

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

VICERRECTORÍA ACADÉMICA

**ESCUELA DE CIENCIAS ECONÓMICAS COMERCIO
INTERNACIONAL**

**MODALIDAD DE TESINA PARA OPTAR POR EL GRADO DE BACHILLERATO EN
COMERCIO INTERNACIONAL**

**EXPORTACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA HACIA
CENTROAMÉRICA MEDIANTE EL SIEPAC Y SU IMPACTO
ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA EL PAÍS DURANTE EL
PERÍODO 2016- 2018.**

CARLOS FERNANDO CAMARGO ROJAS

TUTOR: LUIS CARLOS SERRANO MADRIGAL

SAN JOSÉ, COSTA RICA, ABRIL 2019

CONTENIDO

DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTO.....	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
CAPÍTULO I: PROBLEMA	9
Planteamiento del Problema de la investigación	9
Objetivos de la investigación	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos	11
Justificación de la investigación	11
Antecedentes	12
Proyecciones	19
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL.....	21
Presencia de fuentes renovables en el país.....	21
Capacidad nacional de producción eléctrica.....	41
Producción Hidroeléctrica Nacional	44
Producción de Electricidad Nacional mediante Energía Eólica	47
Producción de Electricidad Nacional mediante Energía Solar	48
Producción de Electricidad Nacional mediante Geotermia	49
Producción de Electricidad Nacional mediante Biomasa.....	52
Marco Jurídico del Mercado Eléctrico Nacional	56
Integración de la región para la exportación de electricidad	62
Contextualización del mercado eléctrico regional	63
Origen de la integración de sistemas eléctricos centroamericanos	68
Estudio Regional de Interconexión Eléctrica (ERICA).....	69
Creación y funcionamiento de interconexiones eléctricas binacionales.....	70
Entidades presentes en el proceso de exportación del SIEPAC	73
Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE).....	74
El Ente Operador Regional (EOR).....	76
El Consejo Director del MER (CDMER).....	77
Empresa Propietaria de la Red (EPR)	78
Instituto Costarricense de Electricidad	79

CENCE.....	80
Sistema de Interconexión Eléctrica para los países de América Central (SIEPAC)	81
Financiamiento del SIEPAC.....	87
¿Cómo se dan las exportaciones mediante el SIEPAC?	89
Barreras dentro del mercado eléctrico regional	94
Rechazo al riesgo de racionamiento.....	95
Autonomía energética	96
Deficiente coordinación interinstitucional.....	97
Evaluación de beneficios para Costa Rica de la integración eléctrica regional.....	98
Impacto económico	98
Impacto ambiental.....	101
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	104
Enfoque.....	104
Diseño	105
Fuentes de información	106
Muestra.....	106
Fuentes primarias.....	107
Fuentes secundarias	108
Criterios de inclusión y exclusión	108
Unidades de análisis	108
Capacidad de producción.....	109
Impacto	109
Relevancia.....	109
Instrumentos utilizados en la investigación.....	110
Entrevista semiestructurada	110
Cuestionario	110
Proceso de recolección de datos y análisis de datos.....	111
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	113
Unidad de análisis 1: Capacidad de producción	114
Inversión	115
Análisis	115
Tecnología.....	116
Análisis	116

Restricciones	117
Análisis	118
Diversidad en matriz eléctrica.....	118
Análisis	119
Sostenibilidad.....	119
Análisis	120
Barreras.....	120
Análisis	121
Implicaciones.....	122
Análisis	123
Unidad de análisis 2: Impacto.....	123
Eficiencia	124
Análisis	124
Inversión	125
Análisis	126
Beneficios ambientales.....	126
Análisis	127
Beneficios económicos	127
Análisis	128
Influencia	129
Análisis	129
Reducción de costos	130
Análisis	130
Unidad de análisis 3: Relevancia	131
Importancia.....	131
Análisis	132
Funciones	132
Análisis	133
Discrepancias	134
Análisis	135
Generadoras.....	135
Análisis	136
Reguladoras.....	137

Análisis	138
Competencia	138
Interpretación de los datos de investigación.....	139
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	145
Conclusiones de la investigación	145
Recomendaciones	147
Referencias	149
Apéndice.....	152

Índice de figuras

Figura 1. Flujo del calentador de agua	24
Figura 2. Sistema fotovoltaico	25
Figura 3. Sistema autónomo	26
Figura 4. Generación distribuida	27
Figura 5. Panel para la red de distribución	28
Figura 6. Mapa de velocidades de vientos por zonas para Costa Rica	29
Figura 7. Torre eólica y sus partes	31
Figura 8. Ciclo del agua cerrado	34
Figura 9. Ciclo de energía hidroeléctrica	35
Figura 10. Sistema para la obtención de la energía geotérmica	37
Figura 11. Ciclo de la biomasa	39
Figura 12. Aplicaciones de la biomasa.....	40
Figura 13. Generación eléctrica por fuente	41
Figura 14. Estructura del sector	44
Figura 15. Características de la región centroamericana.....	65
Figura 16. Composición de la energía eléctrica en Centroamérica por país	67
Figura 17. Proyectos hidroeléctricos regionales.....	71
Figura 18. Esquema organizacional del MER	74
Figura 19. Organigrama de EOR	77
Figura 20. Accionistas según EPR.....	79
Figura 21. Mapa con línea SIEPAC.....	82
Figura 22. Impacto de la integración eléctrica al PIB.....	101

Índice de cuadros

Cuadro 1. Plantas hidroeléctricas.....	46
Cuadro 2. Plantas eólicas en Costa Rica	48
Cuadro 3. Distribución de energía solar por planta 28,1 MW.....	49
Cuadro 4. Marco jurídico del mercado eléctrico nacional	59
Cuadro 5. Características de la región centroamericana 2016.....	64
Cuadro 6. Características de la región centroamericana 2017.....	64
Cuadro 7. Interconexiones directas para Costa Rica.....	72
Cuadro 8. Subestaciones pertenecientes al SIEPAC, dato por país.....	83
Cuadro 9. Tramos homogéneos en Costa Rica.....	85
Cuadro 10. Estructura de financiamiento SIEPAC.....	87
Cuadro 11. Exportación del ICE al mercado regional 2016.....	91
Cuadro 12. Exportación del ICE al mercado regional 2017.....	92
Cuadro 13. Exportación del ICE al mercado regional 2018.....	93
Cuadro 14. Muestra de la población	107
Cuadro 15. Unidades de análisis.....	114

DEDICATORIA

Dedico la elaboración de esta investigación en primer lugar a Dios, por darme la fuerza de voluntad, el discernimiento y la capacidad de llevar a cabo un reto tan importante en mis inicios de carrera profesional.

Quisiera dedicarle este escrito a mi señora madre, quien me ha formado en valores, pero sobre todo en agallas y constante lucha frente a las adversidades que se nos han presentado en la vida para llegar hasta acá. Le dedico este trabajo porque sé la cantidad de años de su vida que ella me ha dedicado y quisiera retribuirle con un grano de orgullo y felicidad, Te amo mi preciosa.

AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer a cada una de las personas que directa o indirectamente me han ayudado a sacar este proceso de investigación adelante, mismo que no ha sido fácil, entre trabajo, accidentes, estudio, y otras responsabilidades. Muchas gracias por motivarme a llevar esto a su final, a mi amor por el constante apoyo y palabras de aliento, a cada uno de los profesionales que han aportado a la elaboración del presente, al soporte por parte de tutores, profesores, amigos y cada uno de mis seres queridos.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación, se desarrolló bajo un enfoque cualitativo se estableció como objetivo la exportación de energía eléctrica hacia Centroamérica mediante el Sistema de Interconexión Eléctrica para los Países de América Central, y su impacto para el país en términos económicos y ambientales durante el período 2016-2018, en donde se muestra la presencia de distintas fuentes renovables en el país, punto que permite determinar la capacidad y diversidad del sector eléctrico nacional. Se buscó destacar la diversidad que tiene el país en cuanto a su matriz eléctrica en búsqueda de una generación más limpia y eficiente.

Se amplía en cuanto a características del SIEPAC, tales como los países parte del mercado que utilizan el sistema, el financiamiento incurrido para su creación, los tramos que lo componen y los antecedentes del mismo, que buscan aclarar cuál fue la razón de su elaboración.

En el presente escrito se describen tanto los entes nacionales, como regionales que participan durante el proceso de exportación, lo que en definitiva permitió definir la relevancia y funciones que tienen cada uno de ellos dentro del mercado eléctrico regional basados siempre en los principios de transparencia y competencia.

Siguiendo la línea de lo previamente mencionado es válido destacar que el estudio indica los impactos y algunos negativos del funcionamiento del sistema de interconexión para el país en términos económicos y ambientales, por lo que se realizaron distintas encuestas a profesionales o bien personal experimentado en el tema, con la intención de que su aporte le diera un panorama más claro del fenómeno a la investigación.

Finalmente, se hacen las respectivas conclusiones del estudio, en donde se determinan puntos tomando en cuenta tanto la teoría recabada como la opinión de profesionales contactados, lo que a su vez después de un análisis de categorías realizado permite exponer las recomendaciones del caso.

CAPÍTULO I: PROBLEMA

El presente tiene como objetivo determinar de manera explícita el origen de las exportaciones de energía eléctrica hacia Centroamérica, para simultáneamente analizar la evolución que ha tenido desde su planteamiento a la región, para, de igual forma, mencionar la importante participación que tienen entidades nacionales-internacionales y público-privadas tanto en aspectos legislativos, económicos y ambientales en beneficio de los países pertenecientes al mercado eléctrico regional.

Planteamiento del Problema de la investigación

Se puede determinar que el principio de las exportaciones tiene como enfoque satisfacer las necesidades, o bien la demanda de los mercados internacionales, y en donde Costa Rica no es la excepción. En donde siempre ha existido el principal interés de generar un beneficio a nivel país, con el fin de motivar el crecimiento del sector exportador nacional, y simultáneamente fortalecer la economía costarricense dentro del marco de la economía global. Según la publicación, “el comercio exterior de costa rica[sic] en el siglo xx: 1880 a 2000”, “Los mercados, donde la demanda y la oferta del país confluyen, actúan como los medios más adecuados para satisfacer las necesidades de la población”. (León, S.f, p. 1)

Por otro lado, a pesar de la creación del Tratado General de Integración Económica Centroamericana cuyo objetivo principal es unificar las economías de la región, impulsar en forma conjunta el desarrollo de Centroamérica y mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, existe una carencia en cuanto al tema de comercialización eléctrica, ya que, este no profundiza en un tema tan importante como el abastecimiento de energía eléctrica a nivel de la región centroamericana. El empleo de fuentes fósiles ha facilitado la producción de electricidad, pero su afectación al medio ambiente es muy grande, según Econoticias (2018) en su publicación “¿Cómo afecta al Medio Ambiente la extracción de combustibles fósiles?” menciona que:

“La perforación de petróleo y gas es un negocio extremadamente perjudicial para el Medio Ambiente. Los proyectos de perforación operan las 24 horas del día interrumpiendo la vida silvestre y afectando las fuentes de agua, el aire y la salud de todos los seres vivos. (párr. 4)

Por ende, el empleo de fuentes no renovables para la generación de productos y servicios en definitiva provoca grandes inquietudes, esto porque a nivel de la región es lo que mayoritariamente se da, sin embargo, los recursos naturales se agotan cada vez más, mientras que el calentamiento global va en crecimiento, lo que le da pie a la problemática existente y motiva el estudio del presente trabajo de investigación. (Rojas, 2018, p.10)

Lo que a nivel de conclusión permite indicar que el verdadero problema a solventar mediante el presente proyecto es la carencia de conocimiento acerca de la exportación de energía eléctrica hacia la región centroamericana específicamente y el impacto en términos económicos y ambientales para el país.

Es fundamental, de igual manera, puntualizar las barreras que han intervenido, o bien complicado desde distintos ámbitos la implementación del SIEPAC como tal, para así conocer de una forma más precisa el contexto que se presenta a nivel regional y a lo que se enfrentan los países e instituciones partes del proyecto en la actualidad.

Por lo que se plantea la una interrogante puntual que se desea responder:

¿Cuál es la importancia de la exportación de energía eléctrica en Costa Rica hacia Centroamérica mediante el SIEPAC y su impacto en el ámbito económico y ambiental del país?

Por otro lado, para poder ahondar más de forma explícita en el tema de exportación de energía eléctrica costarricense, y lo que conlleva este proceso, se explicarán sus distintas categorías, y aspectos fundamentales que se plantean durante el documento. Estos se desarrollan con base en los siguientes objetivos, para facilitar la orientación del lector, y claro está que a su vez, ampliar la línea de conocimiento del mismo.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Analizar la importancia de la exportación de energía eléctrica en Costa Rica hacia Centroamérica mediante el SIEPAC y su impacto en el ámbito económico y ambiental del país

Objetivos específicos

Determinar la capacidad de producción del mercado eléctrico costarricense.

Explicar la importancia que tienen las empresas e instituciones reguladoras que intervienen en el proceso del SIEPAC

Establecer el alcance en términos económicos y ambientales de las exportaciones de energía eléctrica mediante el SIEPAC

Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica en la necesidad de determinar la importancia que tiene el Sistema de Interconexión Eléctrica para Países de América Central [SIEPAC], en cuanto a su rentabilidad para el país mediante la producción de energía eléctrica por medio de recursos renovables para satisfacer la demanda de los países parte de contratos binacionales, cuidando siempre el medio ambiente, y ahondado también en lo positivo que representa a nivel económico los ingresos percibidos por el país gracias a los movimientos que se dan dentro del Mercado Eléctrico Regional, así como la tarea que tiene Costa Rica de progresar en cuanto a esta temática.

