las externalidades de agentes que al tomar decisiones puedan afectar a otros de manera negativa, los bienes públicos, información asimétrica. Por lo que se hace necesario que, en los mercados eléctricos, se realicen constantemente mediciones del grado de concentración y del poder de mercado que puedan ejercer los distintos agente o países como bloque, de manera que se pueda garantizar una competencia entre los mismos, en beneficio económico general.

Como se ha visto en algunos mercados eléctricos a nivel internacional, la experiencia de desregulación del sector eléctrico hacia el mejoramiento del bienestar social, indica que este proceso se sustenta en la competitividad de los mercados eléctricos mayoristas, reconociéndose que uno de los obstáculos para alcanzar este objetivo es el poder de mercado. Además, las empresas de generación que compiten entre ellas dependen de la capacidad del sistema de transmisión, y cuando este sistema presenta congestión, el mercado se fragmenta en zonas cuyos mercados pueden ser más concentrados y donde el generador dominante puede ejercer poder de mercado local, produciéndose pérdidas de eficiencia en ambos factores lo que impide un mercado competitivo. (Luyo, s.f., p. 250).

Por lo que fue de suma importancia utilizar la información de costos de las transacciones dentro del MER, además de las características técnicas que como externalidades inciden en las transacciones económicas dentro de este, identificando algunas condiciones que pueden generar afectaciones importantes.

En el mundo, el desarrollo de los mercados eléctricos ha estado caracterizado por su dinamismo. Además de contener algunas particularidades que van desde el vínculo demanda y la oferta, y la acción del ente regulador, lo que los hacen ser individualizados y difíciles de realizar estudios que arrojen conclusiones universales válidas, salvo bajo consideraciones muy globales. Bajo esta premisa, el proyecto de investigación *Desarrollo de sistemas de seguimiento a mercados eléctricos internacionales*, auspiciado por Colciencias e ISA, y desarrollado por el Observatorio Colombiano de Energía y el Grupo de Energía de la Facultad de Minas, Universidad nacional de Colombia, tiene como uno de sus objetivos la búsqueda e identificación de las principales tendencias de

evolución de los sectores eléctricos de los países que conforman la Comunidad Andina de Naciones (CAN). El objetivo es presentar la metodología empleada para la búsqueda e identificación de dichas tendencias. García, s.f., p. 275).

La metodología trazada en el documento Sistemas de Seguimiento a Mercados Eléctricos Internacionales, es útil para inversionistas que requieren invertir en un mercado eléctrico en particular, así como dentro de los procesos de integración regional, y que están interesados para realizar un diagnóstico del desempeño en un mercado de este tipo. Por lo antes mencionado esta investigación sirvió dentro del ejercicio del presente estudio para identificar los principales aspectos del mercado eléctrico regional, así como sus principales facetas.

El MER tiene las bases jurídicas, regulatorias, institucionales y de voluntad política para avanzar y seguir consolidándose como un séptimo mercado, pero todavía tiene retos importantes y barreras que superar, para aumentar las transacciones regionales y ampliar las posibilidades de obtener mayores beneficios para sus participantes.

En los informes anuales realizados por la CRIE, se encuentra plasmada información de carácter anual, en cuanto a las transacciones comerciales realizadas en el año en curso, incluyendo la estadística de las transacciones comerciales, así como una evaluación general del grado de concentración y dominancia en este mercado. Siendo esta información y análisis utilizado para validar los resultados del presente informe, además de extrapolar el análisis a un periodo multianual, brindando así un mayor panorama.

2 MARCO TEÓRICO

El marco teórico que se presenta a continuación pretende dar a conocer los conceptos básicos necesarios para el entendimiento del presente estudio, asimismo para la presentación de los resultados obtenidos.

2.1 Mercado Eléctrico Regional

Desde el punto de vista económico, la electricidad y sus componentes de energía y potencia, son susceptibles a ser compradas, vendidas y comercializadas bajo cierta estructura y condiciones. Siendo un mercado eléctrico un sistema con reglas establecidas, para poder realizar actividades comerciales de compra y venta de electricidad, pudiendo ser a corto, mediano y largo plazo, o de carácter nacional o internacional.

2.2 Origen del Mercado Eléctrico Regional

Los sistemas eléctricos de potencia que alimentan las principales ciudades o países del mundo generalmente son aislados y alimentan una región específica con la energía eléctrica que demandan las mismas. Estos sistemas pueden evolucionar a sistemas regionales por medio de interconexiones eléctricas, con el objeto de buscar una mejora en sus características operativas, como lo son la estabilidad de los sistemas, respaldo y garantía de continuidad de suministro, mejoras en la calidad del servicio. Además, al interconectarse buscan acceder a economías de escala, para beneficio de la región.

Otros motivos también pueden ser de carácter técnico y político, ya que por medio de las interconexiones eléctricas de los países de una región se promueve la asistencia y respaldo en el suministro eléctrico entre estos, además de permitir una complementariedad entre los recursos que cada país cuenta para la generación de energía, de manera que pueden compartirse estos recursos sin que determinado país cuente con los mismos.

El mercado eléctrico regional en el área de Centro América surgió en 1996, por medio de la suscripción de un Tratado Marco por medio de los países miembro, en la cual se establecen los objetivos y principios bajo los cuales dicho mercado funciona.

2.3 Tratado Marco y sus protocolos

El primer Tratado Marco es la norma fundamental del Mercado Eléctrico Regional (MER), dicho tratado fue aprobado por representantes de los gobiernos de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Panamá en el mes de mayo del año 2000. El diseño general del Mercado Eléctrico Regional se visualiza como un séptimo mercado, superpuesto a los seis mercados nacionales de cada país ya existentes, y con sus características funcionales particulares de cada país. El MER cuenta con regulación regional, en la cual los agentes que hayan sido habilitados por el EOR están facultados para realizar transacciones internacionales de energía eléctrica en la región Centro Americana incluyendo a cada país miembro del MER.

2.4 Principales características del Mercado Eléctrico Regional, Operación Técnica y Comercial

El Mercado Eléctrico Regional es un mercado superpuesto al mercado nacional, en este se realizan actualmente transacciones comerciales mediante intercambios de oportunidad, como resultado de un despacho económico regional, y contratos previamente establecidos entre los agentes de dicho mercado. A excepción de los transportistas los agentes del mercado pueden vender o comprar energía, sin que existan aspectos discriminatorios de ninguna índole, además de garantizarse el libre tránsito por el sistema de transporte por las redes de transmisión de los países miembro del Mercado Eléctrico Regional.

2.4.1 Definición de agente en el Mercado Eléctrico Regional

Los agentes del Mercado Eléctrico Regional son quienes realizan las actividades en el mercado, estos agentes pueden ser personas naturales o jurídicas que tengan como actividad la generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad, además de incluir a los grandes consumidores.

2.4.2 Comercialización el Mercado Eléctrico Regional

Los productos y servicios prestados en el Mercado Eléctrico Regional son:

- Energía eléctrica
- Servicios auxiliares
- Servicios de transmisión regional
- Servicios para la operación del sistema
- Servicio de regulación del Mercado Eléctrico Regional

Además de que las transacciones de energía en el Mercado Eléctrico Regional se realizan únicamente por medio contratos regionales, el cual está conformado por el conjunto de contratos de inyección o retiro de energía eléctrica que se hayan realizado entre agentes. Pudiendo existir dos tipos principales de contrato, según su prioridad de suministro, los contratos firmes y los contratos no firmes.

La otra forma de realizar transacciones en el MER es por medio del Mercado de oportunidad regional, siendo este un mercado de corto plazo, y se basa en ofertas diarias de inyección o retiro de energía, para cada período de mercado y en los nodos habilitados de la red de Transporte Regional habilitados comercialmente para ese fin.

Toda transacción comercial de energía que se realiza en el Mercado Eléctrico Regional determina su valor aplicando un sistema de precios nodales. Para lo cual hay que considerar que los precios nodales son de corto plazo y que representan los costos marginales de operación, los cuales varían dependiendo de las inyecciones y retiros de energía en la red

2.4.3 Estructura del Mercado Eléctrico Regional

La organización y el funcionamiento de los organismos regionales tienen por objeto cumplir de manera transparente y con eficiencia los objetivos y funciones establecidas para el funcionamiento del Mercado Eléctrico Regional.

En el Mercado Eléctrico Regional se encuentra establecida su estructura, y se encuentran establecidas normas generales para su funcionamiento, además de contar ya con una estructura con instituciones regionales bien definidas:

- La Comisión Regional de Interconexión (CRIE) regulando el Mercado Eléctrico Regional y sus relaciones entre agentes de conformidad con lo dispuesto en el Tratado Marco, sus Protocolos y sus reglamentos.
- El Ente Operador Regional (EOR), siendo este órgano regional el encargado de dirigir y coordinar las operaciones técnicas del Sistema Eléctrico Regional, previa aprobación de la CRIE.

2.4.4 La transmisión en el Mercado Eléctrico Regional

La Red de Transporte Regional (RTR) se le denomina al conjunto de instalaciones que componen el sistema de transmisión, y que tienen como objeto permitir el intercambio regional y por medio de las cuales se hacen las transacciones comerciales en el Mercado Eléctrico Regional, de manera que esta presta así el servicio de transmisión regional. Esta red está conformada por instalaciones que son propiedad de transportistas de los distintos países pertenecientes al mercado eléctrico regional, además de contar con instalaciones de la EPR las cuales fueron creadas con el objetivo de ampliar la capacidad de transporte entre los países miembro del MER, y cuya operación y supervisión es realizada por el ente operador regional (EOR) y los Operadores del sistema y operadores del mercado (OS/OM)

2.5 Operación comercial en el MER

Las actividades del MER se realizan entre sus agentes pudiendo ser estas empresas de generación, transporte, distribución y comercialización de energía, además de los grandes usuarios o consumidores. Debiendo estar estos agentes legalmente autorizados para participar en el MER, adquiriendo así derechos y obligaciones derivadas de su condición de agente en el mercado eléctrico regional.

2.5.1 Principales indicadores de la región

Los principales indicadores socioeconómicos de los países que conforman el MER se presentan a continuación:

Tabla II. **Principales indicadores socioeconómicos Centro América**

País	PIB per cápita (US\$)	Inflación %	Facilidad hacer negocios (Ranking)	Energía Renovable (% Matriz)
Guatemala	4,383	2.1	96	59.3
El Salvador	4,023	0.2	91	67.6
Honduras	2,592	3.2	133	74.8
Nicaragua	1,828	4.3	142	63.0
Costa Rica	11,804	0.7	74	99.8
Panamá	14,390	-0.8	86	82.0

Fuente: Banco Mundial. (2006). *Informe Anual Banco Mundial*.

2.5.2 Evolución de transacciones que se realizan en el MER, y su evaluación por medio de indicadores

Según lo establece el tratado marco las actividades en el mercado eléctrico regional, se realizan entre agentes reconocidos para dicho fin, pudiendo ser estos generadores, transportistas, comercializadores y distribuidores.

2.5.3 Agentes del Mercado Eléctrico Regional

Todos los agentes de mercado de los países miembro son además agentes del mercado regional, y para poder hacer transacciones deben cumplir con el registro ante el EOR. El mercado regional es un mercado orientado a que se puedan realizar transacciones entre agentes y no entre operadores y países. Existe una diferencia entre los países y cada de los participantes del mercado

regional tiene la facultad de definir su propio modelo mercado eléctrico nacional, tomando en cuenta la integración vertical del mismo, con el objeto de que se puedan los costos asociados a cada una de las actividades.

2.5.4 Transacciones de oportunidad

Es necesario que los agentes tomen en cuenta que las transacciones de energía en el MER son realizadas por periodos de mercado, esto a través de las siguientes posibilidades:

- Compromisos contractuales adquiridos entre agentes.
- Ofertas de inyección o retiro de energía de energía en los nodos de la red de transporte regional, dichos nodos han sido definidos para dicho fin.

Se tiene que tomar en cuenta que el mercado de oportunidad es de corto plazo, y se basa en ofertas de inyección y retiro de energía, como se indicó en periodos de mercado y en los nodos de la RTR, dichas ofertas deben ser presentadas con un día de anticipación a la operación del mercado. Estas transacciones son producto de un predespacho de inyección y retiro de energía en los nodos de la RTR, y desviaciones de control derivado de eventos, ya sea por regulación o contingencias en la RTR.

2.5.5 Mercado de contratos regional

Esta figura tiene por objeto dotar a los agentes del MER de instrumentos para manejo de los riesgos en el suministro y precio de la energía, además de tener una característica de largo plazo, lo cual permite las inversiones en infraestructura regional. Este mercado comprende la totalidad de contratos entre

agentes, inyección y retiro de energía en los nodos de la RTR, los cuales han sido validados por los OS/OM y que se encuentran sujetos a la regulación. Estos contratos tienen la condición que únicamente pueden celebrarse entre agentes de distintos países miembro, pudiendo existir de dos tipos de acuerdo con la firmeza de entrega de energía comprometida: los que establecen prioridad de suministro hacia la parte compradora, y los no firmes los cuales no establecen prioridad de suministro.

2.5.6 Contratos no firmes físico flexibles

Según lo establece el marco regulatorio del mercado regional los contratos no firmes pueden ser de dos tipos:

- **Financieros:** dichos contratos no afectan el predespacho regional, y por lo tanto únicamente tienen efecto en las conciliaciones de las transacciones.
- **Físico Flexibles:** en estos los compromisos físicos de energía pueden ser flexibilizados en el despacho regional mediante ofertas de oportunidad y que se encuentren asociados a contratos.

2.5.7 Contratos firmes y derechos de transmisión

Es necesario tomar en cuenta que los contratos firmes deben tener asociados derechos de transmisión definidos, entre los nodos de inyección y retiro.

Además, según lo indicado en el marco regulatorio, es necesario tomar en cuenta los cargos por transmisión, ya que toda transacción de energía que se realiza en el MER ya sea en el mercado de contratos o en el de oportunidad,

deben pagar cargos variables de transmisión, esto como parte de los cargos por servicio de transmisión, por lo que todo agente guatemalteco debe considerar dichos cargos.

2.6 Evaluación del Mercado Eléctrico Regional

En este capítulo se presentan los fundamentos teóricos de la teoría del comportamiento estratégico, contemplando fundamentos de la competencia de mercados eléctricos y entre los distintos agentes que lo conforman. Este tipo de análisis se basa en condiciones de comportamiento real del Mercado Eléctrico Regional, estableciendo niveles de concentración basado en índices reconocidos y análisis estadístico de las transacciones comerciales registradas, por medio del cual se puede determinar cómo los distintos agentes que conforman este mercado con características de oligopolio, y con diversas interacciones estratégica que pretenden establecer condiciones de poder y de dominio del mercado.

2.6.1 Evolución y desempeño del Mercado Regional

El Mercado Eléctrico Regional es el ámbito en el cual se pueden realizar transacciones regionales de compra y venta de energía eléctrica, dichas transacciones se realizan entre agentes autorizados a participar. Este mercado opera de manera permanente por medio de transacciones comerciales de energía, por medio de intercambios de corto plazo, por medio de un despacho de carácter económico regional, las cuales se realizan por medio de contratos de mediano y largo plazo entre los distintos agentes que así lo requieran.

2.6.2 Estadística descriptiva

La estadística descriptiva es una rama de la estadística, que nos brinda recomendación de como resumir, de una forma clara y muy sencilla, los datos obtenidos de una investigación, por medio de tablas, gráficas y figuras que la hacen de fácil comprensión.

El objetivo primordial es proporcionar información puntual de los resultados obtenidos en la investigación, por medio de un análisis descriptivo, en base a los objetivos de la investigación, y de las variables que se registraron. Por lo que es importante el revisar tanto los objetivos como las variables planteadas en la investigación, previo a realizar el análisis descriptivo.

Es necesario identificar las escalas de medición de las variables registradas dentro del proceso de la investigación, las cuales se pueden clasificar:

- Cuantitativas o métricas. Estas se definen por la existencia de una unidad de medición, que se puede contar por medio de unidades enteras, además de ser medible por algún atributo físico y por medio de algún instrumento. Pudiendo subclasificarse en continuas o discretas, dependiendo si aceptan fracciones o unidades enteras respectivamente.
- Cualitativas o categóricas. Estas se caracterizan por clasificar a los individuos y fenómenos únicamente en relación con sus atributos.

2.6.3 Medidas de resumen estadístico

Cuando se tienen un grupo de datos, es común que se pretenda describir por medio de un solo número. Para ello se utilizan las mediciones de tendencia central. Por medio de estas medidas de tendencia, se presentan distintas formas de resumir la distribución de la población de una variable numérica, como es el caso de las transacciones comerciales en el MER.

De manera que se tenga un resumen del conjunto de datos objeto de análisis, pasando de una visión detallada a una generalización, que sea simple y de carácter informativo, pero que preserve las características esenciales del conjunto de datos.

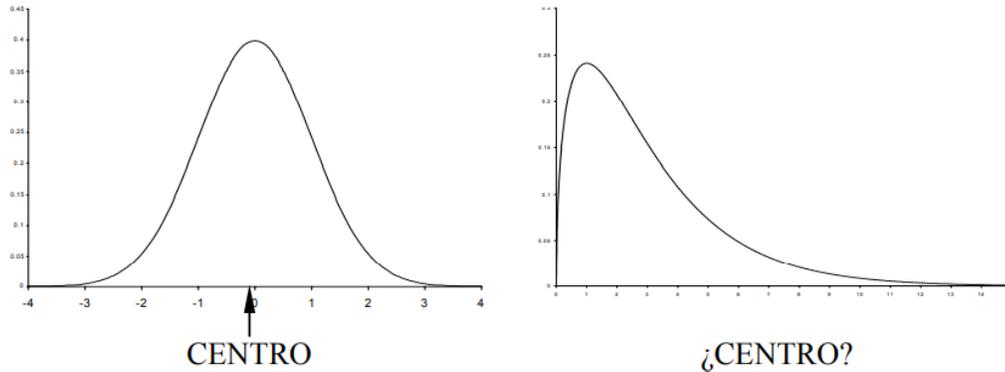
Estas medidas de resumen estadístico son útiles para presentar los resultados de un estudio o investigación, así como para comparar conjuntos de datos cualitativos, estas pueden ser de dos tipos:

- Medidas de posición o de localización. Estas describen un valor alrededor del cual se encuentran las observaciones.
- Medidas de dispersión o escala. Estas pretenden describir en qué medida varía un conjunto de datos.

2.6.4 Medidas de posición o de localización

Esta medida pretende establecer donde se encuentra el centro de una distribución de un conjunto de datos. El centro de una distribución de datos es simple de encontrar si es una distribución simétrica, mientras que si la distribución es asimétrica es más difícil establecer.

Figura 1. **Medidas de posición**



Fuente: USAC. (2011). *Manual de Estadística Descriptiva*.

Derivado a que existen distribuciones de datos simétricas y asimétricas, no existe una única medida de distribución para resumir la distribución.

- Promedio o media aritmética. Es la medida de posición que se utiliza con más frecuencia. Esta se utiliza para datos numéricos, y representa el punto de equilibrio o el centro de gravedad de un conjunto de datos.

$$X = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Ecuación 1.

n es el número de datos de la población, denotados por X_1, X_2, \dots, X_n

- La moda. La moda es el dato que ocurre con mayor frecuencia en el conjunto de datos. Es una medida más robusta que la media aritmética, y utiliza más información para su determinación. Siendo esta una medida de mucha importancia, ya que permite planificar la satisfacción de necesidades de la mayoría.

- Media ponderada. Su característica principal radica en que su resultado depende del peso que se le da a cada uno de los valores asignados según un criterio específico.

$$X_p = \frac{\sum_{i=1}^n x_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} = \frac{x_1 p_1 + x_2 p_2 + x_3 p_3 + \dots + x_n p_n}{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}$$

Ecuación 2.

$P_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ representan los valores de importancia que se le quiere dar a cada uno de los valores que toma la variable x .

- Media geométrica. Para el cálculo de esta medida se utiliza la totalidad de valores de la variable de análisis. Es mayormente utilizada para promediar valores que muestran una progresión geométrica.

$$X_g = \sqrt[n]{x_1 * x_2 * x_3 \dots x_n}$$

Ecuación 3.

- Media armónica. Esta medida se define como el recíproco de la media aritmética.

$$X_a = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}} = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3} + \dots + \frac{1}{x_n}}$$

Ecuación 4.

- Centro de amplitud. Es el valor que queda en medio del valor mínimo y máximo de la distribución.

$$C_a = \frac{x_{max} + x_{min}}{2}$$

Ecuación 5.

2.6.5 Medidas de dispersión o escala

Las medidas de dispersión determinan que tan alejados se encuentran un conjunto de valores respecto a su media aritmética. Estableciéndose por medio de estas medidas si un conjunto de valores es disperso o no respecto a un cierto valor central. Permiten además determinar el grado de concentración de los datos, en un cierto trayecto de la variable. Estas medidas son de vital importancia para el análisis de una investigación.

- Rango. El rango de una distribución es la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de la variable. A medida que el rango es menor, el grado de representatividad de los valores centrales se incrementa, mientras que a medida que el rango es mayor, la distribución se encuentra más dispersa o menos concentrada.
- Desviación media. Esta medida indica que tan disperso se encuentra un conjunto de datos, respecto de un punto de concentración.

$$D_m = \frac{\sum_{i=1}^n X_i + X}{n}$$

Ecuación 6.

- Desviación estándar. También llamada desviación típica. Esta medida es una medida de carácter estadístico de la dispersión de una población o muestra. Un valor elevado de esta medida indica que la población está muy dispersa, mientras que una desviación pequeña indica que la población es muy compacta al respecto de la media.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f^*(x_i - x)^2}{n}}$$

Ecuación 7.

- Varianza. Esta medida mide la mayor o menor dispersión de los valores de la variable respecto a la media aritmética. Cuanto mayor sea la varianza, mayor será la dispersión de los datos, lo que implica que la representatividad de la media aritmética será menor.

$$v = \sigma^2$$

Ecuación 8.

2.6.6 Indicadores de evolución en el MER

Según la evolución en las transacciones comerciales que se han registrado en la base de datos regional, al realizar un análisis se pueden establecer los siguientes indicadores de evolución, siendo estos definidos para determinar el comportamiento de una variable en específico del mercado regional, para cada uno de los agentes o países participantes del mismo.

- Inyección y retiro de energía en GWh de la totalidad del mercado y por país. Además de las tasas de crecimiento o decremento según corresponda, en base a las inyecciones o retiros de energía.
- Evolución de agentes de cada país, por medio de un acumulado de agentes autorizados. Categorización de agentes con mayores transacciones periódicas (por ejemplo: agentes nuevos por año, tasas de crecimiento, entre otros.)
- Precio promedio anual en el MER.

