



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL DE AMÉRICA

CENTRAL ENTRE 2019 Y 2020

PREVIO A LA OBTENCIÓN AL TÍTULO DE

INGENIERO EN ENERGÍA

PRESENTADO POR:

11641430 OSCAR ROBERTO NOLASCO PALMA

ASESOR METODOLÓGICO: ING. RAFAEL AGUILAR

ASESOR TEMÁTICO: ING. WILFREDO FLORES

CAMPUS TEGUCIGALPA; ABRIL, 2021

Este trabajo se lo dedico a mis padres, quienes con mucho amor, dedicación y esfuerzo me han acompañado toda mi vida. Gracias por ayudarme a definir mi camino, porque el que no sabe para donde va, ya llegó.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a...

El PhD Wilfredo Flores por su asesoramiento para la realización de este trabajo y por ayudarme a entender un poco más sobre el mundo de la electricidad y el enorme potencial de Honduras.

El Ing. Emilio Medina por su apoyo académico y por su eterna disposición de cooperar.

El Ing. Ramón Mendoza por brindar el acompañamiento académico a través de este proyecto y toda la carrera universitaria.

El Ing. Rafael Aguilar por su asesoramiento para la presentación de este trabajo.

El Lic. Alex Tabora por ayudarme a entender que la disciplina y el trabajo duro no tienen reemplazo.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe fue elaborado para poder analizar el comportamiento del Mercado Eléctrico Regional de América Central entre el 2019 y el 2020. El objetivo de este análisis fue evidenciar el impacto de la pandemia del COVID-19 sobre las transacciones en el MER.

Los resultados fueron obtenidos a través del análisis estadístico de una base de datos proporcionada por el Ente Operador Regional. La primera parte del estudio se centró en las inyecciones y retiros de la Red de Transmisión Regional. La segunda parte se enfocó en el precio promedio ex ante de distintos nodo de enlace y regiones del mercado.

Las transacciones del Mercado Eléctrico Regional cayeron en 8.2%. El precio promedio cayó por 43.9%. La mayoría de los países mantuvieron su posición como comprador o vendedor de energía pero en menor magnitud. El mercado de contratos decreció mientras que el mercado de oportunidades creció, ambos con respecto al 2019.

Palabras clave: Mercado de contratos, Mercado de oportunidades, Precio promedio ex ante.

EXECUTIVE SUMMARY

This report was elaborated in order to analyze the behavior of the Regional Electric Market of Central America between 2019 and 2020. The objective of this analysis is to evidenciate the impact that the COVID-19 pandemic had over the transactions in the REM.

The results were obtained through the statistical analysis of a database provided by the Regional Operating Entity. The first part of the study focuses on the injections and withdrawals from the Regional Transmission Network. The second part of the study deals with the average exante price in different link nodes and regions throughout the market.

The transactions in the Regional Electric Market fell by 8.2%. The average price fell by 43.9%. Most of the countries in the market maintained their position as buyers or sellers but in smaller quantities. The contract market became smaller and the opportunity market became bigger, both with reference to 2019.

Key words: Contract market, Opportunity market, Average exante price

ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO	13
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2.1. PRECEDENTES DEL PROBLEMA	2
2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
2.3. JUSTIFICACIÓN	3
2.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	4
2.5. OBJETIVOS	4
2.5.1. <i>Objetivo general</i>	4
2.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	4
III. MARCO TEÓRICO	5
3.1. ANTECEDENTES DEL MER	5
3.2. MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL DE AMÉRICA CENTRAL (MER).....	8
3.2.1. <i>Inyecciones y retiros al MER</i>	10
3.2.2. <i>Tipos de mercados en el MER</i>	11
3.2.3. <i>Precios en el MER</i>	11
3.3. GENERACIÓN ELÉCTRICA DE AMÉRICA CENTRAL.....	12
3.4. IMPACTO DE LOS HURACANES ETA E IOTA	14
IV. METODOLOGÍA.....	15
4.1. ENFOQUE.....	15
4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	15
4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS	15
4.4. METODOLOGÍA DE ESTUDIO.....	15
4.5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	16
V. RESULTADOS Y ANÁLISIS	17
5.1. TRANSACCIONES EN EL MER	17
5.1.1. <i>Inyecciones totales al sistema</i>	17
5.1.2. <i>Inyecciones por tipo de mercado</i>	23
5.2. PRECIOS EN EL MER	26
5.2.1. <i>Precio promedio</i>	26

5.2.2 Precio promedio por país.....	27
5.3 TRANSACCIONES POR PAÍS.....	29
5.3.1 Costa Rica	32
5.3.2 El Salvador	33
5.3.3 Guatemala	36
5.3.4 Honduras	38
5.3.5 Nicaragua	39
5.3.6 Panamá.....	41
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-Poblacion con acceso a la electricidad en América Central	6
Ilustración 2-PIB de América Central por país	6
Ilustración 3-Población de América Central	7
Ilustración 4-Consumo de electricidad per cápita	7
Ilustración 5-Linea SIEPAC	10
Ilustración 6-Capacidad instalada de América Central.....	12
Ilustración 7-Producción eléctrica de América Central	13
Ilustración 8-Producción eléctrica a partir de fuentes renovables en América Central	13
Ilustración 9-MER: Inyección 2013-2019	17
Ilustración 10-MER: Inyección 2019-2020.....	18
Ilustración 11-MER: Inyección enero a junio 2020.....	19
Ilustración 12-MER: Crecimiento acumulado S1 2020.....	20
Ilustración 13-MER: Inyección julio a diciembre 2020.....	21
Ilustración 14-MER: Crecimiento acumulado S2 2020.....	22
Ilustración 15-MCR: Inyección 2019-2020.....	23
Ilustración 16-MOR: Inyección 2019-2020.....	24
Ilustración 17-MER: Composición de inyecciones 2017-2020	25
Ilustración 18-Precio ex ante promedio por mes.....	26
Ilustración 19-Variacion en precios promedio mensuales	27
Ilustración 20-Precio promedio por país	29
Ilustración 21-MER: Balance neto por país 2017-2020	30
Ilustración 22-MER: Inyección 2020 por país	31

Ilustración 23-MER: Retiro 2020 por país	32
Ilustración 24-Costa Rica: Inyecciones y retiros 2019-2020.....	32
Ilustración 25-Costa Rica-Inyección por mercado 2019-2020	33
Ilustración 26-El Salvador: Inyecciones y retiros 2019-2020.....	34
Ilustración 27-El Salvador: Inyección por mercado 2019-2020	35
Ilustración 28-El Salvador: Retiro por mercado 2019-2020	35
Ilustración 29-Guatemala: Inyecciones y retiros 2019-2020.....	36
Ilustración 30-Guatemala: Inyección 2019-2020.....	37
Ilustración 31-Guatemala: retiro 2019-2020.....	37
Ilustración 32-Honduras: Inyecciones y retiros 2019-2020.....	38
Ilustración 33-Honduras: Retiro por mercado 2019-2020	39
Ilustración 34-Nicaragua: Inyecciones y retiros 2019-2020	40
Ilustración 35-Nicaragua: Retiro por mercado 2019-2020.....	40
Ilustración 36-Panamá: Inyecciones y retiros 2019-2020	41
Ilustración 37-Panamá: Inyección 2019-2020	42
Ilustración 38-Panamá: Retiro 2019-2020.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-Linea SIEPAC por país	9
Tabla 2-Resumen precios MER 2019-2020	26
Tabla 3-Nodos de enlace del MER	27

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

CRIE: Comisión regional de Interconexión Eléctrica.

EPR: Empresa Propietaria de la Red.

EOR: Ente Operador Regional.

RTR: Red de Transmisión Regional.

MER: Mercado Eléctrico Regional de América Central.

MCR: Mercado de Contratos Regional.

MOR: Mercado de Oportunidad Regional.

SIEPAC: Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central.

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

SICA: Sistema de la integración Centroamericana.

PIB: Producto Interno Bruto.

I. INTRODUCCIÓN

América Central es una región con más de 48 millones de habitantes (Banco Mundial, 2021) y con una de las tasas de crecimiento poblacional más altas del mundo. También es una de las regiones con mayor pobreza y desigualdad social. A pesar de esto, la mayoría de los países de la región tienen índices de electrificación bastante altos y el uso de la electricidad ha crecido substancialmente en los últimos años. Uno de los logros más importantes para el desarrollo de la región fue la creación del Mercado Eléctrico Regional (MER), el cual ha dinamizado las transacciones energéticas de la región.

Las capacidades instaladas y la generación eléctrica varían por país. A pesar de tener recursos naturales muy similares, y provechosos para la generación eléctrica, no todos los países de la región aprovechan al máximo la generación renovable. En el caso de Costa Rica, por ejemplo, más del 98% de la electricidad consumida en el 2020 vino de fuentes renovables (Instituto Costarricense de Electricidad, 2020). Mientras que en el caso de Nicaragua menos del 76% de la electricidad consumida provino de fuentes renovables (Ministerio de Energía y Minas, 2020).

Las distintas dinámicas de generación y consumo eléctrico de los países miembros del MER brindan una excelente oportunidad para el funcionamiento del mercado. Los distintos eventos naturales, tanto cíclicos como no cíclicos, impactan a la región de manera grave. Los problemas planteados por la pandemia del COVID-19 y el paso de dos huracanes, de magnitudes históricas, plantean grandes desafíos para la región. Sin embargo, también plantean una posibilidad de análisis dentro del MER. La variación del 2020 con respecto a los últimos años puede revelar desafíos y oportunidades que, una vez identificados, beneficien en gran medida a la región.

Dentro de la sección de análisis y resultados se aborda el impacto de la pandemia del COVID-19 sobre el MER, así como algunos posibles efectos (tanto económicos como físicos) de los eventos naturales que devastaron a la región en el 2020. Algunos de los resultados y conclusiones son contra intuitivos, mientras que otros confirman las teorías que se plantearon desde un inicio.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. PRECEDENTES DEL PROBLEMA

El 2020 fue un año plagado de eventos infortunios para la mayoría de los países. La pandemia del COVID-19 causó estragos socioeconómicos a nivel mundial. Las medidas para combatir el virus fueron varias a través del mundo: uso de mascarilla obligatorio, prohibición de entradas y/o salidas del país, confinamiento absoluto durante meses, etc. A pesar de que estas medidas lograron disminuir la incidencia del virus, también causaron una pronunciada desaceleración de la economía mundial. Centroamérica no fue la excepción del caso y más bien fue víctima de dos desastres naturales en el segundo semestre del año; el huracán Eta y el huracán Iota.

La destrucción causada por estos huracanes se sumó a la grave afectación económica preexistente debida a la pandemia del COVID-19. Los huracanes no solo dañaron y destruyeron infraestructura, también causaron pérdidas millonarias para el sector agrícola de una parte de la región. La temporada de cosecha y procesamiento de alimentos se vio severamente afectada y las exportaciones de alimentos de la región cayeron significativamente.

Las transacciones en el mercado eléctrico regional de América Central (MER) durante el 2020 reflejaron la realidad que estaba viviendo la región. De manera general, se comercializó menos energía que en el 2019. También, la manera en que se comportaron los participantes del mercado (comprados y vendedores) fue atípica.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La región Centroamericana tiene que idear un plan para su recuperación económica. Para poder identificar desafíos y oportunidades que la región presenta en cuanto al mercado eléctrico se refiere, es necesario analizar el mercado eléctrico regional Centroamericano entre el 2019 y el 2020.

2.3. JUSTIFICACIÓN

La electricidad se ha vuelto un insumo esencial para el desarrollo de las actividades cotidianas de la sociedad. Hace apenas 100 años se comenzaban a expandir las redes eléctricas en los países desarrollados de Europa mientras que América Central no tomaría en serio su proceso de electrificación hasta los 1950s. En la actualidad Nicaragua es el único país con un índice de cobertura eléctrica menor al 90% (88.08% al 2018) (Banco Mundial, 2021).

El 2020 puso en evidencia lo volátil que puede ser un mercado eléctrico, y más uno que es tan dependiente de importaciones energéticas (combustibles fósiles). En algunos momentos del 2020 los precios promedio del mercado eléctrico regional estaban 15% abajo con respecto al 2019 (Ente Operador Regional, 2021). La demanda y generación de la mayoría de los países también tuvieron un comportamiento poco predecible.

Un análisis del comportamiento del mercado eléctrico en tiempos de crisis, como lo fue el 2020, es de interés ya que puede sacar a luz hechos que no son tan fáciles de apreciar. Estos hechos pueden ser utilizados para analizar y gestionar políticas o planes de desarrollo que concluyan en un fortalecimiento de la región, o al menos, en la dinamización del MER.

2.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cómo se comportaron las distintas matrices de generación eléctrica de los países centroamericanos?
2. ¿Cómo se comportó el mercado de contrato en el mercado eléctrico regional (MER) durante los años 2019 y 2020?
3. ¿Cómo se comportó el mercado de oportunidad en el mercado eléctrico regional durante los años 2019 y 2020?
4. ¿De qué manera impacto la pandemia del COVID-19 al mercado eléctrico regional (MER) durante el 2020?

2.5. OBJETIVOS

2.5.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar el comportamiento del mercado eléctrico regional Centroamericano entre el 2019 y el 2020 (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá).

2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar el comportamiento de la matriz de generación eléctrica de cada país miembro del mercado eléctrico regional (MER).
2. Analizar las transacciones en el mercado eléctrico regional (MER) para el mercado de oportunidad durante los años 2019 y 2020.
3. Analizar las transacciones en el mercado eléctrico regional (MER) para el mercado de contrato durante los años 2019 y 2020.
4. Analizar el impacto de la pandemia de COVID-19 sobre el mercado eléctrico regional (MER).

III. MARCO TEÓRICO

Los recursos energéticos son esenciales para el desarrollo de un país. Históricamente, la falta de acceso o disponibilidad de un recurso energético ha sido de gran problemática para la sociedad. En tiempos preindustriales, la escases de recursos energéticos fue una limitante para el crecimiento económico hasta que los avances tecnológicos de la época permitieron explotar algunos de los combustibles fósiles que hoy se conocen (Wrigley, 2015).

En el presente la electricidad, específicamente un buen servicio eléctrico a un precio competitivo es fundamental para el desarrollo de una región. Ningún otro recurso energético tiene la versatilidad de la electricidad. Un litro de diésel se puede convertir en calor, pero una caloría proveniente del calor no se puede convertir en diésel. Lo mismo sucede con el resto de los combustibles fósiles, la biomasa y muchos otros recursos energéticos. La electricidad tiene la capacidad de convertirse en calor y trabajo (y viceversa).

3.1. ANTECEDENTES DEL MER

El incremento del ingreso promedio a través del tiempo marca una tendencia en la adopción de la electricidad como recurso energético primordial debido a su calidad y flexibilidad (Stern, Burke, & Bruns, 2017). Aunque determinar la contribución real de la electrificación (porcentaje de la población con acceso a la electricidad) de una región hacia el crecimiento económico de la misma (y viceversa) es sumamente difícil; por lo general ambos aspectos tienen una relación positiva (Calderón & Servén, 2008). Es decir, entre mayor crecimiento económico hay, mayor electrificación habrá. De igual manera la electrificación conllevará un crecimiento económico.

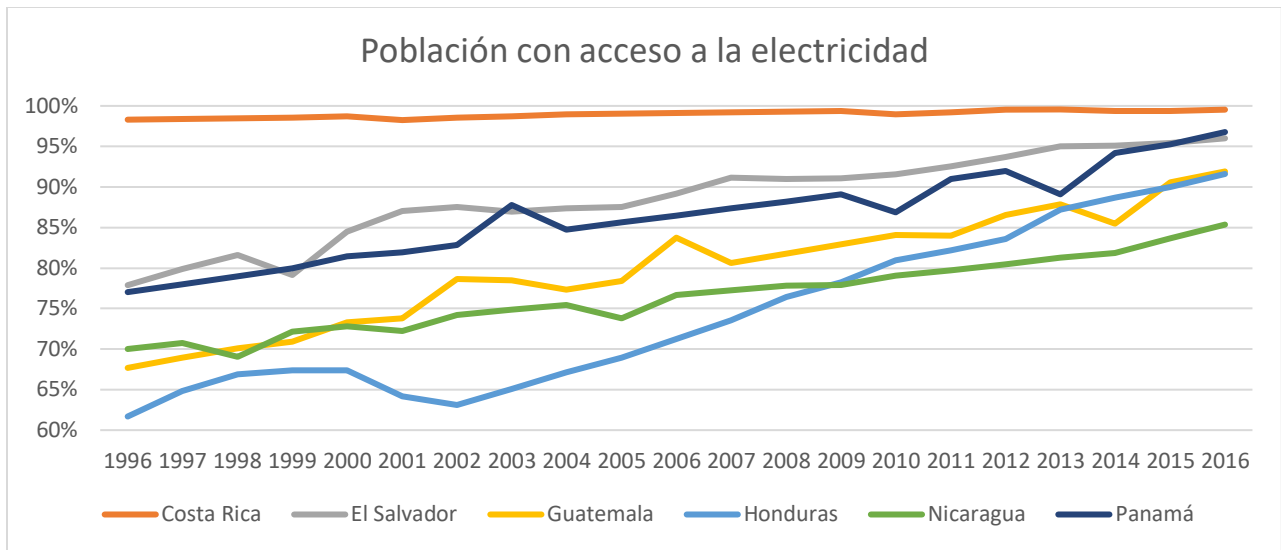


Ilustración 1-Poblacion con acceso a la electricidad en América Central

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial

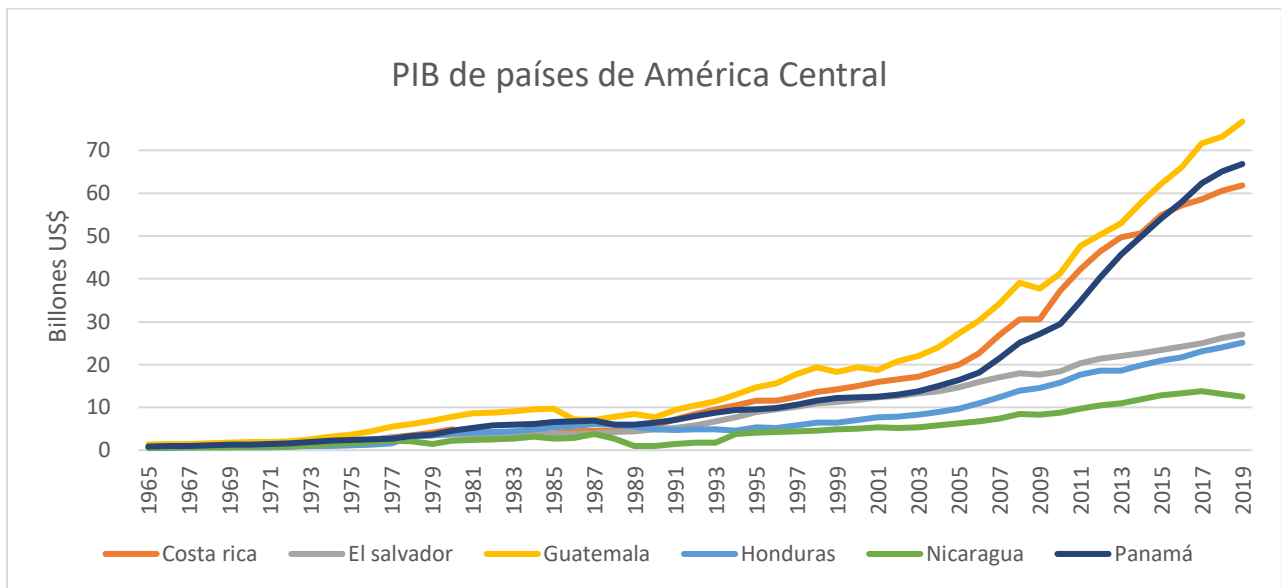


Ilustración 2-PIB de América Central por país

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial

Como lo muestran las gráficas anteriores, América Central cumple con la tendencia mencionada anteriormente: la economía y la electrificación crecen al mismo tiempo. También, como se podrá apreciar en las siguientes gráficas, el consumo eléctrico per cápita y la población de la región han crecido durante los últimos 20 años. Es más, la tasa de crecimiento poblacional de América Central

brinda una gran oportunidad de crecimiento económico debido a una constantemente creciente fuerza laboral, la cual se espera siga creciendo hasta 2045 en algunos países de la región (Prat & López, 2018).