La aplicación de energías renovables en el país representa un gran avance en distintos ámbitos, principalmente dentro del marco ambiental y económico, en donde se ha logrado una gran evolución a nivel región también, con el enfoque de buscar siempre la eficiencia y desarrollo para los países hermanos. La generación de energía eléctrica, mediante fuentes renovables, da apertura a la transición que Costa Rica y Centroamérica necesita, esto apoyado en lo que indican los objetivos del desarrollo sostenible de la ONU (S.f):

El consumo y la producción sostenible consisten en fomentar el uso eficiente de los recursos y la energía, la construcción de infraestructuras que no dañen el medio ambiente, la mejora del acceso a los servicios básicos y la creación de empleos ecológicos, justamente remunerados y con buenas condiciones laborales. Todo ello se traduce en una mejor calidad de vida para todos y, además, ayuda a lograr planes generales de desarrollo, que rebajen costos económicos, ambientales y sociales, que aumenten la competitividad y que reduzcan la pobreza.(párr.1)

Del resultado de esta investigación, se pretende simultáneamente informar sobre la prospectiva para una mayor integración eléctrica regional, siempre de la mano con el desarrollo

sostenible centroamericano, mostrando así las diferentes maneras de obtener energía eléctrica, y su proceso de transmisión entre los países, que se da mediante la utilización de contratos dependientes de la oferta y demanda a mediano y corto plazo.

Es la razón por la que en Costa Rica y Centroamérica se han desarrollado una serie de estrategias para incursionar en la utilización de otros tipos de fuentes renovables, y así lograr que las empresas y los hogares desarrollen sus actividades de una manera más racional y amigable con el medio ambiente prueba de ello se da en la publicación “Centroamérica como protagonista del desarrollo sostenible: Las sinergias entre Alides y la agenda 2030” (Distintas Latitudes, 2017, párr. 2) entre estas propuestas se encuentra el Sistema de Interconexión Eléctrica para los Países de América Central [SIEPAC] que propone una conexión entre países Centroamericanos que permite el funcionamiento del Mercado Eléctrico Regional en donde se da la compra y venta de energía eléctrica proporcional a la demanda por país.

Por lo que, la relevancia de la presente investigación es debido a que se desea determinar la importancia de un proyecto a gran escala como el SIEPAC para el comercio internacional, y la fluidez que permite el mismo entre los países de la región. Además, con base en lo mencionado previamente, pretende buscar la manera para que las empresas productoras de electricidad conozcan más acerca del SIEPAC y su impacto ambiental y económico para el país, para que a partir de ello estas tomen decisiones enfocadas en la mejora productiva, impacto ambiental y reducción de costos.

De los resultados de esta investigación, se desean establecer ciertas conclusiones que van a permitir entender de manera más precisa las interrogantes planteadas en los objetivos, así como alternativas que busquen generar un impacto positivo en todas las áreas que se puedan abarcar.

Antecedentes

Iniciando en el año de 1987, y en preparación de la celebración del V Centenario del Descubrimiento de América, el Gobierno. Español buscó distintas maneras de apoyar esfuerzos de desarrollo en Hispanoamérica. Según estudios a nivel internacional se indica que en el caso de América Central, se interesó por impulsar un proyecto para interconectar las redes eléctricas de los seis países de la región. Con este fin, en octubre de 1987 se llevó a cabo en Madrid, España, la primera reunión formal con los responsables de las empresas eléctricas estatales de la región, para

construir la idea de crear una nueva línea de transmisión eléctrica a través de Centroamérica. Esta reunión constituyó un hito en el nacimiento formal del proyecto, en la cual se firmó el Primer Protocolo de acuerdo formal entre los responsables del sector eléctrico de los países involucrados, sobre la propuesta de construcción de una nueva interconexión eléctrica centroamericana, a muy alto voltaje. (Echeverría, Jesurun, Mercado, Trujillo 2016, p8-9.)

Como resultado se estableció una junta de coordinadores con representantes de cada uno de los seis países de la región centroamericana y de España, en conjunto con un grupo de trabajo técnico-económico para preparar estudios necesarios para continuar con la iniciativa; acordándose que los gastos de estos estudios los aportaría España, bajo el liderazgo de la entonces empresa estatal de España, la Empresa Nacional de Electricidad S.A. [ENDESA]. Este trabajo concluyó en la propuesta, denominada inicialmente Sistema de Interconexión Eléctrica para los Países de América Central [SIEPAC], que contemplaba la construcción de una línea de 500 kilovoltios que sería financiada por el Fondo Quinto Centenario de España, canalizado a través del BID.

En una segunda reunión de responsables del sector eléctrico de América Central y España en julio de 1988 en Madrid, se analizaron los estudios realizados y se determinó que el proyecto SIPAC ofrecía la necesaria factibilidad técnica, tanto en diseño, como en aspectos constructivos y operativos; y la factibilidad económica, basada en beneficios y rentabilidad para la región en general y para cada país en particular, siendo mayores los beneficios cuanto mayor fuera el grado de coordinación de sus sistemas eléctricos. Estos beneficios se derivarían de la disminución del costo de la energía, la seguridad del suministro, la calidad de la energía servida, y el aplazamiento o cancelación de inversiones en generación. Beneficios adicionales provendrían de la integración regional, propiciando la creación de un mercado eléctrico regional y una gran obra multinacional que podría convertirse en motor de desarrollo. En 1992, se hizo una actualización de los estudios anteriores, por parte de ENDESA de España y las empresas eléctricas centroamericanas, y se sometió a la comunidad internacional para su conocimiento y apoyo.

El BID se interesó en participar en el proyecto y realizó sus propios estudios, los cuales sugirieron realizar una serie de ajustes al concepto del proyecto, siendo los principales utilizar un voltaje acorde a los de las redes nacionales e impulsar el concepto de un mercado eléctrico de carácter regional, aprovechando que en varios países se estaban implantando mercados eléctricos mayoristas a nivel nacional. La inclusión del BID en 1995 dinamizó notablemente el proyecto y

se estableció un equipo para revisar los estudios realizados hasta esa fecha, con miras a estructurar un proyecto integral: transmisión y mercado.

Para ello, se aprobó una Cooperación Técnica, con apoyo de España, los Estados Unidos, Dinamarca, Noruega y el BID, la cual permitió completar los estudios definitivos y los diseños preliminares del proyecto. Estos estudios indicaron que se requería complementar las redes de transmisión e interconexiones existentes con una línea troncal de transmisión longitudinal a los seis países de la región, su interconexión con los sistemas nacionales en alrededor de 15 puntos, así como el refuerzo de algunas de las redes nacionales.

Los estudios también aseguraron que era posible concebir un mercado eléctrico regional superpuesto a los seis mercados y sistemas eléctricos nacionales, pudiendo funcionar en forma paralela y coordinada siempre que se establecieran entes regionales con suficiente autoridad para manejar dicho mercado y sistema. Con dichas conclusiones, tanto los países de la región, como el BID y el gobierno de España, decidieron aprobar el financiamiento, tanto de la línea SIEPAC, como de la constitución del MER, habiéndose aprobado los créditos correspondientes en marzo de 1997. Los contratos para la construcción de la infraestructura de la línea de transmisión SIEPAC fueron finalmente suscritos en julio de 2006, para una longitud inicial de 1.800 km y una capacidad de transmisión de 300 MW en 230 kV. La línea recorre desde Guatemala hasta la subestación Veladero en el occidente de Panamá, pasando por todos los países de la región. (BID 2016, p10)

Posterior a esto, empezó a tomar forma como tal el marco legal tanto del proyecto SIEPAC (Sistema de Interconexión Eléctrica de los países de América Central) suscrito para el año 1996, así como la figura del MER (Mercado Eléctrico Regional) en donde se dan las operaciones de compra y venta de energía eléctrica para el consumo de las comunidades. Con el transcurrir de los años y entrando en los 2000 se da la aprobación del diseño general del MER estableciendo una gran pauta, un importante avance para toda la región.

A pesar de todo el proceso mencionado anteriormente no fue hasta el 2013 en donde se empezó a dar el flujo de exportaciones de una manera oficial y más fluida para Costa Rica, actualmente, estos movimientos constituyen no sólo un factor fundamental para el crecimiento y desarrollo económico de Centroamérica, sino que también una importante fuente de oportunidades de negocios para las empresas siempre de la mano con el desarrollo sostenible.

La publicación “Algunos datos relevantes del Comercio Exterior de Costa Rica”, por Ruiz, UNED (2012), con respecto a la evolución de la estructura de las exportaciones en Costa Rica, indica que es a finales de los años 80 donde se marca una pauta y se empieza a desarrollar un diferente modelo de exportación, convirtiéndose así en el período del gran cambio del paradigma exportador en la década del 90 al 2000. En la posterior década según esta publicación nacional se manifiesta un fuerte dinamismo del sector de servicios que ayuda a compensar el saldo negativo de la balanza de bienes. Las exportaciones de servicios se multiplicaron (de 1.952 a 5.560 millones de US\$). Este sector presenta en 2012 un saldo positivo con el 32.9% de las exportaciones totales.

Otro dato que se debe rescatar en la publicación es la gran cantidad de exportaciones que se dan a la región Centroamericana en donde Costa Rica según Ruiz (2012) “exportó 3258 productos, por un valor de 2179 millones de dólares, en el 2012. Mantiene con ese mercado un saldo positivo de su balanza comercial de US\$918 millones de dólares”, lo cual como país le permite destacar también con la gran diversidad de productos colocados en América Central.

Este antecedente nacional permite apoyar la intención de exportar algo más allá que los productos tradicionales a nivel nacional, y abarcar un sector con un gran potencial como el de la producción eléctrica, sector que puede posicionar al país como líder dentro de la región Centroamericana, lo que se traduce en mayores ingresos al país para contrarrestar la balanza negativa que se presenta.

Una vez mencionado el contexto, importancia y modificación que tienen esas operaciones para el país, la intención es adentrarse en la exportación de energía eléctrica, y así determinar los posibles beneficios económicos y ambientales para el país y la región centroamericana.

El beneficio total que se puede obtener al producir con fuentes renovables energía eléctrica tiene un gran aporte a la economía del país, tomando en cuenta que la mayor parte del potencial de energía renovable disponible en el país se encuentra en los cantones con menor índice de desarrollo humano; dinero recibido podría destinarse a financiar proyectos de inversión que mejoren la calidad de vida de sus habitantes tales como hospitales, centros deportivos y mejoras en instalaciones educativas, además de ellos es importante mencionar que a nivel de región el beneficio se visualiza en el abastecimiento del servicio eléctrico con reducción de costos, como lo indica el artículo de Milenio Novedades (2016):

En el aspecto económico, el crecimiento de las ER contribuye positivamente al Producto Interno Bruto (PIB) y a las contribuciones al Estado, aumenta la inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), evita importaciones energéticas y aumenta las exportaciones. Un mayor ahorro económico se obtiene considerando los beneficios de una menor afectación a la salud y a la reducción de emisiones de bióxido de carbono (CO₂). (párr. 6)

Posterior a lo mencionado, y apoyado en la publicación del Banco Interamericano de Desarrollo(2016): “Se destacan en este período los intercambios entre Guatemala y Costa Rica como exportadores, con El Salvador y Honduras como importadores”, lo cual indica que Costa Rica tiene una posición ya consolidada como proveedor de energía y genera ganancias de un mercado eléctrico que apenas madura en centroamérica, sin embargo expertos argumentan que si bien se ha progresado en el tema de energías limpias, y transacciones de electricidad, se podría obtener todavía un mejoramiento en las tarifas para los consumidores. (p. 30)

Costa Rica tiene un posición privilegiada en el área, pues siempre toda la energía eléctrica que exporta el país son excedentes de generación hidroeléctrica provenientes de los proyectos, con lo que prácticamente todas las exportaciones son de energía limpia. De alguna forma, francamente todas las exportaciones de Costa Rica han contribuido a que el resto de países logre una matriz de consumo mucho más limpia y barata, ya que, estos tienen una matriz menos diversificada hacia energías renovables.

En el proceso de búsqueda de información en corrientes internacionales con respecto al tema de estudio se ubica que la idea de integrarse a partir de un sector estratégico como la energía surge mediante la necesidad de resolver los problemas en común, es decir, el proceso de integración se comienza simultáneamente con la liberalización del mercado, en otras palabras, no se puede lograr una integración energética sin un sector en el que se desarrolle un mercado competitivo, homogéneo en cuestión regulatoria y con la institucionalidad suficiente que lo haga operacional y factible. (López, 2016, p.16)

Además de ello en la publicación “Génesis, Beneficios y Prospectiva del Proyecto SIEPAC”, tiene como objetivo presentar mediante un enfoque cualitativo y cuantitativo, y en forma coherente el proceso de integración eléctrica centroamericana desde sus inicios, analizando sus logros y beneficios hasta la fecha y contemplando las perspectivas de desarrollo futuro hacia

mayores niveles de integración. “La publicación provee evidencia de la conveniencia económica de la integración eléctrica regional, y de la equidad y simetría del proceso con respecto a los países participantes y a sus agentes, tanto públicos como privados”. (Echeverría, et al, 2016, párr 1)

Según lo mencionado en el previo antecedente, lo que se busca es determinar los beneficios económicos que tiene para la región este proceso establecido por el SIEPAC, en donde se busca más allá que los beneficios individuales por país, sino verlo como una región que trabaja en pro de la misma y sus integrantes.