2.7 Análisis de estructura del Mercado Regional

Cada mercado eléctrico cuenta con sus particulares características y estructura institucional y organizativa, tanto del sector eléctrico o de los países que integran el mismo dentro de la región que abarca el mismo.

2.7.1 Condiciones de los Mercados Eléctricos

El liberar los mercados eléctricos ha sido una tendencia a nivel mundial, así como la de establecer mercados eléctricos regionales, esto con los objetivos principales de buscar mayor eficiencia en su productividad, minimizar riesgos financieros, garantizar condiciones de suministro, mejora de la estabilidad técnica de los sistemas interconectados, entre otros, dicha problemática no es de carácter exclusivo para los sectores y mercados eléctricos, sino que es más bien una característica común de la mayoría de sectores de la economía donde existe la competencia.

El poder de mercado se puede ejercer con la existencia de incentivos derivados de la estructura de mercado, y que puedan ser fáciles de aprovechar y ejercer por los agentes que conforman el mercado regional.

2.7.2 Características de la energía eléctrica y estructura general de los Mercados Eléctricos

La energía eléctrica, como fenómeno físico, tiene algunas características que dan origen algunas particularidades del sector eléctrico. A diferencia de otros bienes la energía eléctrica no se puede almacenar en grandes magnitudes a costos razonables, además de tener una dependencia directa con la demanda, lo que hace que el mercado eléctrico sea de carácter inmediato. Este es un factor

de importancia en cuanto a que limita el número de agentes participantes, aunado a aspectos de carácter técnico y de despachos económicos.

Aunado a esto la demanda de energía eléctrica es considerada inelástica, ya que los consumidores de la energía eléctrica frente a variaciones de los precios no modifican en gran medida su demanda, esto aumenta la capacidad de los agentes productores para tratar de impulsar precios muy por encima de sus costos de producción, ejerciendo así su poder en el mercado, dependiendo del nivel de dominio que puedan tener, por ello es que en el Mercado Regional existe regulación que establece las condiciones necesarias para una competencia que permita dichas condiciones.

2.7.3 Competencia y poder de mercado

El problema del ejercicio del poder de mercado se encuentra ligado al proceso de liberalización de los mercados eléctricos, y a los beneficios que estos han logrado. Siendo este un problema que no es exclusivo de los mercados eléctricos más bien es común para todos los sectores económicos que se encuentran abiertos a la competencia.

El poder de mercado se vincula a la capacidad que tiene uno o varios participantes para modificar el resultado de una competencia leal, pudiendo alterar el precio o transacciones a beneficio propio.

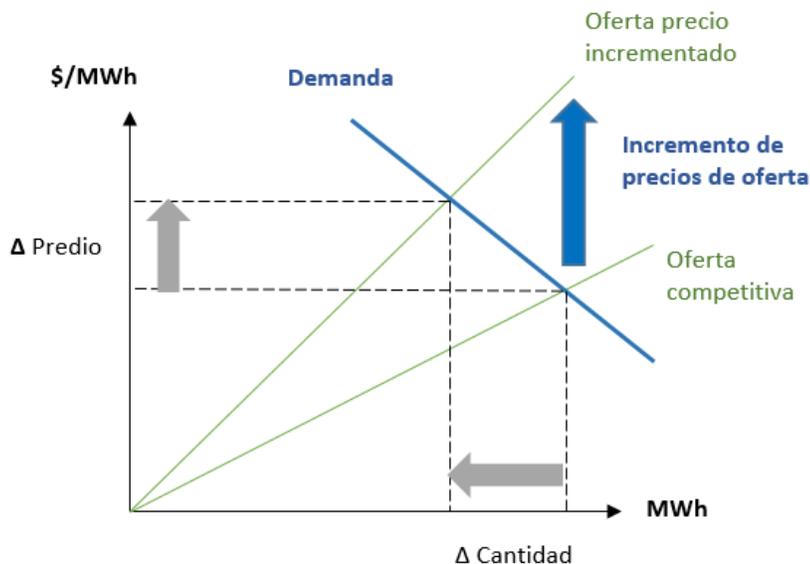
La definición de poder de mercado tradicionalmente utilizada, por su relevancia teórica y práctica, es la acuñada por el Departamento de Justicia y la Comisión Federal de Comercio de los EE. UU.

Poder de mercado “es la capacidad de una única empresa o de varias empresas competidoras para elevar los precios en beneficio propio por encima de los niveles de precios de competencia y restringir ofertas por debajo de los niveles de competencia durante un periodo sostenido de tiempo” (Energía y Sociedad, 2013, p. 88).

Esta definición enfoca dos matices de gran importancia, en cuanto a los mercados eléctricos y otras actividades económicas:

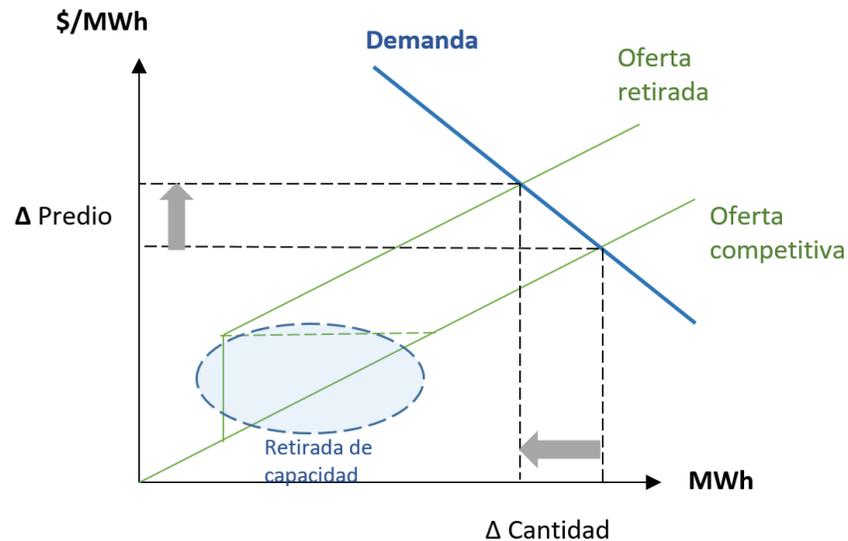
- Posibilidad que el poder de mercado que se ejerza, no solo para alterar el precio ofertado, sino también alterando las cantidades ofertadas.
- La conducta no competitiva debe mantenerse durante un periodo continuo de tiempo, sin ser de carácter esporádicos, puntuales y aleatorios.

Figura 2. **Conducta incremento de precios de oferta**



Fuente: Energía y Sociedad. (2020). *Manual de la Energía, Energía y Sociedad*.

Figura 3. **Conducta incremento de precios de oferta**



Fuente: Energía y Sociedad. (2020). *Manual de la Energía, Energía y Sociedad*.

En cuanto al poder de mercado es necesario tomar en cuenta dos aspectos:

- Independencia en el comportamiento, este concepto se refiere a que un determinado agente de mercado puede actuar sin tomar en cuenta las reacciones de la demanda, ni de otros agentes en competencia, es decir estos últimos no pueden hacer nada con respecto a su comportamiento.
- Obstaculizar la competencia perfecta, en la cual la actuación anterior e independiente sea de un nivel menor de competencia, lo cual implica mayores precios. Dentro de estas también se encuentra las conductas de definir bajos precios de manera artificial, de manera que imposibiliten la entrada en el mercado de nuevos agentes, o también para forzar la salida de algunos competidores vigentes.

2.7.4 Estructura de mercado

La estructura de mercado se conoce como el poder en un mercado eléctrico o el grado de dominio en este, se encuentra íntimamente relacionado al número de empresas o agentes que operan en este, y con el tamaño relativo que estas tienen según sus transacciones, a lo que se le llama cuotas de mercado.

Un mercado con pocos participantes y cuotas de mercado muy elevadas, generan una estructura de mercado muy concentrada, lo cual facilita la creación de posiciones dominantes.

Es necesario mencionar, que una estructura muy concentrada, no es condición suficiente para que exista poder de mercado, y menos aún que este sea ejercido, con el hecho de tener una posición dominante.

2.8 Índices o indicadores de concentración

Para la estructura y el grado de concentración de un mercado eléctrico, deben utilizarse índices o indicadores de concentración. Estos indicadores por sí solos la capacidad de abuso en cuanto al poder de mercado, sino más bien dan un indicio del riesgo potencial hacia un ejercicio de poder de mercado negativo en relación con una competencia perfecta.

Esta condición puede establecer condiciones dominantes dentro del mercado regional, ya que existe posibilidad de que agentes puedan tener cuotas de poder en distintos nichos de mercado en las distintas fases de la cadena de este (generación, transporte, comercialización, demanda), ya que el ejercicio de poder en el mercado no solo se presenta en el dominio de los precios hacia la demanda, sino en los distintos cargos. Además, también puede existir un

ejercicio del poder, al impedir que otros agentes puedan ingresar y competir en el mercado eléctrico regional.

2.8.1 El índice de Lerner

Establece el nivel de competencia, estando entre la competencia perfecta, hacia la existencia de un poder de mercado ejercido derivado de las cuotas de participación de los agentes, según la siguiente fórmula:

$$L = \frac{P - MC}{P}$$

Ecuación 9.

Donde L es el índice de Lerner, P el precio de mercado, y por último MC el costo marginal. Si las condiciones evaluadas establecen que L se aproxima a la unidad, se puede inferir que el agente se encuentra ejerciendo poder de mercado, pues el precio de mercado que maximiza sus ingresos es muy superior al costo marginal. Mientras que, si por el contrario el índice de Lerner es muy cercano a cero, el precio de mercado del producto es casi igual al costo marginal, y el agente de mercado se encuentra en competencia perfecta dentro de las condiciones de mercado.

Los índices que por su facilidad de cálculo y que son más conocidos, son el índice de cuota de mercado CRn, y el índice de Herfindalh Hirschma IHH, de la cual a continuación se da una descripción general:

2.8.2 Índice de concentración CRn

El índice de concentración es utilizado para determinar la cuota de participación del mercado, por medio del establecimiento del porcentaje o cuota de mercado que un número de agentes más grandes, y que participan en el mismo, tienen respecto a la totalidad de transacciones realizadas. Este índice constituye una medida primaria de las características del mercado y su grado de concentración.

Se expresa por medio de la siguiente fórmula matemática:

$$CRn = \sum_{i=1}^n Si$$

Ecuación 10.

Donde:

CRn = Índice de concentración de los agentes más importantes del mercado

Si = Porcentaje del mercado que representa el agente i.

Se considera que un número n de agentes son dominantes en un mercado si:

- Un número de agentes igual a tres o menor alcanzan a tener el 50 % del mercado.
- Un número menor igual a cinco o menor, alcanzan a tener dos tercios del mercado (66.7 %).

2.8.3 Índice Herfindalh Hirschma (IHH)

El índice de Herfindalh mide el grado de concentración de los mercados, y se expresa por medio de la siguiente fórmula matemática:

$$HHI = S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_n^2$$

Ecuación 11.

Para este índice se establece la siguiente clasificación, en cuanto al grado de concentración de los mercados evaluados por este:

- Mercado altamente concentrado: índice mayor a 1800.
- Mercado moderadamente concentrado: índices entre 1800 y 1000.
- Mercado desconcentrado: índice menor a 1000.

2.8.4 Índice de entropía

El índice de entropía es una variación del índice de Herfindalh, y se dice que este mide el desorden en un ámbito físico, y para mercados eléctricos este índice pretende medir la concentración de este, por medio del grado de incertidumbre que enfrentan los agentes que participan activamente en el mismo. El valor mínimo para este indicador se logra para un mercado monopólico, en el cual el valor del índice es cero.

La siguiente expresión matemática establece la forma de cálculo del índice de entropía:

$$Re = \sum_{i=1}^N S_i * \log(1/S_i) \quad / \quad \text{Ecuación 12.}$$

Donde:

S_i = Participación de mercado en términos de ventas.

i = hace referencia al agente que realiza la inyección de energía.

N = es el número total de agentes.

2.9 Incentivos para ejercer poder de mercado

Una determinada estructura en un mercado eléctrico no es una condición necesaria para que pueda encontrarse que en este se ejerza poder de mercado, en detrimento de la competencia en el mismo. Para que un determinado país o agente de un mercado eléctrico ejerza poder de mercado, es necesario que cuente con algún incentivo para realizar esta acción. Normalmente el ejercer poder de mercado viene ligado a obtener un mayor beneficio económico, que un comportamiento bajo las reglas de una competencia perfecta en el mercado.

Existen por lo menos tres factores que condicionan en una gran medida los incentivos a ejercer poder de mercado, y que deben ser tomados en cuenta en los diseños y regulación que emita, en relación con evaluar o determinar el grado de competitividad en los mismos:

2.10 Análisis del MER por medio de la matriz FODA

La herramienta de análisis estratégico FODA o también llamada matriz DAFO, es una radiografía que es utilizada no solo para identificar, sino también para entender los aspectos más relevantes y de incidencia, no solo internos sino externos, a lo que se está estudiando, ya sea empresas, proyectos, personas, servicios, instituciones, entre otros. Siendo este un ejercicio de abstracción, y de carácter estratégico, que permite el pensar más a largo plazo y dejar de lado el día a día de las actividades cotidianas.

Por medio de la herramienta FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), siendo una herramienta de análisis de la situación tanto interna como externa, se pretende establecer las principales fortalezas y oportunidades, de manera que se puedan identificar claramente, de manera que puedan potenciarse las mismas hacia un mejor aprovechamiento del MER por parte de Guatemala. Para ello se analizaron los distintos documentos, informes, conferencias, al respecto de la vigilancia del MER, tanto de entidades participantes del mismo, como entidades ajenas a este, contando así con una información sólida al respecto de aspectos internos y externos del mercado, por medio del cual se realizó una evaluación y ponderación de los principales aspectos positivos y negativos vinculados al aprovechamiento de los agentes guatemaltecos del MER.

3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se inició con la recopilación de información proveniente de las transacciones comerciales y operativas del MER, tomada de la base de datos regional, la cual dispone en su página del Ente Operador Regional de carácter público, en la cual se tiene el registro de información de las operaciones comerciales y operativas que han realizado en el tiempo los distintos agentes que conforman el mismo. Esta base de datos contiene información relacionada con las instalaciones del Sistema Eléctrico Regional SER, su planeamiento, operación y la administración del MER, estructurada según un modelo integrado de datos, lo cual garantiza la veracidad de la información.

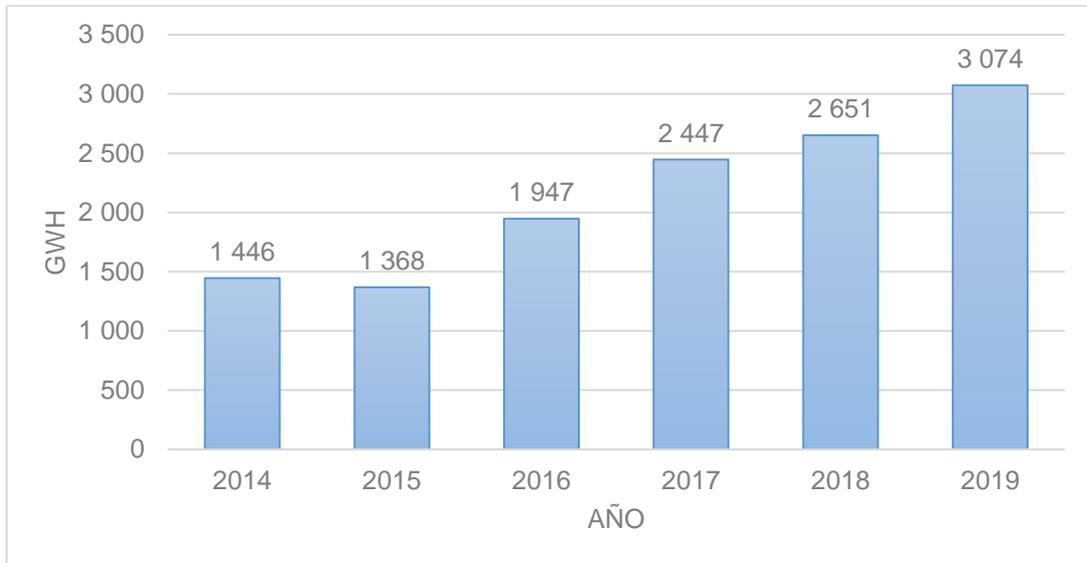
De acuerdo con los objetivos propuestos se presentan los siguientes resultados.

Objetivo 1. Determinar la evolución y el grado de aprovechamiento que han tenido los países y agentes que participan en el MER.

3.1 Análisis de las transacciones comerciales

De manera general el mercado eléctrico regional ha presentado una evolución, en sus transacciones por MWh, según la siguiente gráfica:

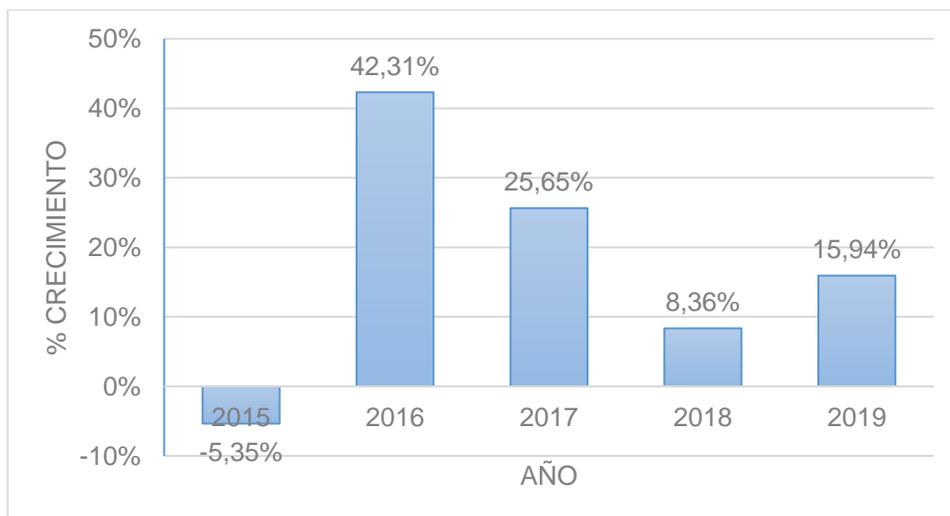
Figura 4. Inyecciones anuales en el MER en GWh



Fuente: elaboración propia.

Con la información de las transacciones realizadas se puede determinar el crecimiento por año, como resultado de ello se tiene la siguiente gráfica, basada en la en relación con la energía que se ha registrado en las transacciones:

Figura 5. Crecimiento transacciones MER



Fuente: elaboración propia.

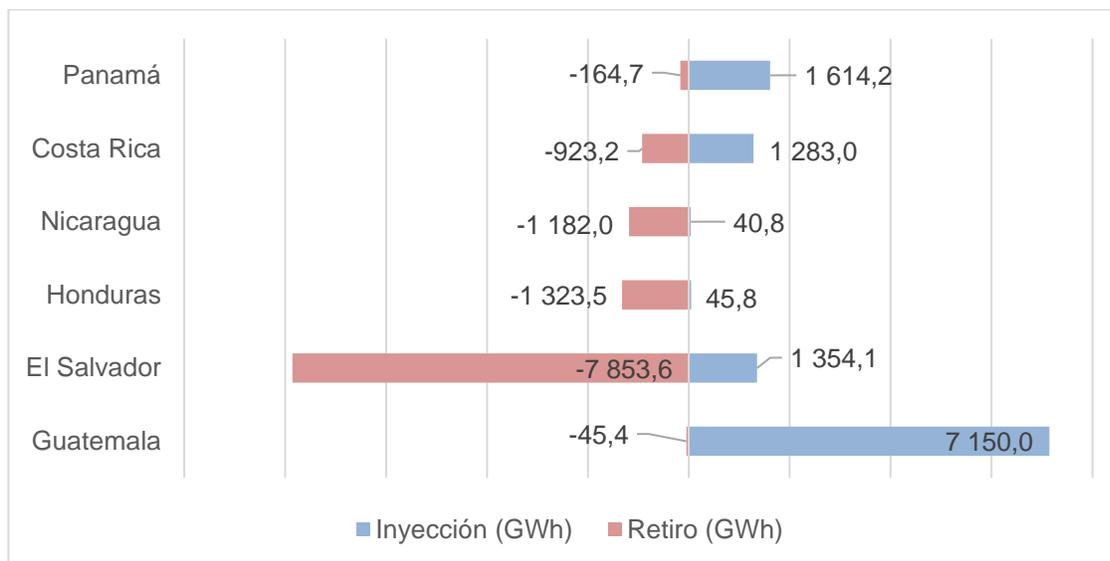
Al tomar el registro de la totalidad de transacciones realizadas por los distintos agentes de los países miembro del MER, se puede establecer el grado de participación por cada uno de ellos, dependiendo si ha tenido transacciones de inyección y retiro, lo cual se describe a continuación:

Tabla III. **Inyecciones y retiros MER en GWh**

País	Inyección (GWh)	Retiro (GWh)	Subtotal (GWh)
Guatemala	7,150.0	45.4	7,195.4
El Salvador	1,354.1	7,853.6	9,207.7
Honduras	45.8	1,323.5	1,369.3
Nicaragua	40.8	1,182.0	1,222.8
Costa Rica	1,283.0	923.2	2,206.2
Panamá	1,614.2	164.7	1,778.9
Total (GWh)	11,487.9	11,492.4	22,980.3

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Transacciones MER 2015-2019 en GWh**

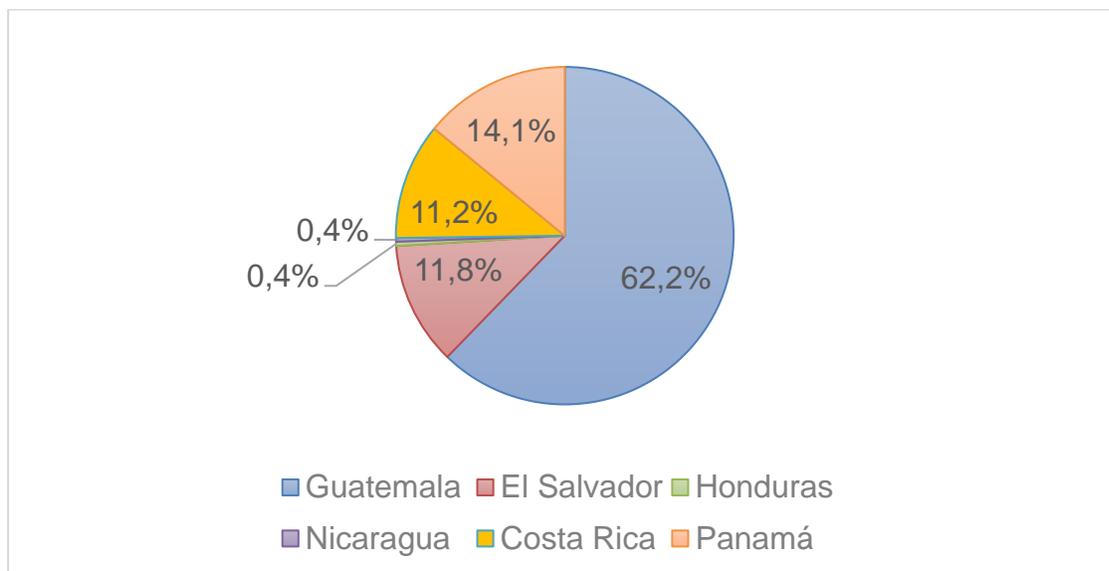


Fuente: elaboración propia.