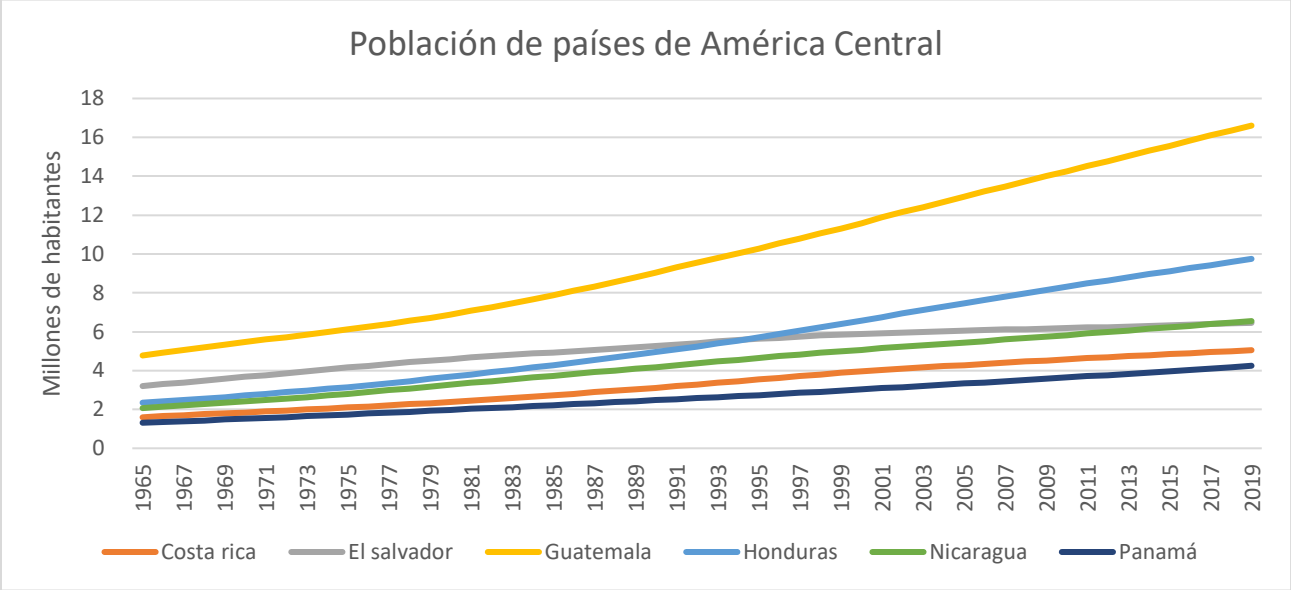


Ilustración 3-Población de América Central

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial

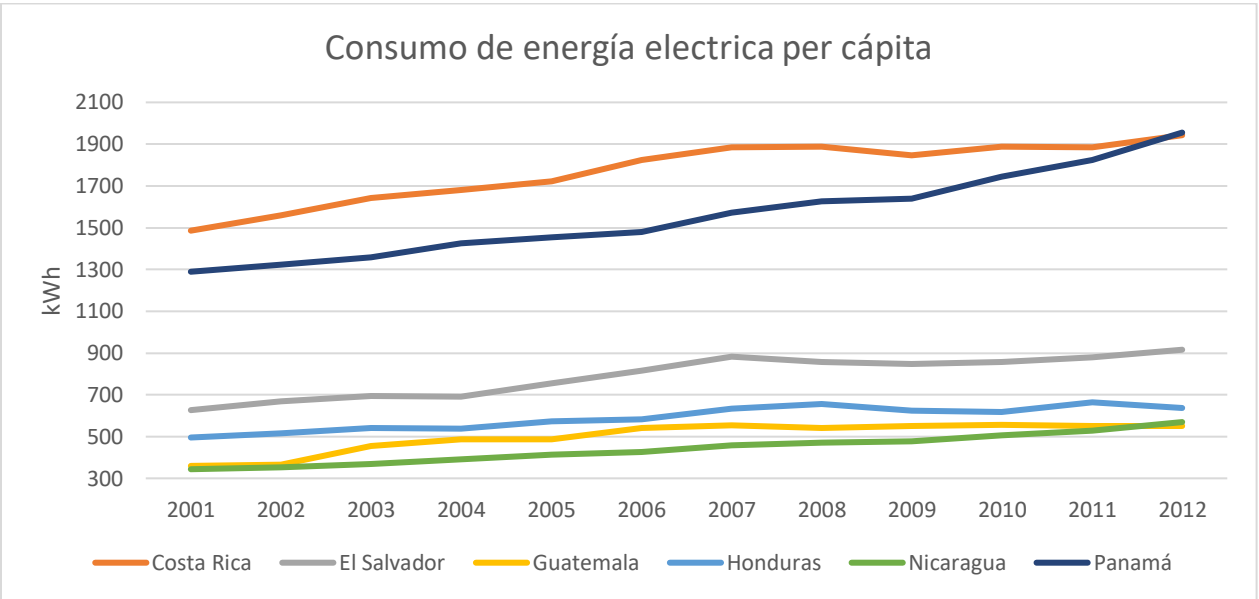


Ilustración 4-Consumo de electricidad per cápita

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial

A pesar de ser una región relativamente pequeña (en cuanto a población y PIB se refiere) y con recursos naturales similares, siempre han existido grandes diferencias entre los sectores eléctricos de cada país. Sin embargo, un común denominador entre los mercados eléctricos de América Central es el crecimiento. La población, economía y consumo eléctrico de la región han crecido de manera constante (mayormente) durante las últimas décadas.

La integración económica de América Central ha traído grandes beneficios a la región. Luego de la década de los 80s, marcada por inestabilidad política, el proceso de integración de América Central tomo fuerza con la creación del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). Con el fin de lograr un mercado integrado, desde la fecha se han normalizado normas sanitarias, aduaneras, de propiedad intelectual, etc. Sobre todas las acciones tomada por el SICA para impulsar la integración de la región, sobresale la creación del Mercado Eléctrico Regional de América Central (MER).

3.2. MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL DE AMÉRICA CENTRAL (MER)

La posibilidad de una interconexión eléctrica para los países centroamericanos fue contemplada durante mucho tiempo. Entre 1965 y 1985 se realizaron estudios de factibilidad de interconexiones de distinta naturaleza y también se realizaron los primeros estudios de prefactibilidad de interconexión regional (Ventura, 2003). Dentro de estos se encontraba el estudio ERICA coordinado por la CEPAL, cual sentaría la base del estudio de factibilidad de la interconexión regional.

Entre 1987 y 1996 se realizaron los proyectos y análisis que finalmente darían vida al MER. El proyecto del Sistema de Interconexión de los países de América Central (SIEPAC) fue discutido desde 1987. Este planteaba el primer sistema de transmisión para la región. Luego de obtener el apoyo de distintos organismos internacionales, el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central fue aprobado en 1996.

Entre 1997 y 2003 se dieron los pasos finales que darían paso a la creación del MER. Para el 2002 las asambleas legislativas de los seis países integrantes del MER (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá) ya habían ratificado la participación y el compromiso de sus respectivos países. Paralelamente, se conformaron las instituciones del MER y se realizaron

los respectivos estudios técnicos, ambientales y financieros para dar inicio a la construcción de la línea de transmisión.

El MER esta compuesto por cinco organismos regionales. Estos fueron creados para asegurar el cumplimiento del objetivo principal del Tratado Marco del Mercado Eléctrico Regional: “la creación y crecimiento gradual de un mercado regional de electricidad competitivo basado en el trato recíproco y no discriminatorio, que contribuya al desarrollo sostenible de la región con respeto y protección al medio ambiente” (Hernández, 2014). Los organismos, y sus respectivas funciones, son los siguientes:

- Unidad ejecutora del proyecto SIEPAC: responsable de la cooperación técnica para la ejecución del proyecto.
- Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE): responsable de supervisar y regular las relaciones entre los usuarios de la red, tanto privados como públicos, y de fijar las tarifas.
- Empresa Propietaria de la Red (EPR): responsable de la ejecución del proyecto SIEPAC y operación de la red. Está integrada por las distintas empresas eléctricas públicas de los países miembros y por una parte privada.
- Ente Operador Regional (EOR): responsable de despacho e intercambio de electricidad entre países.
- Consejo Director del MER (CDMER): responsable del desarrollo del MER y del cumplimiento de los convenios firmados y ratificados por los países miembros.

Actualmente la línea SIEPAC cuenta con más de 1,790 km de línea a 230 kV y 28 bahías distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 1-Línea SIEPAC por país

País	Línea (km)	Bahías
Guatemala	282.4	4
El Salvador	288.3	6
Honduras	270.0	5
Nicaragua	308.5	4
Costa Rica	496.9	8

Panamá	150.0	1
Total	1,796.1	28

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

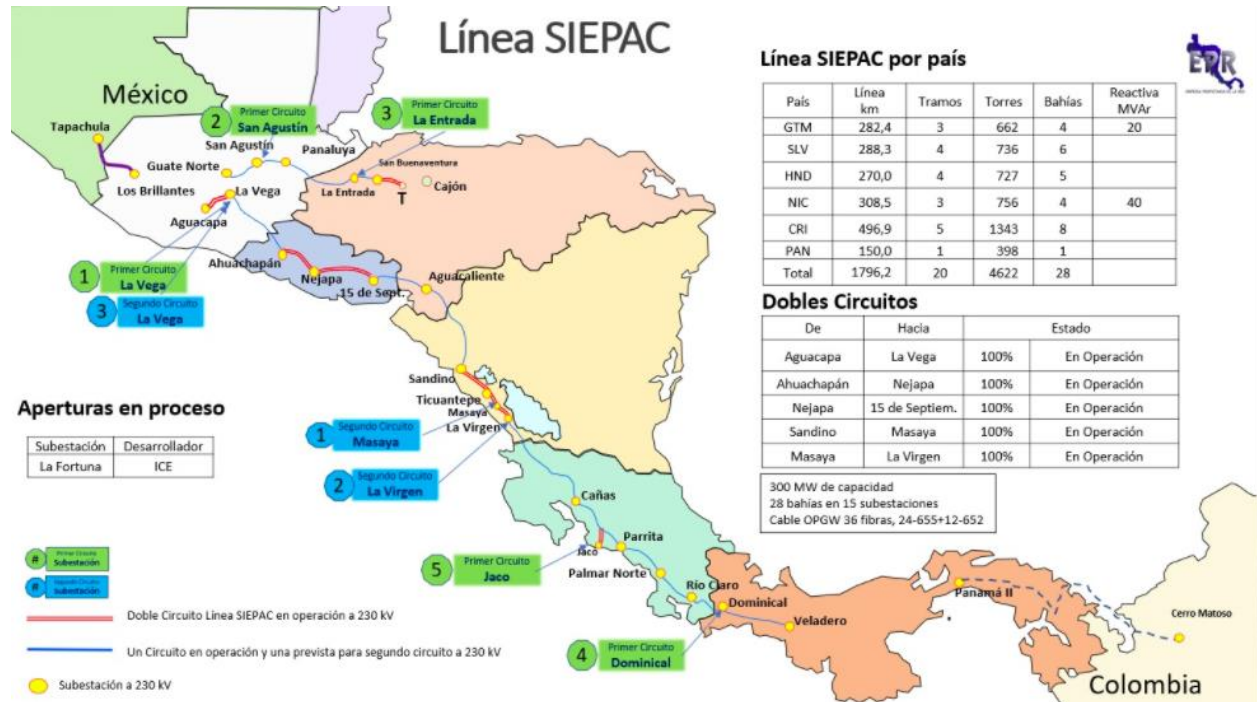


Ilustración 5-Línea SIEPAC

Fuente: (Empresa Propietaria de la Red, 2021)

3.2.1. INYECCIONES Y RETIROS AL MER

Las inyecciones y retiros al sistema de transmisión del Mercado Eléctrico Regional de América Central (MER) son los dos parámetros operativos más importantes del MER. Permiten medir el nivel de actividad del mercado y de los agentes por los cuales está compuesto. Dentro de las inyecciones y retiros del sistema se pueden distinguir por tipos de mercados, pero esta parte del análisis se enfocará en las inyecciones y retiros totales.

Siendo un mercado de electricidad, es de esperarse que las inyecciones y retiros de este no sean perfectamente iguales debido a la naturaleza del producto comercializado. Incluso, el reglamento del MER exige que los agentes (vendedores y compradores de electricidad) manejen una cuenta de compensación de excedentes y faltantes, con el fin de liquidar estas diferencias. Las diferencias

porcentuales entre inyecciones y retiros para el 2019 y el 2020 son menores al 2%, por lo que hablar de inyecciones y retiros del MER es prácticamente lo mismo para efectos de este trabajo.

La red de transmisión regional del MER (RTR), basada en la línea de transmisión del Sistema de Interconexión eléctrica de los países de América Central (SIEPAC), ya había sido utilizada por varios años para transferir energía eléctrica entre países de la región. Sin embargo, el MER, como se conoce hoy en día, comenzó operaciones hasta el 2013.

3.2.2. TIPOS DE MERCADOS EN EL MER

El MER tiene dos tipos de mercados: el mercado de oportunidad regional (MOR) y el mercado de contratos regional (MCR). El MOR está basado en ofertas diarias de inyección y retiro por parte de agentes autorizados del mercado en los puntos de la red habilitados comercialmente. En otras palabras, el MOR es el mercado libre que funciona con precios que se actualizan constantemente. El MCR está basado en contratos de inyecciones y retiros entre agentes autorizados, los cuales se actualizan periódicamente.

Dentro del MOR como dentro del MCR existen distintos tipos de transacciones entre agentes. Los intercambios dentro del MOR provienen del mercado en sí y de la parte flexible de algunos tipos de contratos dentro del MCR. Las transacciones dentro del MCR se pueden asociar a varios tipos de contratos:

- Contrato firme: conlleva el compromiso de entrega de energía firme en determinado punto de la RTR.
- Contrato no firme: el comprador no tiene garantía de energía firme en el punto de retiro de la RTR.
 - Financiero: se utiliza solo para conciliación de transacciones.
 - Físico flexible: conlleva una parte variable, la cual es suplida mediante el MOR.

3.2.3. PRECIOS EN EL MER

La unidad para la cual se calcula el precio es el MWh y este es dado en dólares estadounidenses (US\$). Los precios en el MER se rigen de acuerdo con el tipo de mercado. Los precios en el MCR son negociados entre el agente comprador y el agente vendedor. Los contratos contemplan una

base de consumo y, si es el caso, se estipula el precio de cualquier cantidad superior a ese monto base. Ese excedente también puede ser cubierto a través del MOR, lo cual sucede en la mayoría de los casos.

Los precios en el MOR funcionan en base a oferta y demanda, y también se pueden negociar directamente entre compradores y vendedores. Estos precios cambian cada día y están ligados al nodo de enlace en el cual están siendo ofertados. A pesar de que los precios cambian diariamente, la ponderación equivalente de todos los precios hace posible distintos cálculos de precios para distintos periodos de tiempo.

3.3. GENERACIÓN ELÉCTRICA DE AMÉRICA CENTRAL

La generación eléctrica en América Central ha cambiado drásticamente en las últimas décadas. Para 1990 la capacidad instalada de la región era de 4129 MW, de los cuales el 69.5% provenía de fuentes renovables. Para ese mismo año la generación renovable alcanzó 12912 GWh, o sea más del 90% de la generación anual regional (Rojas, 2009). En el 2019 el 66.4% de la capacidad instalada de la región provenía de fuentes renovables y un 66% de la electricidad de la región fue producida de manera renovable (Rojas, 2020).

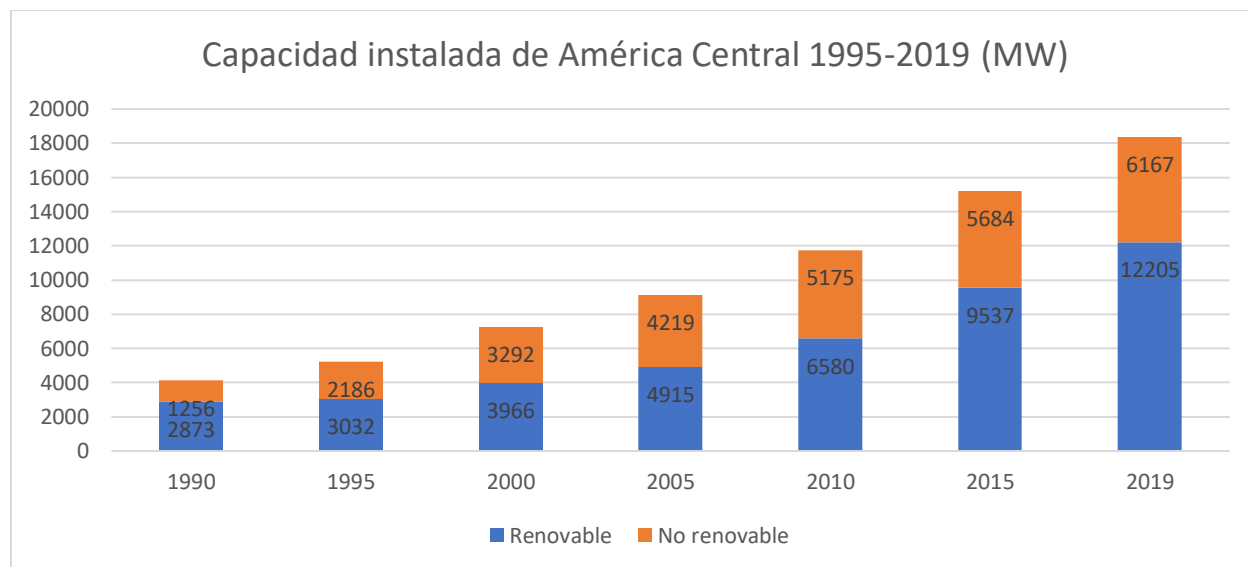


Ilustración 6-Capacidad instalada de América Central

Fuente: Elaboración propia con datos de la CEPAL

La mayoría de la capacidad instalada de la región se encuentra en fuentes renovables. La participación de dicho tipo de tecnologías ha crecido más rápido que las no renovables de hace varias décadas. A pesar de poseer recursos naturales similares, la energía hidroeléctrica es la única que es explotada a gran escala en todos los países de la región.