Con respecto a la demanda dentro del MER, según Echeverría, et al. (2016) “aumenta a medida que aumenta el grado de integración, determinado por el nivel de coordinación de la planificación de la expansión de la generación y de la operación regional, arrojando los mayores beneficios”, la relevancia que tiene este antecedente para con la investigación se enfoca en que en la demanda es totalmente proporcional a la integración del MER, ya que lógicamente si no se maneja una interconexión entre países fronterizos, las comunidades tendrán prácticamente un nulo acceso a la transmisión eléctrica binacional o multinacional (en su mayoría proveniente de fuentes renovables).

Esta concluye con los beneficios que obtendría la región al complementar los recursos renovables en conjunto a sus economías en escala, con el fin de brindar un mayor suministro a los consumidores, y a la vez viabilizar y promover los intercambios de electricidad de oportunidad provocando a corto y mediano plazo un abaratamiento en la obtención del servicio.

De acuerdo con Timmons, Harris y Roach (2014), en el documento sobre las economías de las energías renovables, indican que:

Con el tiempo, la sociedad adoptará las energías renovables, ya que las reservas de combustibles fósiles son limitadas y sólo son generadas con el transcurso de tiempos geológicos. Por lo tanto, la pregunta no es si la sociedad adoptará las energías renovables, sino cuándo lo hará. Los tiempos de vida de los combustibles fósiles podrían ampliarse gracias a las nuevas tecnologías de extracción, pero la necesidad de minimizar los efectos nocivos del cambio climático es un problema más inmediato que el agotamiento de los combustibles fósiles. (p.3)

Este estudio realizado por David Timmons, Jonathan Harris y Brian Roach que se titula “La Economía de las Energías Renovables”, tiene como objetivo identificar el proceso y la evolución que han tenido las energías renovables, al ser incursionadas poco a poco por la sociedad a través del tiempo, debido a la necesidad de mitigar los efectos del cambio climático y la extinción de las energías no renovables. De lo anterior, se concluyó que estas medidas han sido fundamentales para iniciar con el cambio y la transición hacia el uso de recursos renovables para la producción energética. También que se debe tomar en cuenta la tecnología para aprovechar los recursos para la generación de energía a través de fuentes renovables, ya que eso implica costes muy elevados tanto para implantar toda la infraestructura necesaria como el mantenimiento y funcionamiento.

Es fundamental el papel que juegan las asociaciones públicas y privadas dentro de las operaciones mencionadas, por ende apoyado en la publicación “Apuntes sobre la Integración Eléctrica Regional y Propuestas para Avanzar” (Castillo, 2013, p.34-35) y el informe del Ente Operador Regional (2010) que hace mención de la creación de tres instituciones, como el Ente Operador Regional [EOR], cuya función principal es la de encargado de operar técnica y comercialmente el mercado, la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica [CRIE] que funge como regulador regional y la Empresa Propietaria de la Red [EPR] que es la sociedad anónima dueña de la línea, menciona que aunque se establecen estas entidades como tal. (p.7-8)

Asimismo, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE, 2015), en su artículo “Costa Rica: matriz eléctrica”, destaca el importante avance que la nación ha obtenido en materia de generación de energías renovables gracias a la riqueza que posee en cuanto a recursos naturales. En este se menciona que, “desde mediados del siglo pasado, Costa Rica explota sus fuentes renovables de manera planificada y equilibrada, mediante una matriz diversa, sostenible, optimizada y económica, que garantiza el suministro eléctrico y la participación del sector público y el privado”.

Del previo artículo, el ICE concluyó que se ha venido trabajando fuertemente en su plan de expansión de generación de energía eléctrica 2014-2035 en el cual también se plantea y se discute la importancia de aumentar el número de proyectos geotérmicos, aumentar el número de proyectos eólicos en dos años plazo, garantizando la seguridad eléctrica y adquiriendo un compromiso importante en la parte estratégica y sostenible.

Finalmente, en la actualidad, las ganancias que han ingresado al país especialmente en época lluviosa mediante el aprovechamiento de energías renovables ha sido importante, y esto lo muestra la publicación nacional “ICE ha ganado \$410 millones comprando y vendiendo electricidad afuera” (2018), según Luis Pacheco, director corporativo de Electricidad del ICE, “Sin embargo, la región debe avanzar en el compromiso de aumentar su capacidad de transmisión para que podamos exportar nuestro potencial. Hoy existen condiciones que nos limitan”, he acá la relevancia del presente estudio, y además parte del compromiso que deben tener las naciones como tal para darle un aprovechamiento mayor.

Proyecciones

Debido a la gran evolución que ha tenido Costa Rica en el ámbito del comercio internacional y ligado al enfoque del país acerca del desarrollo sostenible, se ha dado un aumento en cuanto a exportaciones de energía eléctrica gracias a la diversificada matriz de fuentes renovables. Por lo que es importante determinar la capacidad de producción del mercado eléctrico costarricense, lo cual a su vez permite establecer el alcance en términos económicos y ambientales de las exportaciones de energía eléctrica mediante el SIEPAC.

Por ende, sobre esa misma línea, pretende explicar la importancia que tienen las empresas e instituciones reguladoras que intervienen en el proceso del SIEPAC, así como el trabajo en conjunto que ha realizado la región como tal activando un mercado eléctrico regional, por lo que se puede agregar que en cuanto a proyecciones de la presente investigación se pueden determinar:

Destacar el impacto positivo en términos ambientales que brinda la intervención de las fuentes renovables en lugar de las convencionales para la generación de energía eléctrica a nivel nacional, además de exponer la importancia que tiene para el país y la región en el ámbito económico gracias a la inyección de dinero mediante las exportaciones.

Con respecto al desarrollo sobre el conocimiento del fenómeno, se busca ampliar la línea teórica acerca del funcionamiento del Mercado eléctrico regional que se da mediante el SIEPAC y tiene como fin buscar una integridad entre los países de la región mediante contratos bilaterales a mediano y corto plazo que impactan la economía de los países parte.

Generar interés en el lector de la presente investigación planteando la evolución que ha tenido la región gracias a la implementación del sistema y la prospectiva que se tiene con respecto

a las exportaciones que realiza Costa Rica como vanguardista en un proyecto de tanta importancia para la región centroamericana.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

Para la presente investigación es fundamental conocer el concepto actual del fenómeno, o bien del servicio a exportar como la energía eléctrica, este consta de dos palabras, en donde se puede determinar según el Instituto Costarricense de Electricidad en su informe “Fuentes Renovables de Energía una alternativa sostenible para generar electricidad”(s.f) que “energía proviene de la palabra “energeia” que significa actividad, operación y “energos” que significa fuerza de acción o fuerza de trabajo”, por lo que se puede determinar que es la capacidad que poseen los cuerpos para efectuar acciones a causa de su posición, movimiento, o bien constitución, agregando que la misma es medida en Julios(Foro Nuclear, s.f, párr. 1).

Por otro lado, según Twenergy en su artículo ¿Qué es la energía eléctrica?(2012) indica que, “La energía eléctrica es causada por el movimiento de las cargas eléctricas (electrones positivos y negativos) en el interior de materiales conductores”(párr. 2). Cabe mencionar que además de ello, Foro Nuclear en su artículo ¿Qué es la electricidad? (s.f) define el término como “La electricidad es un conjunto de fenómenos producidos por el movimiento e interacción entre las cargas eléctricas positivas y negativas de los cuerpos físicos”. (párr. 1)

Partiendo de los conceptos mencionados en el párrafo anterior, se puede determinar que la energía tiene la capacidad de ser creada y transformada en distintos tipos (térmica, mecánica, química, electromagnética, nuclear, eléctrica, etc) dependiendo de la forma o sistema físico en que se manifieste como lo es el presente caso por medio de los electrones positivos y negativos, más esta no puede ser destruida, lo cual permite deducir que el fenómeno posee un interminable período de vida.

Finalmente, es importante agregar que la energía eléctrica representa uno de los pilares que soportan el desarrollo de las sociedades actualmente, por lo que su disponibilidad y uso eficiente son un elemento clave para determinar el éxito o fracaso de la economía de diferentes países.

Presencia de fuentes renovables en el país

En primera instancia es importante para la investigación, otorgarle un concepto a las fuentes renovables, por lo que se pueden determinar como aquellas que virtualmente se pueden llamar como infinitas, tanto por la cantidad de energía que producen como por la

gran capacidad de regenerarse por medio de su ciclo de vida natural, como por ejemplo la energía eólica, solar e hidroeléctrica. (ICE, s.f,p.8)

Por ello, el presente apartado busca mostrar las cualidades inherentes que posee Costa Rica como país, por su ubicación geográfica, las cuales le permiten tener a niveles internacionales incluso una identidad de nación con gran riqueza cuando de recursos naturales, y aprovechamiento de los mismos se trata.

Costa Rica un país de aproximadamente 5 millones de habitantes es considerado como uno de los sitios del planeta con mayor diversidad de organismos vivos, puesto que cuenta con una superficie de 51,100 km², solo el 0.03% de la superficie terrestre, alberga el 4 % de las especies (Rodríguez, 2011, párr 3) lo que hace a Costa Rica un país referente en cuanto a biodiversidad.

Por otra parte, Ugalde (2009) en su informe “Biodiversidad y Cambio Climático en Costa Rica”:

Distinguen 5 bioregiones en el país, las cuales están definidas por la elevación y las condiciones climáticas. Estas son:

- Pacífico Norte (PN), con precipitación anual entre 1.000 y 2.000 mm y temperaturas entre 18 y 34 °C.
- Pacífico Sur la cual tiene ligeramente menores precipitaciones y mayores temperaturas en comparación el PN.
- Vertiente Caribe, definida por persistentes precipitaciones durante todo el año y altas temperaturas, lo cual produce una alta humedad.
- Tierras medias, en elevaciones entre 700 y 1700 msnm, caracterizadas por temperaturas frescas que oscilan entre 18 y 30 °C.
- Tierras Altas, en elevaciones mayores a 1700 msnm donde encontramos bosques nubosos y temperaturas más frías.(p. 176)

Es evidente entonces que Costa Rica se encuentra en una de las zonas más lluviosas del planeta, por lo que los abundantes recursos hídricos han permitido que el país sea auto suficiente con respecto a las necesidades energéticas que presenta, exceptuando los productos petrolíferos para el transporte, dado a que el país no produce petróleo actualmente.

Es importante destacar, que las fuentes renovables le permiten al país no depender de factores externos, para, asimismo, reducir la vulnerabilidad por algún tipo de dependencia energética y diversificar su matriz actual utilizando fuentes alternativas lo que incluso lleva al país a tener una mejor gestión ambiental en términos generales.

En cuanto al origen de las fuentes renovables se puede determinar que provienen de:

El Sol

Es el mayor elemento del Sistema Solar, y la estrella más cercana a la tierra, es básicamente la principal fuente de energía y su manifestación se da en forma de luz y calor, además es quien causa los vientos, la evaporación de las aguas superficiales y es el responsable de la energía solar mediante la captación de luz y calor emitidos por la misma estrella, por la ubicación geográfica de Costa Rica se cuenta con un recurso solar de excelente calidad en casi todo el territorio nacional.

Sus características físicas son la base de numerosas reacciones químicas indispensables para el desarrollo de los seres vivos, por lo tanto, la radiación solar tiene una importancia fundamental, el resto de fuentes renovables, son manifestaciones indirectas de esta. (ICE, s.f, p.10)

Energía solar

La energía solar como lo indica la palabra es toda aquella energía obtenida por medio de la captación de luz y calor emitidas naturalmente por el sol, en donde a nivel global se ha determinado como una solución perfecta para las necesidades energéticas de todos los países gracias a la universalidad de la misma estrella, además de su gratis acceso. No obstante, es importante reconocer que para realizar la transformación de energía solar en energía eléctrica es fundamental la implementación de los equipos apropiados como las celdas fotovoltaicas o los colectores solares térmicos. (ICE, s.f, p 10)

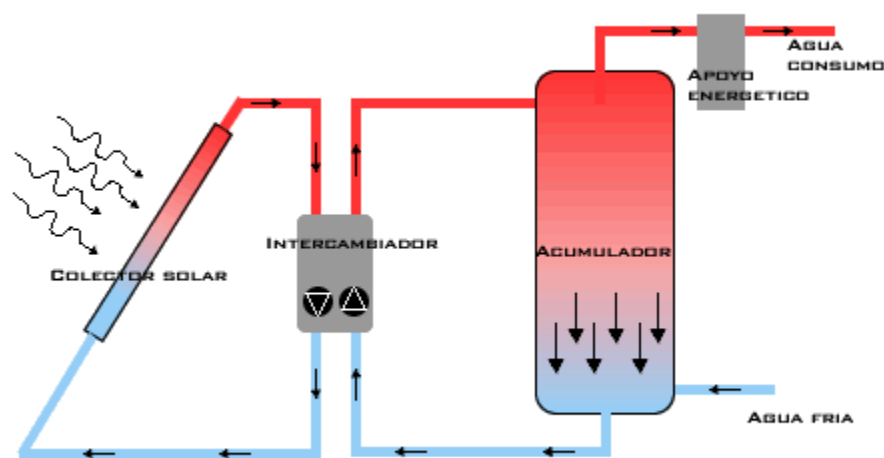
En cuanto a los principales usos que se le da a este tipo de energía, se encuentra la calefacción y los calentadores de agua solares, adicionalmente en sectores como la agricultura se utiliza en invernaderos solares los cuales permiten mejorar las cosechas en calidad y en muchas ocasiones en cantidad también, los secadores agrícolas que consumen menos energía si se combinan con un sistema solar, puesto que la obtención de energía para su funcionamiento es compartida, además de distintas plantas de desalinización y purificación de aguas sin consumir ningún tipo de combustible.