Se denomina transacción global en el MER, al conjunto de transacciones de inyección y retiro que un país miembro hace en los nodos de la red de transmisión y que fueron establecidos para este fin, y van en el orden de la demanda requerida de manera regional.

Inyección de energía por país en el MER, con base en los registros de información de energía inyectada en los nodos de la RTR.

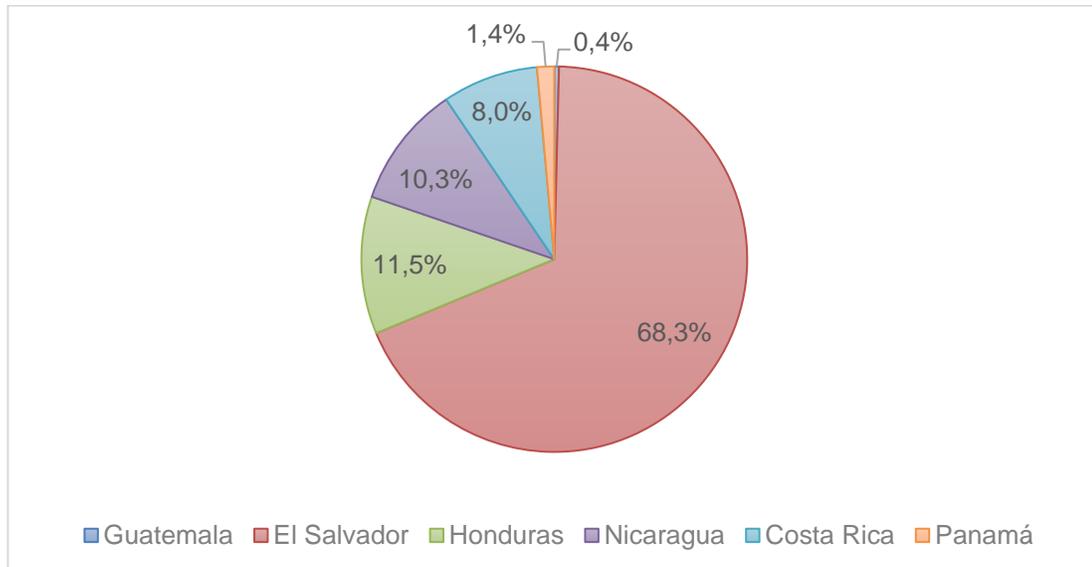
Figura 7. **Inyección por país en el MER 2015-2019 en GWh**



Fuente: elaboración propia.

Retiro de energía por país en el MER, con base en los registros de información de energía inyectada en los nodos de la RTR.

Figura 8. Retiro por país en el MER 2015-2019 en GWh



Fuente: elaboración propia.

Respecto a la totalidad de transacciones por año se han registrado los siguientes precios promedio:

Figura 9. Precio promedio anual en el MER en US\$/MWh



Fuente: elaboración propia.

Para dichos precios promedio anual, se puede determinar el porcentaje de crecimiento, los cuales reflejan un comportamiento en cuanto a su crecimiento o decrecimiento por año según la siguiente gráfica:

Figura 10. **Crecimiento precio promedio anual en el MER**

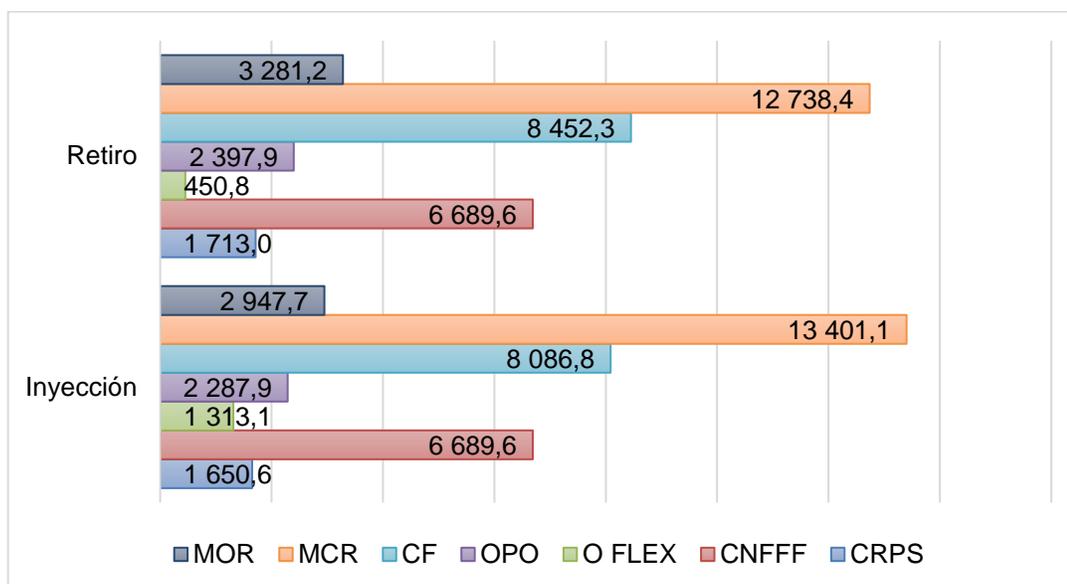


Fuente: elaboración propia.

3.2 Transacciones por región en el MER

En el mercado eléctrico regional entre los distintos países que lo conforman se pueden realizar inyecciones o retiros de energía, transacciones que están debidamente registradas, y que desde el 2015 al 2019 presentan el siguiente comportamiento:

Figura 11. Transacciones MER 2015-2019 en GWh



Fuente: elaboración propia.

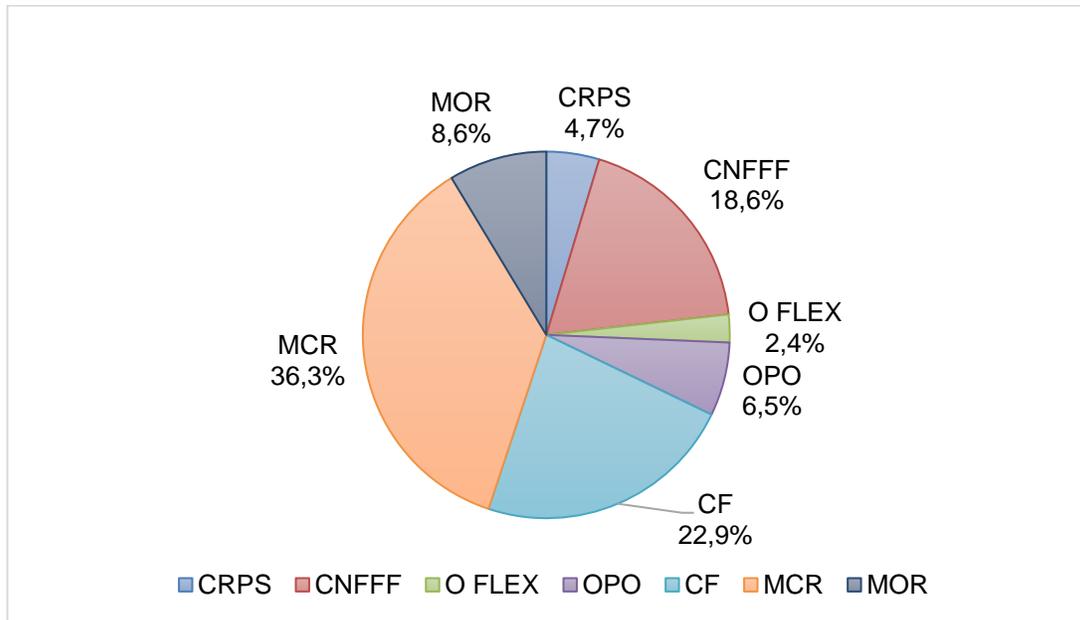
Tabla IV. Transacciones de energía MER 2015-2019 en GWh

Transacción	CRPS	CNFFF	O FLEX	OPO	CF	MCR	MOR	Subtotal
<i>Inyección</i>	1,650	6,689	1,313	2,287	8,086	13,401	2,947	36,376
<i>Retiro</i>	1,712	6,689	450	2,397	8,452	12,738	3,281	35,723
Total	3,363	13,379	1,763	4,685	16,539	26,139	6,228	72,100

Fuente: elaboración propia.

Dependiendo del tipo de transacción realizada en el MER, para el registro de energía tanto inyectada como retirada, para el período del año 2015 al año 2019, se presentan las siguientes proporciones:

Figura 12. **Proporción transacciones MER**



Fuente: elaboración propia.

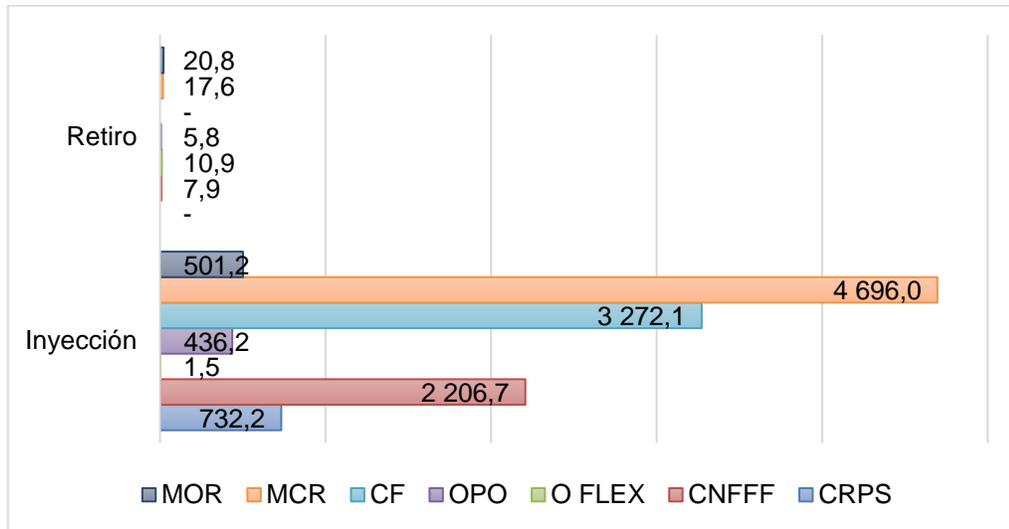
Tabla V. **Proporción transacciones MER**

Tipo de Transacción	CRPS	CNFFF	O FLEX	OPO	CF	MCR	MOR
Inyección	4.5 %	18.4 %	3.6 %	6.3 %	22.2 %	36.8 %	8.1 %
Retiro	4.8 %	18.7 %	1.3 %	6.7 %	23.7 %	35.7 %	9.2 %
Total	4.7 %	18.6 %	2.4 %	6.5 %	22.9 %	36.3 %	8.6 %

Fuente: elaboración propia.

El registro de transacciones realizadas por agentes del MER de Guatemala, para el período del año 2015 al año 2019 se registró el siguiente comportamiento:

Figura 13. **Transacciones Guatemala 2015-2019 en GWh**



Fuente: elaboración propia.

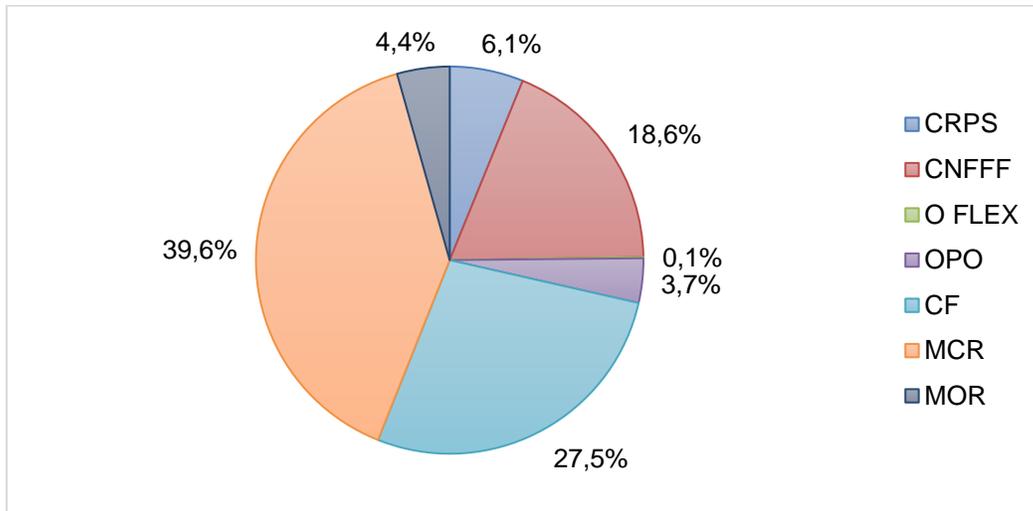
Tabla VI. **Transacciones Guatemala por tipo 2015-2019 en GWh**

Transacción	CRPS	CNFFF	O FLEX	OPO	CF	MCR	MOR	Subtotal
Inyección	732	2,206	1	436	3,272	4,696	501	11,846
Retiro	-	7	10	5	-	17	20	63
Total	732	2,214	12	442	3,272	4,713	522	11,909

Fuente: elaboración propia.

Dependiendo del tipo de transacción realizada en el MER, para el registro de energía tanto inyectada como retirada por agentes del MER de Guatemala, para el período del año 2015 al año 2019, presenta las siguientes proporciones en cuanto a sus transacciones realizadas:

Figura 14. **Proporción transacciones Guatemala**



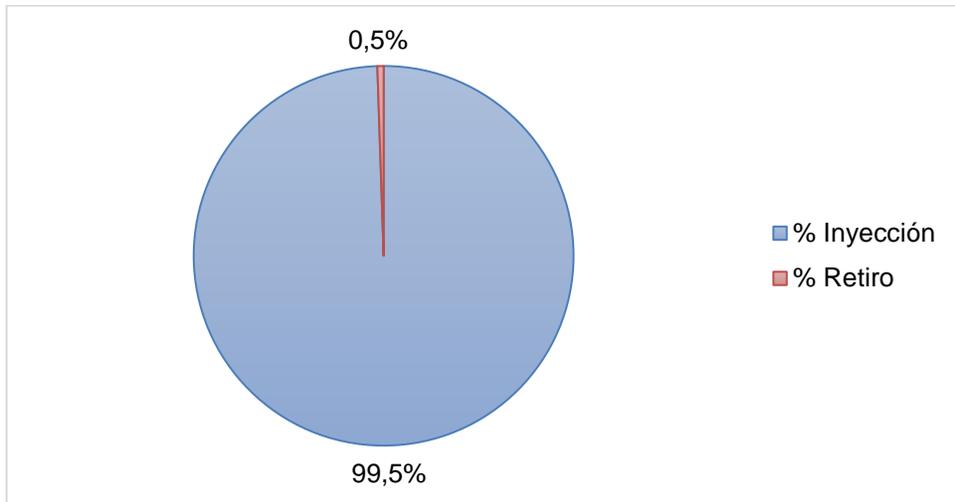
Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Proporción transacciones Guatemala por tipo**

Tipo de Transacción	CRPS	CNFFF	O FLEX	OPO	CF	MCR	MOR
Inyección	6.2 %	18.6 %	0.0 %	3.7 %	27.6 %	39.6 %	4.2 %
Retiro	0.0 %	12.5 %	17.3 %	9.2 %	0.0 %	28.0 %	33.1 %
Total	6.1 %	18.6 %	0.1 %	3.7 %	27.5 %	39.6 %	4.4 %

Fuente: elaboración propia.

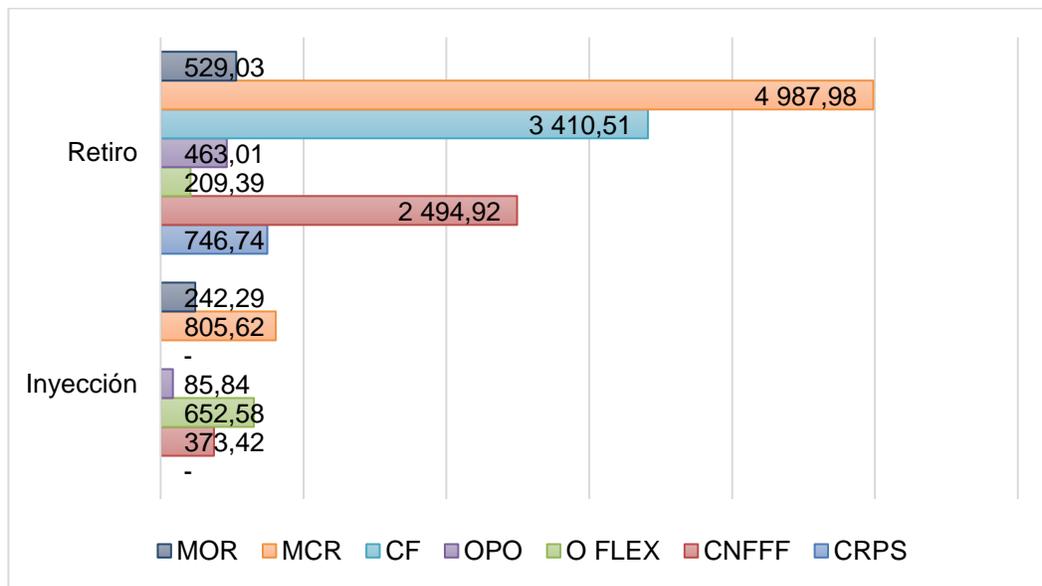
Figura 15. **Proporción tipo de transacción Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

El registro de transacciones realizadas por agentes del MER de El Salvador, para el período del año 2015 al año 2019 se registró el siguiente comportamiento:

Figura 16. **Transacciones MER, El Salvador en GWh**



Fuente: elaboración propia.

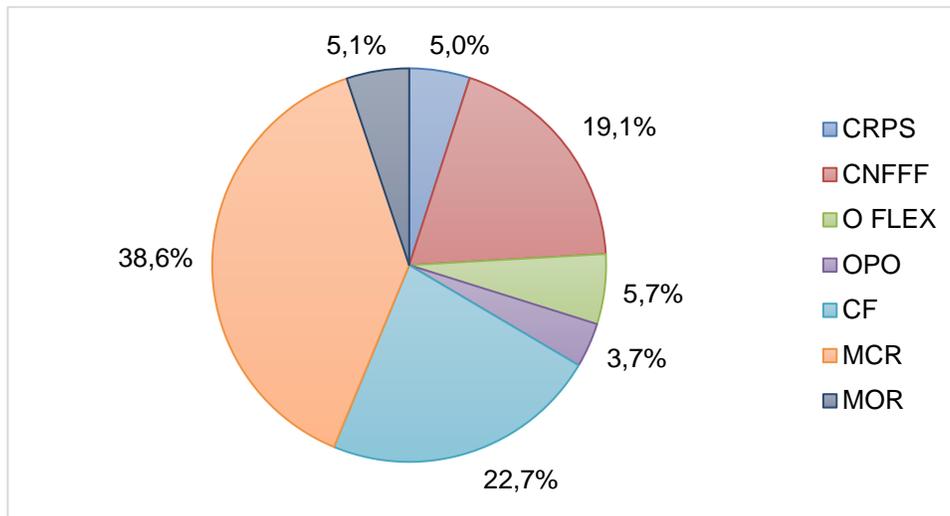
Tabla VIII. **Transacciones MER, El Salvador por tipo en GWh**

Transacción	CRPS	CNFFF	O FLEX	OPO	CF	MCR	MOR	Subtotal
Inyección	-	373	652	85	-	805	242	2,159
Retiro	746	2,494	209	463	3,410	4,987	529	12,841
Total	746	2,868	861	548	3,410	5,793	771	15,001

Fuente: elaboración propia.

Dependiendo del tipo de transacción realizada en el MER, para el registro de energía tanto inyectada como retirada por agentes del MER de El Salvador, para el período del año 2015 al año 2019, se presentan las siguientes proporciones:

Figura 17. **Proporción transacciones MER, El Salvador**



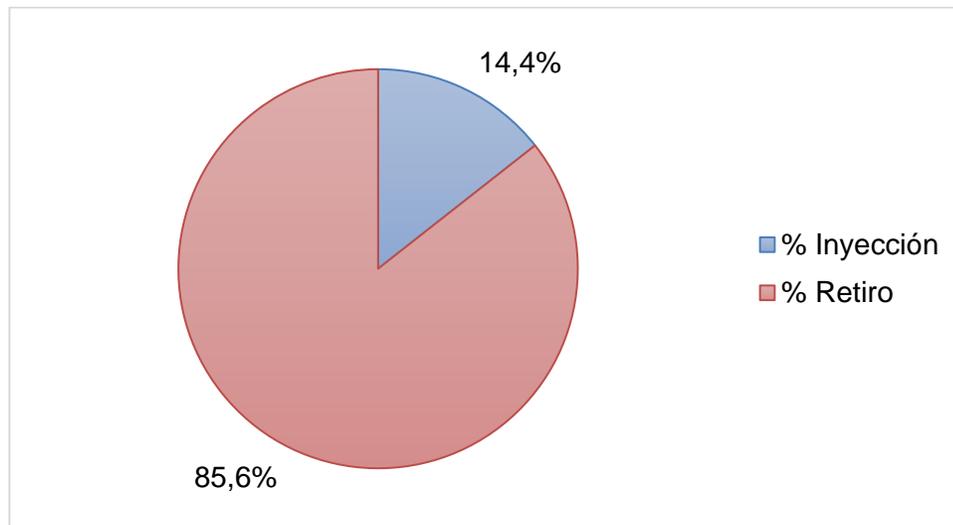
Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Proporción por tipo de transacción, El Salvador**

Tipo de Transacción	CRPS	CNFFF	O FLEX	OPO	CF	MCR	MOR	Subtotal
Inyección	0.0 %	17.3 %	30.2 %	4.0 %	0.0 %	37.3 %	11.2 %	14.4 %
Retiro	5.8 %	19.4 %	1.6 %	3.6 %	26.6 %	38.8 %	4.1 %	85.6%
Total	5.0 %	19.1 %	5.7 %	3.7 %	22.7 %	38.6 %	5.1 %	100.0 %

Fuente: elaboración propia.