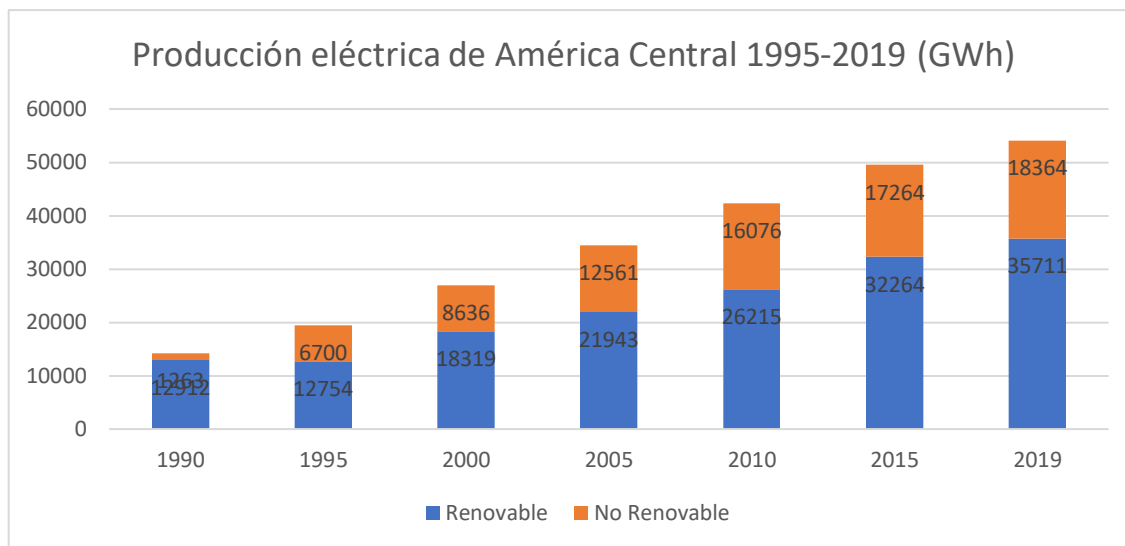


Ilustración 7-Producción eléctrica de América Central

Fuente: Elaboración propia con datos de la CEPAL

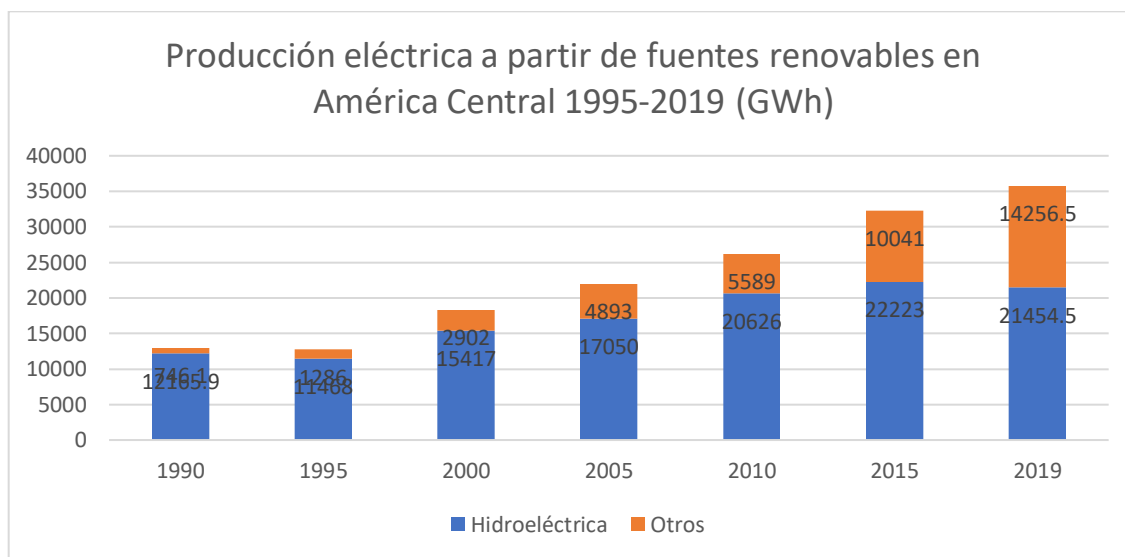


Ilustración 8-Producción eléctrica a partir de fuentes renovables en América Central

Fuente: Elaboración propia con datos de la CEPAL

Como lo mostraron las graficas anteriores, la producción de electricidad a partir de fuentes renovables es importante para la región. Y dentro de las fuentes renovables, la mas importante es la hidroeléctrica. Es por esto que los huracanes del 2020 tuvieron un impacto considerable sobre la generación hidroeléctrica y por ende sobre el mercado eléctrico regional.

A la fecha finalización de este trabajo, Nicaragua y Panamá no habían publicado estadísticas definitivas sobre su generación hidroeléctrica para el 2020. Sin embargo, sin contabilizar una parte de la generación en Nicaragua y Panamá, América Central generó 19268 GWh a través de la generación hidroeléctrica en el 2020. Es decir, sin contabilizar en lo absoluto a uno de los generadores hidroeléctricos mas importantes de la región (mas de 5000 GWh en el 2019), América Central produjo casi el 90% de lo que produjo en el 2019.

3.4. IMPACTO DE LOS HURACANES ETA E IOTA

Los huracanes Eta e Iota causaron estragos en la región Centroamericana, pero mas específicamente en Honduras, Guatemala, Nicaragua y El Salvador. El huracán Eta toco tierra el 3 de Noviembre de 2020 y el huracán Iota lo hizo casi dos semanas después, el 17 de Noviembre. El paso de las tormentas afecto a unos 5.2 millones de personas en la región y dejo más de 300 mil personas en albergues (USAID, 2020).

Las torrenciales lluvias alcanzaron niveles mayores a los del huracán Mitch, al menos por cortos periodos de tiempo. Estas no solo causaron daños a la infraestructura de los distintos países, también destruyeron mas de 500 mil hectáreas de distintos cultivos (European Comission, 2020). Aparte del daño económico causado por los huracanes, la región ya atravesaba una oscura situación económica debido a la Pandemia del COVID-19

IV. METODOLOGÍA

4.1. ENFOQUE

El proyecto busca analizar el comportamiento de un mercado durante un periodo de tiempo marcado por eventos atípicos. Este análisis partirá de los patrones estadísticos identificables dentro de las bases de datos disponibles. Se delimitará el estudio a los años 2019 y 2020 por dos razones: la disponibilidad de datos y los eventos ocurridos durante el 2020 (el 2019 servirá como referencia). El enfoque del estudio es cuantitativo.

4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

- Transacciones en el MER por país
- Matriz de generación y consumo eléctrico
- Indicadores generales: PIB, electrificación y otros.

4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

- Estudio de transacciones en el MER
- Software de análisis estadístico
- Reportes estadísticos de instituciones públicas y privadas

4.4. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Inicialmente se creó una base de datos partiendo de la que proporciono el Ente Operador Regional (EOR). La nueva base de datos incluyó las transacciones llevadas a cabo en el Mercado Eléctrico Regional (MER) y las matrices eléctricas de cada país con base en distintos reportes estadísticos. El análisis estadístico de estos datos proporciono información clave para el análisis del comportamiento del MER.

Con el análisis claro y estructurado del MER, se investigaron las razones detrás de los patrones observados. Esta investigación se enfocó en patrones de generación y consumo eléctrico únicos para cada país. También, se tomó en cuenta los distintos eventos naturales que podrían haber influenciado el comportamiento del mercado durante el tiempo especificado.

4.5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Mes	Actividades											
	Enero				Febrero				Marzo			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Inducción a Proyecto fase I			■									
Reunión asesor temático			■									
Avance 1 (29 de enero)				■								
Reunión asesor temático					■							
Avance 2 (12 de febrero)						■						
Reunión asesor temático							■					
Avance 3 (26 de febrero)								■				
Reunión asesor temático									■			
Avance 4 (12 de marzo)										■		
Entrega Final (26 de marzo)												■

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El comportamiento del mercado eléctrico regional para el año 2020 fue atípico. La pandemia del COVID-19 impactó significativamente la actividad industrial y comercial de América Central. Mas tarde en el año la región también sufrió el paso de dos huracanes, Eta e Iota, los cuales empeoraron la difícil situación que la región ya atravesaba. Estos eventos causaron un descenso importante, e histórico, en el consumo de energía eléctrica de todos los países de América Central.

5.1. TRANSACCIONES EN EL MER

5.1.1. INYECCIONES TOTALES AL SISTEMA

Desde su inicio de operaciones, el MER ha experimentado un crecimiento importante considerando su corto tiempo de operación y la naturaleza cautiva de los mercados por el cual es integrado. Como lo muestra la gráfica a continuación, el volumen de inyecciones al MER ha crecido de manera rápida y constante.

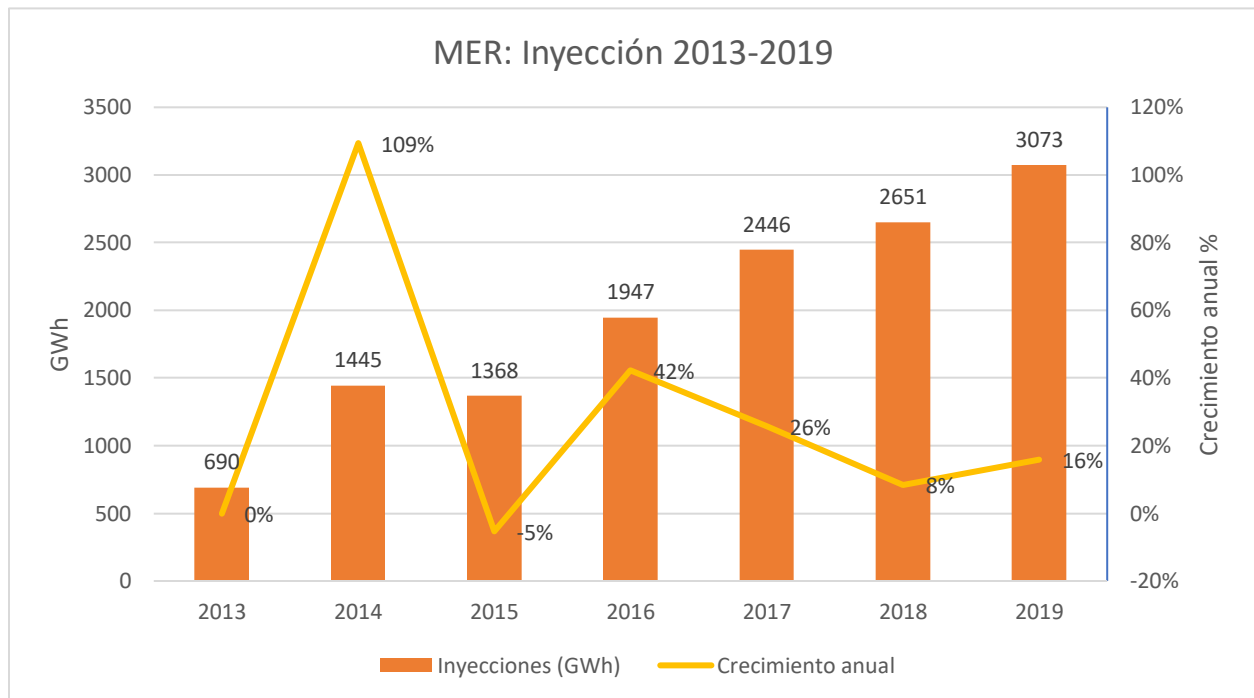


Ilustración 9-MER: Inyección 2013-2019

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Las altas tasas de crecimiento de los años iniciales se le pueden atribuir a la baja magnitud de las inyecciones iniciales. Previo al 2020, solo un año había registrado contracciones en el volumen de inyecciones. No obstante, las inyecciones al MER han mantenido una tendencia, mayormente constante, de crecimiento durante sus años de operación.

El 2020 era un año sumamente prometedor para el MER. Con la excepción del 2015 (año en el que las inyecciones al MER decrecieron) el MER ha exhibido altas tasas de crecimiento año sobre año. La tendencia creciente del 2018 y del 2019, junto con el buen desempeño de los primeros dos meses del 2020, pintaban otro panorama para el año que paso.

Como se puede observar en la gráfica inferior, con la excepción de la mayoría del primer trimestre, y otros cortos periodos del año, las inyecciones del 2019 fueron superiores a las del 2020. Los primeros 5 meses del 2020 fueron sumamente volátiles. Las gráficas a continuación recalcan la tendencia de crecimiento que experimentaron los primeros meses del año, así como el brusco descenso que se experimentó en el mercado a partir de abril.

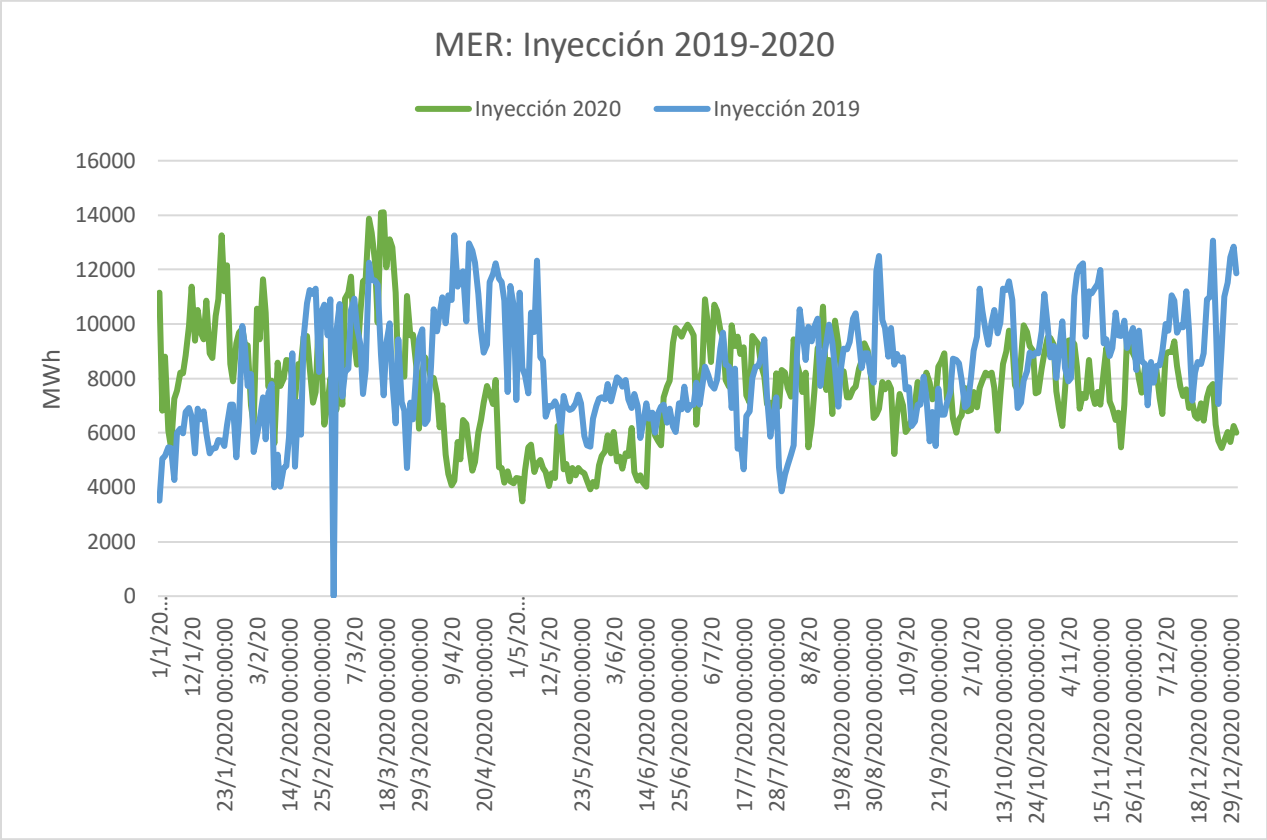


Ilustración 10-MER: Inyección 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

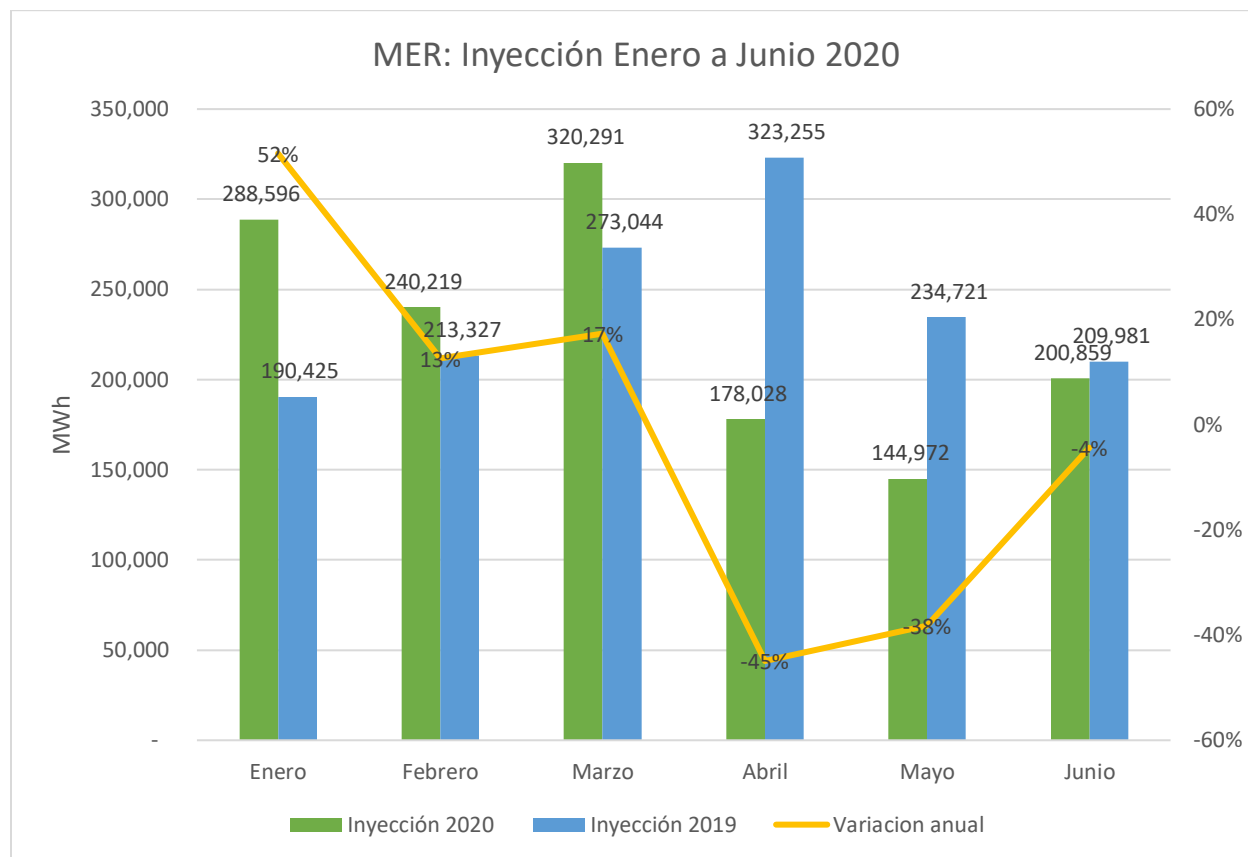


Ilustración 11-MER: Inyección enero a junio 2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Por lo general los primeros 4 meses del año experimentan fuertes crecimientos en las inyecciones debido a que son los meses de verano. Esta tendencia se intensificó debido a la baja cantidad de lluvia que el 2019 presentó (Forbes, 2019). El crecimiento más bajo del primer trimestre fue de 13%, mientras que enero presenta un increíble crecimiento del 52%.