El aprovechamiento térmico de la energía solar es aplicable en:

Calentadores solares de agua

Un calentador de agua es un sistema foto térmico capaz de utilizar la energía térmica del sol para el calentamiento del agua sin ningún uso de tipo de combustible, pues este está compuesto por un colector solar en donde se captura la energía del sol y se transfiere al agua, a un termo tanque en donde se almacena el agua caliente y un sistema de tuberías por donde circula el agua.

Figura 1. Flujo del calentador de agua



Fuente: Contenido obtenido de Balner, San José 2019

Sistema solar fotovoltaico.

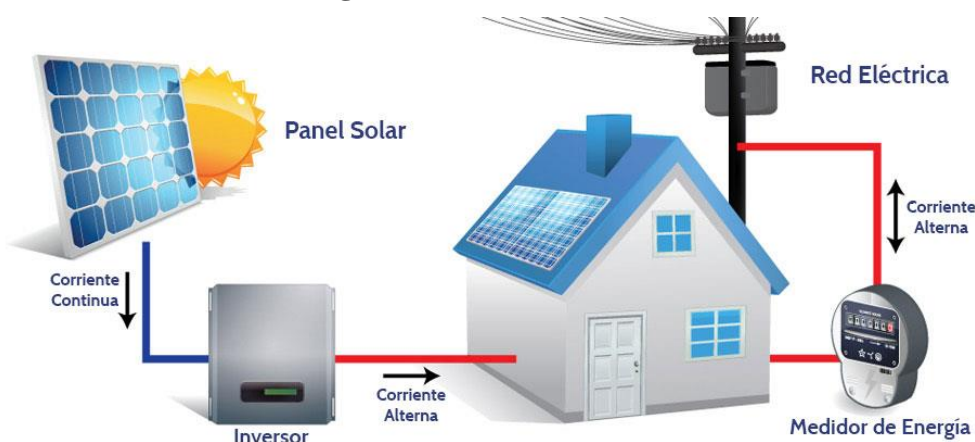
El sistema solar fotovoltaico hace referencia al conjunto de equipos construidos e integrados para realizar tres funciones básicas:

- Transformar directamente la energía solar en energía eléctrica, en este caso el componente encargado de realizar la función es el módulo fotovoltaico.
- Almacenar adecuadamente la energía eléctrica generada en baterías, cuando no esté conectada a la red de distribución.
- Proveer adecuadamente la energía producida y almacenada utilizando el controlador de carga y el inversor.

Actualmente, los sistemas fotovoltaicos en Costa Rica deben tener la aprobación por parte de la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP), según Juan Fernando Lara (2016) “La normativa aparece en el Alcance N°25 del diario oficial bajo el título Normas Técnicas y Metodologías sobre la Generación Distribuida (expediente OT-238-2015)”. (párr. 3)

Es importante destacar que con estas normativas se establecen las condiciones al acceso e interconexión, además con respecto a su funcionamiento se puede agregar, que si por ejemplo un usuario genera 400 kilovatios-hora (kwh) y consume la misma cantidad, no será sujeto de cobro por parte de la entidad distribuidora, sin embargo, si este usuario consume más de lo producido por sus sistemas fotovoltaicos tendrá que cancelar el excedente, mientras que si tiene un sobrante, este mismo quedará como un crédito para el cobro del siguiente mes. (Juan Fernando Lara, 2016, párr. 7-8)

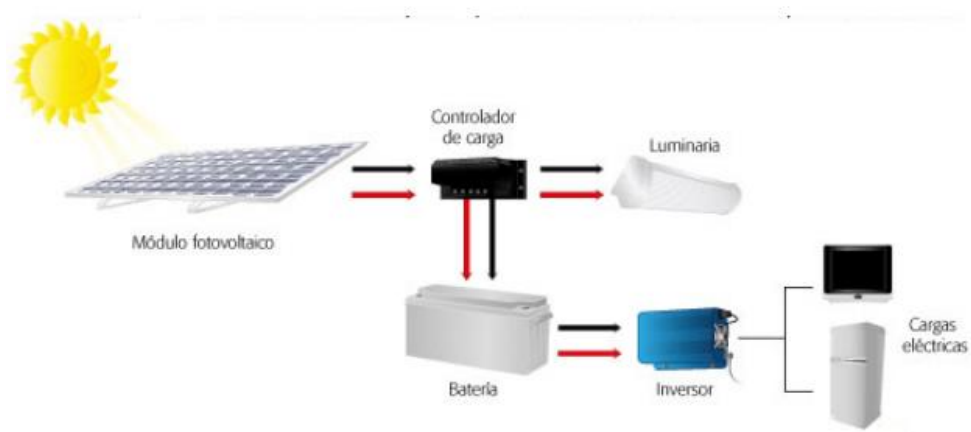
Figura 2. Sistema fotovoltaico



Fuente: Contenido obtenido de Mo Energy, San José, 2018

Sistemas autónomos

Con respecto a los sistemas autónomos, se enfocan principalmente en cubrir parcial o totalmente la demanda de un usuario, por la razón de la naturaleza variable que posee la fuente energética se introduce el concepto de fiabilidad del sistema y se habla de que el sistema como tal cubre la demanda con una cierta fiabilidad. En general, el concepto del sistema autónomo es manera un banco de baterías, algo similar a una reserva para aquellos momentos en donde la fuente no se encuentre activa (noche o nubosidad).

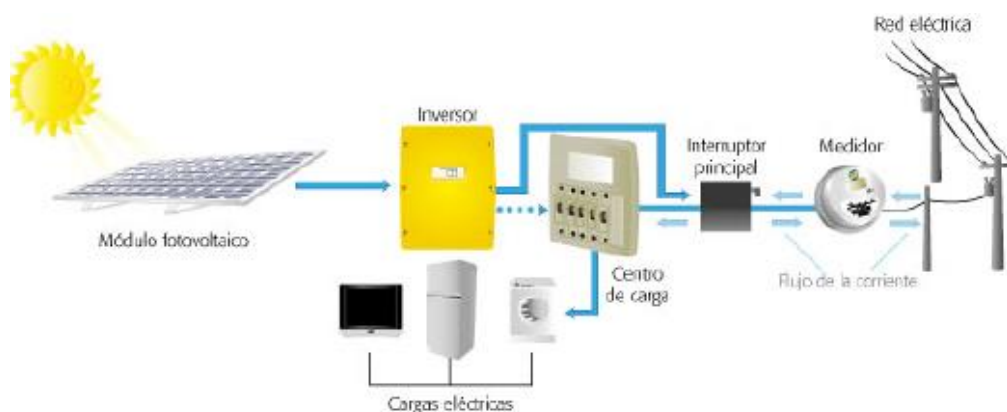
Figura 3. Sistema autónomo

Fuente: Contenido obtenido del ICE s.f

Sistemas conectados a la red de distribución eléctrica (Generación distribuida)

Los sistemas fotovoltaicos constituyen una de las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica que más atención está recibiendo en el país, debido al gran potencial de utilización en zonas urbanas próximas a la red eléctrica, estos sistemas los compone un generador fotovoltaico que se encuentra conectado a la red eléctrica convencional a través de un inversor, produciéndose un intercambio energético entre esta y el sistema fotovoltaico.

Figura 4. Generación distribuida



Fuente: Contenido obtenido del ICE, San José s.f

El propósito de esto es que el sistema suministre la energía en la red cuando su producción supera al consumo local y recibe energía de ella en caso contrario, por lo que en estos casos la energía no se almacena, sino que se provee directamente a la red eléctrica comercial, lo cual implica que no es necesario el banco de batería como en un sistema autónomo, pero, por otra parte, es necesario un equipo especial para adaptar la energía producida por los paneles a la energía de la red.

Es importante destacar que según la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) (2019): “Para una planta de energía solar de autoconsumo debe contarse con permisos ambientales si es mayor de 500 kWp de potencia instalada, además de los permisos propios de la construcción de cualquier obra en nuestro país” (párr. 13). Consecuentemente para interconectar un sistema de autoconsumo a la red de distribución debe firmarse el Contrato de Interconexión, cumpliendo con sus requisitos.

Por otro lado, acceder a este esquema de generación distribuida para autoconsumo mediante el esquema de neteo sencillo lo puede hacer cualquier cliente en el país con su empresa distribuidora, y según la CNFL(2019), “las condiciones son que debe generarse energía con fuentes renovables, que la generación y el consumo deben darse en el mismo sitio y se debe haber firmado el Contrato con la empresa distribuidora”.

Figura 5. Panel para la red de distribución



Fuente: Contenido obtenido de CNFL, San José 2019

Resulta oportuno mencionar que posterior a lo indicado previamente el sistema de red de distribución eléctrica es un sistema que busca beneficiar a toda una población, tanto en aspectos económicos como ambientales, por lo que se puede adicionar que estos:

- Permiten soluciones modulares e independientes
- Usualmente tienen una vida útil garantizada por el fabricante superior a los 25 años
- El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es sencillo
- El país cuenta con gran cantidad de distribuidores de equipos que ofrecen desde sus productos, como la instalación y mantenimiento de los mismos
- La región centroamericana cuenta con gran cantidad de radiación solar, por lo tanto Costa Rica puede aprovechar esta fuente de energía
- La instalación de los sistemas individuales es simple, rápida y sólo requiere de herramientas y equipos de medición básicos

No obstante, la implementación de estos sistemas, e incluso el uso de esta fuente de energía también presenta su contra parte, según Anbelo Solar (2018), en su publicación “Ventajas e

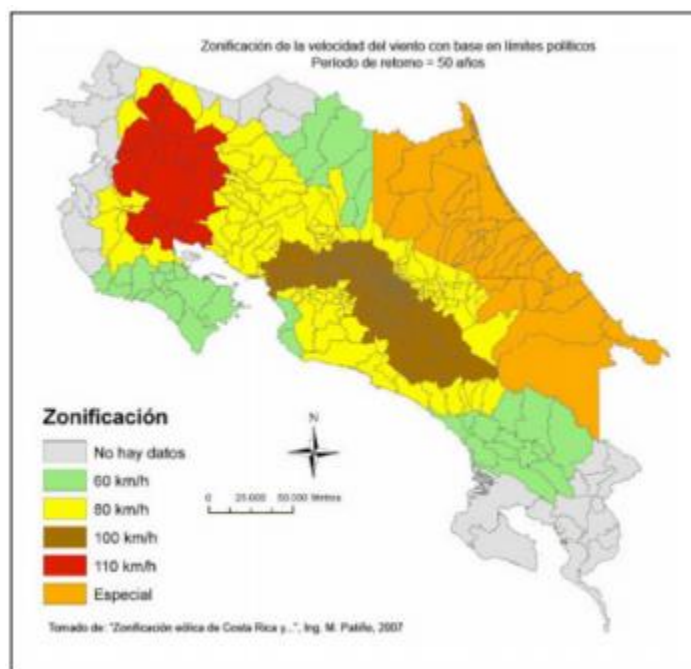
inconvenientes de la energía solar fotovoltaica”, indica que “Los costos de instalación son altos por lo que requiere de una gran inversión inicial.” A lo también se le puede agregar que:

- La cantidad de energía producida está en relación al tamaño del sistema, por lo tanto si se instala un sistema pequeño, solamente sería para suplir las necesidades básicas de electricidad.
- La disponibilidad de energía es sumamente variable y depende de las condiciones atmosféricas.

El Viento

El viento es el aire que se mueve de un lugar a otro, ya sea como una ligera brisa o un fuerte huracán, este básicamente tiene una procedencia ligadas a la energía solar, además es importante mencionar que el calentamiento desigual de la superficie terrestre produce zonas de altas y bajas presiones por lo tanto a su vez genera un desequilibrio en cuanto a los desplazamientos de aire que rodea la tierra, dando lugar al viento. (ICE, s.f, p. 15)

Figura 6. Mapa de velocidades de vientos por zonas para Costa Rica



Fuente. Contenido obtenido de Patiño, San José 2007

En ese sentido, y según Johanning y Castillo (2015) en su informe “Código de viento para Costa Rica”, citando a Holmes (2007), “el viento es el movimiento del aire relativo a la tierra generado principalmente por las diferencias de presión en la atmósfera, que a su vez se producen porque la radiación solar no presenta la misma magnitud en todas las partes de la superficie terrestre”. (p.2)

Sobre la base de consideraciones anteriores, se puede determinar que el viento produce energía porque siempre está en movimiento, su contenido energético va depender de la velocidad con la que este corra. En zonas de poca altura su velocidad tiende a ser baja, mientras que en zonas donde la altura es mayor tiende a ir en aumento la velocidad, cuanto más irregular (montañosa) es la superficie más frenará la velocidad del viento.