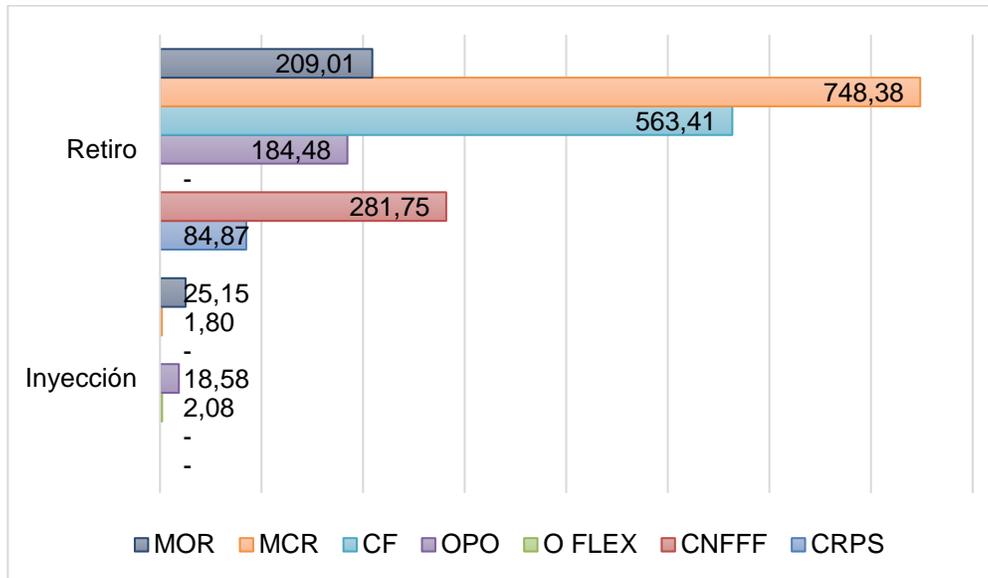
Figura 18. **Tipo de transacción, El Salvador**



Fuente: elaboración propia.

El registro de transacciones realizadas por agentes del MER de Honduras, para el período del año 2015 al año 2019 se registró el siguiente comportamiento:

Figura 19. **Transacciones MER, Honduras en GWh**



Fuente: elaboración propia.

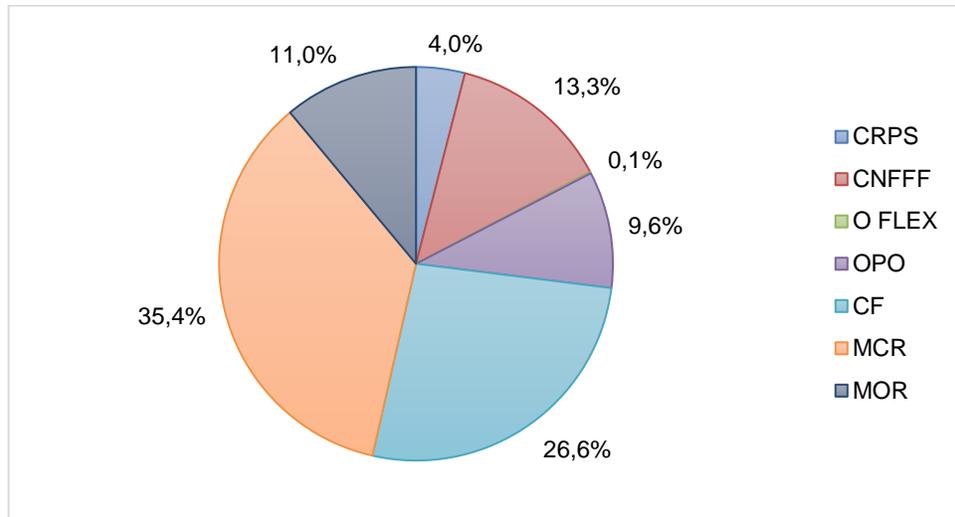
Tabla X. **Transacciones MER, Honduras en GWh**

Transacción	CRPS	CNFFF	O FLEX	OPO	CF	MCR	MOR	Subtotal
Inyección	-	-	2	18	-	1	25	47
Retiro	84	281	-	184	563	748	209	2,071
Total	84	281	2	203	563	750	234	2,119

Fuente: elaboración propia.

Dependiendo del tipo de transacción realizada en el MER, para el registro de energía tanto inyectada como retirada por agentes del MER de Honduras, para el período del año 2015 al año 2019, se presentan las siguientes proporciones:

Figura 20. **Proporción transacciones MER, Honduras**



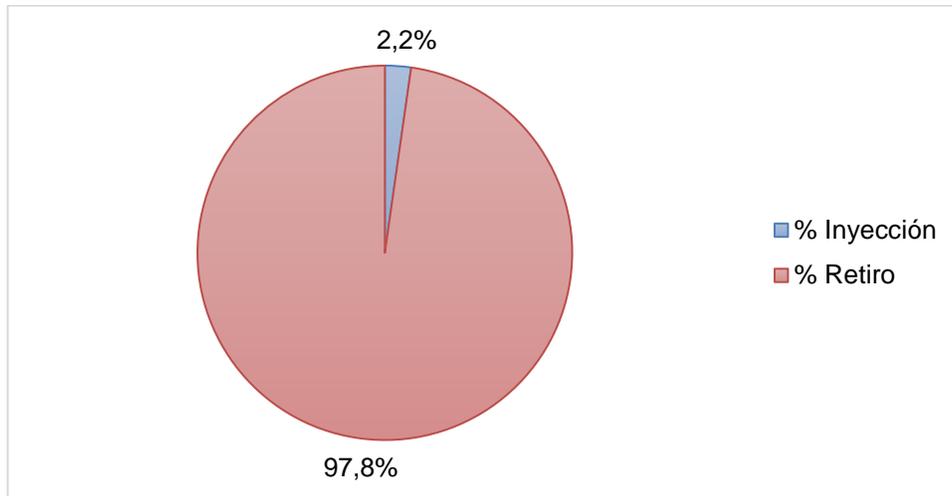
Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Proporción transacciones MER por tipo, Honduras**

Tipo de Transacción	CRPS	CNFFF	O FLEX	OPO	CF	MCR	MOR	Subtotal
Inyección	0.0 %	0.0 %	4.4 %	39.0 %	0.0 %	3.8 %	52.8%	2.2 %
Retiro	4.0 %	13.3 %	0.0 %	8.7 %	26.6 %	35.3 %	9.9%	97.8 %
Total	4.0 %	13.3 %	0.1 %	9.6 %	26.6 %	35.4 %	11.0%	100.0 %

Fuente: elaboración propia.

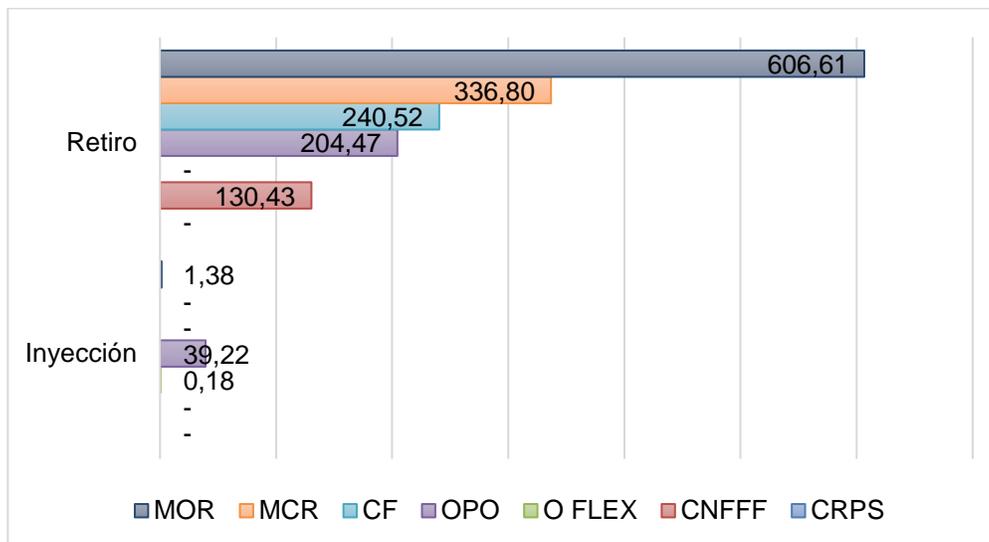
Figura 21. **Tipo de transacciones MER, Honduras**



Fuente: elaboración propia.

El registro de transacciones realizadas por agentes del MER de Nicaragua, para el período del año 2015 al año 2019 se registró el siguiente comportamiento:

Figura 22. **Transacciones MER, Nicaragua en GWh**



Fuente: elaboración propia.

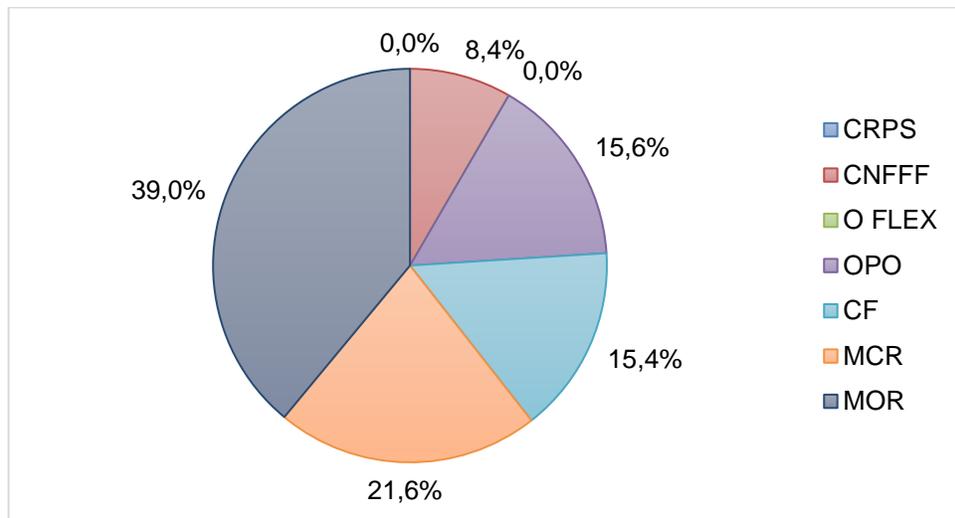
Tabla XII. **Transacciones MER por tipo, Nicaragua en GWh**

Transacción	CRPS	CNFFF	O FLEX	OPO	CF	MCR	MOR	Subtotal
Inyección	-	-	0	39	-	-	1	40
Retiro	-	130	-	204	240	336	606	1,518
Total	-	130	0	243	240	336	607	1,559

Fuente: elaboración propia.

Dependiendo del tipo de transacción realizada en el MER, para el registro de energía tanto inyectada como retirada por agentes del MER de Nicaragua, para el período del año 2015 al año 2019, se presentan las siguientes proporciones:

Figura 23. **Proporción transacciones MER, Nicaragua**



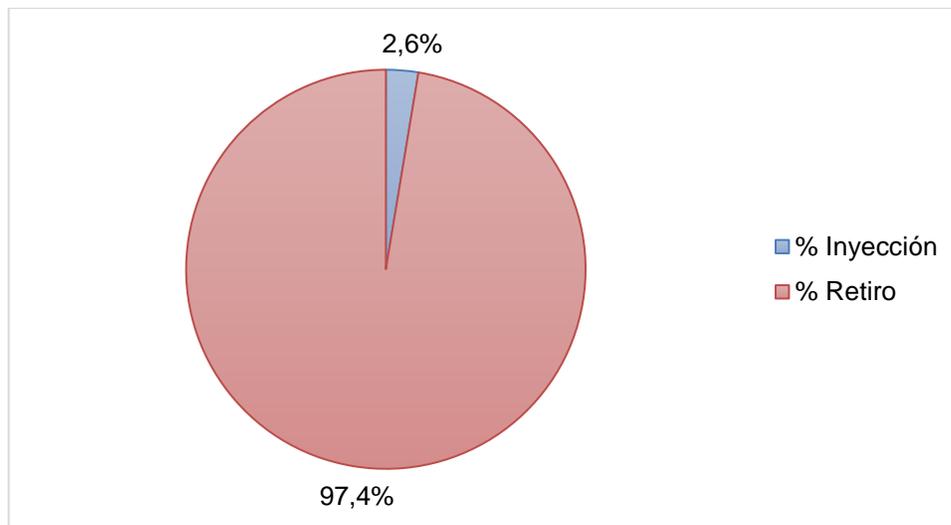
Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Proporción transacciones MER por tipo, Nicaragua**

Tipo de Transacción	CRPS	CNFFF	O FLEX	OPO	CF	MCR	MOR	Subtotal
% Inyección	0.0 %	0.0 %	0.4 %	96.2 %	0.0 %	0.0 %	3.4 %	2.6 %
% Retiro	0.0 %	8.6 %	0.0 %	13.5 %	15.8 %	22.2 %	39.9 %	97.4 %
% total	0.0 %	8.4 %	0.0 %	15.6 %	15.4 %	21.6 %	39.0 %	100.0 %

Fuente: elaboración propia.

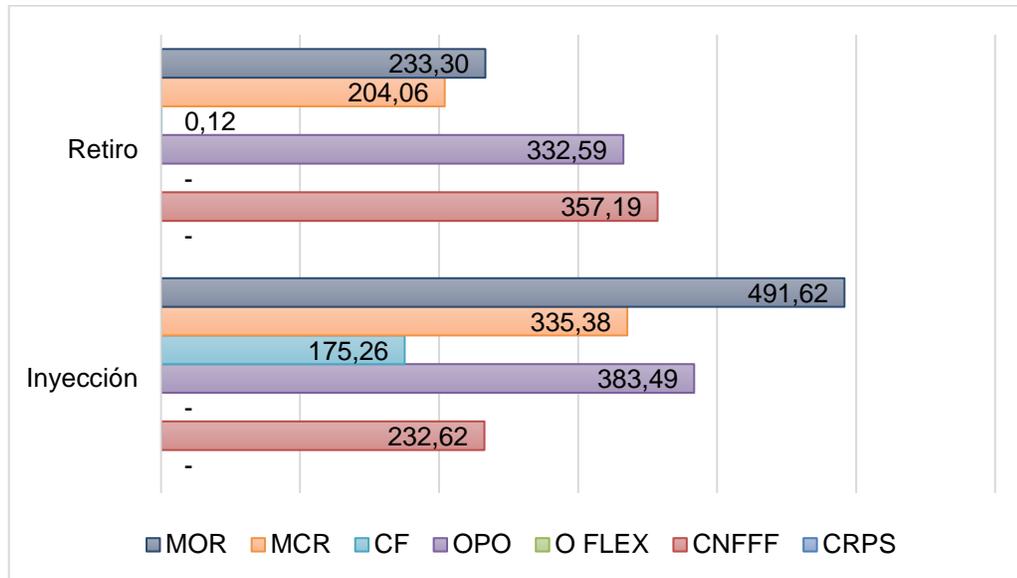
Figura 24. **Tipo transacciones MER, Nicaragua**



Fuente: elaboración propia.

El registro de transacciones realizadas por agentes del MER de Costa Rica, para el período del año 2015 al año 2019 se registró el siguiente comportamiento:

Figura 25. **Transacciones MER, Costa Rica en GWh**



Fuente: elaboración propia.

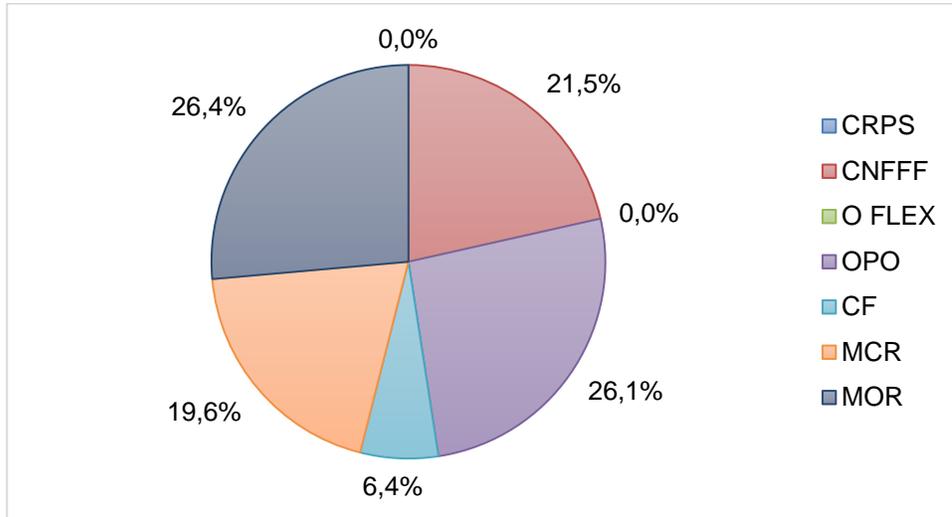
Tabla XIV. **Transacciones MER por tipo, Costa Rica en GWh**

Transacción	CRPS	CNFFF	O FLEX	OPO	CF	MCR	MOR	Subtotal
Inyección	-	232	-	383	175	335	491	1,618
Retiro	-	357	-	332	0	204	233	1,127
Total	-	589	-	716	175	539	724	2,745

Fuente: elaboración propia.

Dependiendo del tipo de transacción realizada en el MER, para el registro de energía tanto inyectada como retirada por agentes del MER de Costa Rica, para el período del año 2015 al año 2019, se presentan las siguientes proporciones:

Figura 26. **Proporción transacciones MER, Costa Rica**



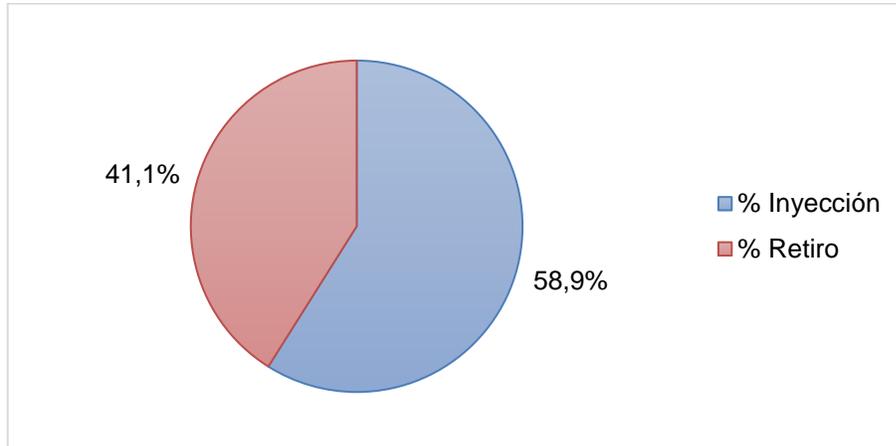
Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Proporción transacciones MER por tipo, Costa Rica**

Tipo de Transacción	CRPS	CNFFF	O FLEX	OPO	CF	MCR	MOR	Subtotal
% Inyección	0.0 %	14.4 %	0.0 %	23.7 %	10.8 %	20.7 %	30.4 %	58.9 %
% Retiro	0.0 %	31.7 %	0.0 %	29.5 %	0.0 %	18.1 %	20.7 %	41.1 %
% Total	0.0 %	21.5 %	0.0 %	26.1 %	6.4 %	19.6 %	26.4 %	100.0 %

Fuente: elaboración propia.

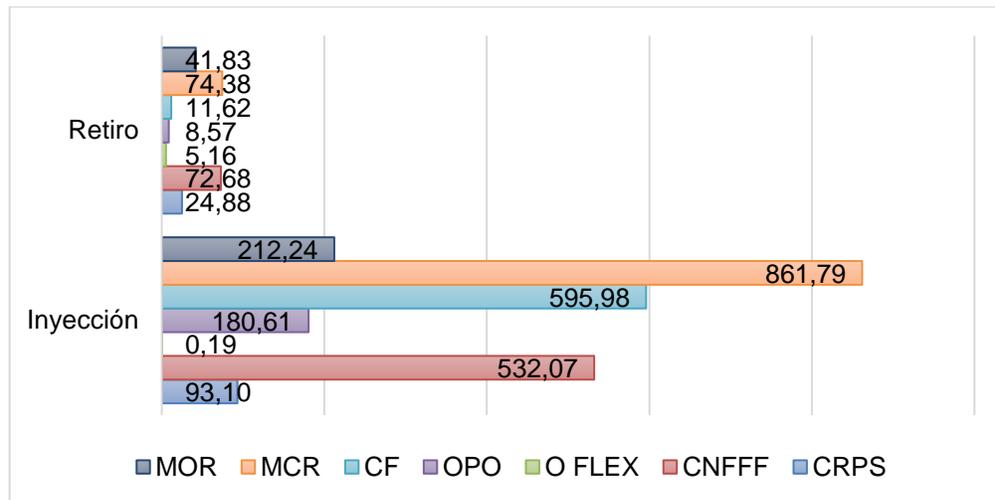
Figura 27. Tipo de transacción MER, Costa Rica



Fuente: elaboración propia.

El registro de transacciones realizadas por agentes del MER de Panamá, para el período del año 2015 al año 2019 se registró el siguiente comportamiento:

Figura 28. Transacciones MER, Panamá en GWh



Fuente: elaboración propia.

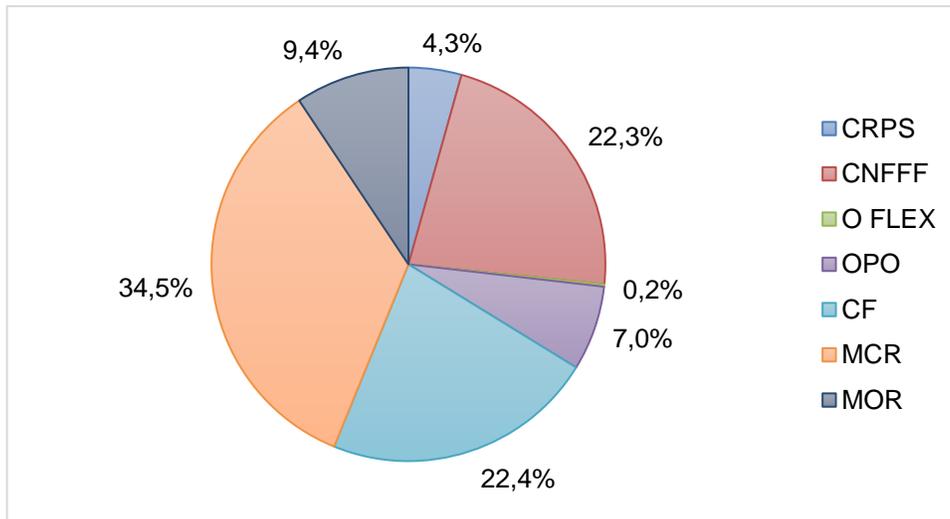
Tabla XVI. **Transacciones MER por tipo, Panamá en GWh**

Transacción	CRPS	CNFFF	O FLEX	OPO	CF	MCR	MOR	Subtotal
Inyección	93	532	0	180	595	861	212	2,475
Retiro	24	72	5	8	11	74	41	239
Total	117	604	5	189	607	936	254	2,715

Fuente: elaboración propia.