El caso de marzo es interesante ya que en este mes iniciaron las medidas de contención del COVID-19 a nivel regional. El Salvador, Honduras y Panamá iniciaron un confinamiento total desde la segunda quincena de marzo. Costa Rica implementó medidas un poco más flexibles hasta la primera quincena de abril, mientras que Guatemala solamente impuso un horario de circulación (sin restricción de quienes podían circular). Nicaragua nunca implementó medidas contra la

propagación del virus. A pesar del posible impacto que esto planteaba, las inyecciones para marzo crecieron un 17% y el verdadero impacto se evidenciaría a partir del siguiente mes.

Abril y mayo registraron bruscas caídas del 45% y 38% respectivamente. Abril marco el final de la tendencia de crecimiento para el 2020; las inyecciones acumuladas llegaron 1,027 GWh para el 2020 mientras que en el 2019 habrían sido de 1,000 GWh. Como se puede apreciar en la gráfica inferior, mayo fue el punto de inflexión para el crecimiento anual; la tasa de crecimiento de inyecciones paso de un 3% a -5%. En otras palabras, mayo marco el primer mes para el cual las inyecciones totales del 2020 eran menores a las del 2019.

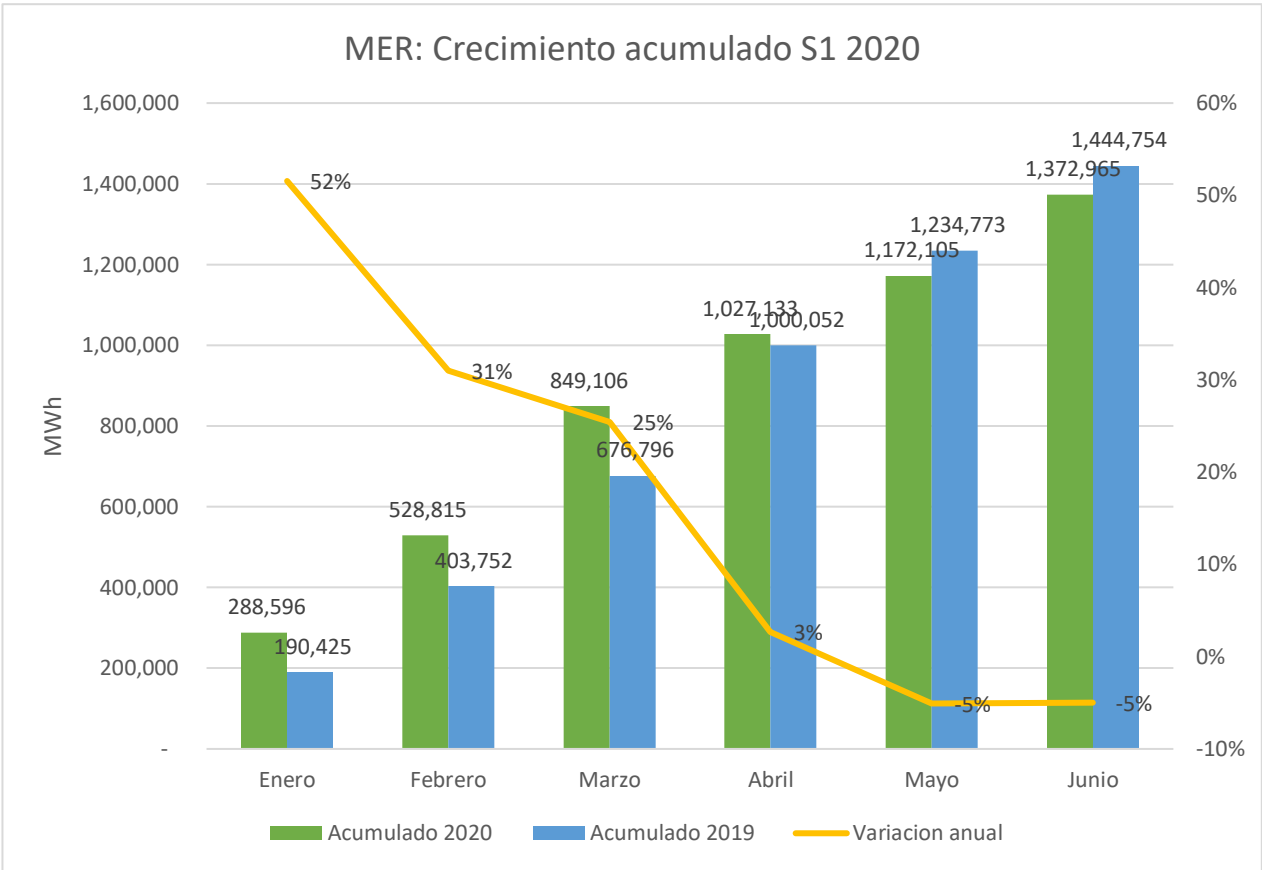


Ilustración 12-MER: Crecimiento acumulado S1 2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

La mayoría de los países mantuvieron el confinamiento hasta junio. Para este mes la situación se había normalizado; el crecimiento en la inyección mensual se encontraba solo un 4% abajo con respecto al año pasado y el crecimiento acumulado se había estabilizado en -5%. El segundo

semestre del año fue menos volátil que el primero, sin embargo, también presentó variaciones violentas en determinados meses.

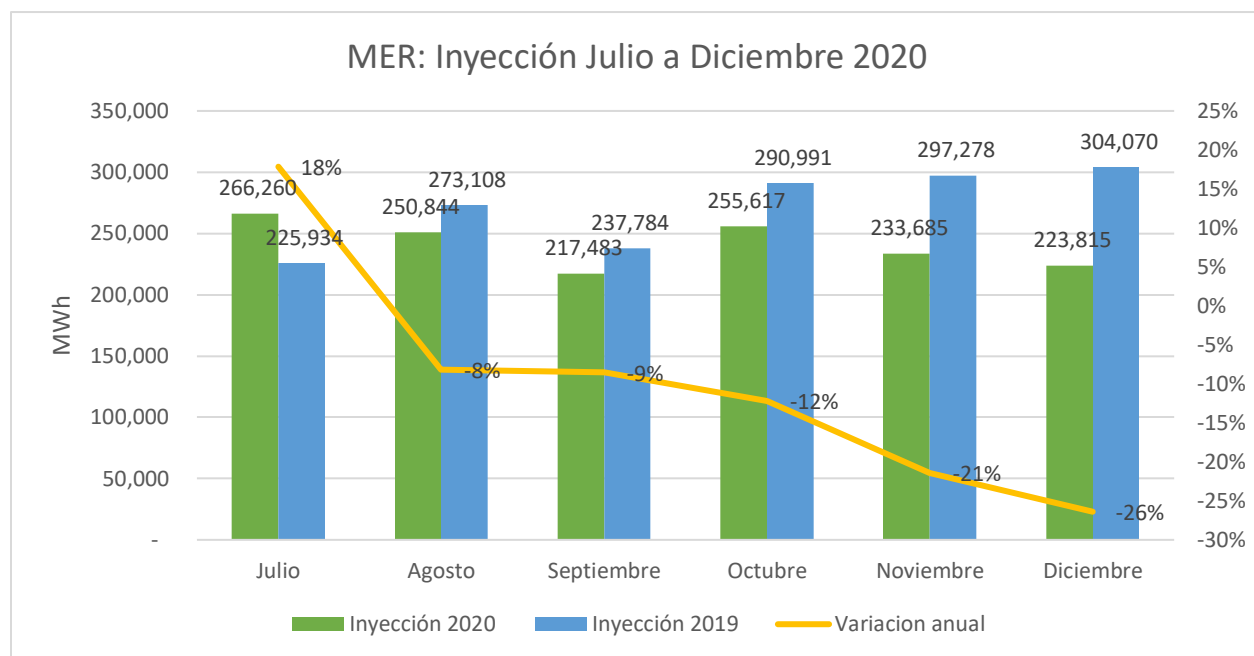


Ilustración 13-MER: Inyección julio a diciembre 2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

El primer mes del segundo semestre creció con respecto al 2019 a pesar de la mala situación que atravesaba la región. Es difícil establecer una sola causa para esto sin analizar tendencias de los años anteriores, pero probablemente este crecimiento de julio está relacionado con el periodo seco que se da en ese tiempo del año. Este fenómeno afecta la generación eléctrica de ciertos países y los obliga a comprar energía en el MER.

Agosto y septiembre tuvieron una contracción considerable pero no de la magnitud de algunas vistas durante el primer semestre del año. El último trimestre del año tuvo contracciones importantes que de igual manera son difíciles de atribuir a una sola causa. Sin embargo, probablemente existe una fuerte relación entre el paso de los huracanes Eta e Iota; la destrucción generada por estos creó un descenso en la actividad comercial e industrial, pero las lluvias que produjeron aumentaron la capacidad de generación hidroeléctrica de los países. La contracción económica generada por la pandemia del COVID-19 probablemente también influyó en el decrecimiento de las inyecciones.

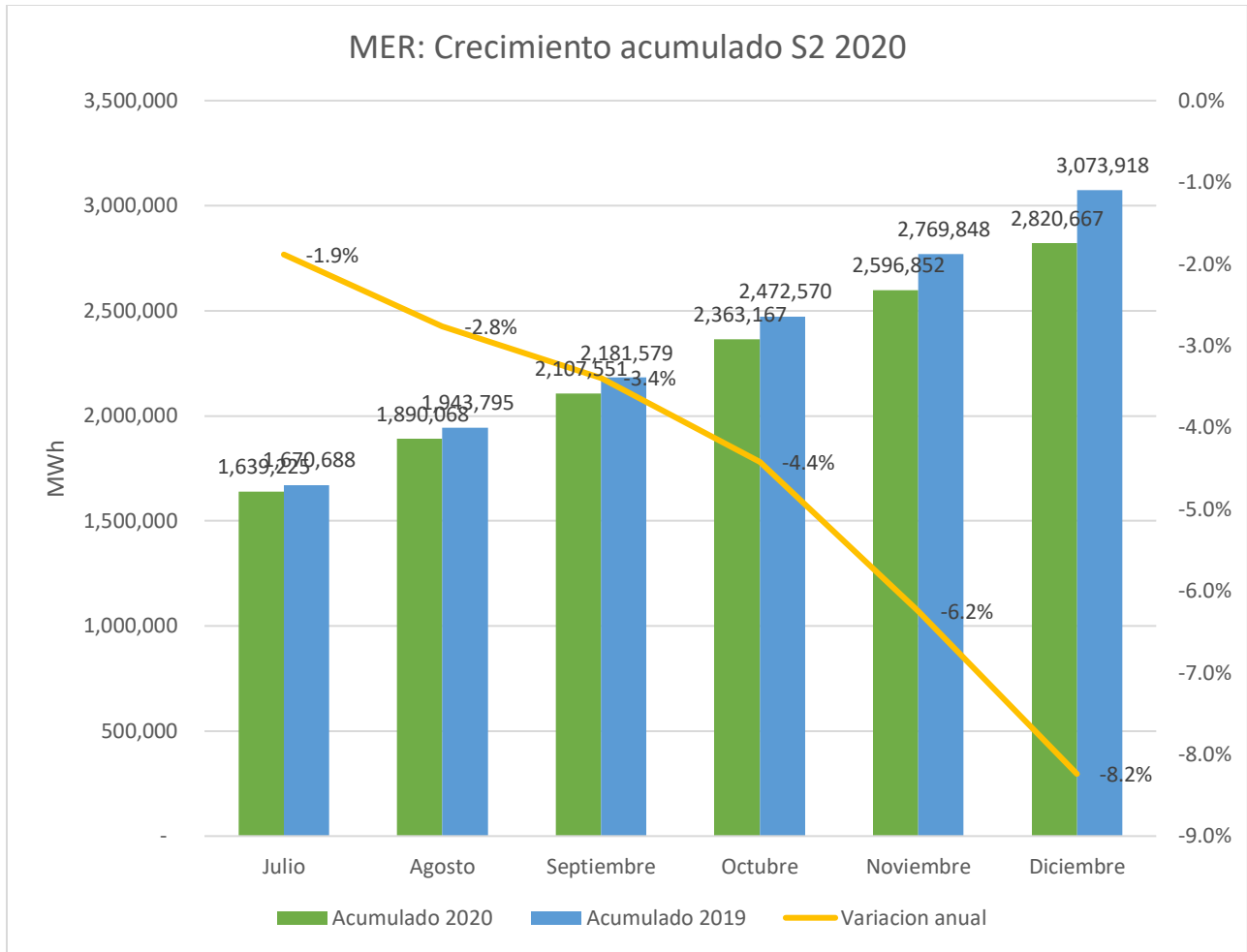


Ilustración 14-MER: Crecimiento acumulado S2 2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

El segundo semestre del 2020 fue más estable en cuanto a crecimiento acumulado se refiere. Como lo muestra la gráfica superior, la tendencia de decrecimiento se mantuvo desde julio (pero en realidad se mantuvo desde mayo) y fue gradualmente disminuyendo hasta llegar a un -8.2%. Para el final del 2020 se habían inyectado 2,820 GWh al sistema, mientras que para el 2019 la inyección fue de 3,073 GWh.

5.1.2. INYECCIONES POR TIPO DE MERCADO

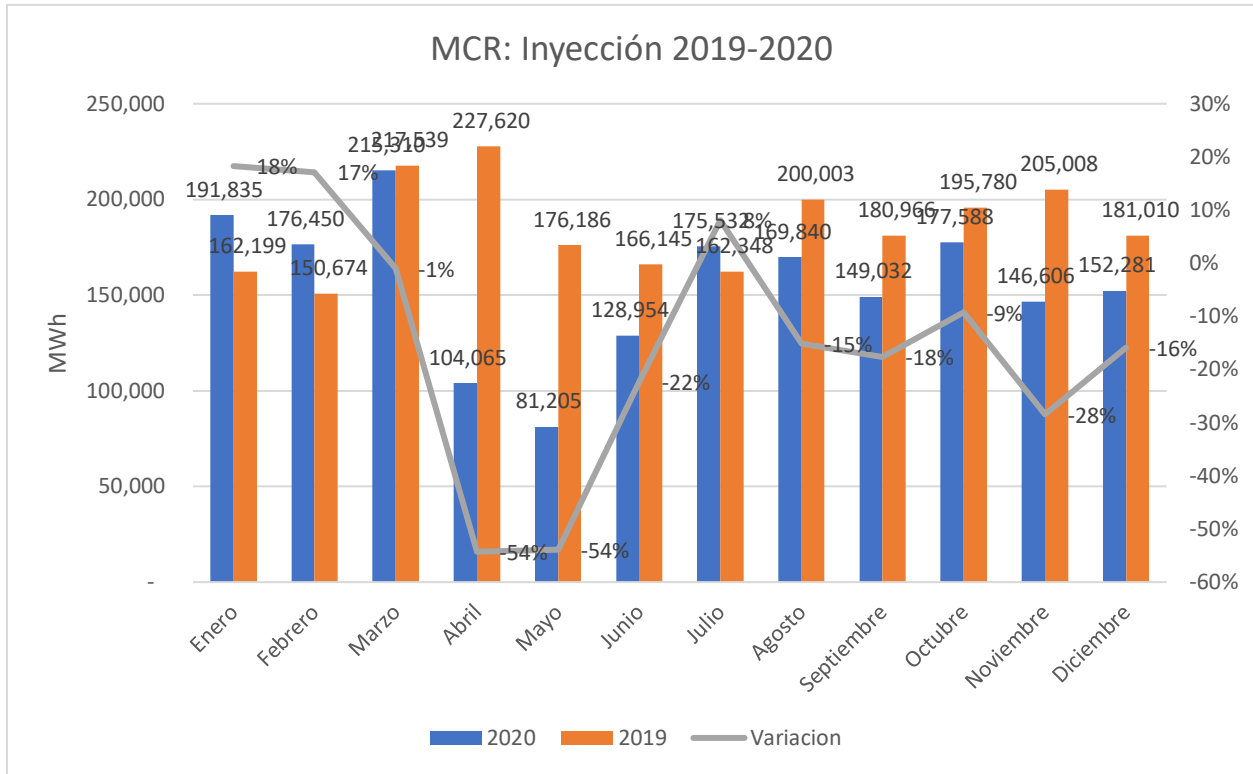


Ilustración 15-MCR: Inyección 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

A pesar de ser un mercado de contratos, el MCR se comportó volátilmente a través del 2020. En abril la inyección al MCR estuvo 54% abajo del 2019, lo cual contrasta con el crecimiento del 18% que tuvo enero. Con la excepción de julio, a partir de febrero no se registró ningún crecimiento en las inyecciones provenientes del MCR.

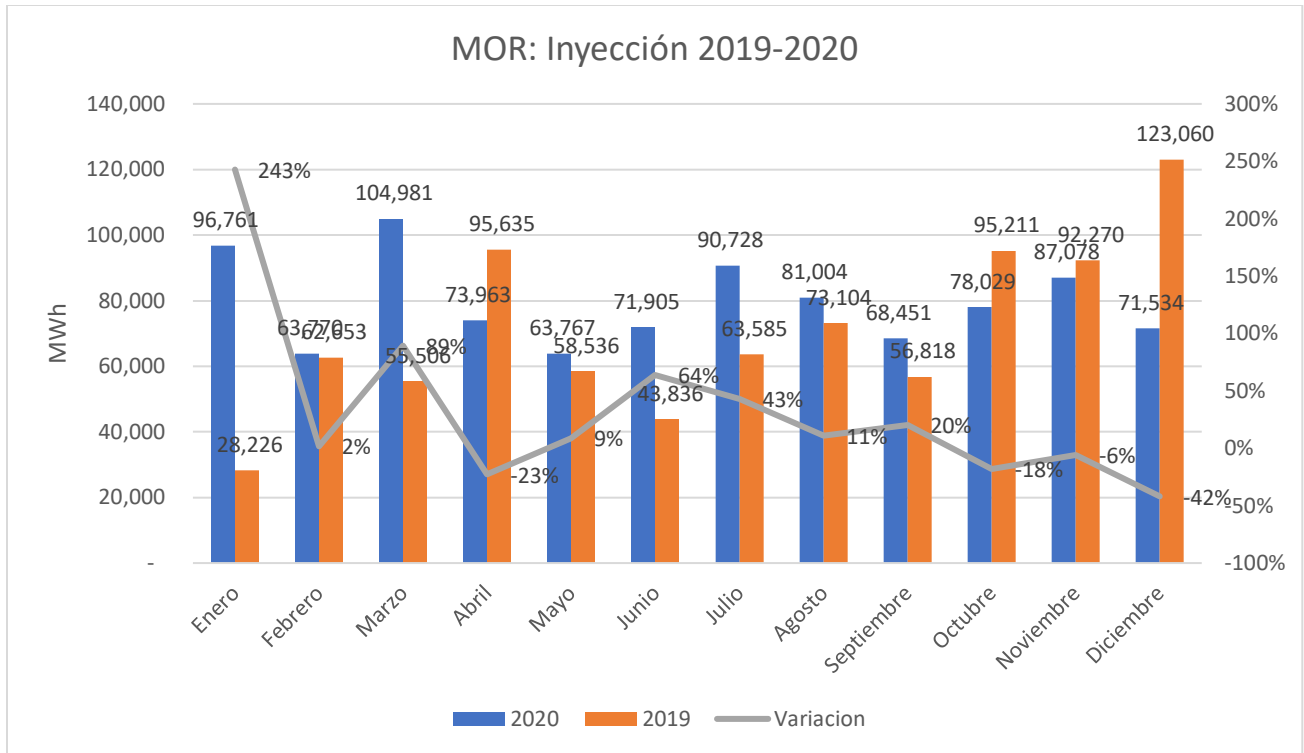


Ilustración 16-MOR: Inyección 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

El MOR también tuvo un comportamiento bastante impredecible y volátil. El primer trimestre registro crecimientos importantes, como es el caso de enero con 243%. En abril se dio la contracción más importante del año con un 23%. Sin embargo, desde mayo hasta septiembre no se dio ninguna contracción. En cambio, en el caso de junio y julio se dieron importantes crecimientos a pesar de la crítica realidad de la región. Los últimos tres meses del año marcaron contracciones moderadas, exceptuando a diciembre con una contracción del 42%.