El uso de la energía cinética del viento para la obtención de energía se ha usado tradicionalmente en para obtener energía mecánica, sin embargo, no fue hasta el siglo XIX donde empezó el aprovechamiento comercial de la energía eólica para la producción de electricidad. (ICE, s.f, p.15)

Energía Eólica

La energía eólica es la energía obtenida de la fuerza con la que corre el viento, mediante la utilización de la energía cinética obtenida de estos. En Costa Rica, se da este tipo de energía en parques, o bien proyectos eólicos, los cuales según el ICE (s.f) “Un parque eólico es la instalación integrada de un conjunto de aerogeneradores interconectados eléctricamente. Los aerogeneradores son los elementos claves de la instalación de los parques eólicos, que básicamente son la evolución de los tradicionales molinos de viento” (p. 16). Es importante agregar que el rotor que está unido a este eje, capta la energía del viento. Mediante el movimiento de las aspas accionadas por el viento, activa un generador eléctrico que convierte la energía mecánica de la rotación en energía eléctrica.

Figura 7. Torre eólica y sus partes



Fuente: Contenido obtenido del ICE, San José 2019.

Por otro lado, según lo expuesto por el ICE (s.f), en cuanto a sus aplicaciones se pueden mencionar que estas se clasifican según su ámbito:

Aplicaciones centralizadas. Caracterizadas por la producción de energía eléctrica en cantidades relativamente importantes, conectadas directamente a la red de distribución. Dentro de esta clasificación se destacan dos grandes tipos de instalaciones eólicas:

- Aerogeneradores de gran potencia: Que se instalan en forma individual por una empresa o persona en sus instalaciones
- Parques eólicos: se trata de centrales eólicas a formadas por agrupaciones de aerogeneradores conectados entre sí, que entregan su energía en conjunto a la red.

Aplicaciones autónomas. Las aplicaciones autónomas de turbinas eólicas de pequeña potencia pueden ser rentables en muchos casos, según las condiciones del viento y las características concretas de las alternativas que se analizan. Las

posibilidades que existen en este ámbito se pueden dividir en tres grupos, según el tipo de energía utilizada en cada caso:

- Energía mecánica: Aplicación inmediata en el bombeo de agua por medio de bombas de pistón, de tornillo helicoidal o centrifugas.
- Energía térmica: Obtenible a partir de la energía mecánica ya sea por calentamiento de agua por rozamiento mecánico, o por compresión del fluido refrigerante de una bomba de calor.
- Energía eléctrica: Aplicación más frecuente, pero que obliga a su almacenamiento o a la interconexión del sistema de generación autónomo con la red de distribución eléctrica.(p. 16)

Ventajas de la energía eólica

- Es un tipo de energía renovable
- Si bien no puede ser utilizada como única fuente de energía eléctrica, permite ahorrar combustible en las centrales térmicas, además de agua en los embalses de las centrales hidroeléctricas
- Puede instalarse en espacios no aptos para otros fines, como zonas desérticas, en las costas, en áreas no aptas para cultivos, etc
- Es una energía completamente renovable, no produce emisiones ni residuos contaminantes
- Puede convivir con otros usos del suelo, por ejemplo tierras de uso ganadero o cultivos como trigo, maíz, papas, remolacha, etc
- Crea puestos y oportunidades laborales en las zonas en donde se construye y en las plantas de ensamblaje
- Su instalación es rápida
- Su utilización combinada con otros tipos de energía, habitualmente la solar permite el autoconsumo

Desventajas de la energía eólica

- La energía eólica no puede ser utilizado como única fuente de energía eléctrica debido a la variación del viento

- Produce un impacto visual inevitable. En este sentido, la instalación de energía eólica a gran escala puede producir una alteración clara sobre el paisaje, que deberá ser evaluada en función de la situación previa existente en cada localización
- Un impacto negativo es el ruido producido por el giro del rotor, pero su efecto no es mayor que el generado por una instalación de tipo industrial de similar forma
- Existe el riesgo de mortalidad de aves al impactar con las aspas, sin embargo existen soluciones al respecto como pintar en colores llamativos las palas, situar los molinos adecuadamente dejando “corredores” o espacios de tránsito a las aves

El Agua

El agua es, sin duda, un elemento esencial en la vida del planeta. Es de igual forma una fuente de energía renovable con un gran potencial de aprovechamiento, gracias a la circulación constante de la energía cinética contenida en su movimiento y de energía potencial asociada a las caídas de la misma.

Hasta hace poco menos de 100 años, se utilizaba la corriente de ríos rápidos para mover los molinos y mover granos; en la actualidad, su aprovechamiento se orienta principalmente en la producción de electricidad a través de centrales hidroeléctricas.

El fluido del agua de los ríos produce energía hidráulica, que en forma indirecta se origina con el sol, el calor que este emite evapora el agua de los mares formando las nubes, que a su vez se transforma en lluvia, asegurando así la continuidad del ciclo hidrológico del agua.

Figura 8. Ciclo del agua cerrado



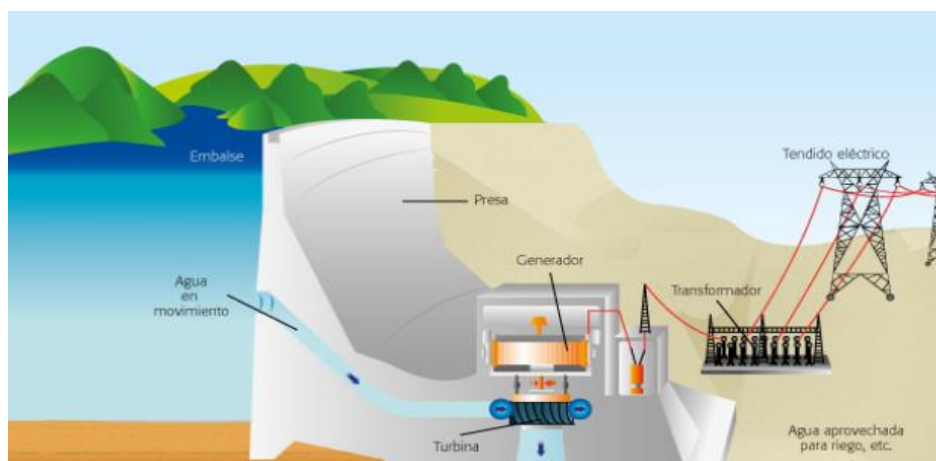
Fuente: Contenido obtenido de <http://ciclodelagua.info/por-que-es-cerrado>, San José s.f

Las centrales hidroeléctricas se construyen en los cauces de los ríos, en zonas en donde el caudal en movimiento es suficientemente abundante y continuo, para poder aprovechar la fuerza gravitacional de un salto o el fluir del agua.

Por lo anterior, según el ICE (s.f), la potencia de una planta hidroeléctrica es proporcional a la altura del salto y el caudal turbinado, por lo que es muy importante determinar correctamente estas variables para el diseño de la instalación, y el tipo y tamaño de los equipos.

El agua es impulsada a través de la tubería forzada, ingresando completamente de este modo en las turbinas hidráulicas a gran velocidad, provocando un movimiento de rotación que produce energía mecánica para que esta finalmente llegue a convertirse en energía eléctrica por medio de los generadores eléctricos. Esta energía se lleva a un sistema de transformación y luego a las redes de transmisión de electricidad, según se muestra en la figura 9.

Figura 9. Ciclo de energía hidroeléctrica



Fuente: Contenido obtenido de <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/e027a034-5b68-4beb-8cd4-ad55622d28db/Guia+Renovables.pdf?MOD=AJPERES&CVID=11DRUYH>, San José 2019)

Ventajas de la energía hidroeléctrica

- Es una energía completamente limpia, la cual no emite gases, no produce emisiones tóxicas y no causa ningún tipo de lluvia ácida
- Permite el almacenamiento de agua para abastecer otras actividades como recreativas o bien sistemas de riego
- Debido a la infraestructura que maneja, permite que se regulen los controles de flujo en caso de haber riesgo de inundación
- Las plantas hidroeléctricas tienen vidas económicas más largas que otras plantas o parques de generación de electricidad
- Mantiene relativamente bajos costos de operación durante su operación normal

Desventajas de la energía hidroeléctrica

- A pesar de la gran funcionalidad, posee grandes costos de construcción y periodos constructivos muy largos (ICE, s.f, p. 21)

Según el régimen de flujo, las plantas hidroeléctricas se pueden clasificar como:

Centrales de filo de agua: Estas plantas utilizan parte del flujo de un río para generar energía eléctrica, operan en forma continua porque no tienen capacidad

para almacenar agua, no disponen de embalse. Turbinan el agua disponible en el momento y su límite es la capacidad instalada. En estos casos las turbinas pueden ser de eje vertical, cuando el río tiene una pendiente fuerte u horizontal cuando la pendiente de río es baja.

De regulación: Es el tipo que con mayor frecuencia se puede llegar a observar, estas utilizan un embalse para reservar agua e ir graduando el agua que pasa por la turbina, según la capacidad del embalse puede ser de regulación semanal, mensual, anual, quincenal, etc. Por lo que es posible generar energía durante todo el año si es posible disponiéndose de reservas suficientes. (ICE , s.f, p. 20).

Geotermia

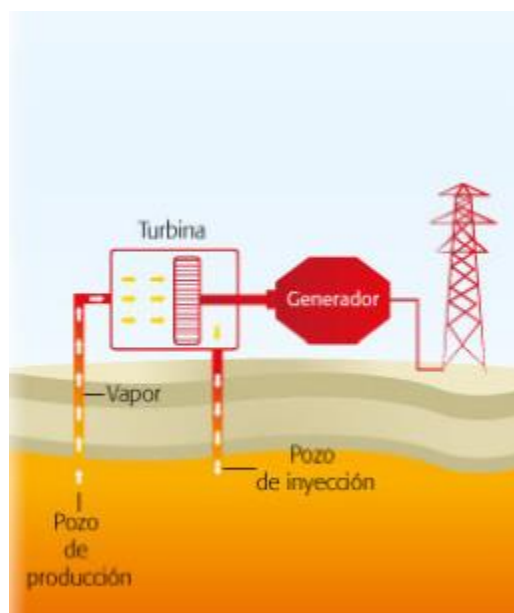
La geotermia es una rama de la ciencia geofísica que se dedica al estudio de las condiciones térmicas de la tierra. Esta energía se encuentra acumulada bajo la superficie de la tierra en zonas de agua de alta presión, sistemas de vapor o de agua caliente, así como en rocas calientes. A gran escala, la intensidad de esta energía térmica aumenta con la profundidad, es decir, la temperatura de la Tierra aumenta a medida que se viaja más cerca de su centro.

Energía Geotérmica

Según lo indicado en Erenovable (Ruiz, 2018): “Este tipo de energía se basa en los principios de la energía geotérmica, o en la explotación calor natural de la tierra (término geotérmica tiene su etimología del griego “GE” y “termos”, que literalmente significa “calor de la Tierra”)” (párr.3), por lo que se puede deducir que este calor es liberado naturalmente por los procesos de descomposición nuclear de los elementos radiactivos dentro del núcleo, el manto y la corteza terrestre.

Es una fuente de energía inagotable la cual está disponible los 365 días del año y las 24 horas del día, además, se puede agregar que a diferencia de otros sistemas no influyen las condiciones climatológicas del momento.

Figura 10. Sistema para la obtención de la energía geotérmica



Fuente: Contenido obtenido de <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/e027a034-5b68-4beb-8cd4-ad55622d28db/Guia+Renovables.pdf?MOD=AJPERES&CVID=11DRUYH>, San José 2019

Se pueden encontrar tres tipos fundamentales de campos geotérmicos, los cuales según el ICE (s.f) dependen de la temperatura del agua:

La energía geotérmica de alta temperatura. Esta existe en las zonas activas de la corteza, su temperatura oscila entre los 150° y 400°C, se produce vapor que es enviado a las turbinas para generar electricidad.

La energía geotérmica de temperatura media. Es aquella en donde los fluidos de los acuíferos están a temperaturas menos elevadas, por consiguiente la conversión vapor-electricidad se realiza a un fluido volátil.

La energía geotérmica de baja temperatura. Este tipo de energía por su temperatura es aprovechable en zonas más amplias que las anteriores, como por ejemplo en necesidades domésticas, urbanas o agrícolas. (p. 23)

Ventajas de la energía geotérmica.

- Los residuos que produce son mínimos y por lo tanto estos ocasionan un menor daño ambiental
- Sistema de ahorro tanto de económico como energético
- Diversifica la matriz energética nacional
- No está sujeta a precios internacionales, sino que siempre puede mantenerse a precios nacionales
- Ausencia de ruidos exteriores
- El área de terreno requerido por la plantas geotérmicas por megavatio es menor que otro tipo de plantas

Desventajas de la energía geotérmica

- Contaminación térmica, que se da al deteriorar la calidad del agua por incremento de temperatura, al verter agua caliente a los afluentes de agua
- En el caso de Costa Rica, este tipo de energía está disponible en las cercanías de los volcanes, que en este caso, son Parques Nacionales

Biomasa

Es la utilización de la materia orgánica como fuente de energía. Por su amplia definición, la biomasa abarca un vasto conjunto de materias orgánicas que se caracteriza por su diversidad, tanto por su origen como por su naturaleza.

Esta fuente fue el primer combustible utilizado por la humanidad, su desarrollo está muy ligado a las actividades agrícolas, forestales y a los estudios que estas producen.