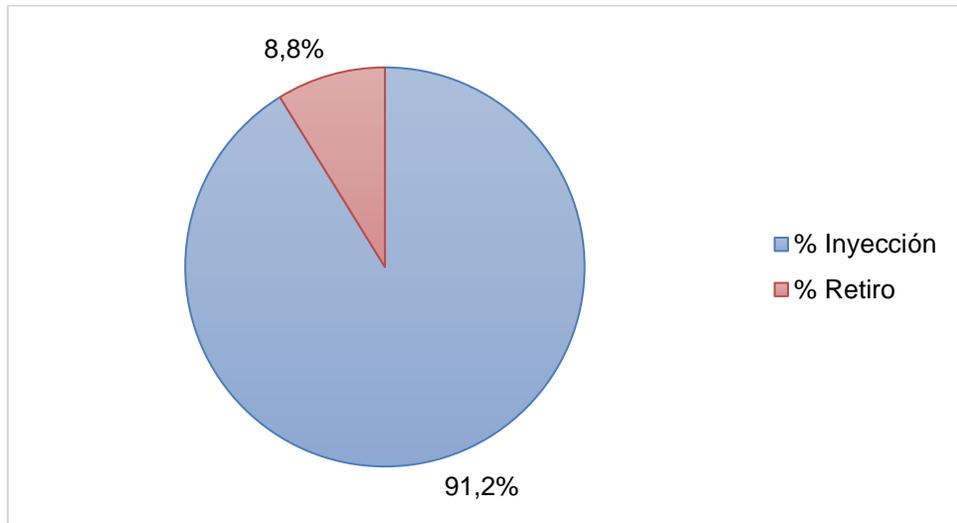
Dependiendo del tipo de transacción realizada en el MER, para el registro de energía tanto inyectada como retirada por agentes del MER de Panamá, para el período del año 2015 al año 2019, se presentan las siguientes proporciones:

Figura 29. **Proporción transacciones MER, Panamá**



Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Tipo transacciones MER, Panamá**



Fuente: elaboración propia.

En el mercado eléctrico regional principalmente se realizan transacciones entre agentes participantes del mercado y de los países miembro, de manera general pudiendo ser por contrato o transacciones de oportunidad.

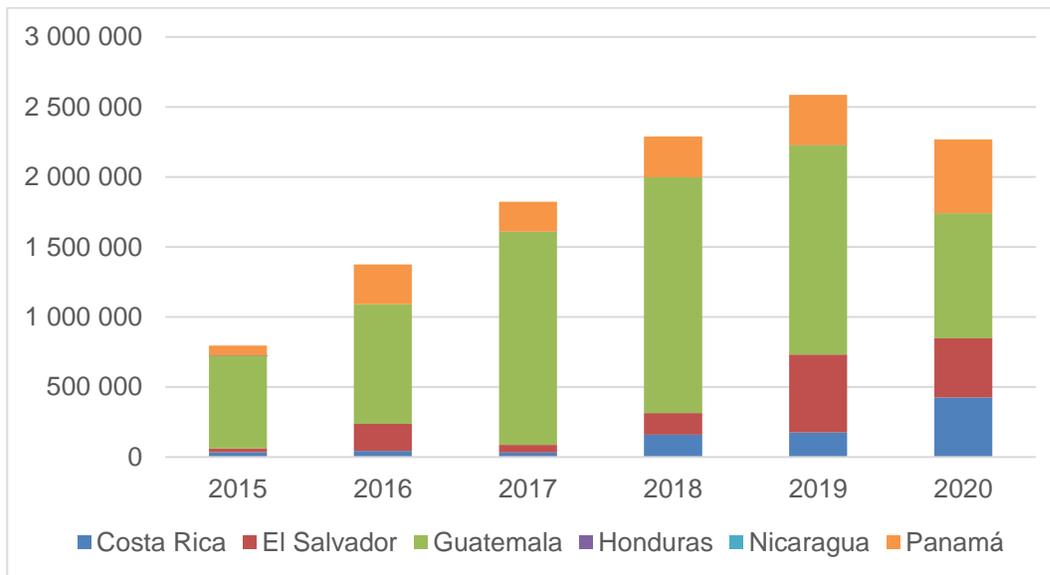
Se generó el estadístico para la base de datos de transacciones comerciales, en base al histórico de transacciones de inyección realizadas bajo el régimen de contrato entre los distintos agentes con participación, para el periodo 2015 al 2019.

Tabla XVII. Transacciones de Inyección por Contrato en MWh

Pais Miembro	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total Pais	% Pais
Costa Rica	33,982.00	43,808.00	32,703.00	160,164.00	175,470.00	425,010.00	871,137.00	7.8%
El Salvador	27,601.00	192,790.00	55,443.00	154,452.00	557,377.00	424,287.00	1,411,950.00	12.7%
Guatemala	661,666.00	854,935.00	1,519,128.00	1,682,785.00	1,494,052.00	891,578.00	7,104,144.00	63.8%
Honduras	276.00	-	1,698.00	-	100.00	-	2,074.00	0.0%
Nicaragua	176.00	-	-	-	-	-	176.00	0.0%
Panamá	71,972.00	284,656.00	213,492.00	290,723.00	360,525.00	527,421.00	1,748,789.00	15.7%
Total general	795,673.00	1,376,189.00	1,822,464.00	2,288,124.00	2,587,524.00	2,268,296.00	11,138,270.00	100.0%

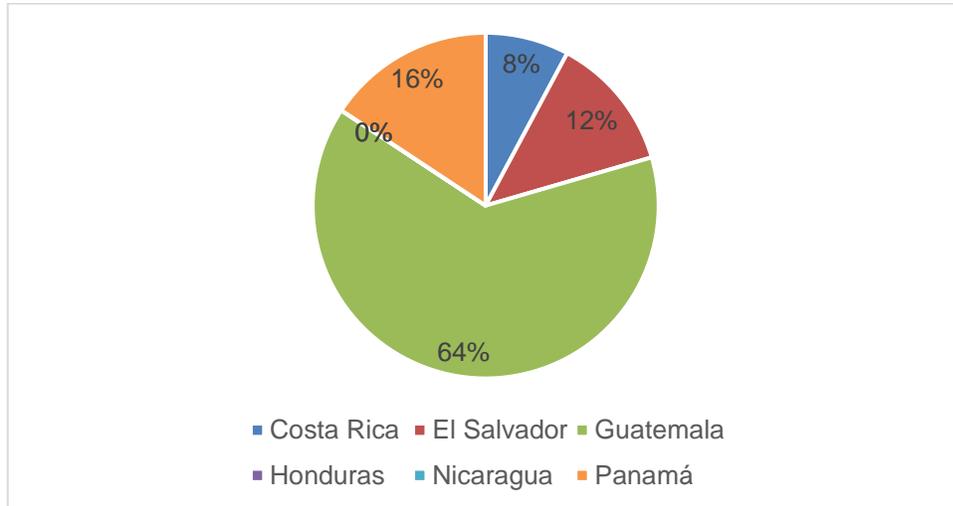
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Transacciones por contrato en MWh



Fuente: elaboración propia.

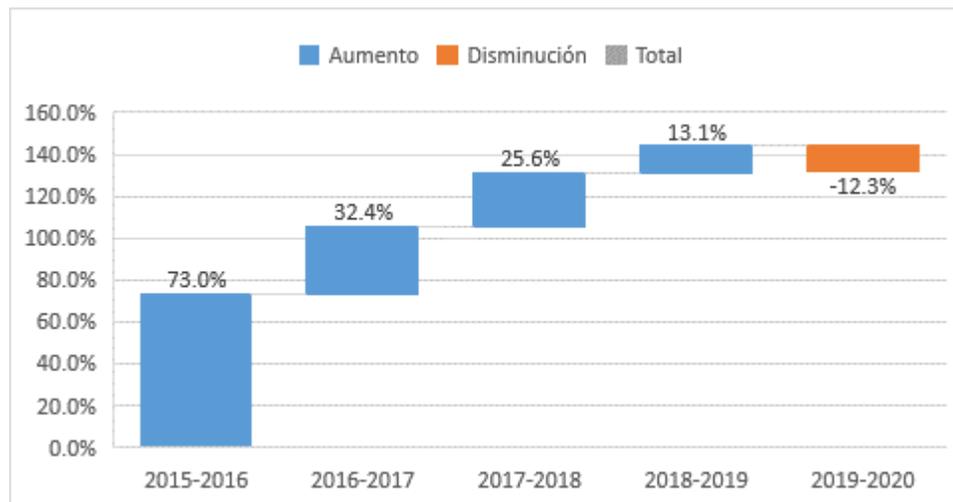
Figura 32. **Participación transacciones por contrato**



Fuente: elaboración propia.

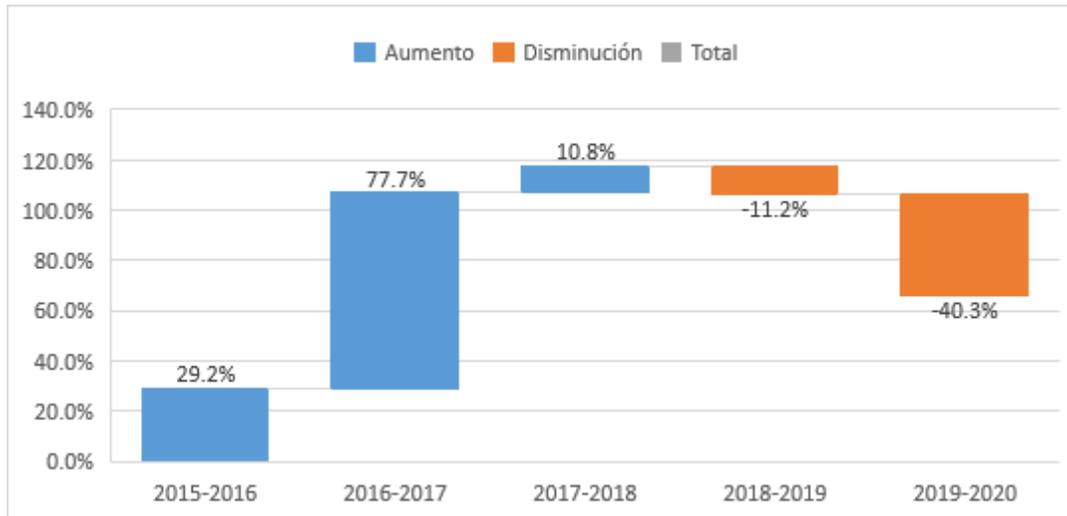
Se obtuvo el porcentaje de crecimiento histórico en el MER para transacciones por contrato, obteniéndose los resultados para el mercado total, así como para Guatemala siguientes:

Figura 33. **Crecimiento transacciones por contrato MER**



Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Crecimiento transacciones por contrato, Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

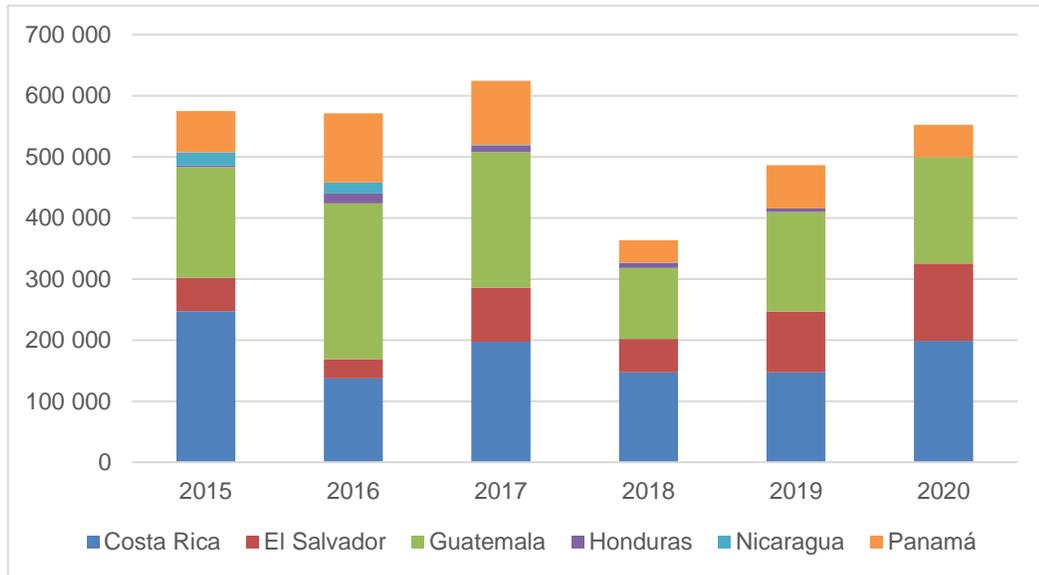
Se generó el estadístico para la base de datos de transacciones comerciales, para el histórico de transacciones de inyección realizadas bajo el régimen de oportunidad entre los distintos agentes con participación, para el periodo 2015 al 2019.

Tabla XVIII. **Transacciones de inyección de oportunidad en MWh**

Pais Miembro	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total Pais	% Pais
Costa Rica	247,408.00	137,423.00	197,257.00	147,320.00	147,093.00	198,778.00	1,075,279.00	33.9%
El Salvador	54,630.00	31,207.00	88,361.00	54,603.00	99,392.00	126,339.00	454,532.00	14.3%
Guatemala	181,311.00	255,313.00	221,999.00	116,081.00	163,074.00	174,412.00	1,112,190.00	35.1%
Honduras	2,427.00	16,156.00	10,995.00	8,439.00	5,764.00	-	43,781.00	1.4%
Nicaragua	21,336.00	17,881.00	1,026.00	228.00	151.00	2.00	40,624.00	1.3%
Panamá	67,674.00	113,210.00	104,748.00	36,840.00	70,986.00	52,842.00	446,300.00	14.1%
Total general	574,786.00	571,190.00	624,386.00	363,511.00	486,460.00	552,373.00	3,172,706.00	100.0%

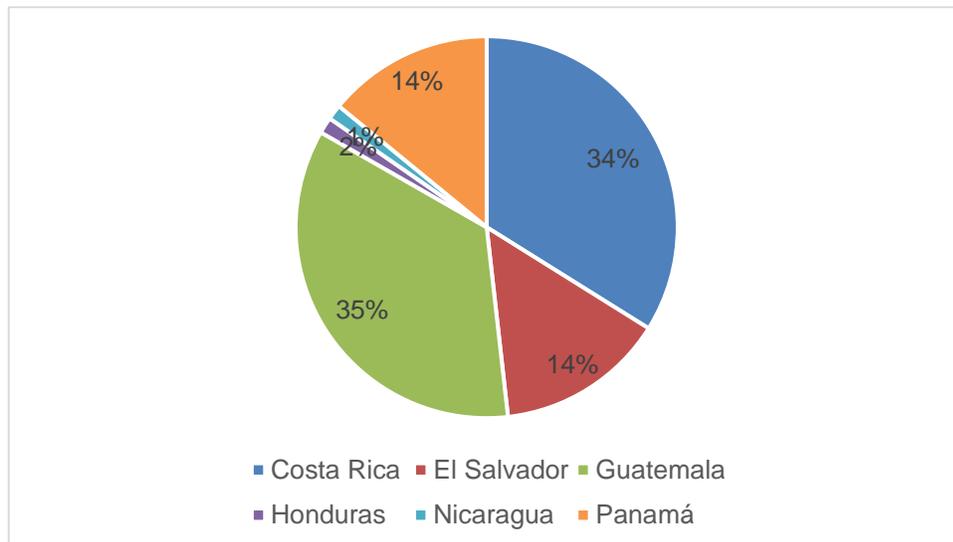
Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Transacciones de oportunidad en MWh**



Fuente: elaboración propia.

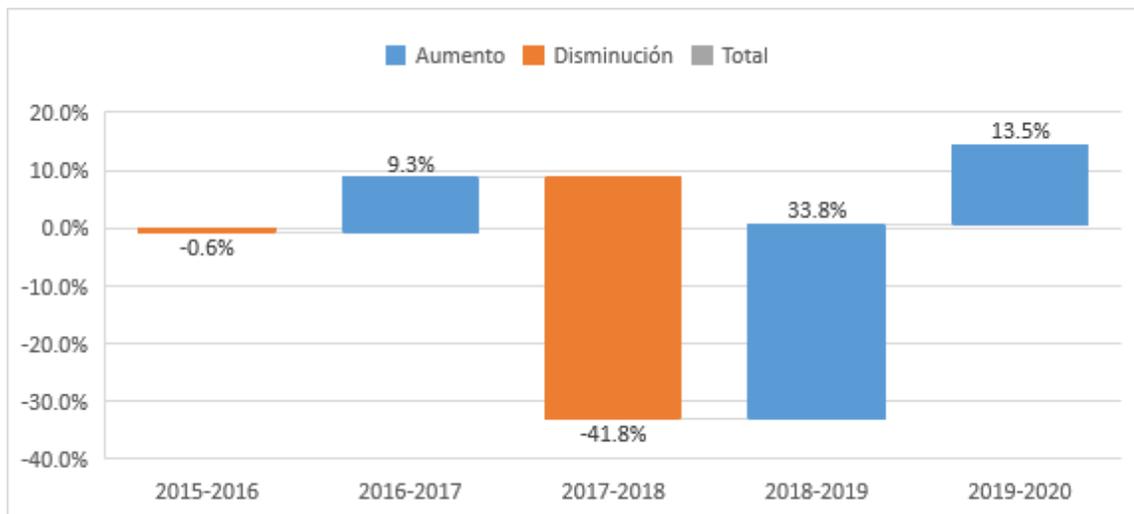
Figura 36. **Participación transacciones de oportunidad**



Fuente: elaboración propia.

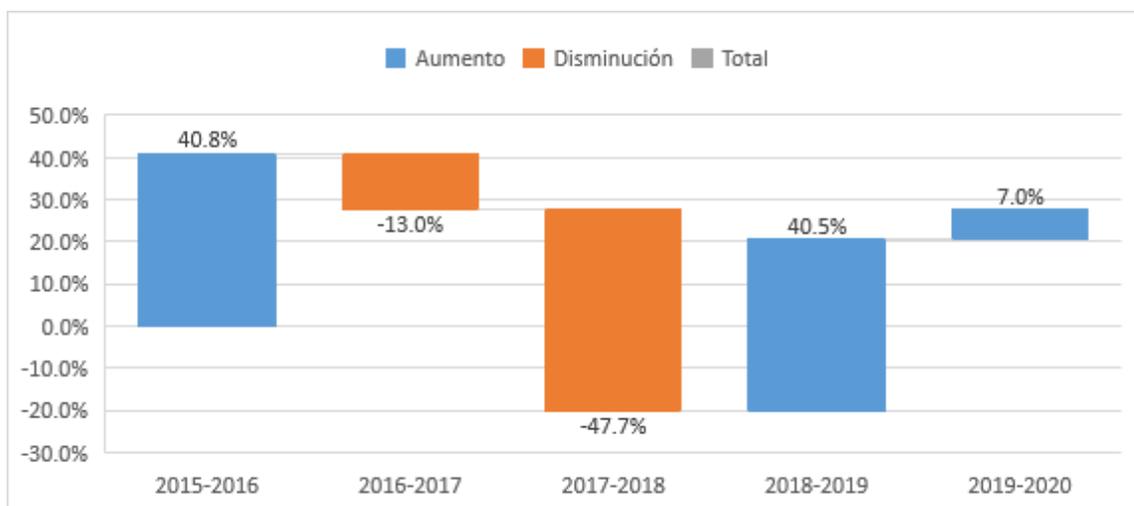
Se obtuvo el porcentaje de crecimiento histórico en el MER para transacciones de oportunidad, obteniéndose los resultados para el mercado total, así como para Guatemala siguientes:

Figura 37. **Crecimiento transacciones de oportunidad MER**



Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Transacciones de oportunidad, Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

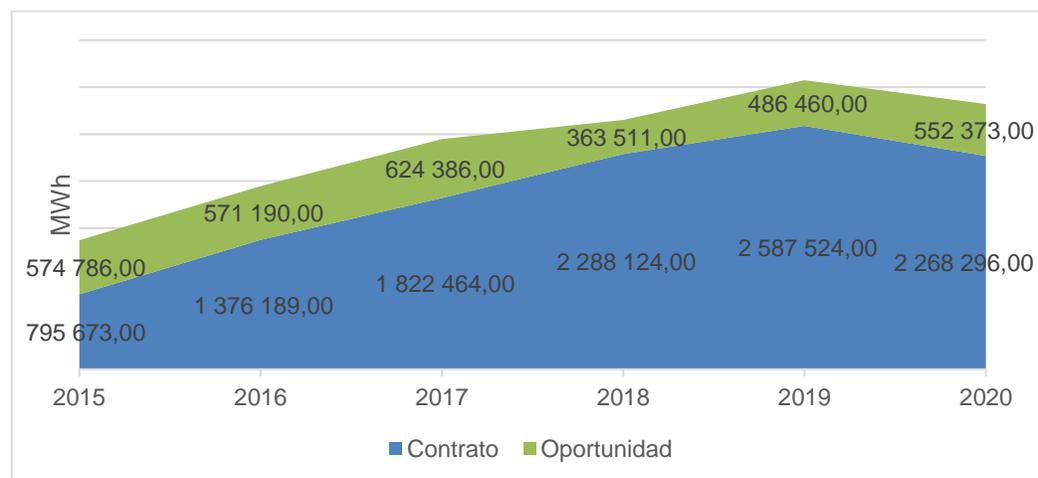
Se generó el estadístico con la base de datos de transacciones comerciales del MER, para el histórico de transacciones de inyección realizadas bajo el régimen de oportunidad y de contratos entre los distintos agentes con participación, para el periodo 2015 al 2020, teniéndose un valor transado total de 14,310,976.00 MWh.