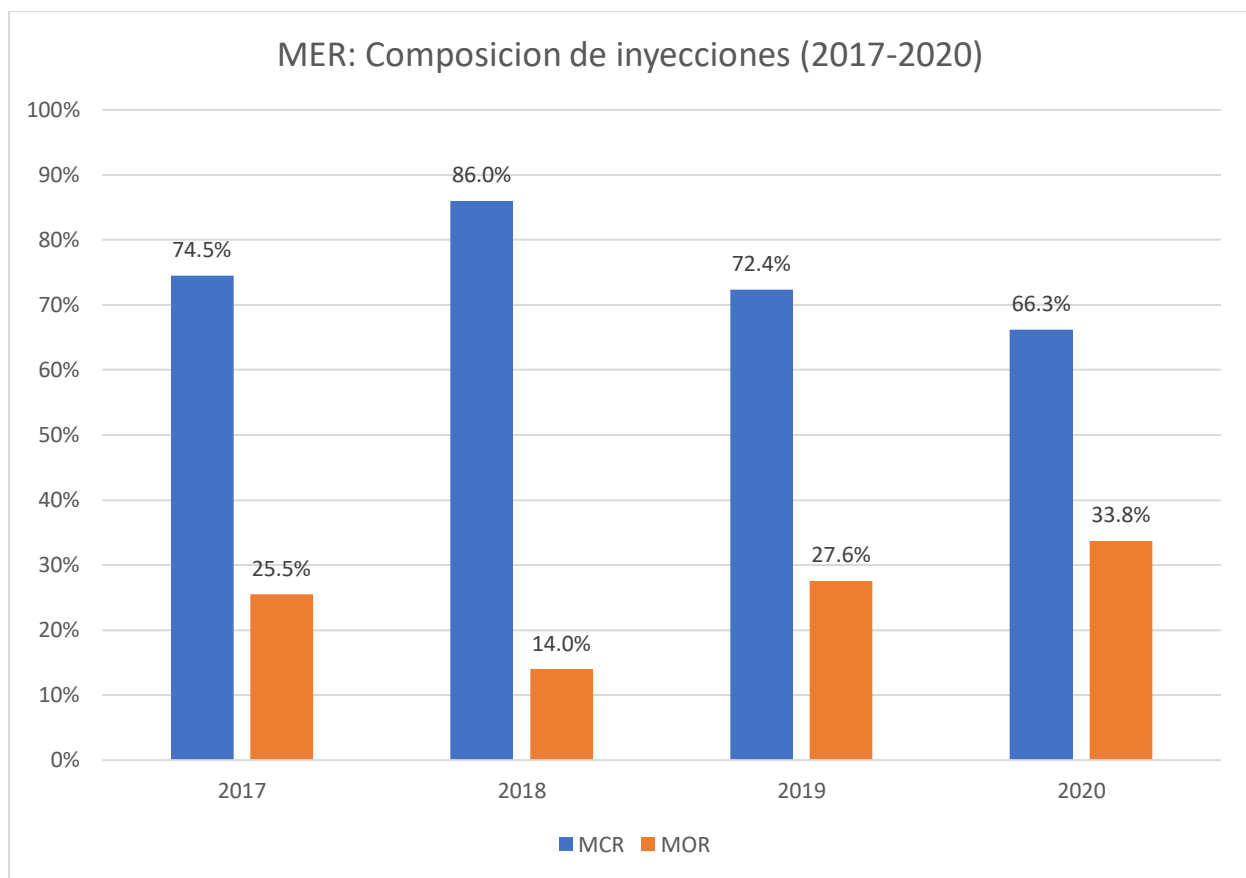


Ilustración 17-MER: Composición de inyecciones 2017-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

A pesar de que ambos mercados registraron variaciones de gran magnitud (en su mayoría negativas), el MER no registro variaciones tan volátiles como las del MCR o las del MOR en cuanto a composición se refiere. Es decir, el MOR y el MCR tuvieron participaciones parecidas en el 2019 y el 2020. El MCR represento el 66.3% y 33.8% de las transacciones en el 2020 y 2019, respectivamente. De manera parecida, el MOR represento el 72.4% y 27.6% de las transacciones durante el 2020 y 2019, respectivamente. Incluso, la composición de inyecciones del 2020 fue más estable que la del 2018, año en el que no se registró ningún evento parecido a los del 2020.

La estabilidad en la composición de las inyecciones al MER probablemente se debe a que los precios dentro del MCR pueden ser renegociados y que los precios dentro del MOR obedecen en gran parte a la situación del MCR.

5.2. PRECIOS EN EL MER

5.2.1. PRECIO PROMEDIO

El precio promedio para el 2020 fue de 51.11 US\$/MWh y para el 2019 fue de 91.53 US\$/MWh. El precio más alto registrado en el 2019 fue de 146.5 US\$/MWh y el del 2020 fue de 83.4 US\$/MWh, lo cual corresponde a un 56.9% del precio del precio del año anterior. Con los precios más bajos de cada año ocurrió algo similar: el del 2019 fue de 32.6 US\$/MWh mientras que el del 2020 fue de 19.4 US\$/MWh, un 59.5% del precio del año anterior.

Tabla 2-Resumen precios MER 2019-2020

	Precio ex ante promedio US\$/MWh	Precio más alto US\$/MWh	Precio más bajo US\$/MWh
2019	91.53	146.5 (15 de febrero)	32.6 (1 de enero)
2020	51.11	83.4 (5 de marzo)	19.4 (22 de noviembre)

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

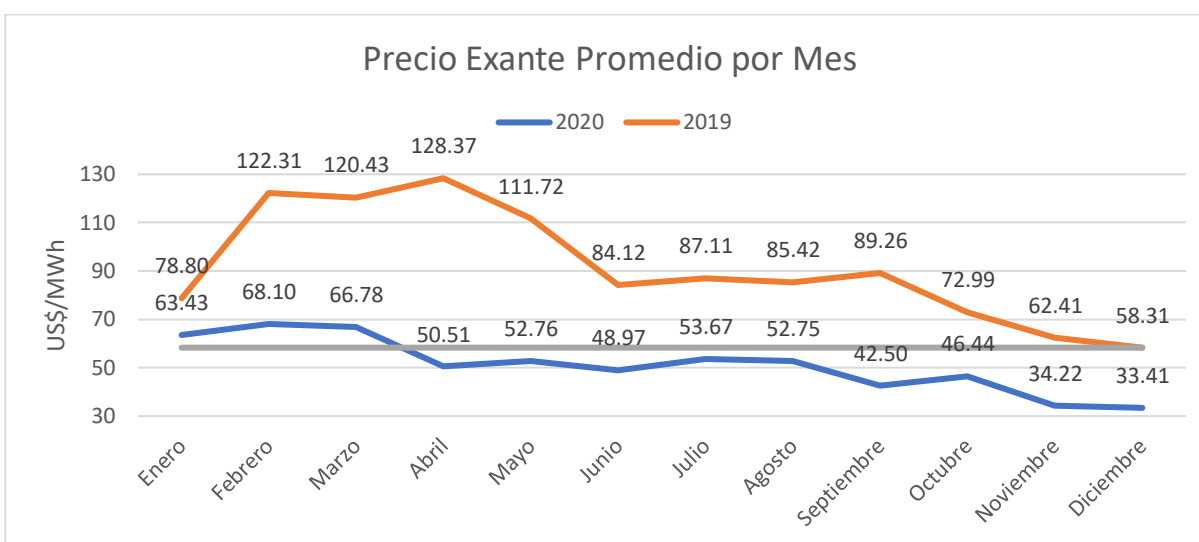


Ilustración 18-Precio ex ante promedio por mes

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Aunque el 2020 solo estuvo un 8.2% abajo del 2019 en cuanto a volumen de inyecciones se refiere, la variación en el precio fue mucho más drástica. El mes con el precio promedio más bajo del 2019 (diciembre, línea gris en grafica superior) tuvo un precio promedio más alto que la mayoría de los

meses del 2020. A pesar de que la gráfica no lo refleja, enero y de octubre tuvieron algunos días con precios más altos con respecto al 2019.

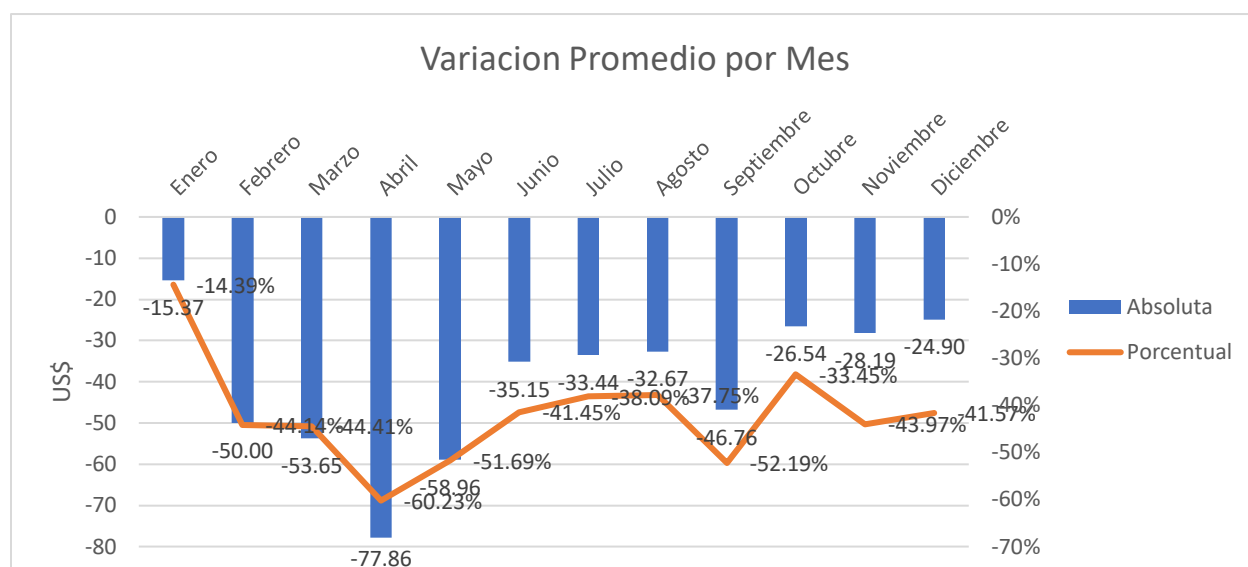


Ilustración 19-Variación en precios promedio mensuales

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

La variación más marcada en el año fue para el mes de abril, donde el precio promedio cayó por casi más de 77 US\$ hasta llegar a un 60% por debajo del promedio del 2019. El resto de los meses también tuvieron contracciones importantes, la mayoría estuvo por encima del 30%. Exceptuando a enero, el último trimestre del año tuvo las variaciones (absolutas) más bajas del año, mientras que octubre fue el mes con la segunda variación porcentual más baja.

5.2.2 PRECIO PROMEDIO POR PAÍS

Los precios del MER están dados para cada nodo de enlace. Estos precios están determinados mayormente por la oferta y demanda propia de cada nodo. Los nodos de enlace son los puntos de entrada y de salida a la red de transmisión regional del MER. Para que se pueda realizar una transacción de energía una de las partes involucradas (comprador o vendedor) debe tener derechos de transmisión entre el nodo de inyección y el nodo de retiro. La siguiente tabla muestra los nodos con sus respectivos códigos y países que conecta.

Tabla 3-Nodos de enlace del MER

Código	País	Nombre	Conecta con
LV2	Guatemala	La Vega II	El Salvador
MOY	Guatemala	Moyuta	El Salvador
PAN	Guatemala	Panaluya	Honduras
15S	El Salvador	15 Septiembre	Honduras
AHU	El Salvador	Ahuachapán	Guatemala
AGC	Honduras	Agua Caliente	El salvador y Nicaragua
NNC	Honduras	Nueva Nacaome	El Salvador
PRD	Honduras	Prados	Nicaragua
LEC	Honduras	San Nicolás	Guatemala
AMY	Nicaragua	Amayo	Costa Rica
LN1	Nicaragua	León	Honduras
SND	Nicaragua	Planta Sandino	Honduras
TC1	Nicaragua	Ticuantepe	Costa Rica
CAH	Costa Rica	Cahuita	Panamá
CAS	Costa Rica	Cañas	Nicaragua
LIB	Costa Rica	Liberia	Nicaragua
RCL	Costa Rica	Rio Claro	Panamá
CHA	Panamá	Changuinola	Costa Rica
DOM	Panamá	Dominical	Costa Rica
PRO	Panamá	Progreso	Costa Rica

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Existen dos tipos de precios: ex ante y ex post. Los precios ex ante son calculados antes del despacho diario. Los precios ex post son calculados después del despacho diario. Los precios que se analizarán son los ex ante. A pesar de que los precios por nodo de cada país varían para un mismo día, la variación es mínima (ver gráfica en anexos) y su análisis no tendría mayor fin (considerando que no existe un desglose del tráfico por nodo), por lo que es más conveniente realizar el análisis por cada país.

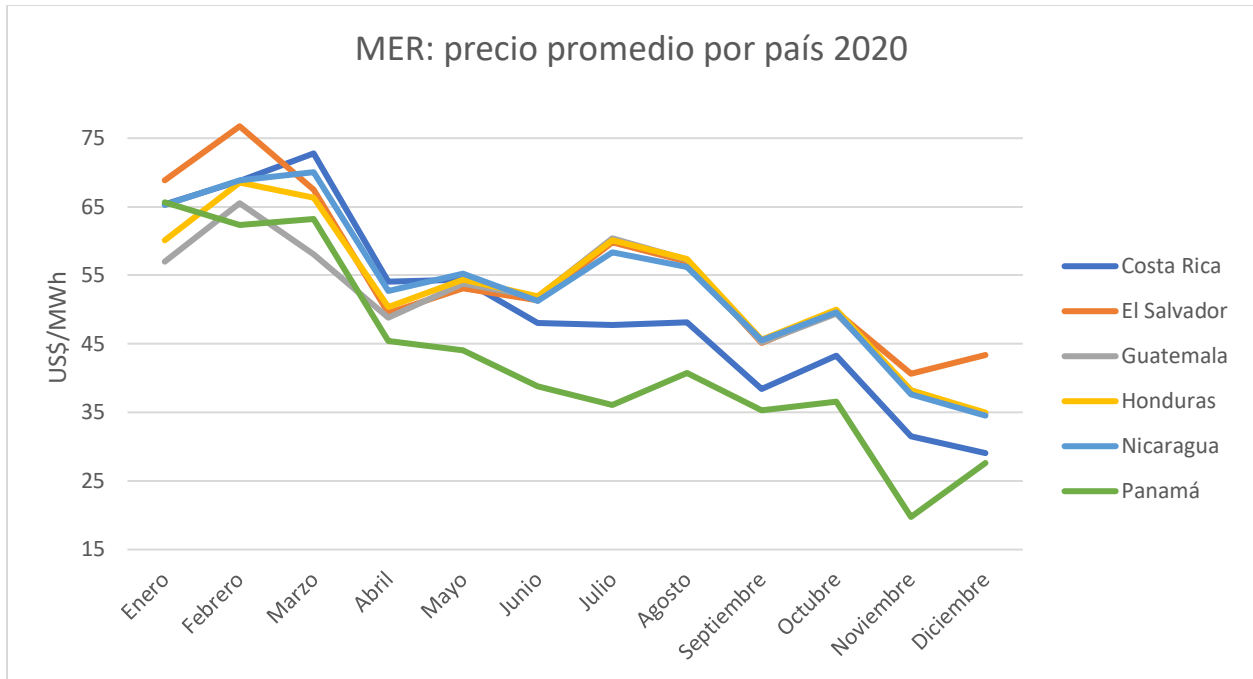


Ilustración 20-Precio promedio por país

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Como se puede apreciar en la gráfica, los precios promedio para cada país son distintos. Sin embargo, existe una diferencia notable entre Costa Rica y Panamá con el resto de los países estudiados. El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua no presentan una variación notable de precios a través de la mayoría del año. La razón detrás de esto es el tipo de tráfico (y el tráfico en sí) que tiene cada nodo.

5.3 TRANSACCIONES POR PAÍS

Dentro del MER distintos países juegan distintos roles. Todos los agentes autorizados de todos los países están en la libertad de inyectar o retirar energía del mercado. Sin embargo, no todos los países tienen una participación equitativa: algunos se comportan como vendedores y otros como compradores. El balance neto de cada país resulta de restar los retiros de las inyecciones de cada país. La siguiente grafica muestra el comportamiento de cada país: una magnitud positiva denota un vendedor de energía y una magnitud negativa denota lo contrario.