Figura 11. Ciclo de la biomasa



Fuente: Contenido obtenido de <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/e027a034-5b68-4beb-8cd4-ad55622d28db/Guia+Renovables.pdf?MOD=AJPERES&CVID=11DRUYH>, San José s.f

Conversión de la Biomasa en energía

Existen diferentes tipos de formas para transformar la biomasa en energía que se puede aprovechar, hay dos de ellas que más se utilizan:

Métodos termoquímicos

Es la manera de utilizar el calor para transformar la biomasa, básicamente se da por medio de la combustión que existe cuando se quema la biomasa con mucho aire a una temperatura entre 600° y 1300°C, de acá salen gases calientes para producir calor y también en el presente caso electricidad.

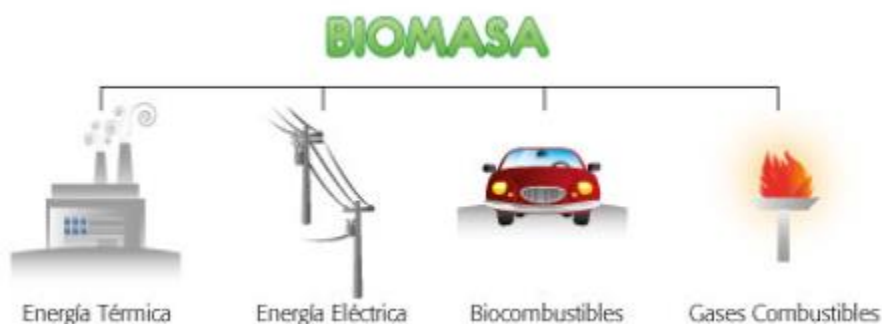
Métodos bioquímicos.

Se llevan a cabo utilizando diferentes microorganismos que degradan las moléculas, en caso contrario al anterior, este método se utiliza para biomasa con alto contenido de humedad, los más comunes son la fermentación alcohólica y digestión anaeróbica de la biomasa y se crea el biogás.

Aplicaciones de la biomasa

Este tipo de energía, según el ICE (s.f) en su informe, son “Fuentes renovables de energía, una alternativa sostenible para generar electricidad” indica que “La biomasa tiene cuatro aplicaciones básicas: producción de energía térmica, de energía eléctrica, de biocombustibles y de gases combustibles.

Figura 12. Aplicaciones de la biomasa



Fuente: Contenido obtenido de, <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/e027a034-5b68-4beb-8cd4-ad55622d28db/Guia+Renovables.pdf?MOD=AJPERES&CVID=11DRUYH>, San José s.f

Producción de electricidad

Según el ICE(s.f), “La electricidad puede ser generada a partir de un número de fuentes de biomasa y al ser una forma de energía renovable se le puede clasificar como “energía verde” ”, por otro lado, partiendo de lo indicado previamente, la producción de electricidad a partir de la biomasa no contribuye al efecto invernadero, ya que el dióxido de carbono liberado por la biomasa cuando es quemado es igual al dióxido de carbono absorbido por el material de la biomasa durante su crecimiento.

Ventajas de la biomasa

- La biomasa es una fuente renovable de energía
- El correcto tratamiento de la biomasa supone un aumento del reciclaje por lo tanto una disminución de los residuos
- La biomasa como combustible, y fuente para generar energía eléctrica no es contaminante.

Desventajas de la biomasa

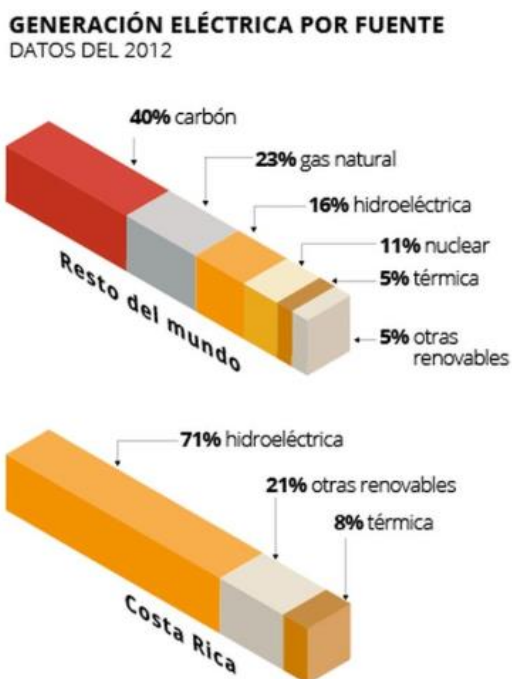
- Tiene baja densidad energética, y poder calórico bajo
- Algunos usos de la biomasa no son completamente competitivos, en la producción de electricidad por ejemplo, existe una muy fuerte competencia de las nuevas plantas de gas natural en donde las mismas son altamente eficientes

- Se necesita una mayor cantidad de biomasa para producir la misma cantidad de energía que con otras fuentes renovables (ICE, s.f, p. 25)

Por otro lado, se puede mencionar que la energía es la base de toda actividad humana, y la presencia de las mismas en Costa Rica son muy notorias y variadas, lo cual permite que el país tengo una matriz mucho más diversificada en cuanto a fuentes renovables.

A manera de conclusión, para considerar las energías renovables como una opción para determinada comunidad, es necesario conocer la disponibilidad de estos recursos en el lugar destino, por ello, es de suma importancia disponer de datos precisos acerca de mapas solares, mapas eólicos, datos o historial sobre la medición del viento, y datos de potenciales hidráulicos de la zona.

Figura 13. Generación eléctrica por fuente



Fuente: Contenido obtenido de, La Nación 2016

Capacidad nacional de producción eléctrica

Posterior a las referencias mencionadas, en esta sección, se desea determinar como tal la capacidad nacional de producción eléctrica, lo importante que se ha convertido para el país basados

en las características relevantes que tiene el Mercado Eléctrico Nacional, y así cumplir con el objetivo de ampliar la línea de conocimiento del lector.

La energía eléctrica se produce mediante sistemas eléctricos, o bien por turbinas, condensadores y maquinarias que se basan en la fuerza de la naturaleza para funcionar, como las represas, que utilizan la fuerza de grandes cantidades de agua para generar la corriente que abastece grandes ciudades, según la publicación “¿De dónde proviene la energía eléctrica en Costa Rica?”, realizada por Forbes (2016) México, “en agosto, la fuente hídrica aportó cerca de 80% de la electricidad, seguida de la geotérmica, la eólica y la solar”, lo cual aporta a esta afirmación, y a la vez hace referencia a la variedad de fuentes renovables presentes en el país.

Partiendo de lo mencionado, se puede agregar que la energía eléctrica no se destruye, solamente se transforma, lo que le da prácticamente un periodo de vida indeterminado para darle un máximo aprovechamiento, a pesar de ello, su generación y distribución debe ir de la mano con la demanda, evitar pérdidas por parte de las empresas generadoras y distribuidoras del servicio.

La Academia de Centroamérica, en su publicación “El sector eléctrico en Costa Rica” (2017), indica que la electricidad como tal es un recurso sumamente fundamental para el diario vivir en la sociedad actual, pues condiciona en gran medida el nivel de bienestar de las poblaciones y el potencial de crecimiento de los países. Conocer las condiciones que se toman en cuenta para determinar su precio tiene una especial importancia debido a su impacto en los sectores productivos y en las familias. La literatura proporciona evidencia de que la estructura del mercado eléctrico y el marco regulatorio que lo rige constituyen elementos críticos en la formación del precio. (p. 3)

Basados en esto, se puede determinar que la energía eléctrica es un bien con características muy particulares, que definen la estructura del mercado. Quizás la más importante es que la electricidad no puede ser almacenada, como un bien común, es decir, la energía producida es igual a la que se consume instantáneamente. Debido a que los flujos de corriente eléctrica viajan a la velocidad de la luz, la generación, transmisión, distribución y el consumo de a energía eléctrica son procesos simultáneos.

Como anteriormente se mencionaba, Costa Rica posee gran variedad de fuentes para generar energía eléctrica, pero además de ello, cuenta con una importante cantidad de entidades

productoras y distribuidoras de este servicio, que participan en las distintas fases del Mercado eléctrico nacional. Los principales actores en esta fase son:

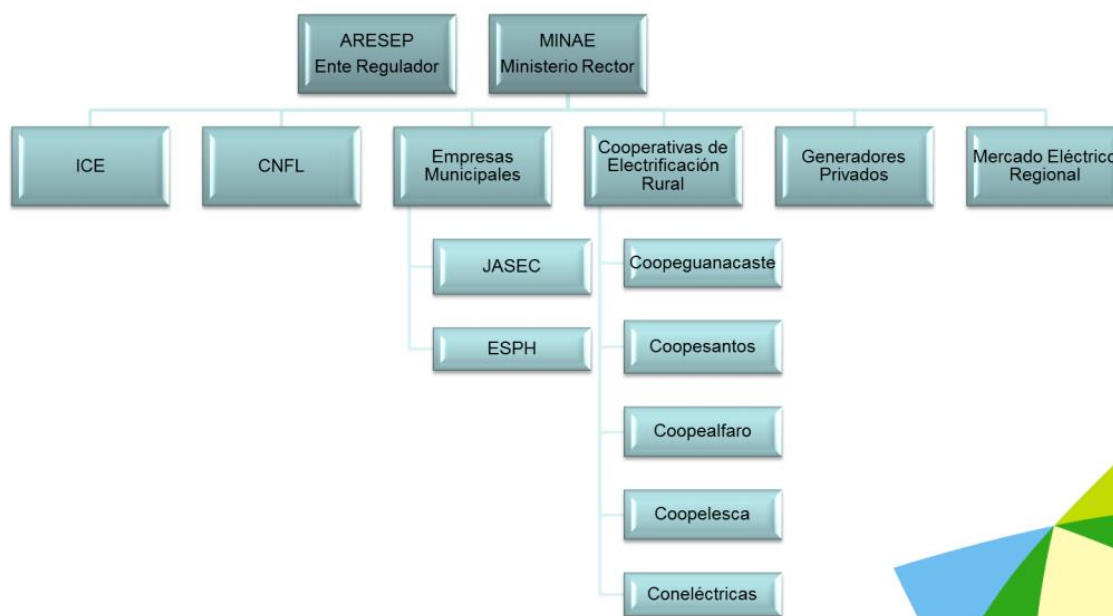
- Dos empresas del estado: el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL). En otras palabras, el consumidor intercambia energía generada por el panel solar, por ejemplo, y no consumida durante el día, inyectándola a la red pública para que otros usuarios la utilicen. Luego, al final del mes, la empresa distribuidora le reconoce esa generación a través de un descuento en la factura. una subsidiaria del ICE bajo el denominado Grupo ICE;

- Dos empresas públicas de servicios de propiedad municipal que atienden mercados regionales: la Junta Administrativa de Servicios Eléctricos de Cartago (JASEC) y la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH);

- Un consorcio de cuatro cooperativas de electrificación rural: Cooperativa de Electrificación de San Carlos (COOPELESCA), la Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste (COOPEGUANACASTE), la Cooperativa de Alfaro Ruiz (COOPEALFARO) y la Cooperativa de Electrificación Rural Los Santos (COOPESANTOS S.R.L.).

- Alrededor de 30 empresas de generación privada organizadas bajo la Asociación Costarricense de Productores de Energía (ACOPE), las cuales participan en el mercado conforme a las leyes No 7.200 y No 7.508, sobre las cuales se hará referencia más adelante.(Academia de Centroamérica, 2017, p.13-14)

Figura 14. Estructura del sector



Fuente: Contenido obtenido de, http://www.ucr.ac.cr/medios/documentos/2014/juan_manuel_quesada.pdf , San José 2014

Lo que, por ende, indica de forma muy explícita que el ICE no es un monopolio como tal, ya que existe una variedad de entes que aportan su producción al mercado eléctrico nacional, e inclusive lo distribuyen por zonas ya establecidas, según la Academia de Centroamérica (2017): “la participación de los generadores privados ha venido en aumento, desde un 11 por ciento de la generación total a un 21 por ciento en la actualidad, es decir, en 20 años duplicó su participación”(p.14), generalmente esta producción por medio de fuentes renovables.

El país cuenta con 87 plantas de generación eléctrica, de las cuales 60 son hidroeléctricas, 10 eólicas, 7 térmicas, 6 geotérmicas, 2 solares y 2 biomasa (ver Cuadro 4 del Anexo Estadístico). De las 60 plantas hidroeléctricas, 15 son propiedad del ICE, 8 pertenecen a la CNFL, 21 son de generadores privados, 7 de las empresas municipales y 9 de las cooperativas. Ocho de las diez plantas eólicas son del sector privado. (Academia de Centroamérica, 2017, p.14)

Producción Hidroeléctrica Nacional

En esta sección se busca destacar como tal el peso dentro del mercado eléctrico nacional que poseen las plantas hidroeléctricas con mayor producción en el país, esto debido a que, la fuente principal de abastecimiento de energía en Costa Rica son las plantas hidroeléctricas, la estructura

y tecnología utilizada en su construcción es catalogada de primer mundo. Por lo que según Alfaro (2017):

1. Planta Hidroeléctrica Reventazón

Se ubica en la provincia de Limón y es caracterizada por ser la más grande de Centroamérica, tiene una potencia efectiva de 306,2MW (Megavatios) y proyecta abastecer un promedio de 525.000 hogares. La planta **cuenta con el caudal más importante, 245 m³**, la construcción de su presa, es decir, de la caída de agua, es de tipo enrocada con cara de concreto y según el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), en el 2016 tuvo una producción del 6,8% de la energía del país , lo que en cifras es 744,4 GWh (Giga watts-hora).