Tabla XIX. **Transacciones de oportunidad y por contratos MWh**

Año	Transacción Contrato	Transacción Oportunidad	Subtotal
2015	795,673	574,786	1,370,459
2016	1,376,189	571,190	1,947,379
2017	1,822,464	624,386	2,446,850
2018	2,288,124	363,511	2,651,635
2019	2,587,524	486,460	3,073,984
2020	2,268,296	552,373	2,820,669
Total	11,138,270	3,172,706	14,310,976
%	77.8 %	22.2 %	100 %

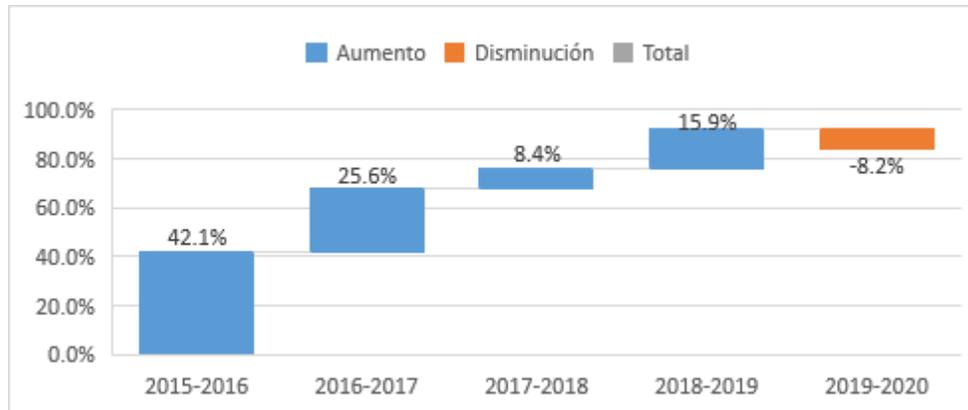
Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Transacciones de oportunidad y por contrato MER**



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Crecimiento transacciones MER**



Fuente: elaboración propia.

Objetivo 2. Establecer el grado de concentración y dominancia en el MER, en relación con los distintos agentes y países que participan, por medio de un análisis estadístico, e indicadores de participación.

3.3 Evaluación del grado de concentración del MER

Según lo establecido en el reglamento del MER, se definen como agentes de dicho mercado a las personas naturales o jurídicas dedicadas a actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de energía. También se toman como agentes la demanda, o consumidores habilitados para tal fin dentro del MER.

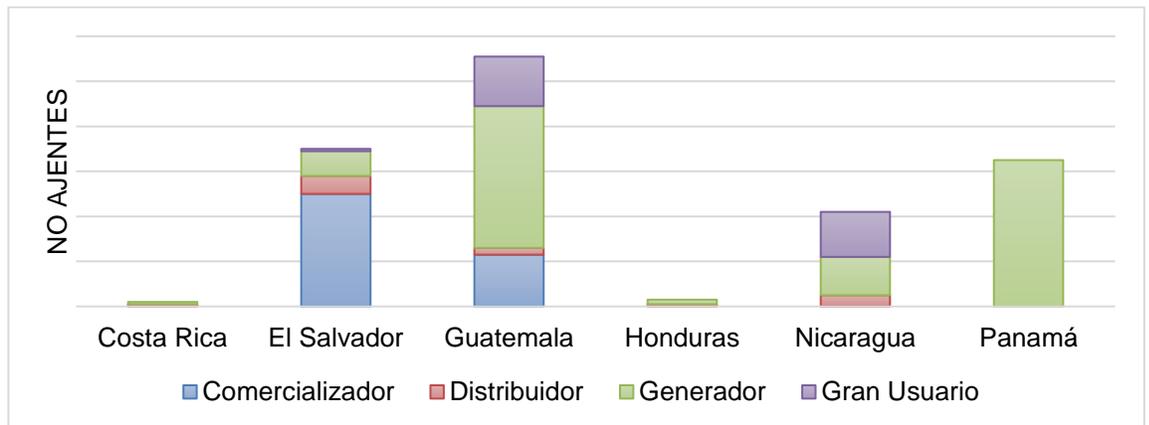
Para lo cual dichos agentes deben estar debidamente autorizados en el mercado eléctrico nacional del país donde se encuentra el nodo de la RTR, el cual es utilizado como enlace, y el cual será utilizado para realizar transacciones de inyecciones y retiro desde o hacia países no miembro.

Tabla XX. **Agentes habilitados en el MER**

País Miembro	Comercializador	Distribuidor	Generador	Gran Usuario	Total
Costa Rica	0	1	1	0	2
El Salvador	50	8	11	1	70
Guatemala	23	3	63	22	111
Honduras	0	1	2	0	3
Nicaragua	0	5	17	20	42
Panamá	0	0	65	0	65
Total	73	18	159	43	293

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Agentes MER por país**



Fuente: elaboración propia.

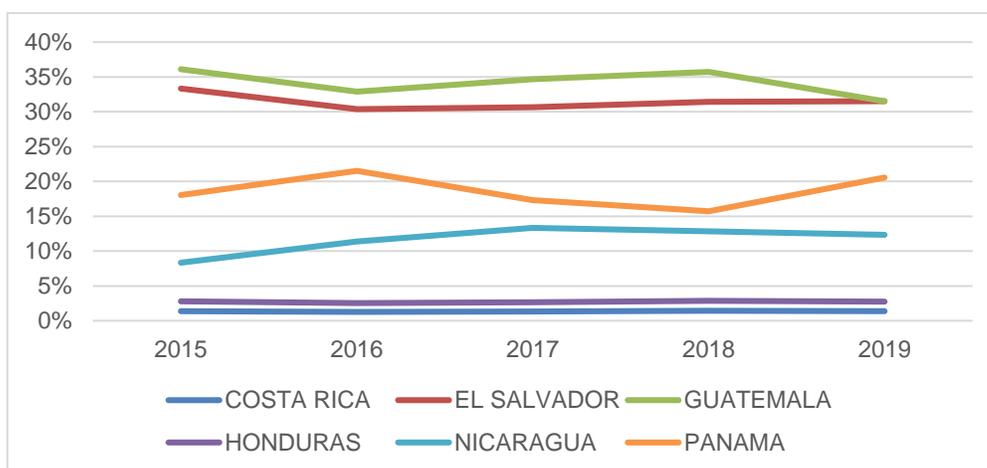
Según el incremento anual de agentes reconocidos en el MER, para cada uno de los países miembro se presenta una proporción por país de la manera siguiente:

Tabla XXI. **Proporción agentes MER**

PAIS	2015	2016	2017	2018	2019
COSTA RICA	1.4 %	1.3 %	1.3 %	1.4 %	1.4 %
EL SALVADOR	33.3 %	30.4 %	30.7 %	31.4 %	31.5 %
GUATEMALA	36.1 %	32.9 %	34.7 %	35.7 %	31.5 %
HONDURAS	2.8 %	2.5 %	2.7 %	2.9 %	2.7 %
NICARAGUA	8.3 %	11.4 %	13.3 %	12.9 %	12.3 %
PANAMA	18.1 %	21.5 %	17.3 %	15.7 %	20.5 %

fuelle: elaboración propia.

Figura 42. **Proporción agentes MER por país**



Fuente: elaboración propia.

De manera global el MER presenta un 4 % anual de incremento respecto al número de nuevos agentes que se agregan al mismo, lo que representa en promedio un incremento anual de aproximadamente entre 5 nuevos agentes con participación. Además de evidenciarse que Guatemala cuenta con el mayor porcentaje de participación en el MER, por número de agentes, en promedio un 34.2 % del total de agentes.

Otra forma de evaluar las características con las cuales cuenta el Mercado Eléctrico Regional, y la participación que han tenido los distintos agentes y países a los cuales pertenecen los mismos, es por medio de los siguientes índices de concentración, resultado del procesamiento de la información de la base de transacciones regional y el resultado del cálculo establecido para estos.

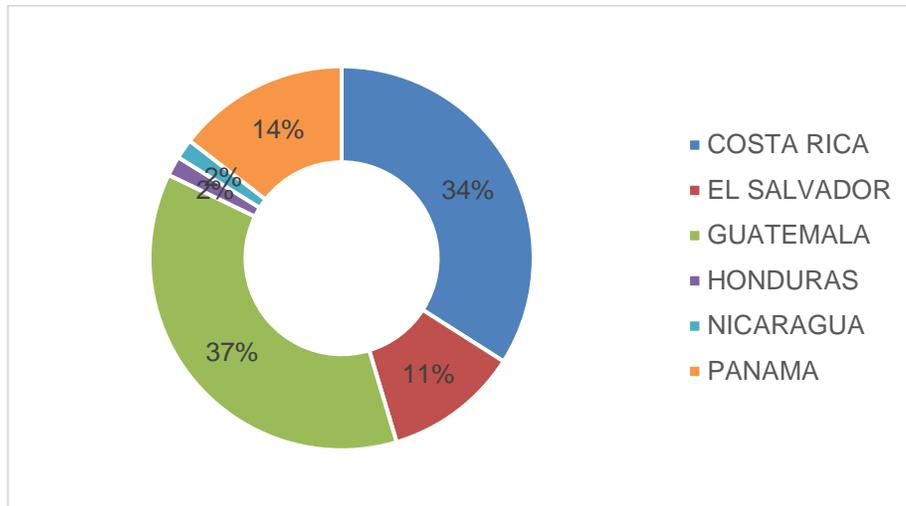
Para determinar el nivel de dominancia por país, en cuanto a la inyección de energía realizada dentro de las transacciones en el MER, fue necesario discriminar cada una de ellas para cada uno de los países, para el periodo del año 2015 al 2019, estableciendo así el nivel de participación de cada uno de los países.

Tabla XXII. **Dominancia en el MER**

PAIS	Total, general	Porcentaje
Costa Rica	1,521,953.47	34.0 %
El Salvador	507,207.02	11.3 %
Guatemala	1,645,037.80	36.8 %
Honduras	74,210.46	1.7 %
Nicaragua	74,769.31	1.7 %
Panamá	649,203.99	14.5 %
Total, general	4,472,382.05	100.0 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 43. Participación por país en la inyección



Fuente: elaboración propia.

Para determinar los índices de concentración y de Herfindalh Hirschma (IHH), es necesario contar con las transacciones realizadas para cada uno de los agentes a lo largo del periodo de tiempo comprendido del año 2015 al 2019, como se observa en el cuadro siguiente:

Tabla XXIII. Transacciones por agente en el MER

No	Etiquetas de fila	PAIS	Total	Mercado	Re
1	5GICE	CRI	1,521,953	34 %	16 %
2	1GGENEMGEE	HON	504,947	11 %	11 %
3	6GFORTUNA	PAN	286,781	6 %	8 %
4	1GGENCAISA	GUA	201,666	5 %	6 %
5	1CCOMCOMEL	GUA	173,312	4 %	5 %
6	2C_C04	ESL	128,736	3 %	4 %
7	1CCOMCOELG	GUA	124,468	3 %	4 %
8	6GHYDROPOWER	PAN	118,971	3 %	4 %
9	1GGENELEGE	GUA	109,035	2 %	4 %
10	1GGENDUEGC	GUA	107,008	2 %	4 %
11	2G_C18	ESL	82,302	2 %	3 %
12	3GENEE	HON	74,210	2 %	3 %

Continuación tabla XXIII.

13	6GPERLASUR	PAN	59,921	1 %	3 %
14	6GAES	PAN	55,632	1 %	2 %
15	2C_C56	ESL	52,667	1 %	2 %
16	2C_C08	ESL	50,794	1 %	2 %
17	1GGENOEGYC	GUA	50,386	1 %	2 %
18	1CCOMCUCOE	GUA	50,368	1 %	2 %
19	1GGENRNACE	GUA	48,649	1 %	2 %
20	1GGENJAEGL	GUA	48,596	1 %	2 %
21	1GGENINGS	GUA	47,228	1 %	2 %
22	2C_C34	ESL	46,222	1 %	2 %
23	4GDISNORTE	NIC	37,249	1 %	2 %
24	4GDISSUR	NIC	34,920	1 %	2 %
25	6GHBOQUERON	PAN	33,554	1 %	2 %
26	1GGENINGUN	GUA	32,519	1 %	2 %
27	2C_C32	ESL	29,170	1 %	1 %
28	1GGENALENR	GUA	26,215	1 %	1 %
29	6GCELSIAALT	PAN	23,684	1 %	1 %
30	1CCOMCECEE	GUA	23,010	1 %	1 %
31	2G_C24	ESL	22,150	0 %	1 %
32	2D_D02	ESL	20,137	0 %	1 %
33	1GGENENDEO	GUA	13,364	0 %	1 %
34	6GACP	PAN	12,350	0 %	1 %
35	1GGENGENES	GUA	12,221	0 %	1 %
36	6GAES-CHANG	PAN	11,292	0 %	1 %
37	2C_C03	ESL	9,452	0 %	1 %
38	6GCELSIABLM	PAN	9,373	0 %	1 %
39	1CCOMPOLIW	GUA	8,447	0 %	1 %
40	1CCOMSOLGU	GUA	8,231	0 %	1 %
41	1GGENTERMI	GUA	8,186	0 %	1 %
42	1CCOMCCELC	GUA	7,717	0 %	0 %
43	2C_C44	ESL	7,621	0 %	0 %
44	6GFOUNTAIN	PAN	7,115	0 %	0 %
45	2C_C36	ESL	6,959	0 %	0 %
46	2G_C14	ESL	6,825	0 %	0 %
47	2D_D03	ESL	6,783	0 %	0 %
48	6GIDEALPMA	PAN	6,767	0 %	0 %
49	2C_C07	ESL	5,766	0 %	0 %
50	2G_G10	ESL	5,739	0 %	0 %
51	1CCOMIONEN	GUA	5,686	0 %	0 %

Continuación tabla XXIII.

52	2D_D07	ESL	5,171	0 %	0 %
53	1GGENINGTU	GUA	5,141	0 %	0 %
54	2C_C35	ESL	4,804	0 %	0 %
55	1GGENHIDCA	GUA	4,708	0 %	0 %
56	1CCOMCOELC	GUA	4,688	0 %	0 %
57	1GGENBIOEN	GUA	4,675	0 %	0 %
58	6GVALLEYCO	PAN	4,463	0 %	0 %
59	1GGENINPAG	GUA	4,412	0 %	0 %
60	6GPANAM	PAN	4,106	0 %	0 %
61	6GKANAN	PAN	3,816	0 %	0 %
62	6GPERLANORT	PAN	3,103	0 %	0 %
63	2C_C55	ESL	3,053	0 %	0 %
64	2D_D04	ESL	2,996	0 %	0 %
65	1GGENCOEGE	GUA	2,761	0 %	0 %
66	4GALBANISA	NIC	2,600	0 %	0 %
67	6GJINRO	PAN	2,569	0 %	0 %
68	2C_C46	ESL	2,235	0 %	0 %
69	6GPEDREGAL	PAN	2,156	0 %	0 %
70	6GSFRAN	PAN	1,747	0 %	0 %
71	2C_C65	ESL	1,720	0 %	0 %
72	6GCELSIABON	PAN	1,701	0 %	0 %
73	2C_C31	ESL	1,590	0 %	0 %
74	1GGENPUQPL	GUA	1,331	0 %	0 %
75	2C_C41	ESL	1,221	0 %	0 %
76	1GGENOXECO	GUA	1,099	0 %	0 %
77	2C_C62	ESL	977	0 %	0 %
78	2C_C33	ESL	842	0 %	0 %
79	1CCOMECONO	GUA	821	0 %	0 %
80	1GGENRENGU	GUA	717	0 %	0 %
81	1GGENGEELN	GUA	671	0 %	0 %
82	1CCOMMERGU	GUA	655	0 %	0 %
83	1GGENPANTA	GUA	647	0 %	0 %
84	2C_C05	ESL	540	0 %	0 %
85	1GGDRPRSOG	GUA	458	0 %	0 %
86	2C_C51	ESL	449	0 %	0 %
87	1GGENGENOC	GUA	410	0 %	0 %
88	1GGENGRGEO	GUA	172	0 %	0 %
89	1GGENTECNO	GUA	99	0 %	0 %
90	1CCOMEMCEE	GUA	92	0 %	0 %

Continuación tabla XXIII.

91	2C_C13	ESL	91	0 %	0 %
92	1GGENESIES	GUA	86	0 %	0 %
93	2C_C38	ESL	56	0 %	0 %
94	6GGANA	PAN	53	0 %	0 %
95	2C_C59	ESL	42	0 %	0 %
96	1GGENCEAIG	GUA	40	0 %	0 %
97	2C_C47	ESL	38	0 %	0 %
98	1CCOMMAYEL	GUA	32	0 %	0 %
99	2C_C48	ESL	32	0 %	0 %
100	2C_C27	ESL	25	0 %	0 %
101	1GGENHIDRO	GUA	21	0 %	0 %
102	6GGENA	PAN	20	0 %	0 %
103	1CCOMCOESD	GUA	19	0 %	0 %
104	6GENERGYST	PAN	17	0 %	0 %
105	1GGENHIVIA	GUA	14	0 %	0 %
106	6GEGESA	PAN	14	0 %	0 %
107	1GGENINGMA	GUA	10	0 %	0 %
108	1GGENGENEP	GUA	6	0 %	0 %
109	2C_C63	ESL	4	0 %	0 %
110	1GGENCOELL	GUA	0	0 %	0 %

Fuente: elaboración propia.

El índice de concentración los primeros 5, 10, y 20 principales agentes participantes en el MER, por su volumen de transacciones de inyección realizadas, teniéndose los siguientes resultados:

Tabla XXIV. Índice de concentración

Descripción	Índice
Top 5	60.1 %
Top 10	73.3 %
Top 20	86.1 %

Fuente: elaboración propia.

Para encontrar el índice de Herfindalh Hirschma (IHH), se utilizó su forma de cálculo y se determinaron los grados de participación de cada uno de los agentes y luego sumando sus cuadrados, lo cual dio como resultado un índice de IHH 1,421.03

Para encontrar el índice de entropía, o variante del índice de Herfindalh, se utilizó su fórmula de cálculo para la totalidad de agentes que han realizado transacciones en el MER, teniendo el resultado del índice de Entropía de 1.25.

Objetivo 3. Identificar las principales medidas a impulsar para fomentar una mayor participación y aprovechamiento del MER por los agentes guatemaltecos.

3.4 Cargos en el MER

En el mercado eléctrico regional, existen varios cargos que deben ser adicionados a los vinculados netamente con las transacciones de energía realizadas entre agentes de este mercado. Pudiendo ser estos de manera general, cargos por el servicio de transmisión regional, cargos por regulación, y cargos por operación del sistema.

3.5 Comportamiento operativo de la línea SIEPAC

La infraestructura inicial de la red de transmisión bajo la responsabilidad de EPR consistió inicialmente de aproximadamente 1,793 km de línea de transmisión de 230 KV, con una previsión de construcción de un segundo circuito. Esta red de transporte inicial conecta 15 subestaciones eléctricas, mediante 28 bahías, además de algunos equipos de compensación reactiva.

Esta infraestructura inicial, además de refuerzos en los sistemas de transmisión de los países miembros, permiten inicialmente transportar de manera segura y confiable hasta una capacidad de 300 MW.

Línea de transmisión de 230 KV actual en uso para las transacciones del MER:

Tabla XXV. **Longitud línea transmisión de 230 kV**

PAIS	1er Circuito Longitud (Km)	2do Circuito Longitud (Km)
Guatemala	282.4	29.0
El Salvador	288.3	-
Honduras	270	-
Nicaragua	308.5	169.8
Costa Rica	496.9	-
Panamá	150	-
TOTAL (Km)	1796.1	198.8

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Detalle de la línea por país**

PAIS	TRAMO	1er Circuito		2do Circuito	
		Longitud (Km)	Propietario	Longitud (Km)	Propietario
Guatemala	Aguacapa - La Vega II	28.7	EPR	29.0	INDE
Guatemala	La Vega II - Frontera El Salvador	70.8	EPR	-	-
Guatemala	Guate Norte - San Agustín	52.6	EPR	-	-
Guatemala	San Agustín - Panaluya	56.3	EPR	-	-
Guatemala	Panaluya - Frontera Honduras	74.0	EPR	-	-

Continuación tabla XXVI.

El Salvador	Frontera Guatemala - Ahuachapán	19.0	EPR	-	-
El Salvador	Ahuachapán - Nejapa	90.1	EPR	-	-
El Salvador	Nejapa - 15 septiembre	86.0	EPR	-	-
El Salvador	15 septiembre - Frontera Honduras	93.2	EPR	-	-
Honduras	Frontera El Salvador - Agua Caliente	54.0	EPR	-	-
Honduras	Agua Caliente - Frontera Nicaragua	61.0	EPR	-	-
Honduras	Torre T - San Buenaventura	14.0	EPR	-	-
Honduras	San Buenaventura - San Nicolás	87.0	EPR	-	-
Honduras	San Nicolás - Frontera Guatemala	54.0	EPR	-	-
Nicaragua	Frontera Honduras - P. Pandino	117.5	EPR	-	-
Nicaragua	P. Sandino - Ticuantepe	64.4	EPR	-	-
Nicaragua	P. Sandino - Masaya	-	-	81.3	ENATREL
Nicaragua	Ticuantepe - Frontera Costa Rica	126.6	EPR	-	-
Nicaragua	Masaya - La Virgen	-	-	88.5	EPR
Costa Rica	Frontera Nicaragua -Cañas	129.7	EPR	-	-
Costa Rica	Cañas - Parrita	159.7	EPR	-	-
Costa Rica	Parrita - Palmar Norte	133.9	EPR	-	-
Costa Rica	Palmar Norte - Río Claro	50.9	EPR	-	-
Costa Rica	Río Claro - Frontera Panamá	22.7	EPR	-	-
Panamá	Frontera Costa Rica - Dominical	8.0	EPR	-	-
Panamá	Dominical - Veladero	142.0	EPR	-	-

Fuente: elaboración propia.