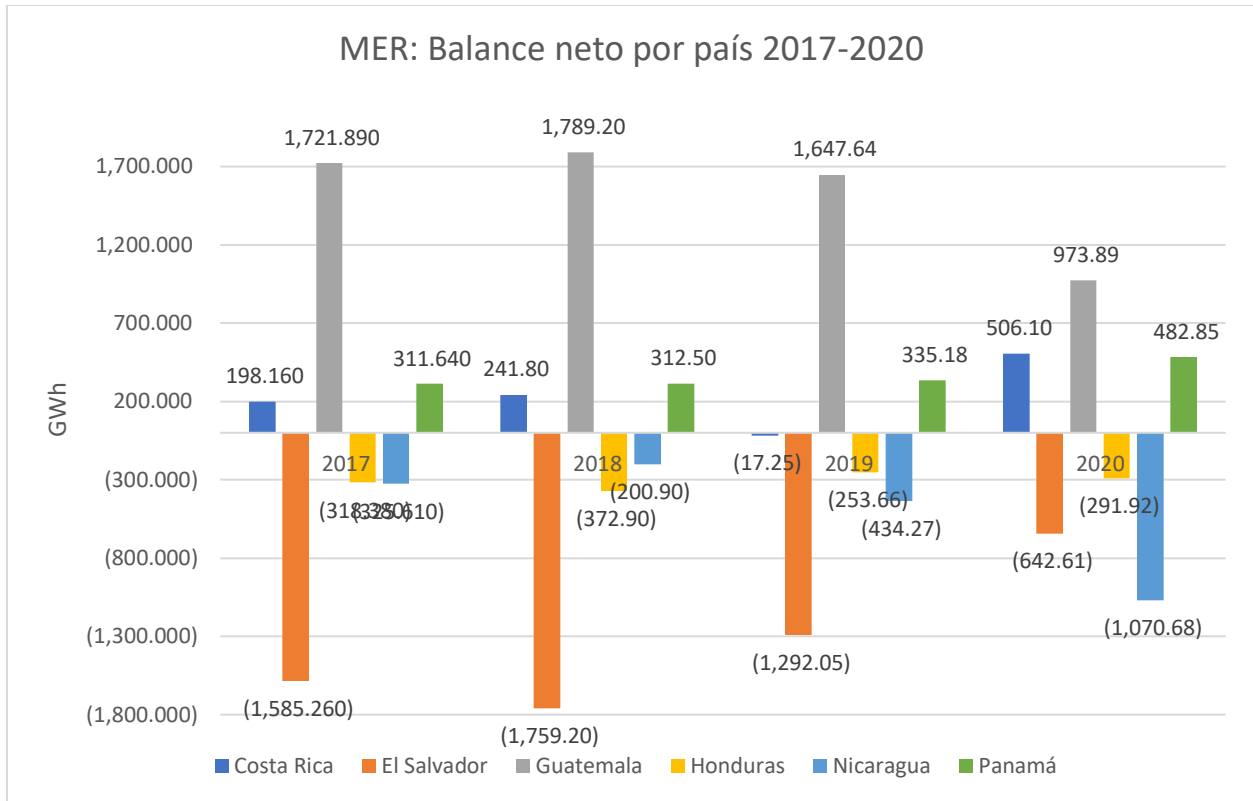


Ilustración 21-MER: Balance neto por país 2017-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Como lo muestra la Ilustración, todos los países han mantenido su posición como comprador o vendedor de energía por los últimos 4 años (incluido el 2020) con la excepción de Costa Rica. En el 2019 el balance neto de Costa Rica fue de -17.25 GWh, lo cual significa que paso de ser vendedor a ser comprador por primera vez en 3 años. El resto de los países mantuvieron su posición dentro de un rango variable. El gran comprador de la región es El Salvador mientras que el gran vendedor es Guatemala. Honduras y Nicaragua son importantes compradores, y Panamá junto con Costa Rica suelen ser vendedores de energía.

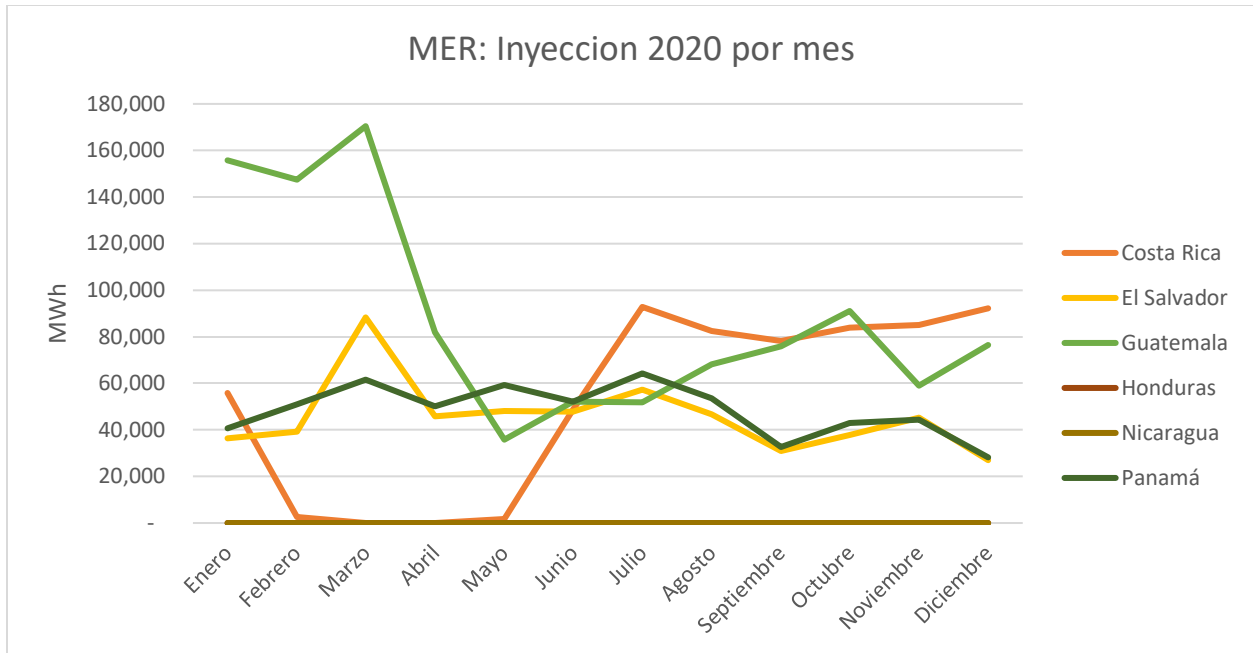


Ilustración 22-MER: Inyección 2020 por país

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Al analizar con más detalle la posición de cada país, se hace evidente que no es necesario comparar ciertos rubros por país. Como lo muestran las graficas a continuación, Honduras y Nicaragua solo realizan retiros de energía a través del año, excepto por un numero finito de días en el que inyectan pequeñas cantidades. El resto de los países si muestran cantidades importantes en ambos rubros.

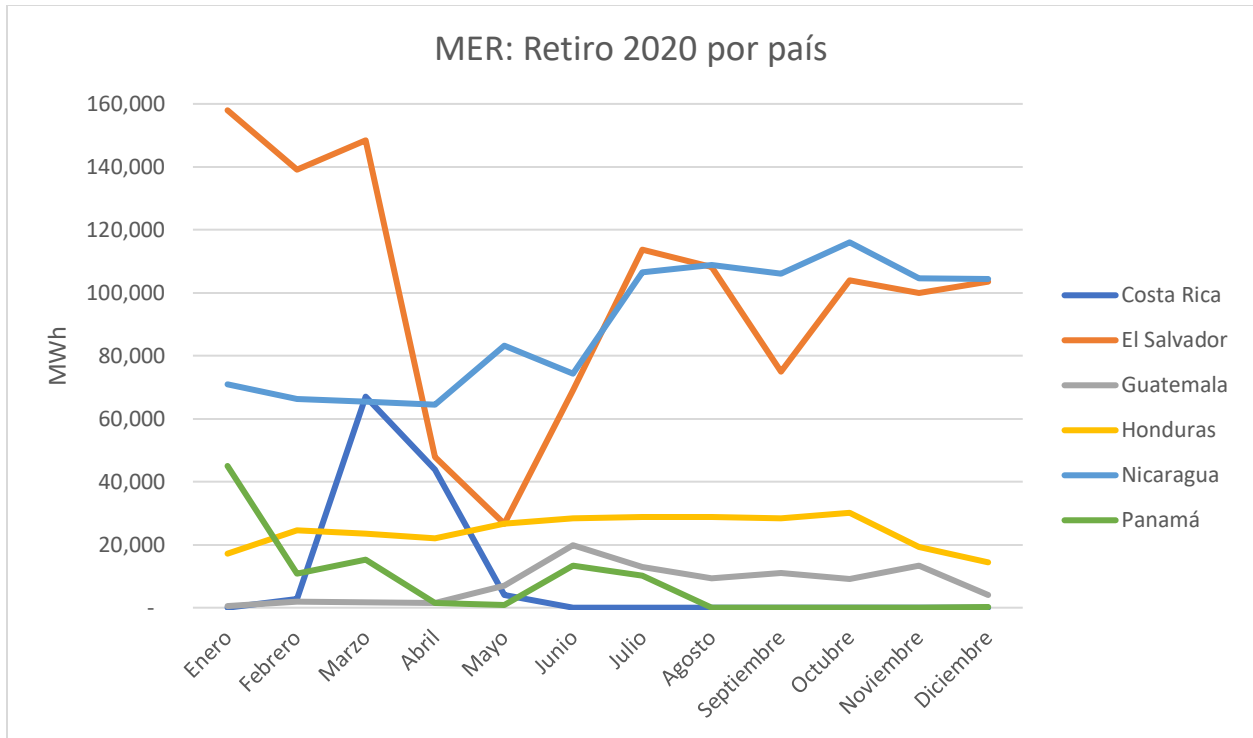


Ilustración 23-MER: Retiro 2020 por país

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

5.3.1 COSTA RICA

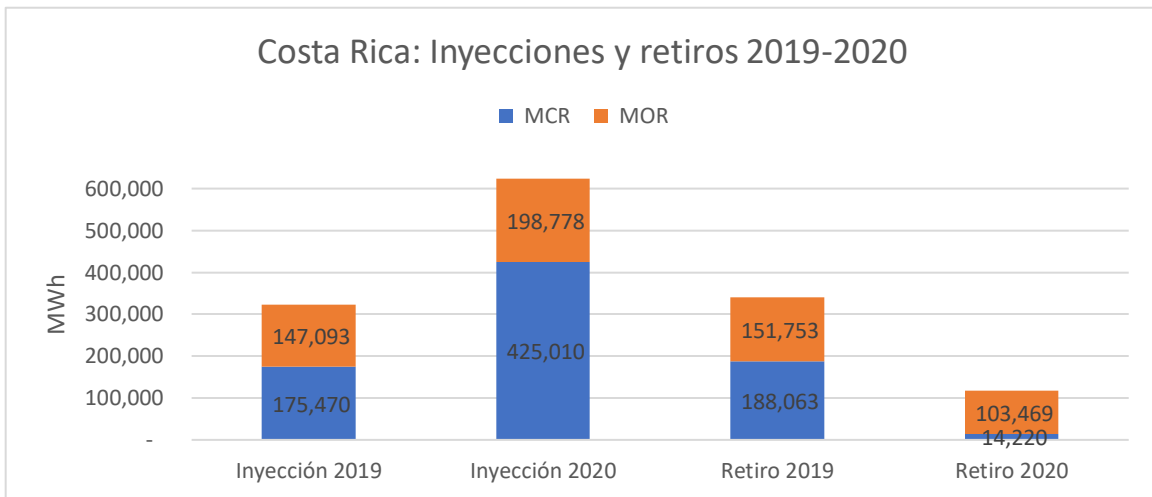


Ilustración 24-Costa Rica: Inyecciones y retiros 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Las inyecciones de Costa Rica crecieron un 142% y un 35% en el MCR y el MOR, respectivamente. Los retiros de ambos mercados experimentaron caídas sustanciales: 92% el MCR y 32% el MOR. Las variaciones en los retiros son erráticas a través del año. Sin embargo, las variaciones en las inyecciones (tanto del MCR como del MOR) están fuertemente asociadas a la época lluviosa del país, como se puede apreciar en la gráfica a continuación.

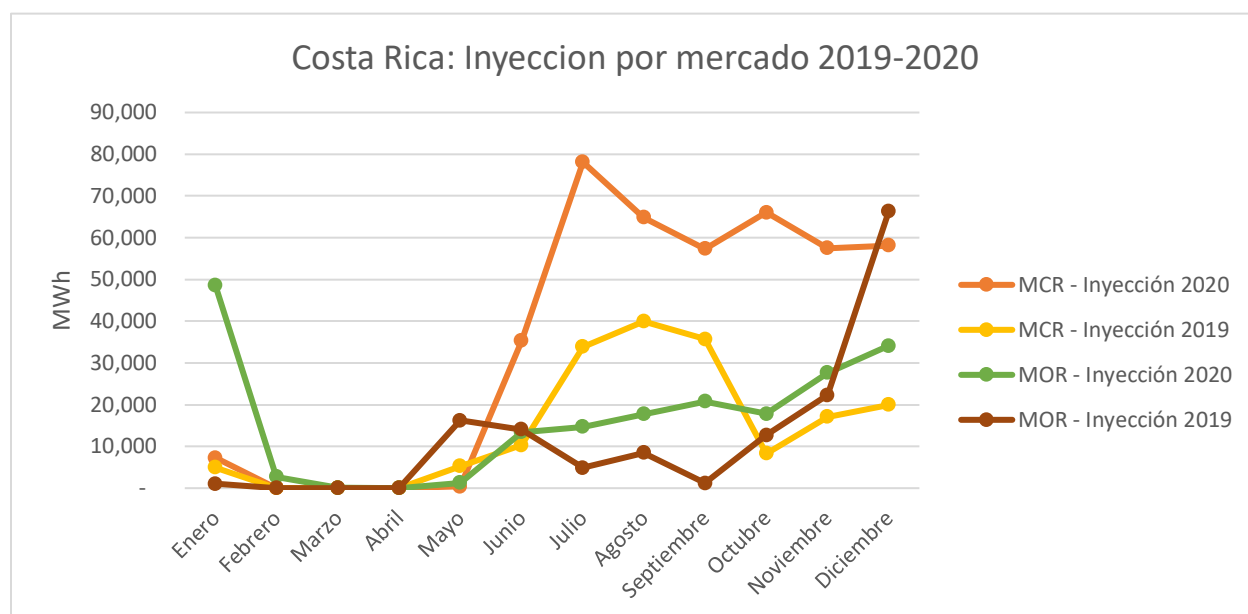


Ilustración 25-Costa Rica-Inyección por mercado 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Entre mayo y octubre del 2020 el MOR y el MCR registraron incrementos por más de 242,000 MWh en inyecciones año sobre año (el crecimiento total en inyecciones fue de 301,225 MWh). Esto sugiere una correlación entre los altos niveles de lluvia causados por ambos huracanes y la gran capacidad instalada (2343 MW a diciembre 2019) de generación hidroeléctrica que tiene Costa Rica. El exceso de lluvias pudo haber causado que el país inundara el MER con energía a pesar de los bajos precios que se registraron en esos meses.

5.3.2 EL SALVADOR

Los datos en la gráfica inferior demuestran la posición de comprador que El Salvador ha mantenido desde hace años en el MER. Los retiros en el MCR y en el MOR decrecieron un 47% y

un 2%, respectivamente. Las inyecciones decrecieron un 73% en el MCR y crecieron un 8% en el MOR.

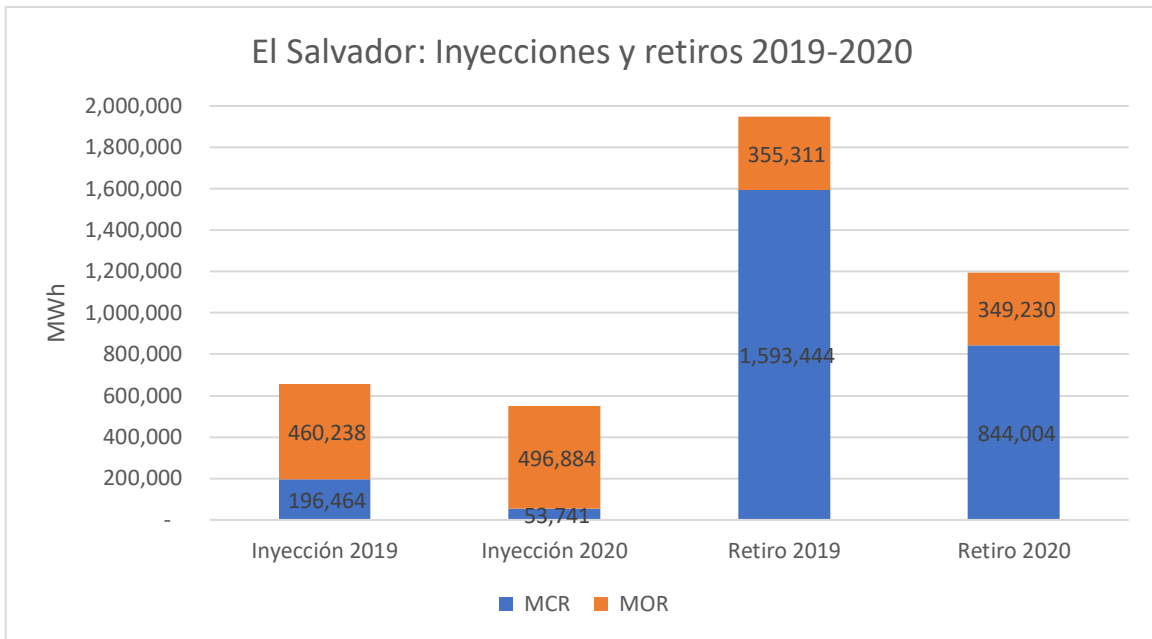


Ilustración 26-El Salvador: Inyecciones y retiros 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

El comportamiento de El Salvador fue un poco atípico aun para un año tan poco normal. El país creció en inyecciones (en el MOR) y decreció en retiros (MER y MOR) cuando los precios hubieran dictado una estrategia distinta. Incluso, durante el segundo semestre (con los precios más bajos del año) continuaron inyectando energía al MOR, mientras que en el MCR las inyecciones fueron decreciendo a través del año.