2. Planta Hidroeléctrica Angostura

La potencia efectiva de la planta Angostura es de 180MW, con capacidad promedio de abastecer 225.000 hogares. Tiene el segundo caudal más importante 160 m³ y se ubica en la provincia de Cartago, el tipo de presa se construyó bajo el estilo enrocamiento. En 2016 representó un 6% (674,3 GWh) en la generación de energía a nivel nacional, de acuerdo al SEN.

3. Planta Hidroeléctrica Arenal

La construcción de su presa es de tipo enrocamiento aluvi3n compactado, esta planta se encuentra en la provincia de Guanacaste y **abastece 255.000 hogares, en promedio**. Tiene un caudal de 98 m³ y su potencia efectiva es 166MW. De acuerdo a datos del SEN, en el 2016, alcanzó 763,6 GWh (7%) en la producción de energía nacional.

4. Planta Hidroeléctrica Miguel Dengo

Tiene una potencia efectiva de 174MW, un caudal 98 m³ y la demanda para abastecer, en promedio, es de 294.000 hogares. La hidroeléctrica Miguel Dengo se ubica en la provincia de Guanacaste, la construcción de su presa es en concreto y **el 8% (883,2 GWh) de la energía nacional producida en 2016, fue de esta planta**, según el SEN.

5. Planta Hidroeléctrica Cachí

El caudal es de 50 m³ y abastece en promedio 171.000 hogares. Ubicada en la provincia de Cartago y con una potencia efectiva de 156MW, Cachí, en el 2016, según datos del SEN, produjo 4,6% de la energía nacional (513,1 GWh). La construcción de su presa es una estructura de hormigón armado tipo arco. Recientemente, **la planta se amplió para aumentar la capacidad de 100 a 160 MW.**

Construir un segundo túnel (6050 metros de longitud) e instalar una cuarta unidad con una tubería forzada y un tanque de oscilación, fueron los principales cambios. Para la excavación se utilizaron métodos como la perforación, voladura y “rozadora”, este último, es un equipo de origen austriaco e implementado por primera vez en la región.

Adicionalmente, la planta **Río Macho**, importante en la generación de energía del país, se modernizó para aumentar su potencia de 120 a 140MW, según indica Luis Pacheco, gerente de electricidad del ICE. Además se hizo una remodelación en los equipos de drenaje, monitoreo y conectividad. (párr. 3-9)

Cuadro 1. Plantas hidroeléctricas

Nombre	Año	Región	Capacidad
Cachí	1967	Cartago	160 MW
Arenal	1979	La Fortuna / Tilarán	330 MW
Angostura	2000	Turrialba	177 MW
Pirris	2011	Los Santos / Parrita	136 MW
Reventazón	2016	Limón	306 MW
El Diquis	???	Buenos Aires / Osa / Pérez Zeledon	~650 MW

Fuente: Contenido obtenido de <https://prezi.com/7nntbbve6hwi/la-energia-hidroelectrica-en-costa-rica/>, San José 2016.

Se puede además agregar que según Soto (2016) en su publicación “Costa Rica se abasteció sólo con energía renovable por 110 días seguidos”, “A Costa Rica también le favorece la disponibilidad de fuentes renovables que tiene. Según el informe *Green Energy Leaders in Latin America*, elaborado por la organización World Wildlife Fund (WWF), el país tiene un potencial

de generación anual de 223.000 Gigavatios hora (GWh) por hidroelectricidad” (párr. 9), lo que justifica a su vez, el porqué de la construcción de tantas plantas de este tipo.

Producción de Electricidad Nacional mediante Energía Eólica

Según la publicación del diario Elpaís.Cr (2018),

Según datos del Centro Nacional de Control de Energía (CENCE), la electricidad generada con viento en 2017 creció 12,28% en comparación con 2016. Asimismo, diciembre se constituyó en el mes con la producción eólica más alta: 193 megavatios hora.

La primera nación de Latinoamérica que incorporó el viento a su matriz fue Costa Rica, en 1996. En la última década, aumentó la capacidad instalada de esta fuente en 545%, al pasar de 70 a 382 megavatios.

“Nuestro país se ha consolidado como líder en diversificación y administración de electricidad renovable. Una muestra es que el viento, una fuente variable, fue la segunda en aporte a la matriz el año pasado, lo que nos permitió dosificar otros recursos firmes, como el geotérmico y el agua de los embalses”, explicó Javier Orozco, director de Planificación y Desarrollo Eléctrico del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). (párr. 2-5)

Cuadro 2. Plantas eólicas en Costa Rica

Planta Eólica	Inicio	Descripción	Ubicación	Capacidad (MW)
Tilarán (PESA) ⁷²⁰⁰	Julio 1996	Kenetech VS33, 58 x 410 kW	Tilarán	19,8
Aeroenergía ⁷²⁰⁰	Agosto 1998	NegMicon 750, 9 x 750 kW	Tilarán	6,4
Movasa ⁷²⁰⁰	Julio 1999	NegMicon 750, 32 x 750 kW	Tierras Morenas, Tilarán	20
Tejona 	Junio 2002	Vestas V47, 30 x 660 kW	Tilarán	19,8
Guanacaste(PEG)*	Dic. 2008	Enercon E44, 55 x 900 kW	Guayabo, Bagaces	49,7
Los Santos (Coop.)	Dic. 2011	Gamesa G52, 15 x 850 kW	Casamata, El Guarco	12,75
Valle Central 	Oct. 2012	Enercon E44, 17 x 900 kW	Santa Ana, SJ	15,3
Chiripa*	Julio 2014	Acciona AW77, 33 x 1500 kW	Tilarán	49,5
Tila Wind ⁷²⁰⁰	Marzo 2015	Vestas V90, 7 x 3000 kW	Los Angeles, Tilarán	20
Orosí *	Set. 2015	Gamesa G80, 25 x 2000 kW	Quebrada Grande, Liberia	50

Fuente: Contenido obtenido de <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/12a7d75f-c615-4587-b3c4-d6d89ee2bc1d/Eolico+JavierBonilla+ForoER.pdf?MOD=AJPERES>, San José s.f.

Por otro lado, según Contreras y Sauma (2017) en su publicación “Perspectivas de la energía eólica en Costa Rica: estado, retos y oportunidades afirma que, “En el año 2016 el 10,6% (1.147 GWh) de la generación eléctrica en el país se hizo a través de energía eólica, mientras que el 9,2% de la capacidad instalada era eólica (319 kW) (p. 45), además en este mismo informe indica que, “A abril 2017, la importancia de la capacidad instalada de energía eólica aumentó en 5 puntos porcentuales, pesando el 9,7% del total, con 339 kW instalados”. (p. 45)

Producción de Electricidad Nacional mediante Energía Solar

Con respecto a este punto, y según lo que menciona Dobles (2018) en su publicación para La República, “Costa Rica no aprovecha su gran potencial de energía solar para reducir los costos de la electricidad”:

Actualmente existe en el país una sobrecapacidad de generación del 108% con respecto a la demanda máxima, lo cual aumenta fuertemente los costos. En 2017, la capacidad instalada fue de 3.530 MW mientras que la demanda máxima fue de 1.692 MW

“Mientras que en el mundo se busca aprovechar al máximo la energía solar y sus rápidos adelantos tecnológicos que permiten reducir continuamente los costos, en Costa Rica no se está aprovechando plenamente el gran potencial de energía solar que tenemos y la gran capacidad que tiene para reducir las tarifas eléctricas.(Párr. 10-14)

En ese mismo sentido indica Flores (2018) en su artículo “¿Qué tan rentable es utilizar energía solar?”:

Poco potencial utilizado, ese es el principal pecado de la energía solar en el país, pues actualmente solo un 0,34% de la energía que se consume viene de fuentes solares. De aquí que a febrero de 2018, el país apenas disponga de una capacidad solar instalada de 27 megavatios. (párr. 7)

Finalmente, Flores (2018) hace una interesante distribución del cómo se encuentra en términos de producción solar distribuida la producción nacional (ver cuadro 3),

Cuadro 3. Distribución de energía solar por planta 28,1 MW

Instalación	Potencia
Autoconsumo	15,5
Plan Piloto ICE	6,0
Planta Juanilama	5,0
Planta Miravalles	1,0
Programa Electrificación Rural	0,6

Fuente: Contenido obtenido de <https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-entre-los-peores-generando-energia-solar-en-centroamerica>, San José 2018.

Producción de Electricidad Nacional mediante Geotermia

Debido a la variabilidad climática que presenta el país, el gobierno prácticamente busca minimizar la dependencia climatológica, por lo que Sanz (2013) evidencia esta afirmación en su

informe “Energía Geotérmica en Costa Rica”, “El Gobierno de Costa Rica aprovechar la energía procedente del interior de la Tierra. La generación eléctrica a partir de los yacimientos de **vapor volcánico** son proyectos viables desde todos los puntos de vista en el país centroamericano”. (párr. 1)

En el orden de las ideas anteriores, Sánchez (2017), director de recursos geotérmicos en su informe “Recursos Geotérmicos en Costa Rica. Estado actual. Etapas de Factibilidad, Desarrollo y Explotación”, muestra las características de las distintas plantas geotérmicas en el país de la siguiente manera:

Campo Geotérmico Miravalles

- En operación desde 1994, 163,5 MW instalados
- Longitud de las redes
- Acueducto: 17.21 km
- Alcantarillado del sistema de reinyección en frío: 28.17 km
- Fibra óptica: 14.5 km
- Redes eléctricas: 29.780 km
- Tubería presurizada alta temperatura: 48,512 km.
- 5 lagunas de acopio • 7 estaciones separadoras • 59 pozos perforados

Campo Geotérmico Pailas I

- En operación desde 2011
- 42,5 MW instalados

- Longitud total de tubería: 13.86 km (incluye alcantarillado)
- Tubería presurizada: 7.77 km • 20 pozos perforados

Campo Geotérmico Pailas II

- Capacidad 55 MW
- Entrada en operación comercial, enero 2019.
- Longitud total de tubería: 13.88 km (incluye alcantarillado)
- Tubería presurizada: 8.63 km
- 21 pozos profundos

Campos Geotérmico Borinquen

Desarrollos conceptuales bajo variables integradas:

- Análisis y interpretación de la información geocientífica, enfocada a la realidad del contexto industrial actual.
- Flexibilidad operacional y crecimiento modular.
- Criterios de explotación a largo.
- Economía a escala.
- Realidad de contexto geográfico.
- Factores ambiental y Social

Borinquen I 55 MW Entrada en operación enero 2023 Tubería presurizada: 11.36 km

Borinquen II 55 MW Entrada en operación 2029 - 2030 Tubería presurizada: 9.51 km (pp. 13-16).

Producción de Electricidad Nacional mediante Biomasa

En cuanto a la producción de energía mediante biomasa se da en una proporción mucho menor dentro del mercado eléctrico nacional, esto puesto que este tipo de energía se aprovecha básicamente mediante el bagazo proveniente de la caña de azúcar, y los dueños de este tipo de plantas o ingenios productores son agroindustriales, por lo que el negocio, generación y venta de la misma depende meramente de su voluntad.

En ese mismo sentido, indica Fornaguera (2015) en su publicación “Generación eléctrica con biomasa carece de impulso para la venta” para La Nación que,

Los generadores de electricidad con biomasa –como las agroindustrias y productores agropecuarios– carecen de incentivos para vender sus kilovatios hora (kWh) renovables al ICE.

Antes de colocar su producción a precios poco atractivos, de \$0,08 o menos, estos generadores prefieren aprovecharla en sus propias plantas, como una forma de autoconsumo.

Esta biomasa es producto del uso de desechos orgánicos para producir energía. En Costa Rica se permite desde 1990, por la Ley N.º 7.200, y se obtiene principalmente a partir de residuos agropecuarios, como caña de azúcar, palma, arroz, café y piña.

Sin embargo, la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Aresep) solo ha establecido el precio del kWh generado con el bagazo de la caña (\$0,08), vigente desde el 2010.

En la actualidad, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) les compra a dos ingenios energía producida con bagazo durante la época de la zafra.

La capacidad instalada entre ambos generadores es de 37,8 megavatios y el año pasado obtuvieron 83,6 gigavatios hora. Ese aporte representó el 1% de la producción energética total de Costa Rica.

La energía con fuentes biomásicas distintas al bagazo no tiene tarifa propia, por lo que debe ajustarse a la banda de precios de las plantas hídricas nuevas: entre \$0,09 y \$0,12 kWh.

Carolina Mora, vocera de la Aresep, informó de que ya existe el marco metodológico para que cualquier empresa que quiera obtener tarifas personalizadas para biomasa -con fuentes distintas al bagazo- realice la solicitud.

En estos casos, la compañía debe entregarle a la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Aresep) la información completa sobre los costos de su actividad. Una vez que se le da la admisibilidad, el órgano tarda alrededor dos meses en completar el trámite y fijar la tarifa 'personalizada'.

¿Por qué no atrae? De acuerdo con Irene Cañas, viceministra de Energía del Ministerio de Ambiente y Energía (Minae), el hecho de que rija un único e inflexible precio de venta (para el bagazo) lo convierte en un negocio poco atractivo.

Además, indicó que el precio de venta no es competitivo.