Detalle de la línea por área de control, sientos estas bahías y subestaciones relacionadas a la línea 230 KV:

Tabla XXVII. **Detalle línea transmisión por área de control**

País	Subestación	Esquema	Observaciones
Guatemala	Aguacapa	Barra principal partido con interruptor de enlace (acoplamiento) y barra de transferencia.	Conexión a Ahuachapán
	Guate norte	Doble barra un interruptor e interruptor de acoplamiento.	Conexión a Panaluya
	Panaluya	Interruptor y medio	Conexión a guate norte y san buenaventura
El Salvador	Ahuachapán	Interruptor y medio	Conexión a Aguacapa y a Nejapa
	Nejapa	Interruptor y medio	Conexión a Ahuachapán y 15 de septiembre
	15 de septiembre	Interruptor y medio	Conexión a Nejapa y agua caliente
Honduras	Agua caliente	Interruptor y medio	Conexión a 15 de septiembre y Sandino
	San buenaventura	Interruptor y medio	Conexión a Panaluya, el cajón y Toncontín
Nicaragua	Sandino	Interruptor y medio	Conexión a agua caliente y Ticuantepe
	Ticuantepe	Interruptor y medio	Conexión a cañas y Sandino
Costa Rica	Cañas	Barra principal partido con interruptor de enlace (acoplamiento) y barra de transferencia.	Conexión a Ticuantepe y parrita
	Parrita	Interruptor y medio	Conexión a cañas y palmar norte
	Palmar norte	Barra principal partido con interruptor de enlace (acoplamiento) y barra de transferencia.	Conexión a parrita y río claro
	Río claro	Barra principal partido con interruptor de enlace (acoplamiento) y barra de transferencia.	Conexión a palmar norte y Voladero
Panamá	Dominical	Interruptor y medio	Futura conexión a río claro y Voladero
	Voladero	Interruptor y medio	Conexión a río claro

Fuente: elaboración propia.

Derivado del comportamiento de las indisponibilidades programadas y forzadas, al realizar una estadística de estas se tienen los siguientes datos e indicadores:

Tabla XXVIII. **Indisponibilidades programadas y forzadas RTR**

AÑO	Indisponibilidad Programada		Indisponibilidad Forzada	
	Salidas/100 Km	Horas/100 Km	Salidas/100 Km	Horas/100 Km
2012	3.44	81.38	7.65	40.03
2013	4.68	57.35	3.4	5.97
2014	2.84	65.44	2.61	2.52
2015	2.96	47.18	0.78	0.71
2016	4.31	59.55	0.88	0.66
2017	5.41	62.54	0.72	0.95
2018	3.37	38.05	0.28	0.09
2019	4.10	42.41	0.56	3.33
2020	3.74	47.53	0.86	0.98
2021	3.74	72.5	0.69	0.56

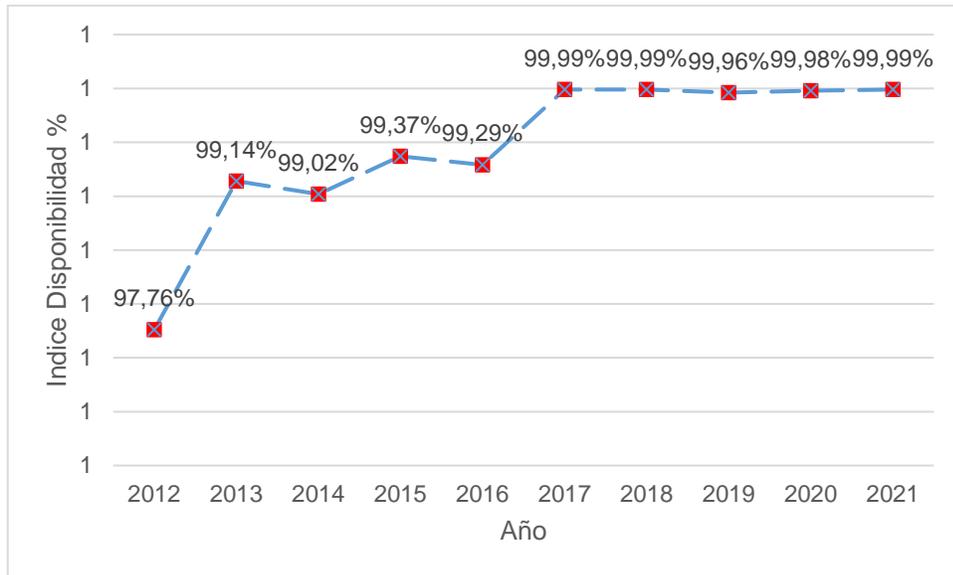
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Índice de disponibilidad**

Año	Índice de Disponibilidad
2012	97.76 %
2013	99.14 %
2014	99.02 %
2015	99.37 %
2016	99.29 %
2017	99.99 %
2018	99.99 %
2019	99.96 %
2020	99.98 %
2021	99.99 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 44. Comportamiento índice de disponibilidad RTR



Fuente: elaboración propia.

3.6 Análisis FODA del MER

Se determinaron las fortalezas y debilidades, así como oportunidades y amenazas, por medio del uso de una matriz FODA se determinó la siguiente radiografía en cuanto al análisis del MER, visualizado desde el punto de vista de los agentes que participan o podrían participar en el mismo y que pertenecen a Guatemala.

Tabla XXX. **Análisis Interno**

FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad en el sector eléctrico guatemalteco y su marco legal. • Sector eléctrico dividido con especialización bien definida (Generación, Transmisión, Distribución, Comercialización), además de contar con un cumplimiento normativo. • Estabilidad en el marco legal y las instituciones que conforman el subsector eléctrico guatemalteco, lo que ha permitido una presencia en este sector. generación. • <i>Expertiz</i> en propiciar nuevas inversiones en ámbitos como la transmisión y generación, para su liberalización y aumento en la competencia. • Exportador neto de energía en el Mercado Eléctrico Regional, derivado de la competitividad de sus precios. • Transacciones no solamente con el MER, sino de manera bilateral con México por medio de los nodos Brillantes-Tapachula. • Capacidad instalada de generación que permite atender con cierta solvencia la demanda local, además de poder atender la demanda regional derivada de las transacciones en el MER. • Costo marginal de corto plazo definido como el precio SPOT competitivo actualmente en la región del MER, así como hacia México.
DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de modernización del marco regulatorio nacional, facilitando y flexibilizando los mismos hacia una armonización en el MER. • Imposibilidad de los distribuidores en poder licitar sus requerimientos energéticos a nivel regional por medio del MER. • Inexistencia de planes de liquidación de plantas de generación existentes y con costos de generación elevados.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Análisis externo**

OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none">• Armonización del marco regulatorio regional, así como un fortalecimiento de las instituciones de manera que garanticen el respecto a la normativa de los distintos agentes y países, así como fomentando la competencia de mercado.• Proyectos de inversión en generación regional y conjunta entre países miembro del MER.• Mercado en crecimiento de transacciones tanto de oportunidad como por contratos en el MER.• Apertura a nuevos mercados de exportación como lo son el caso de Sur América, Belice, etc.• Incremento en la región de la demanda energética y poca inversión en generación en algunas regiones de centro américa.• Continuar con el desarrollo de transacciones por medio de contratos firmes, ya que las mismas garantizan el cumplimiento de las transacciones y facilitan las mismas. Para lo cual es necesario desarrollar aún más el marco regulatorio regional para fomentar dicha figura.
AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none">• Ingreso de competidores, ya sea agentes y regiones con menores costes.• Fallas de mercado por medio de agentes con poder de mercado e influencia en los precios. Agentes o empresas con características monopólicas en sus países, con la posibilidad de existencia de transferencias y/o subsidios entre las distintas actividades del subsector eléctrico.• Restricciones en el sistema de transmisión regional o baja confiabilidad de los sistemas interconectados, y que afecten negativamente el despacho óptimo de la generación y por ende el precio de mercado.• Variación de los costos de generación regional con dependencia de los costes de adquisición en el mercado internacional de los combustibles utilizados para su generación.• Incremento de los costos asociados a las transacciones regionales, o mala asignación de los recursos en el MER que generen sobrecostos en el MER.• Dependencia de la demanda de variables de carácter social que pueden incidir en contraer el comportamiento de esta (pandemias, catástrofes, etc.)

Continuación tabla XXXI.

- Incumplimiento de los planes de expansión que limiten las transacciones derivado de restricciones operativas o de limitaciones en la capacidad de transmisión. Mala calidad del servicio de transporte en regiones de Honduras y Nicaragua derivado de infraestructura de transmisión deficiente y con poca inversión.
- Injerencia política en la toma de decisiones de entidades que lideran el Mercado Eléctrico Regional (CRIE, EOR, CDMER, EPR).
- Ingreso de productos sustitutos por medio de transacciones bilaterales con los países objetivo para Guatemala en el MER.
- Limitaciones del marco regulatorio regional, que fomenten la participación en el MER de agentes diversos, así como para consumidores no residenciales o grandes compradores finales.

Fuente: elaboración propia.

3.7 Grado de aprovechamiento del MER por los agentes de Guatemala

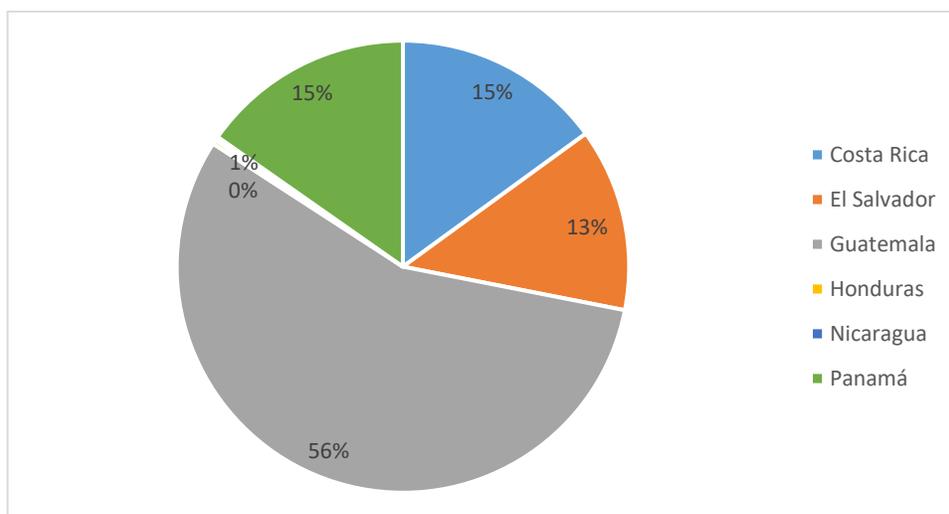
A continuación, se presenta el análisis de resultados de las transacciones realizadas por agentes de Guatemala en el MER, de enero 2015 a mayo 2021. Estos agentes han realizado transacciones, ya sea por contrato o de oportunidad, se tiene el siguiente registro por tipo de transacción tomando en cuenta las inyecciones realizadas:

Tabla XXXII. Transacciones por tipo de transacción MWh

País	Transacciones por Contrato	Transacciones de Oportunidad	Subtotal	%
Costa Rica	971,485.06	1,337,073.28	2,308,558.33	15.0 %
El Salvador	1,560,252.27	458,779.30	2,019,031.58	13.1 %
Guatemala	7,498,880.25	1,139,507.46	8,638,387.71	56.1 %
Honduras	2,074.23	46,104.87	48,179.10	0.3 %
Nicaragua	176.37	40,623.74	40,800.11	0.3 %
Panamá	1,888,790.93	463,621.08	2,352,412.01	15.3 %
Total, general	11,921,659.11	3,485,709.74	15,407,368.85	100.0 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 45. **Grado de aprovechamiento del MER por país**



Fuente: elaboración propia.

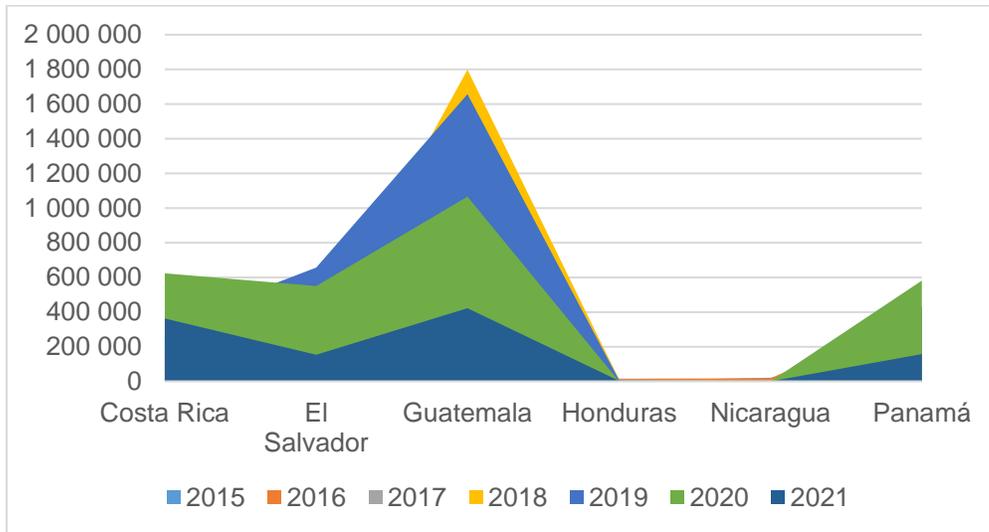
Derivado de la agrupación de las distintas transacciones de inyección realizadas por los países miembro del MER, tanto por contrato y de oportunidad, y agrupándolas de manera anual se tienen los siguientes resultados:

Tabla XXXIII. **Transacciones anuales realizadas en el MER en GWh**

Año	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	Subtotal
2015	281.4	82.2	843.0	2.7	21.5	139.6	1,370.5
2016	181.2	224.0	1,110.2	16.2	17.9	397.9	1,947.4
2017	230.0	143.8	1,741.1	12.7	1.0	318.2	2,446.8
2018	307.5	209.1	1,798.9	8.4	0.2	327.2	2,651.3
2019	322.6	656.7	1,657.1	5.9	0.2	431.5	3,073.9
2020	623.8	550.6	1,066.0	0.0	0.0	580.3	2,820.7
2021	362.1	152.6	422.1	2.3	0.0	157.7	1,096.8
Total	2,308.6	2,019.0	8,638.4	48.2	40.8	2,352.4	15,407.4

Fuente: elaboración propia.

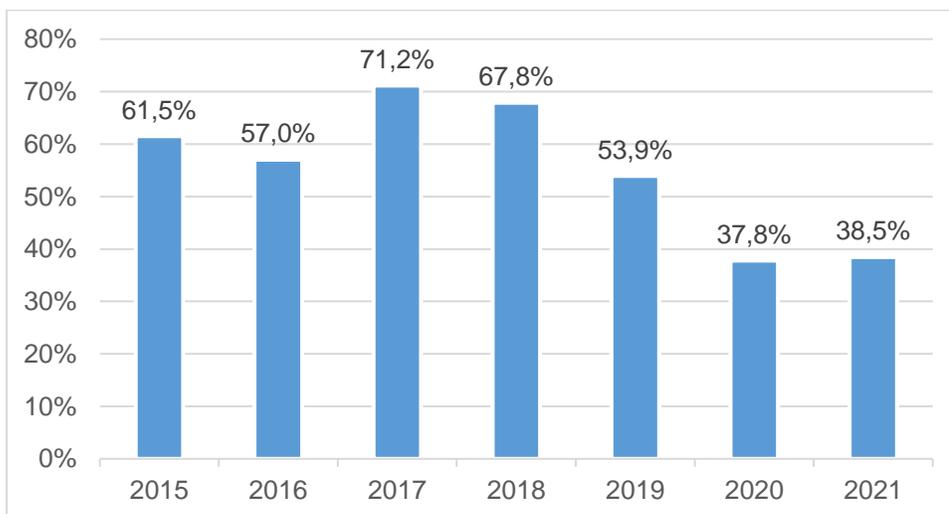
Figura 46. Transacciones anuales por país



Fuente: elaboración propia.

Al comparar las transacciones de inyección realizada por Guatemala como bloque, respecto al total realizado en el MER de manera anual se puede determinar el grado de aprovechamiento que se ha tenido en el MER.

Figura 47. Aprovechamiento anual del MER, por agentes de Guatemala



Fuente: elaboración propia.

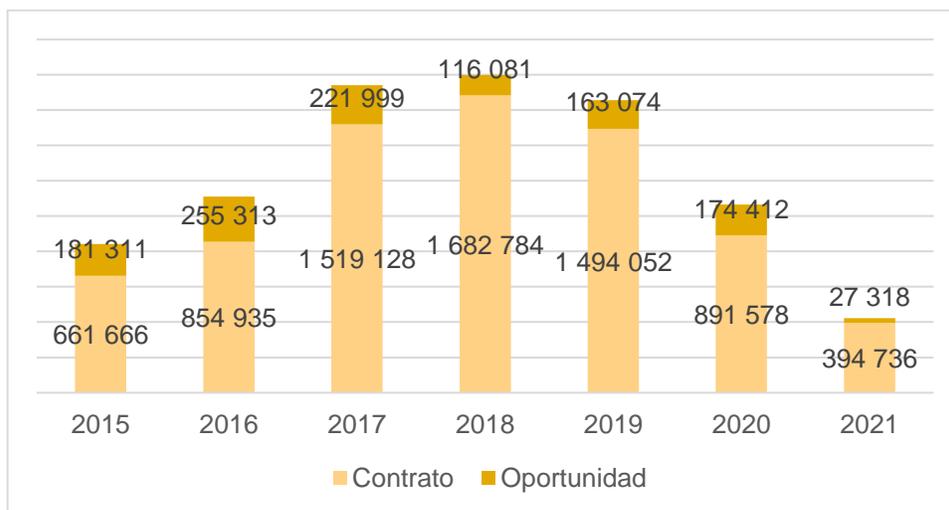
Es de gran importancia determinar el grado de evolución que han tenido las transacciones de Guatemala de manera anual, de manera desagregada, lo que se presenta a continuación.

Tabla XXXIV. Transacciones en el MER de Guatemala, desagregadas por tipo, en MWh

Transacciones Guatemala	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
	842,977	1,110,248	1,741,127	1,798,866	1,657,126	1,065,990	422,054	8,638,388
Contrato	661,666	854,935	1,519,128	1,682,784	1,494,052	891,578	394,736	7,498,880
Oportunidad	181,311	255,313	221,999	116,081	163,074	174,412	27,318	1,139,507
% Contrato	78.5 %	77.0 %	87.2 %	93.5 %	90.2 %	83.6 %	93.5 %	86.8 %
% Oportunidad	21.5 %	23.0 %	12.8 %	6.5 %	9.8 %	16.4 %	6.5 %	13.2 %

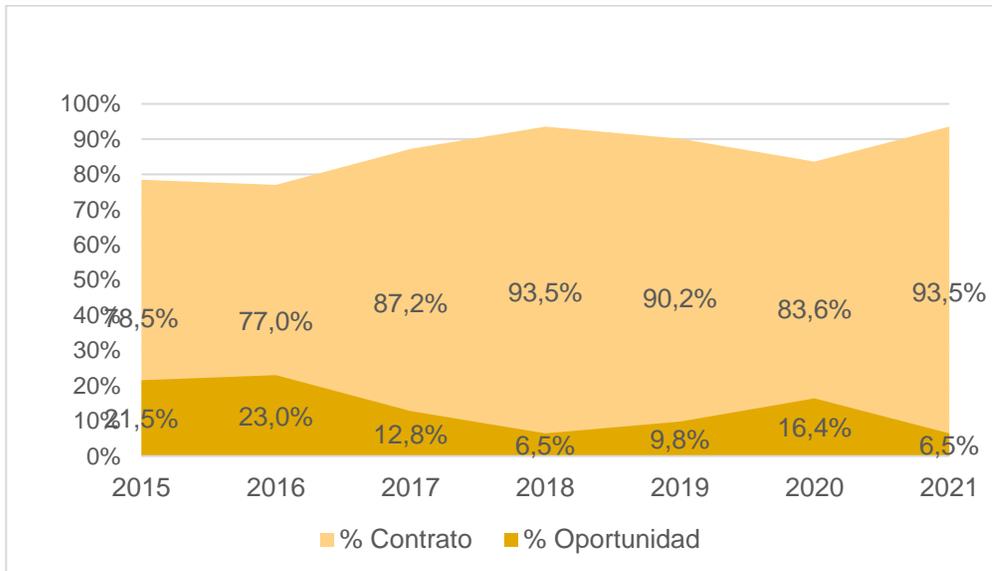
Fuente: elaboración propia.

Figura 48. Desagregación transacciones de Guatemala en el MER, por tipo en MWh



Fuente: elaboración propia.

Figura 49. **Proporción transacciones Guatemala, desagregadas por tipo**



Fuente: elaboración propia.

4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con el uso de análisis numérico, manejo de base de datos, estadística descriptiva, así como el uso de indicadores de concentración y de dominancia para mercados eléctricos, se logró establecer las tendencias de las transacciones comerciales y su evolución, así como los niveles de concentración y dominancia por agente y por país. Además, se realizó una matriz FODA, por medio de la cual se identifican claramente las distintas aristas tanto internas como externas que permitirán un mejor aprovechamiento y posicionamiento de Guatemala en el MER.

4.1 Análisis interno

A continuación, se aborda la interpretación de los resultados obtenidos durante el proceso de análisis planteado para el cumplimiento de los objetivos planteados.

El procedimiento permitió agrupar las transacciones realizadas tanto por agente como por país de pertenencia de los distintos agentes autorizados en el MER. Es importante resaltar que los distintos agentes pueden realizar transacciones comerciales de inyección y retiro, dependiendo del papel que desempeñen como demanda u oferta dentro del mercado regional.

Para la realización de la investigación se cumplió con las tres fases establecidas, siendo la fase inicial por medio de la obtención de información y preparación de la base de datos.

En la primera fase, a la cual corresponde al primer objetivo de la investigación, se realizó un análisis del comportamiento de las transacciones realizadas por agente y por país en el MER, se utilizó el manejo de base de datos, así como el análisis numérico del histórico de transacciones realizadas. El análisis estadístico del comportamiento y aprovechamiento de los distintos agentes y países que conforman el MER. Además, esta primera fase contemplo la información y bases de datos vinculadas al tema de investigación en fuentes primarias, secundarias y terciarias.

En la segunda fase, se dio cumplimiento al segundo objetivo de la investigación, al aplicar los indicadores de evaluación establecidos para determinar el grado de dominancia y de concentración, en el Mercado Eléctrico Regional, para los principales agentes según su participación, así como para cada uno de los países miembro. Para esta fase y cumplimiento del objetivo, un aspecto importante que puede considerarse como limitante es el que no se cuenta con información pública de los costos de generación, en específico el costo marginal para cada uno de los agentes participantes con transacciones de inyección. Dicha falta de información imposibilitó la determinación del índice de Lerner, por medio del cual se pudo haber establecido el nivel de competencia para los distintos agentes en el MER.

La tercera y última fase, cumple con el tercer objetivo planteado en cuando a contar con un análisis interno y externo del MER, respecto al grado de aprovechamiento de este por parte de los agentes guatemaltecos o como región, información que puede ser utilizada para realizar análisis estratégicos oportunos de como potenciar y mejorar el posicionamiento que actualmente se tiene en dicho mercado.