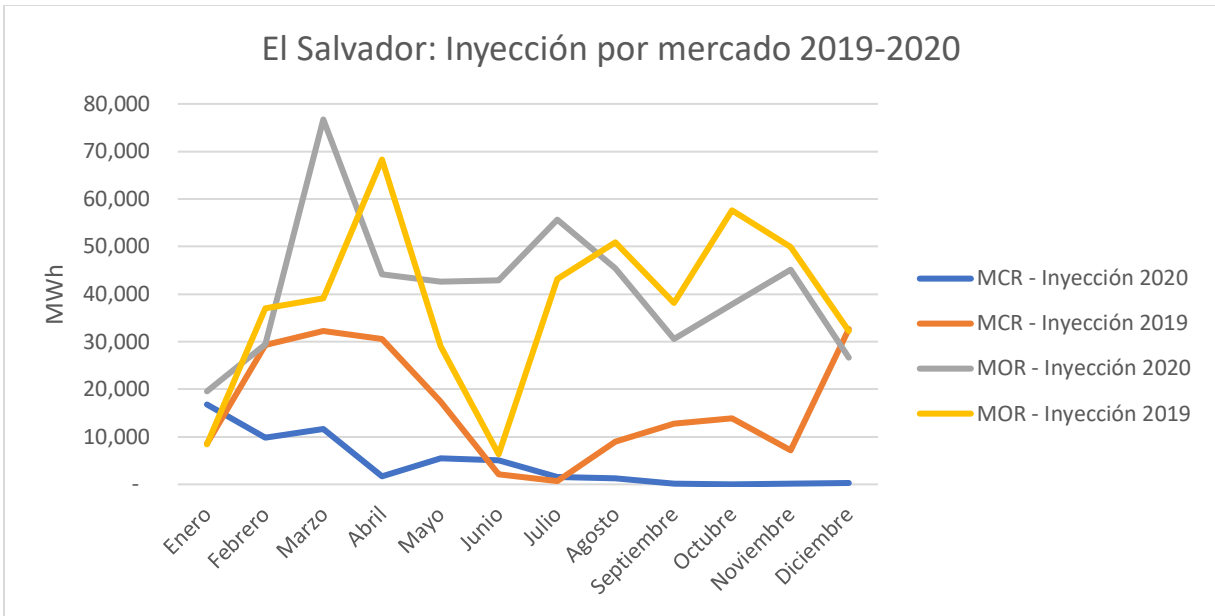


Ilustración 27-El Salvador: Inyección por mercado 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

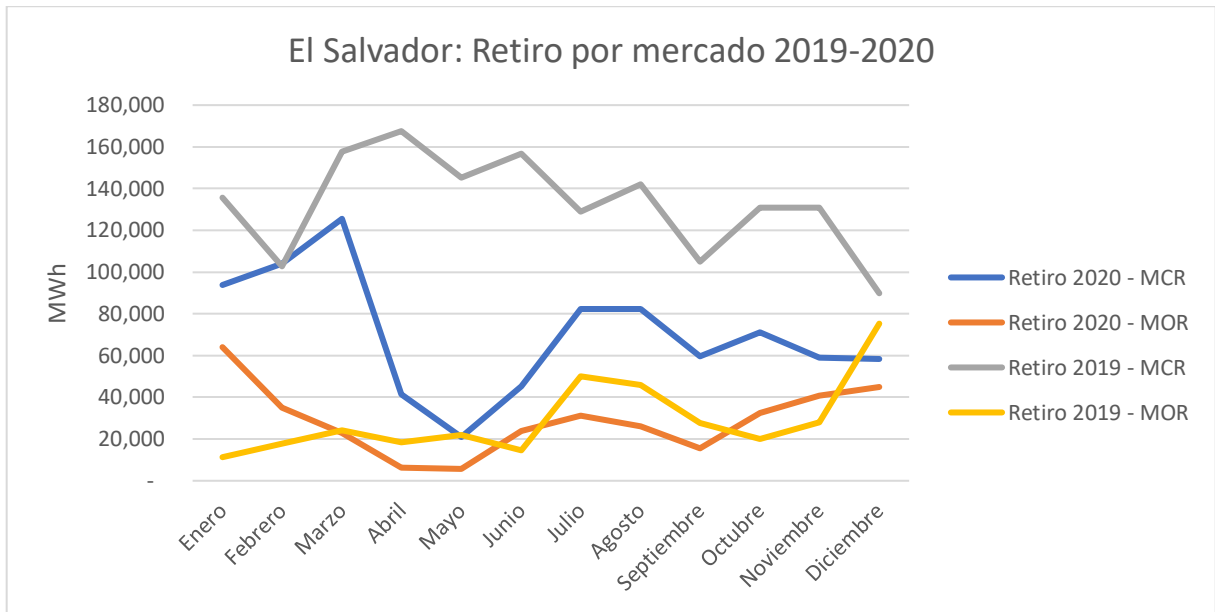


Ilustración 28-El Salvador: Retiro por mercado 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

En el caso de los retiros El Salvador decreció en ambos mercados. Aunque no fueron de la misma magnitud, los retiros del MCR siguieron una tendencia parecida a la del 2019 y estuvieron por

encima de los retiros del MOR. Una posible explicación del comportamiento atípico de El Salvador es su mercado. El Salvador tienen el mercado más libre de la región. Existe la posibilidad que estas tendencias de inyección y retiro tengan una explicación financiera ya que algunas transacciones en el MER cumplen meramente una función financiera.

Ninguno de los patrones de retiro o inyección obedece a la operación de algún tipo de tecnología en especial. Sin embargo, el país registro un incremento del 33.1% en su generación hidroeléctrica con respecto al 2019. También logro una disminución del 48.2% en su generación térmica. A pesar de que no hubo excedentes sustanciosos para introducir a la red, El Salvador logro cambiar su matriz de generación eléctrica.

5.3.3 GUATEMALA

Las inyecciones de Guatemala decrecieron un 42% en el MCR y crecieron un 18% en el MOR. Los retiros crecieron un 942% y 820% en el MCR y en el MOR, respectivamente. Estos crecimientos, pesar de ser increíblemente altos, solo significaron un aumento del 82,614 MWh, una cantidad poco relevante para un país que dejo de inyectar más de 600,000 MWh en ese mismo año.

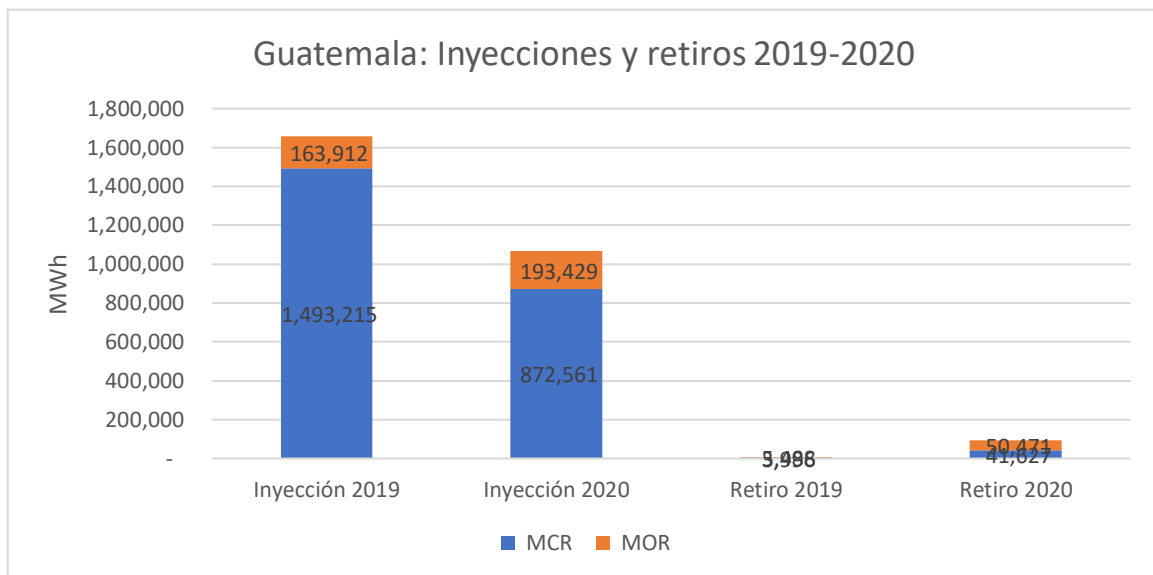


Ilustración 29-Guatemala: Inyecciones y retiros 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

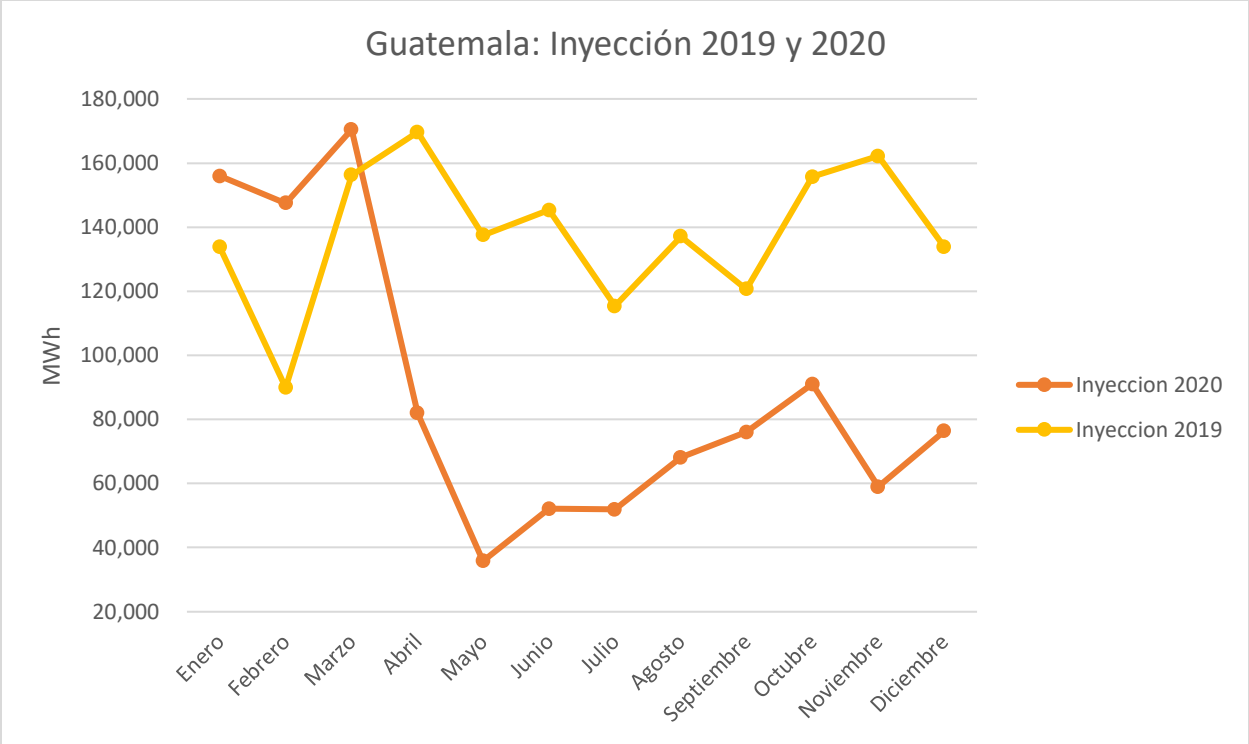


Ilustración 30-Guatemala: Inyección 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

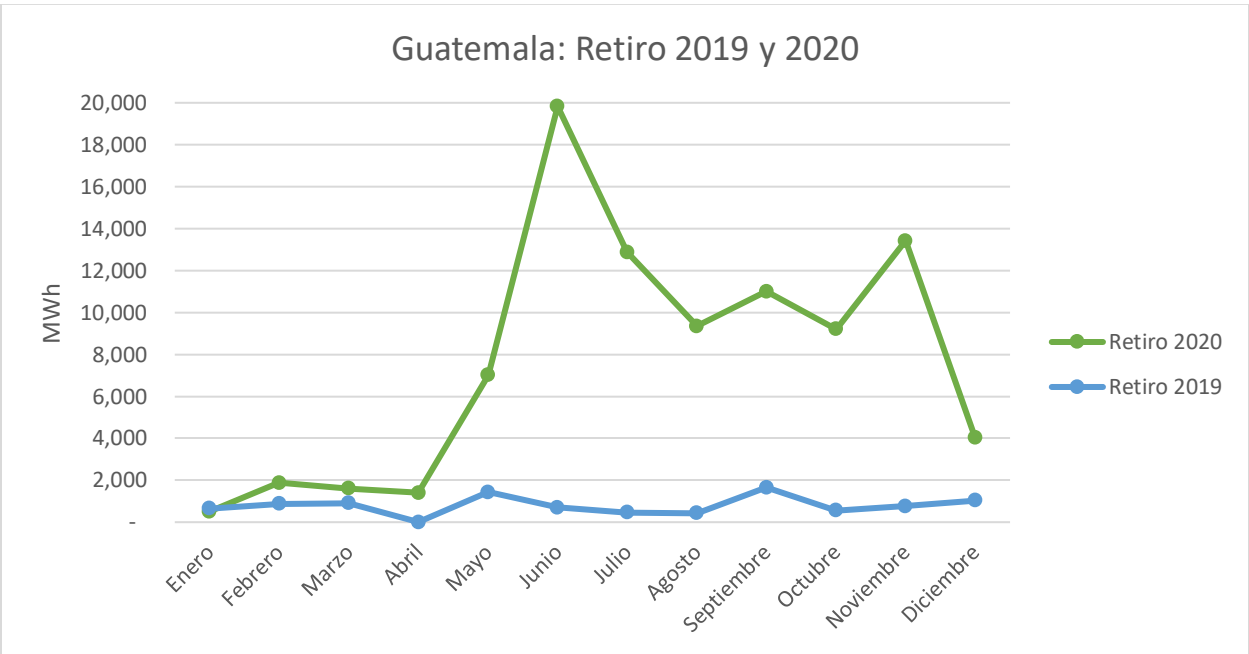


Ilustración 31-Guatemala: retiro 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Como muestran las gráficas anteriores, el retiro y la inyección de energía al MER siguieron el camino sugerido por el precio. Las inyecciones del 2020 fueron mucho menores que las del 2019 y parecían seguir los precios por nodo. Los retiros del 2020 fueron superiores que los del 2019 y también incrementaban a medida el precio bajaba. En otras palabras, Guatemala retiro energía cuando el precio estaba bajo e inyectó energía cuando el precio estaba alto.

Guatemala también experimentó un incremento importante en la generación hidroeléctrica. En el 2019 generó 4,381,129 MWh y en el 2020 generó 5,816,540 MWh. Esto representa un incremento anual del 32.7%. La producción de energía térmica registró una caída de 811,683 MWh, lo que se traduce a un 22.8% de la producción del 2019.

5.3.4 HONDURAS

El bajo volumen de inyecciones de Honduras no permite realizar comparaciones entre años. En el 2020 retiros al MER fueron de 291,915 MWh y en el 2019 fueron de 259,527 MWh. Esto representa un crecimiento del 12.4%. Para el 2020 los retiros del MCR se contrajeron en 22% pero los retiros del MOR crecieron un 60% hasta llegar a 174,392 MWh.

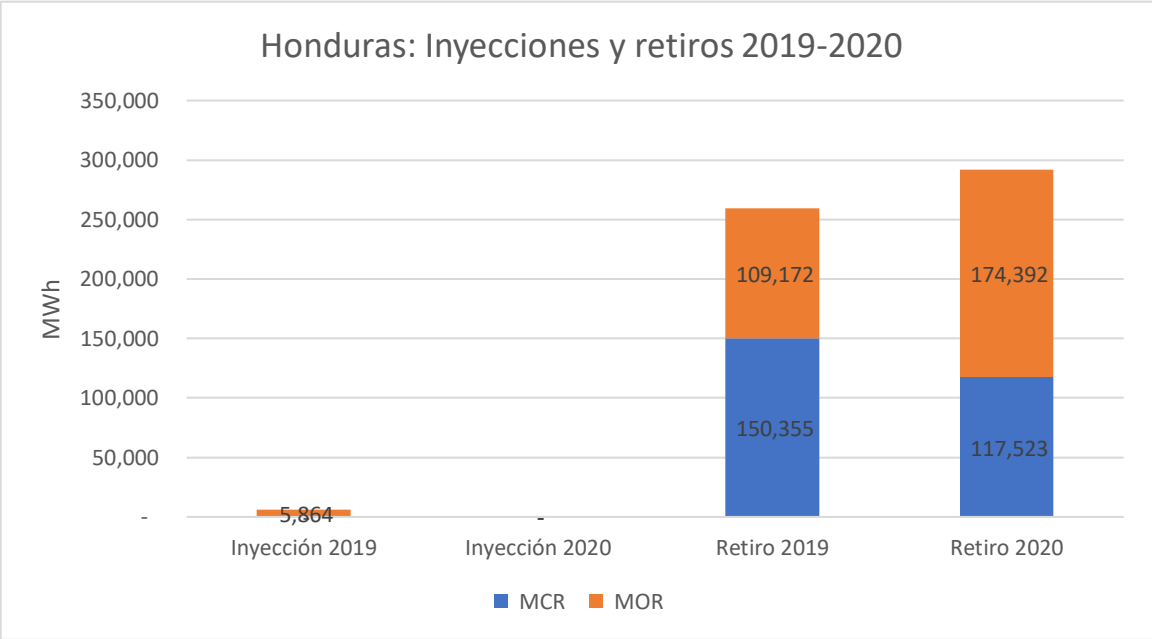


Ilustración 32-Honduras: Inyecciones y retiros 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Honduras aprovechó los bajos precios del MER en el segundo semestre del año. Los retiros del MOR incluso sobrepasaron los 2019 en algunos meses del año. En cambio, los retiros del MCR estuvieron por debajo de los del 2019 en la mayoría de los meses. A pesar de los bajos precios promedio, los retiros al MCR estuvieron por encima de los retiros al MOR en algunos meses del año.

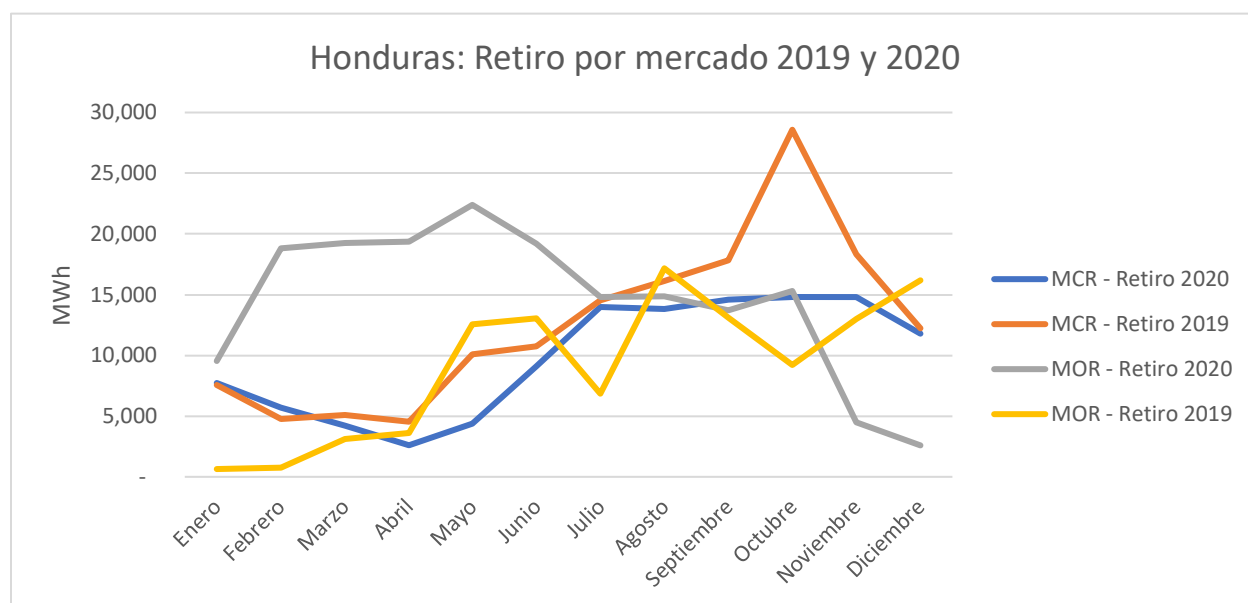


Ilustración 33-Honduras: Retiro por mercado 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Honduras fue otro de los países en la región que reportó un incremento en la generación hidroeléctrica. El 2020 se generaron 266,473 MWh más que en el 2019, lo cual corresponde a un 11.1% más. La generación térmica también descendió por más de 397,000 MWh (10.4%). A pesar de este incremento en la generación el país creció en retiros provenientes del MER.

5.3.5 NICARAGUA

Nicaragua, junto con Honduras, son los dos países de la región que se comportan como compradores. En el 2019 y el 2020 solo inyectó 151 MWh y 2 MWh, respectivamente. Los retiros crecieron más del 246% en el 2020. Este crecimiento provino del MCR con un 276%, mientras que el MOR se contrajo por 56%.

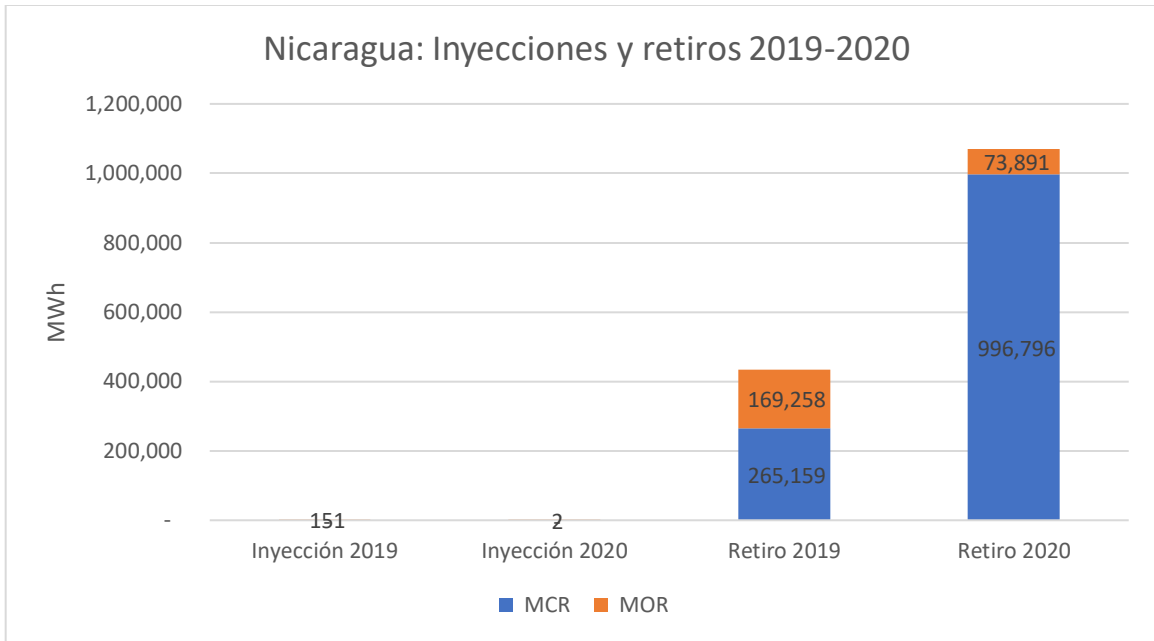


Ilustración 34-Nicaragua: Inyecciones y retiros 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

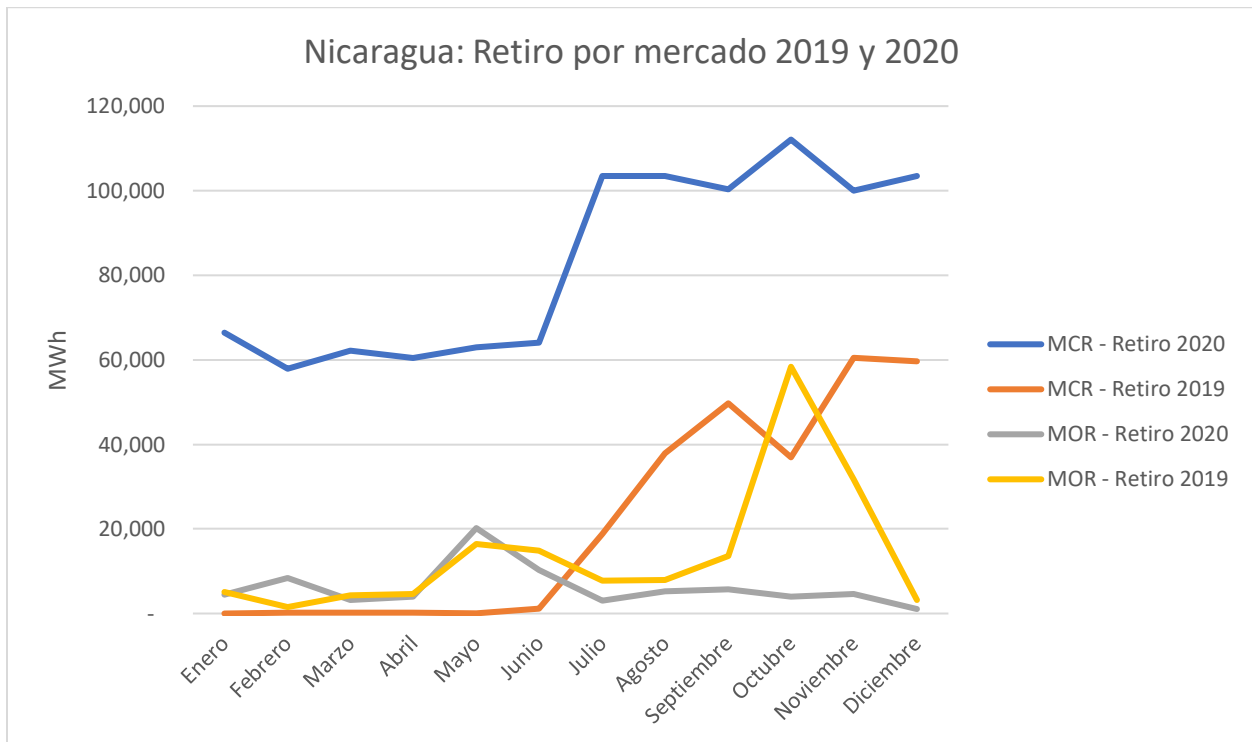


Ilustración 35-Nicaragua: Retiro por mercado 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Sería de esperarse que el crecimiento en retiros viniera del MOR debido a los bajos precios del mercado. Sin embargo, el crecimiento del MCR fue constante a través del año, mientras que el MOR solo creció en febrero y mayo. La generación hidroeléctrica pública del 2020 supero a la del 2019 por 374,210 MWh.

5.3.6 PANAMÁ

Las inyecciones al MCR en el 2020 fueron superiores a las 2019 por más de 150,000 MWh, traducido a un crecimiento de 44%. Las inyecciones al MOR se contrajeron en 12%. Los retiros siguieron la misma tendencia: los del MCR crecieron por 7% y los del MOR se redujeron por 8%.

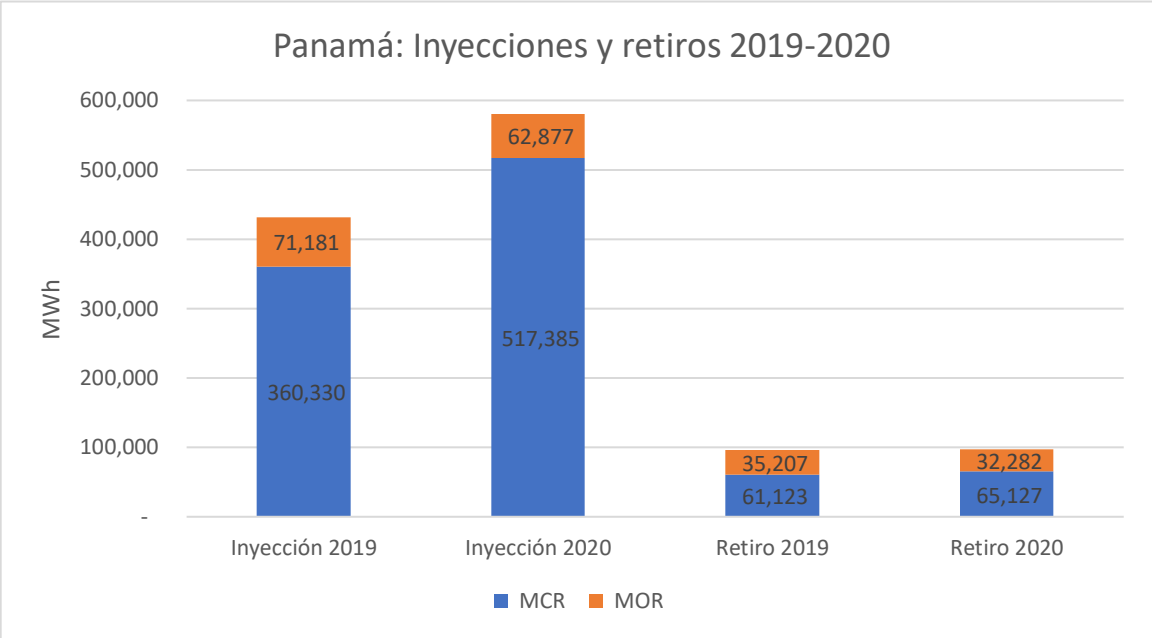


Ilustración 36-Panamá: Inyecciones y retiros 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

Como lo muestra la ilustración 30, octubre fue el único mes del 2020 en el que las inyecciones al MCR estuvieron por debajo de las del 2019. El primer semestre fue errático para inyecciones al MOR pero a partir de Julio se normalizaron y decrecieron hasta el final del año. Dentro de los retiros no se puede encontrar patrón alguno, sin embargo, hubo crecimientos importantes en los meses de Septiembre y Diciembre.

No fue posible comparar las matrices de generación eléctrica del 2019 y del 2020 debido a falta de información. A la fecha de conclusión de este estudio las cifras de generación del 2020 no estaban disponibles. Solo las cifras del primer semestre estaban disponibles.

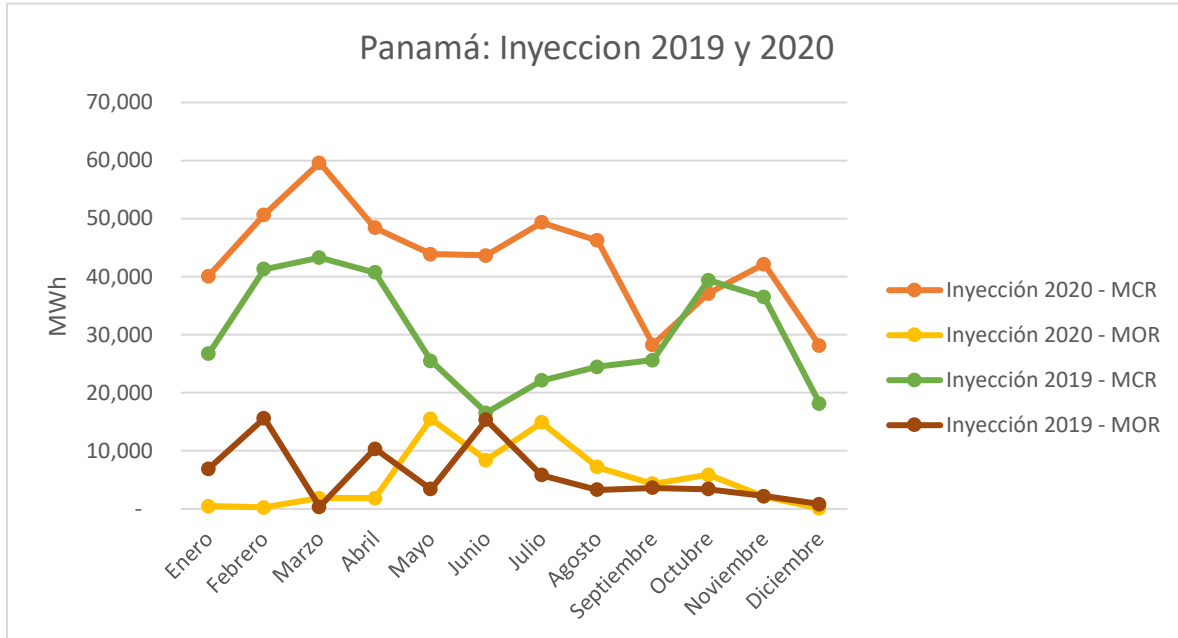


Ilustración 37-Panamá: Inyección 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

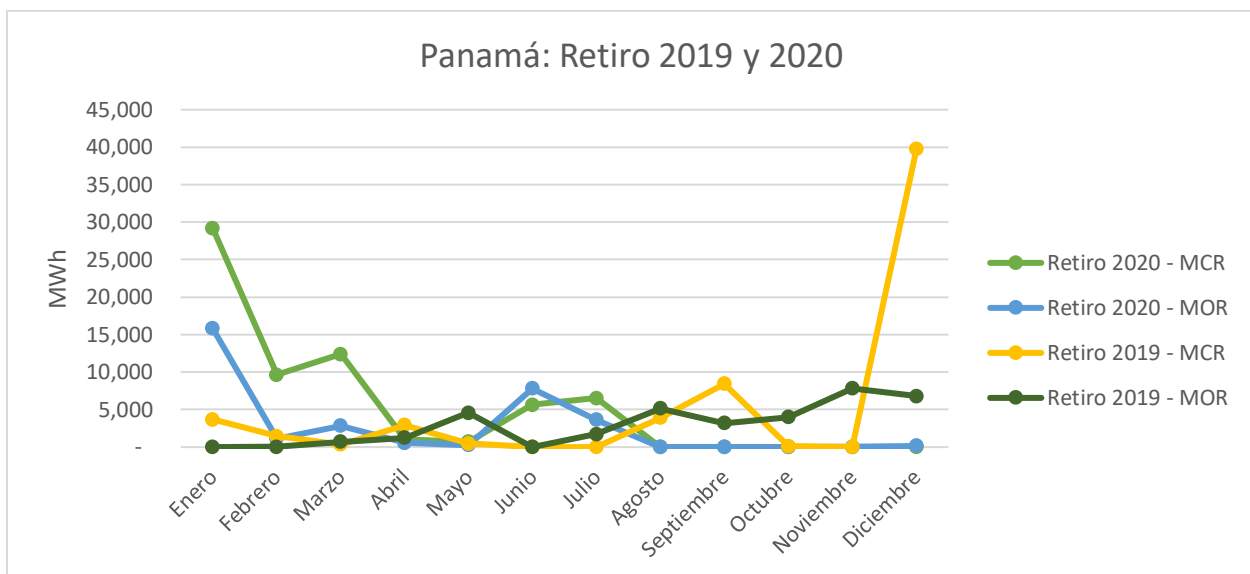


Ilustración 38-Panamá: Retiro 2019-2020

Fuente: Elaboración propia con datos del EOR

VI. CONCLUSIONES

1. La generación hidroeléctrica incremento en la mayoría de los países de la región. El incremento fue desde 6% en Costa Rica, 11.1% en Honduras, 30% en El Salvador y 33% en Guatemala. En el caso de Nicaragua y Panamá no están disponibles los datos necesarios para calcular el crecimiento.
2. El MOR creció 6.1% en el 2020 en cuanto a participación del MER se refiere. El crecimiento anual fue de 12.2%. El mercado de oportunidad fue aprovechado por Honduras y Guatemala para retirar energía, Sin embargo, ningún país registro crecimientos importantes en inyecciones a través del MOR.
3. El MCR decreció 6.1% en el 2020 en cuanto a participación del MER se refiere. El decrecimiento anual fue de 19.1%. Nicaragua y El Salvador fueron los países con mayor cambio en sus transacciones en el MCR como compradores y Guatemala como vendedor.
4. El volumen de transacciones del MER cayó 8.2% y el precio promedio cayo más de 43.9%. Todos los países de la región mantuvieron su tendencia como vendedor o comprador de energía excepto por Costa Rica.
5. Las transacciones en el MER se comportaron de manera volátil durante todo el año. El precio tuvo una caída importante pero el decrecimiento en el volumen de transacciones no fue tan alto. El comportamiento del MER fue atípico, sin embargo, demostró un considerable nivel de resiliencia tanto física como económica.

VII. RECOMENDACIONES

1. Diseñar un sistema que pueda sustraer información más detallada en cuanto a precios nodales y tráfico de red se refiere, sería de mucha utilidad para la creación de una base de datos de precios. A pesar de que ya existe una para los precios promedio, los precios por nodo son clave para un estudio más dinámico del mercado. De igual manera, el tráfico de los nodos proporcionaría información valiosa para el estudio del mercado.
2. Construir bases de datos con los datos ya disponible es clave para el desarrollo de un buen análisis. Tener datos es importante, pero si estos no son manipulables no van a producir información relevante para una investigación. Añadir datos a una base de datos ya existente puede facilitar el desarrollo del análisis y mejorar el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial. (Febrero de 2021). *Datos Banco Mundial*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?locations=CR-SV-GT-HN-NI-PA>
- Calderón, C., & Servén, L. (September de 2008). *Infraestructure and Economic Development in Sub-Saharan Africa*. The World Bank.
- Cottani, J. (2020). *The effects of COVID-19 on Latin America's economy*. Washington D.C. : Center for Strategic and International Studies.
- Empresa Propietaria de la Red. (Febrero de 2021). Obtenido de <https://www.eprsiepac.com/contenido/aperturas/>
- Ente Operador Regional. (Febrero de 2021). Obtenido de Dashboard Informacion Comercial del MER 2019-2020: <https://www.enteoperador.org/mer/gestion-comercial/inyecciones-retiros-y-precios-del-mer/>
- Hernández, G. (2014). *Mercado Eléctrico Regional (MER) de América Central. Metodología de asignacion y uso de la capacidad de la interconexión*. . Cartagena de Indias: CRIE.
- Instituto Costarricense de Electricidad. (2020). *Generacion y Demanda - Informe Mensual Diciembre 2020*.
- MER. (Enero de 2021). Obtenido de Comision regional de interconexion electrica: <https://crie.org.gt/mer/>
- Ministerio de Energia y Minas. (2020). *Avances en el Sector Energia de Nicaragua*.

- Navarrete, M. E. (2020). *Estadísticas de producción de electricidad de los países del sistema de la integración Centroamericana (SICA)*. Ciudad de México: Naciones Unidas.
- Prat, J., & López, A. (2018). *Inclusive Growth: Challenges and Opportunities for Central America and the Dominican Republic*. Inter-American Development Bank.
- Stern, D., Burke, P., & Bruns, S. (2017). The Impact of Electricity on Economic Growth: A Macroeconomic Perspective. *EEG State-of-Knowledge Paper series*.
- Ventura, H. (2003). El Mercado Eléctrico Regional de los países del Istmo Centroamericano. *Formación de mercados comunes de electricidad*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Wrigley, E. A. (2015). *Energy and the English Industrial Revolution*. Cambridge University Press.
- European Commission. (2020). *Hurricanes Eta and Iota bring destruction in Central America*. European Union.
- Rojas, M. (2009). *Centroamérica: Estadísticas del subsector eléctrico, 2009*. CEPAL.
- Rojas, M. (2020). *Estadísticas de producción de electricidad de los países del sistema de la integración Centroamericana (SICA), 2019*. CEPAL.
- Staff, F. (2019, noviembre 28). *Crisis climática empobrece más a Centroamérica*. Forbes Centroamérica • Información de negocios y estilo de vida para los líderes de Centroamérica y RD. <https://forbescentroamerica.com/2019/11/28/crisis-climatica-empobrece-mas-a-centroamerica/>
- USAID. (2020). *América Latina—Tormentas* [Hoja de información básica 2]. United States Agency for International Development.