De acuerdo con los resultados expuestos por medio de los análisis realizados por medio de estadística descriptiva y de los índices o indicadores de evaluación de concentración y de dominancia, que Guatemala como región es un exportador neto con presencia en el 62.2 % de las inyecciones al MER. Siendo el país con mayores importaciones El Salvador, con un 68.3 % de las mismas.

Para el periodo comprendido del año 2015 al 2020 se han transado aproximadamente 14,310 GWh, con un 22.2 % de las transacciones comerciales realizadas bajo la modalidad de oportunidad y el restante 77.8 % bajo la modalidad de contrato. Los agentes guatemaltecos en su conjunto han tenido una participación del 35 % en las transacciones de oportunidad, y del 64 % para transacciones por contrato. Esto evidencia que se ha aprovechado en mayor medida las transacciones por contrato, existiendo cierta oportunidad de mejora en las de oportunidad.

En cuanto al número de agentes con participación en el MER, Guatemala representa un aproximado del 34.2 % de los agentes participantes y reconocidos en el MER de la totalidad de estos, siendo este el mayor porcentaje de participación por país de la región. De manera global el MER tiene un incremento del 4 % anual en cuanto al número de agentes participantes.

Con base en los indicadores de concentración encontrados, se puede indicar al respecto del MER, por medio del índice de concentración del 60.1 %, se puede concluir que no existe un grado de dominancia. El resultado del indicador Herfindalh Hirschma (IHH), para el MER es de 1,421.03, lo cual indica que dicho mercado es moderadamente concentrado, y no existe demasiada injerencia o poder de mercado en los principales agentes.

Se obtuvo un índice de entropía de 1.25, por lo que se concluye que no existe mayor incertidumbre por parte de los agentes, para la participación en el mismo, aun cuando es un mercado monopólico.

4.2 Análisis externo

Es importante mencionar la eficacia de la metodología utilizada, la cual brinda resultados claros, que pueden ser utilizados para ser tomados en cuenta, para una el planteamiento de una estrategia que garantice la adecuada toma de decisiones, en relación con un aprovechamiento por parte de Guatemala y sus agentes en el MER. Se resaltan algunas diferencias y similitudes con algunos otros estudios, o análisis aproximados:

En el estudio realizado por Dammert, García y Molinelli (2010), indica que se deben asumir fallas de mercado, y que de hecho las mismas existen, y que estas ocurren en determinadas situaciones, en las que el funcionamiento de los mercados puede verse deteriorado en su nivel de eficiencia. Algo es coincidente con el presente estudio, ya que se determinó que el MER ha tenido en promedio un incremento del 17.38 %. Esto vinculado a que no existe un grado de dominancia de gran importancia o influencia, ni que haya sido aprovechado hasta la fecha de manera negativa, por lo que puede inferirse que es un mercado con un grado importante de competencia. Siendo estas otras variables de importancia a contemplar dentro del análisis de los mercados eléctricos.

Otro estudio es el desarrollado por Luyo (2008), el cual coincide con la identificación de dos grandes variables de análisis, dentro del proceso de determinación del grado de evolución y la competitividad de los mercados, como lo son los costos operativos de estos, así como la capacidad de transporte, y su

injerencia en la fragmentación del mercado, dependiendo de las distintas capacidades de transmisión, así como de la confiabilidad de este.

A nivel institucional la CRIE y el EOR han desarrollado varios análisis según lo contenido en CRIE, Informes del Mercado Eléctrico Regional años (2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021), análisis bastante más profundos y de manera periódica, en los cuales se evidencia información estadística y representativa de las distintas transacciones comerciales realizadas, además de la parte operativa del MER. La mayoría de las publicaciones son de carácter anual, mismas que no facilitan la correlación en el tiempo del comportamiento, de manera que se pueda generar un análisis de tendencias lo cual limita el alcance de estos.

CONCLUSIONES

1. El grado de evolución y aprovechamiento de los países y agentes en el MER, indica que en promedio se ha tenido un incremento del 17.38 % por año, y esto representa un volumen de energía transada del orden de 1,630 GWh. El principal exportador de energía es Guatemala con un 62.2 % de las transacciones, posicionándose como exportador neto de la región. Estas exportaciones están distribuidas en un 35 % en transacciones de oportunidad, y un 64 % en transacciones por contrato. El Salvador se encuentra como el país que más importaciones ha realizado, con un 68.3 % de participación.
2. Con base en los índices e indicadores de concentración, determinados tomando como base las transacciones comerciales en el MER, se evidencia que no existe un grado de dominancia importante respecto a los principales agentes (índice de concentración = 60.1 %). Además, se puede concluir que el MER, es un mercado moderadamente concentrado y no existe demasiada injerencia o poder de mercado por parte de los principales agentes (Índice IHH = 1,421.03). También se concluye que, no existe mayor incertidumbre por parte de los agentes, en cuanto a la participación, aun cuando este mercado es de característica monopólicas (índice de entropía = 1.25).
3. Las principales medidas a implementar, con el objeto de que el subsector eléctrico de Guatemala continúe su hegemonía en el MER, es que logre una homologación del marco regulatorio regional, incluyendo reglas claras y que permitan la competencia. Otra medida al mediano y largo plazo,

garantizar el incremento en el volumen de ventas, llegando a más demanda, y con precios, y costos asociados a las transacciones regionales estables y competitivos. Además, es necesario estabilizar los precios de transporte a largo plazo, así como la optimización de los costos vinculados a las transacciones regionales.

4. Los agentes guatemaltecos en el MER han tenido una evolución importante y con carácter predominante, aunque en los últimos años han existido nuevos participantes con crecimientos importantes. Por ello es de fundamental importancia, el que se tomen como bloque las medidas estratégicas correspondientes, y en la temporalidad adecuada, garantizando así que Guatemala para la región continúe siendo en su balance exportador.

RECOMENDACIONES

1. Derivado de la evolución y grado de aprovechamiento que se ha tenido en el MER por parte de Guatemala, se hace necesario que los agentes de esta región fortalezcan su postura en cuanto a las transacciones comerciales. Además, es fundamental que estos agentes, definan y ejecuten estrategias efectivas, que permitan incrementar las transacciones de oportunidad y por medio de contratos, identificando nuevas condiciones y posturas de dominancia en las transacciones que se realizan en el MER.
2. En cuanto a la institucionalidad del subsector eléctrico regional, debe identificar y proponer las medidas correctivas necesarias, para que, por medio de regulación y promoción de competencia, se erradiquen las fallas o deficiencias de mercado. Para lograr ello es necesario impulsar un marco regulatorio y acciones estratégicas, ágiles y efectivas en la atención de las necesidades cambiantes de este mercado.
3. En cuanto a Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE), debe continuar con el proceso de consensuar un marco regulatorio en cumplimiento de los principios del MER, y en continuidad de su independencia, toma de decisiones transparentes, confiables y de carácter técnico. Además de contemplar medidas estratégicas de corto, mediano y largo plazo, que incentiven la participación y la competencia en el MER. Generar los espacios para la implementación de licitaciones regionales de largo plazo, garantizar la continuidad del precio de transporte y la mejora de la calidad del servicio en este sistema, así como disminuir al mínimo operativo los costos asociados a las transacciones realizadas, incentivar

la optimización de los costos de generación, bajo la definición de una matriz de generación, que sea competitiva y ambientalmente amigable.

4. El MER como otros mercados eléctricos tienen condiciones incidentes en ellos en constante cambio, por lo que se recomienda a la institucionalidad regional, el que realice una constante vigilancia de las condiciones de mercado y su evolución, por medio de un procedimiento similar al utilizado en el presente estudio. De manera que se logre identificar las distintas problemáticas con anticipación, teniendo así los insumos necesarios para proponer las estrategias que garanticen la toma de decisiones efectivas y oportunas.

REFERENCIAS

1. Administrador del Mercado Mayorista [AMM]. (s.f.). AMM. Recuperado de <https://www.amm.org.gt/portal/>
2. CEPAL. (2013). *Análisis del mercado eléctrico regional de Centroamérica y acciones para impulsar proyectos de generación nacional*. Mexico: Autor.
3. Comisión de Integración Energética Regional [CIER] (s.f.). *Documentos acerca de la energía eléctrica*. Recuperado de <https://sites.google.com/site/regulacionsectorelectrico/home>
4. Comisión Regional de Integración Eléctrica [CRIE]. (s.f.). *Ente regulador y normativo del Mercado Eléctrico Regional*. CRIE. Recuperado de <http://crie.org.gt/wp/>
5. CRIE. (2017). *Informe del mercado eléctrico regional del año 2017. Informe del comportamiento del mercado*, GUATEMALA: Autor.
6. CRIE. (1 de marzo de 2019). *Reglamento del Mercado Eléctrico Regional*. Guatemala: Autor.
7. Dammert, A. y Lira, R. G. (s.f.). *Regulación y supervisión del sector eléctrico*. Peru: Pontificia Universidad Católica del Peru.

8. Dorado, H. (. (s.f.). *Algunas consideraciones para el uso de Indicadores en el estudio de la estructura de mercados*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de www.udape.gob.bo/portales_html/analisis economico/ analisis/vol 14/art05.pdf
9. Energía y sociedad. (15 de abril 2013). *Electricity market indicators*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://www.energiaysociedad.es/electricity-market-indicators/>
10. Energía y Sociedad. (15 de abril 2013). *Electricity Market Indicators*. Energía y Sociedad. Recuperado de <https://www.energiaysociedad.es/electricity-market-indicators/>
11. Ente Operador Regonal [EOR] (s.f.). *Flujos de energía en tiempo real*. EOR. Recuperado de <https://www.enteoperador.org/>
12. Federal Trade Comission. (4 denero 2013). *Issues 2012 Update of Horizontal Merger Investigation*. FTC. Recuperado de <https://www.ftc.gov/news-events/press-releases/2013/01/ftc-issues-2012-update-horizontal-merger-investigation-data>
13. Gobierno de México. (2019). *Mejora regulatoria*. México: Autor. Recuperado de <https://www.gob.mx/conamer/acciones-y-programas/que-es-la-mejora-regulatoria>
14. Hernandez Sampieri, D. C. (2010). *Metodología de la Investigación*. México DF: The McGraw- Hill.

15. Hunt, S. (2002). *Making Competition Work in electricity*. New York: MCW.
16. López, D. F. (2012). *Análisis del comportamiento estratégico de los agentes generadores en el mercado eléctrico colombiano*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
17. Méndez, R. I. y Namihira, G. (2010). *El Protocolo de Investigación*. México: Editorial Trillas.
18. Mercado, S. D. (2010). *Indicadores de Concentración*. IG. Recuperado de <https://www.ig.com/es/glosario-trading/definicion-de-indice-de-concentracion#:~:text=El%20índice%20de%20concentración%20de,se%20muestran%20como%20una%20ecuación>.
19. Palacios, J. J. (3 de agosto 2005.). *La integración energética de los países nórdicos*. Lecturas de Economía. Recuperado de file:///C:/Users/Administrador/Downloads/La_integracion_energetica_de_los_paises_nordicos_.pdf
20. Pereyra, A. y. (s.f.). *Oligopolio*. Uruguay: Universidad de la República de Uruguay.
21. Piñola, A. (2012). *Guía práctica sobre Métodos y Técnicas de Investigación documental y de campo*. Guatemala: GP Editores.

22. Pontificia Universidad Católica de Chile. (2009). *Concentración de la propiedad en el mercado de generación eléctrica en Chile*. Chile: Autor. Recuperado de <http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno09/concentra/default.html>
23. Sepulveda, N. (2010). *Metodología de la Investigación*. Chile: Limusa.
24. Zolezzi, H. R. (s.f.). *Planificación y expansión de la transmisión en mercados eléctricos competitivos*. Santiago, Chile: Departamento de Ingeniería Eléctrica, Pontificia Universidad Católica de Chile.

APÉNDICE

Apéndice 1. **Matriz de coherencia**

Título	Problema
Evolución del mercado eléctrico regional, retos y desafíos en Guatemala para un mejor aprovechamiento	Falta de un procedimiento para la trazabilidad y análisis del MER en base a sus transacciones comerciales. Inexistencia los insumos necesarios para la identificación de las principales problemáticas y planteamiento de soluciones para el adecuado aprovechamiento del MER para Guatemala.
Preguntas de Investigación	
<p>Pregunta central: ¿Qué evolución ha tenido el Mercado Eléctrico Regional, y que grado de desempeño, retos y desafíos han presentado los agentes guatemaltecos en este?</p> <p>Preguntas auxiliares:</p> <p>a. ¿Qué evolución y que grado de aprovechamiento han tenido los países y agentes que participan en el Mercado Eléctrico Regional?</p> <p>b. ¿Es posible evaluar el desempeño en el MER, de los distintos agentes y países que lo conforman, por medio de un análisis estadístico de las transacciones realizadas y del planteamiento de indicadores?</p> <p>c. ¿Qué retos y desafíos existen en el subsector eléctrico guatemalteco, y que medidas son necesarias implementar para mejorar su aprovechamiento en el MER?</p>	
Objetivos	
<p>General Establecer la evolución que ha tenido el mercado eléctrico regional, determinando el desempeño y la participación que han tenido los agentes guatemaltecos en este, y que sirvan como insumo para determinar los retos y desafíos, para un mejor aprovechamiento por parte de los agentes del mercado guatemalteco en el Mercado Eléctrico Regional (MER).</p> <p>Específicos</p> <p>a. Determinar la evolución y el grado de aprovechamiento que han tenido los países y agentes que participan en el MER.</p> <p>b. Analizar el grado de concentración y dominancia en el MER, en relación con los distintos agentes y países que participan, por medio de un análisis estadístico, e indicadores de participación.</p> <p>c. Establecer las principales medidas a implementar, para fomentar una mayor participación y aprovechamiento del MER por los agentes guatemaltecos.</p>	

Continuación apéndice 1.

Conclusiones

1. Se determinó la evolución y grado de aprovechamiento de los países y agentes en el MER, identificando que en promedio se ha tenido un incremento del 17.38 % por año, lo que representa un volumen de energía transada del orden de 1,630 GWh. El principal exportador de energía es Guatemala con un 62.2% de las transacciones, posicionándose como exportador neto de la región. Estas exportaciones tienen una participación del 35% en transacciones de oportunidad y un 64 % en transacciones por contrato.
Mientras que El Salvador, es quien más importaciones ha realizado con un 68.3 % de participación.
2. Como resultado del análisis del grado de concentración y dominancia en cuanto a las transacciones comerciales en el MER, esto en base a los índices e indicadores de concentración, se evidencia que no existe un grado de dominancia importante respecto a los principales agentes (Índice de Concentración = 60.1 %). Además, se puede concluir que el MER es un mercado moderadamente concentrado y no existe demasiada injerencia o poder de mercado por parte de los principales agentes (Índice IHH = 1,421.03). También se concluye que no existe mayor incertidumbre por parte de los agentes, en cuanto a la participación activa, aun cuando este mercado es de característica monopolísticas (Índice de Entropía = 1.25).
3. Se estableció que las principales medidas a implementar, para que el subsector eléctrico de Guatemala continúe su hegemonía en el MER, debe promover la homologación del marco regulatorio regional, tanto local como regional, de manera que puedan existir reglas claras que permitan la competencia. Otra medida es garantizar en el mediano y largo plazo el volumen de ventas y precios, con costos asociados en las transacciones regionales estables y competitivos. Además, se debe lograr el garantizar la estabilidad de los precios de transporte a largo plazo, así como la optimización de los costos vinculados a las transacciones regionales.
4. Los agentes guatemaltecos en el MER han tenido una evolución importante y carácter predominante, aunque en los últimos años han existido nuevos participantes con crecimientos importantes. Por ello es de fundamental importancia que se tomen como bloque las medidas estratégicas correspondientes, y en la temporalidad adecuada, garantizando que Guatemala en la región, siga con una tendencia hacia el alza y de carácter netamente exportador.

Continuación apéndice 1.

Recomendaciones

1. Derivado de la evolución y grado de aprovechamiento que se ha tenido en el MER por parte de Guatemala, se hace necesario que los agentes de esta región, fortalezcan su postura en cuanto a las transacciones realizadas por medio de contratos. Además, es fundamental que estos agentes, definan y ejecuten estrategias efectivas, que permitan incrementar las transacciones de oportunidad, identificando nuevas condiciones y posturas de dominancia en las transacciones que se realizan en el MER.
2. Se recomienda a la institucionalidad regional, el que identifique y proponga las medidas correctivas necesarias, para erradicar las fallas de mercado existentes. Para lo cual es necesario que las instituciones regionales, cuenten con un marco regulatorio y acciones estratégicas, ágiles y efectivas.
3. Se sugiere a la CRIE, el que se pueda consensuar un marco regulatorio en cumplimiento de los principios del MER, fortaleciendo su independencia y toma de decisiones transparentes, confiables y de carácter técnico. Además de contemplar medidas estratégicas de corto, mediano y largo plazo, que incentiven la participación y la competencia en el MER. Generar los espacios para la implementación de licitaciones regionales de largo plazo, garantizar la continuidad del precio de transporte y la mejora de la calidad del servicio en este sistema, así como disminuir al mínimo operativo los costos asociados a las transacciones realizadas, incentivar la optimización de los costos de generación, bajo la definición de una matriz de generación, que sea competitiva y ambientalmente amigable.
4. El MER como otros mercados eléctricos tienen condiciones incidentes en ellos en constante cambio, por lo que se recomienda a la institucionalidad regional, el que realice una constante vigilancia de las condiciones de mercado y su evolución, por medio de un procedimiento similar al utilizado en el presente estudio. De manera que se logre identificar las distintas problemáticas con anticipación, teniendo así los insumos necesarios para proponer las estrategias que garanticen las soluciones efectivas y oportunas correspondientes.

Continuación apéndice 1.

Resultados

1. El MER ha tenido un crecimiento sostenido, pasando de 1,445.80 GWh transados en el 2014, a 3, 073.92 GWh en el año 2019. El mayor de los crecimientos en las transacciones se dio en el 2016 con un 42.31 %, y para el año 2019 un 15.94 % de crecimiento respecto al año anterior. Guatemala ha realizado en este periodo inyecciones con un 62.2 % del total, mientras que El Salvador ha realizado retiros por 68.3 %.
2. Respecto a la totalidad de transacciones por año se ha registrado una disminución del precio promedio anual en el MER, desde 160.17 US\$/MWh registrado en el año 2014, hasta 59.57 US\$/MWh para el 2017. A partir del 2017 se ha tenido un incremento hasta llegar a un costo promedio de 90.11 US\$/MWh. En promedio interanual respecto al 2015 al 2019 se tuvo un crecimiento interanual del 21.69 % en los precios promedio de transacciones en el MER.
3. El histórico de transacciones de inyección bajo la modalidad de contrato en el MER, ha registrado un total de 11,138 GWh, representando un 77.8 % de la totalidad de transacciones de inyección realizadas. Además, se refleja para el periodo comprendido del año 2015 al año 2020, a Guatemala como principal exportador con un monto de 7,104.14 GWh con una participación de 63.8 %, a Panamá con un total de 1,748.78 GWh con un 15.7 % de participación, en tercer lugar a El Salvador con 1,411.95 GWh con una participación del 7.8 %, y en cuarto lugar a Costa Rica con 871.13 GWh transados para un 7.8 % de participación.

Las transacciones bajo la modalidad de contrato en el MER del 2015 al 2018 reflejan un crecimiento sostenido, evidenciándose una contracción para el periodo del 2019 al 2020, cerrando con un crecimiento para el periodo en mención del 66.2%.

Guatemala desde 2015 al 2018 ha tenido incrementos interanuales del 29.2 %, 77.7 % y del 10.8 %, y para el periodo del 2018 al 2020, contracciones del 11.2 % y del 40.3 %, en la modalidad de transacción por contado.
4. El histórico de transacciones de inyección bajo la modalidad de oportunidad en el MER ha registrado un total de 3,172 GWh, representando un 22.2 % de la totalidad de transacciones de inyección realizadas. Además, se refleja para el periodo comprendido del año 2015 al año 2020, a Guatemala como principal exportador con un monto de 1,112.19 GWh con una participación del 35.1 %, a Costa Rica con 1,075.27 GWh con una participación del 33.9 %, a El Salvador con 454.53 GWh con

Continuación apéndice 1.

una participación del 14.3 % y en cuarto lugar a Panamá con 446.3 GWh con una participación del 14.1 %.

5. Las transacciones bajo la modalidad de oportunidad en el MER del 2015 al 2020 reflejan un comportamiento errático, teniéndose el mayor decremento en 2017-2018, con una reducción del 41.8 %. Del periodo 2018 al 2020 se ha tenido un incremento sostenido, cerrando con un crecimiento para el periodo en mención del 14.2 %. Guatemala desde 2018 al 2020 ha tenido incrementos interanuales del 40.5 % y del 7 %, en la modalidad de transacción por oportunidad.
6. Dentro de las transacciones realizadas en el MER, para el periodo comprendido 2015 al 2020, se han inyectado un total de 14,310 GWh, realizándose bajo la modalidad de contrato 11,138 GWh representando un 77.8 % del total, mientras que bajo la modalidad de oportunidad 3,172 GWh representando un 22.2 % del total.
7. Para el año 2021, según datos del Ente Operador Regional el MER cuenta con 293 agentes autorizados para hacer transacciones en este mercado, Guatemala cuenta con 111 agentes, El Salvador con 70, Panamá con 65, Costa Rica con 2. El MER presenta un incremento del 4 % anual en cuanto al número de nuevos agentes que se agregan al mismo. Para el periodo comprendido del 2015 al 2021, Guatemala cuenta con el mayor porcentaje de agentes habilitados para realizar transacciones en el MER, con un 34.2 % del total de los mismos.
8. Se encontró el índice de concentración y de Herfindalh Hirschma IHH, tomando la información del periodo 2015 al 2019, determinándose que 5GICE cuenta con un poder de mercado del 34 % y un Re del 16 %, seguido de 1GGENEMGEE con un 11 % y 11 % respectivamente, además de 6GFORTUNA con un 6 % y 8 % respectivamente.
9. El índice de concentración de los primeros 5 participantes igual al 60.1 %, para los primeros 10 participantes 73.3 % y para los primeros 20 un 86.1 %.
10. El índice de Herfindalh Hirschma IHH encontrado para el MER es de 1,421.03.
11. Se encontró el índice de entropía, o variante del índice de Herfindalh para el MER, con un resultado de 1.25.
12. La red de transporte regional cuenta con un índice de indisponibilidad mayor al 97 % en todo el periodo de evaluación, y para el año 2017 presento su máximo con un 99.99 %.

Fuente: elaboración propia.