“En la mayoría de los proyectos de biomasa (con bagazo), las agroindustrias prefieren utilizarla para autoconsumo. Es más rentable usarla, y no que se la paguen (...) Se debería buscar un precio competitivo”, enfatizó Cañas.

Para promover esta producción, Cañas pedirá a la Aresep establecer una banda de precios.

Sobre esto, Carolina Mora consideró que es posible modificar la metodología y que también es positivo actualizarla periódicamente.

Por su parte, el ICE estaría en disposición de comprar toda la generación que los ingenios estén interesados en ofrecerle; al menos así lo manifestó el gerente de Electricidad, Luis Pacheco.

“El ICE puede recibir solicitudes de elegibilidad de cualquier fuente biomásica en cualquier momento, pues tiene los procedimientos y hay espacio para ello (...) El ICE ha estado siempre interesado en adquirir esta energía; en particular la que se genera en la estación seca”, manifestó el gerente Pacheco.

Fomentar la generación biomásica durante el verano y a precios mejores que los actuales, es lo que pretende impulsar el diputado libertario Otto Guevara, en un proyecto de ley que presentó este mes.

“Pretendemos incentivar la compra de biomasa durante los meses de verano, pero mejorando el precio actual de venta y reconociéndoles más costos. Eso servirá para reducir la contaminación, bajar la factura petrolera y las tarifas eléctricas”, explicó Guevara.

Opción. La biomasa no solo puede ser utilizada en generación eléctrica para comercialización o uso propio, también puede aprovecharse como forma de energía.

Es decir, los generadores pueden usarla para sustituir, en sus procesos industriales, los combustibles fósiles (diésel y otros) que requieren las calderas.

Esto, según Cañas, resulta más eficiente que la producción eléctrica, por lo que el Minae promueve que las industrias evalúen sus necesidades y definan cuál alternativa les es más útil. (párr. 1-19)

Por esta razón, como se menciona en la referencia anterior, la producción eléctrica mediante energías renovables es bastante notorio, y beneficioso en muchas ocasiones para el país, lo cual permite que Costa Rica se mantenga a la vanguardia y se tome como un ejemplo en cuanto a producción de “energías limpias” a nivel internacional, sin embargo, presenta ciertas deficiencias o puntos de mejora.

Un problema que se presenta con la generación de electricidad con fuentes alternativas es el respaldo que debe existir para asegurar la confiabilidad del servicio, toda vez que se trata de una oferta no firme. En Costa Rica, el respaldo del suministro diario de energía con fuentes alternativas está a cargo del ICE a través de sus plantas térmicas. Estas plantas presentan costos (mantenimiento, arrendamiento, etc.) a los cuales el ICE debe hacer frente aun cuando las mismas no estén fuera de operación, por ende, esos costos se incluyen en la tarifa básica que pagan los consumidores, y por lo tanto se convierte en una carga durante el proceso de generación mediante otras fuentes distintas a las convencionales.

Cuando resulta necesario operar las plantas térmicas, el ICE utiliza los combustibles que mantiene en su inventario. La alta inversión de mantener combustibles de forma ociosa para operar una planta térmica, o construir un embalse para el funcionamiento de una planta hidroeléctrica representa una barrera económica para que una empresa privada pueda proveer el servicio de respaldo. En ambos casos, el uso del respaldo sigue siendo opcional a cambio de elevados costos fijos que encarecen la inversión. (Academia Centroamericana, 2017, p.12)

A pesar de lo mencionado anteriormente, se realizan constantemente esfuerzos para reforzar al sector eléctrico nacional, mediante medidas que benefician al consumidor como tal como lo es el concepto de generación distribuida en donde se propone hacer una conexión con la red de servicio público de manera tal que se pueda sustituir parte de la energía que normalmente

se tomaría de dicha red, según la Academia Centroamericana (2017) en su publicación “El sector eléctrico en Costa Rica” indica que: “Cuando un consumidor instala un sistema de generación distribuida generará parte de su consumo y otra parte la consumirá de la red”. (p. 12)

Concluye indicando con que usualmente no siempre se coincide el momento del consumo con el de la generación, por lo cual parte de la energía generada se inyecta a la red pública, este proceso permitiría luego al consumidor descontar de la factura mensual el uso que haga durante los lapsos en donde los paneles no están trabajando, para asimismo solo pagar la energía neta consumida.

En otras palabras, el consumidor intercambia energía generada por “sus propios medios” mediante el panel solar, o algún otro medio de producción de energía por medio de fuentes no convencionales, y no consumida durante el día, inyectándole a la red pública para que otros usuarios la utilicen. Posterior a ello, al final del mes, la empresa distribuidora le reconoce esa generación a través de un descuento en la factura, y así se crea contribución en cuanto a la capacidad de producción eléctrica nacional.

Por lo tanto, la previa afirmación propone en definitiva brindar un beneficio económico, para así mismo motivar al consumidor, a cambio de su aporte en temas ambientales, lo que se traduce también en desarrollo para el país en cuanto al aprovechamiento de recursos, por medio de la concientización.

Marco Jurídico del Mercado Eléctrico Nacional

En este apartado de la investigación se desea dejar claro lo que lo que distingue al mercado eléctrico nacional, desde aspectos comerciales y sus limitaciones hasta los puntos destacables dentro del marco jurídico-institucional con la intención de ahondar mucho más en el fenómeno, y a la vez conocer el importante papel que juega dentro del contexto costarricense.

El sector eléctrico costarricense se caracteriza por una amplia participación del Estado. Considerado como un bien público, la producción, transmisión y distribución de energía eléctrica son actividades donde el Estado tiene una participación preponderante, que va desde la formulación de políticas hasta el establecimiento de las tarifas aplicables al servicio,

En líneas generales, la política adoptada en el sector eléctrico costarricense ha consistido en lo siguiente:

- Mantenimiento de la propiedad pública de las principales empresas (ICE y CNFL).
- Participación y fortalecimiento de empresas públicas municipales y cooperativas en las fases de producción y distribución de la cadena de valor de los servicios eléctricos.
- Permitir la participación privada en el segmento de generación eléctrica. (Art. 18, ley 7200)
- Permitir a las empresas privadas generar a través de fuentes renovables un 15% adicional de electricidad al permitido por la (Art. 7, ley 7200). En este caso la compra de la electricidad deberá realizarse mediante licitación.
- Único comprador a los generadores privados, el ICE. - Planificación de corto, mediano y largo plazo realizada por un ente estatal, responsable del suministro eléctrico, el ICE.
- Transmisión y centro de control de energía propiedad y dirigida por el ICE.
- Mantenimiento del ICE como una empresa verticalmente integrada, es decir que planifica, diseña, construye, genera, transporta y distribuye en el sector eléctrico.
- Sistema con precios regulados bajo el principio de servicio al costo (el precio debe cubrir los costes más un margen que permita invertir para cubrir el aumento futuro de la demanda). (Instituto Español de Comercio Exterior, 2011, p. 4-5)

Estas políticas permiten establecer los “parámetros” bajo los cuales se trabaja dentro del mercado nacional, además de ellos logra resaltar la figura del ICE entre los diferentes entes gubernamentales que participan en este proceso, sin embargo, existen otras organizaciones públicas, las cuales intervienen dentro del mercado nacional.

El sector de generación eléctrica costarricense está regulado por la Ley No. 7593 de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) y por diversas leyes que han ido modificando la anterior, según la Estructura Empresarial Conjunta en la Eurorregión para el Impulso y la Captación de la Inversión Internacional (ECICII, s.f):

De entre los diferentes organismos estatales que participan en el mercado eléctrico destaca el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), responsable del desarrollo de los recursos hidroeléctricos y geotérmicos, de la planificación de la expansión y la operación del sistema interconectado, de la red de transmisión y de la distribución en la mayor parte del país. (párr. 1)

En ese mismo sentido, la Ley 7593 (1996) en su artículo 5 indica que, “la Autoridad Reguladora fijará precios y tarifas; además, velará por el cumplimiento de las normas de calidad, cantidad, confiabilidad, continuidad, oportunidad y prestación óptima”. Partiendo de esto, la ARESEP es la instancia encargada de aprobar y aplicar las metodologías para la fijación tarifaria, conocer las solicitudes tarifarias que realicen los operadores bajo las metodologías aprobadas, y recibir e investigar quejas de los usuarios de los servicios públicos. Asimismo, puede imponer sanciones pecuniarias por mantenimiento inadecuado de los equipos o el cobro de tarifas y prestación del servicio no autorizadas. Es el ente encargado de otorgar concesiones para la provisión del servicio y puede revocarlas por incumplimientos, una prestación deficiente del servicio, cobros superiores a los autorizados, suministro de información falsa, entre otros.

En ausencia de un solo marco jurídico para todos los actores involucrados, el sector eléctrico costarricense cuenta con un amplio conjunto de leyes que rigen su funcionamiento, como se ilustra en el siguiente cuadro. (ver cuadro 4)

Cuadro 4. Marco jurídico del mercado eléctrico nacional

Ley N°	Descripción
449	Ley de Creación del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), abril de 1949.
5961	Declara de interés público los Recursos Geotérmicos, diciembre 1976
7200	Ley de Generación Autónoma o Paralela, octubre 1990.
Reglamento a la Ley N° 7200	Reglamento del Poder Ejecutivo a la Ley de Generación Autónoma o Paralela, abril 1991
7508	Reforma de la Ley N° 7.200, mayo de 1995.
7593	Ley de Creación de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), agosto de 1996
8345	Participación de las Cooperativas de Electrificación Rural y de las Empresas de Servicios Públicos Municipales en el Desarrollo Nacional, marzo 2003
8723	Ley Marco de Concesión para el Aprovechamiento de las Fuerzas Hidráulicas para la Generación Hidroeléctrica, mayo 2009

Fuente: Elaboración propia, contenido obtenido de, <https://www.academiaca.or.cr/wp-content/uploads/2017/05/El-sector-ele%CC%81ctrico-en-Costa-Rica.pdf>, San José 2019

En este mismo orden y dirección, se puede destacar un hecho de suma importancia como la aprobación en 1990 de la Ley que autoriza la Generación Eléctrica Autónoma o Paralela (Ley No 7.200). Según la Academia de Centroamérica, citando a Chacón (2000), la necesidad de contar con una mayor participación privada en el segmento de generación tuvo su justificación en el fuerte impacto de la crisis de inicio de los ochenta sobre los niveles de endeudamiento del sector eléctrico. La ley estableció además un mecanismo legal para comprar el excedente de producción de generadores privados. Para los efectos de esta Ley, cabe decir que en el artículo 1 se define la generación autónoma o paralela como la energía producida por centrales eléctricas de capacidad

limitada, pertenecientes a empresas privadas o cooperativas que puedan ser integradas al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), en otras palabras, la ley permite la generación privada, pero esta restringe el tamaño de las plantas a aquellas que no sobrepasen los 20 MW.

Cabe agregar que también limita la participación privada hasta alcanzar una capacidad de producción igual al 15 por ciento del total de energía eléctrica en el país. La Ley No 7.200 faculta a la ARESEP para otorgar concesiones para explotar centrales de capacidad limitada por un plazo no mayor de 20 años. Asimismo, permite al ICE suscribir contratos para la compra de energía eléctrica con empresas privadas, en las cuales al menos el 65 por ciento del capital social de cada empresa debía ser propiedad de ciudadanos costarricenses.

Posteriormente, 1995 como indica el cuadro anterior se implantaron un conjunto de reformas a la Ley No 7.200, incorporando un segundo régimen de participación privada en la generación de electricidad, que corresponde al llamado segundo capítulo de la Ley N° 7.200, materializado en la Ley N° 7.508 según la Academia de Centroamérica (2017) en su publicación “El sector eléctrico en Costa Rica” indica que:

El objetivo fue profundizar el proceso de reforma del mercado eléctrico por medio de un marco legal que permitiera un mayor grado de participación privada (Chacón, 2000). Las principales reformas introducidas con la Ley No 7.508 fueron:

- Se reduce el porcentaje de participación de capital nacional de un 65 por ciento a un 35 por ciento;

- Se amplía la capacidad instalada máxima por planta generadora de 20MW a 50 MW para plantas construidas bajo el esquema Build-Operate-Transfer (BOT). Después de 20 años de operación, estas plantas se transfieren al ICE libre de costos y gravámenes;

- Se autoriza al ICE para comprar energía a plantas BOT mediante el sistema de licitación pública, hasta por un 15 por ciento de la oferta total. Se alarga el período de concesión para construir y operar plantas eléctricas de 15 a 20 años. De acuerdo con Schatan y Avalos (2006) la principal diferencia entre la Ley No 7.200 y la Ley No 7.508 es que bajo la primera las empresas privadas no tenían que competir para venderle electricidad al ICE, mientras que con la segunda deben

someterse a un proceso de licitación pública. En efecto, bajo la Ley No 7.200 la ARESEP asignaba para las plantas existentes una tarifa única, para cada tipo de generación de energía, bajo un contrato de compra.

En el 2012 la ARESEP aprobó una resolución según la cual las plantas nuevas bajo la Ley No 7.508 deben competir para venderle al ICE participando en un concurso o licitación pública. El precio de venta al ICE no es fijado por la ARESEP sino que es el resultante de dicho concurso, siempre y cuando se mantenga dentro de una banda de precios mínimos y máximos definidos por la ARESEP²¹. De lo anterior se desprende que en Costa Rica la legislación que autoriza la generación privada de electricidad ha fragmentado el mercado bajo un esquema dual: Plantas antiguas, sujetas a la Ley No 7.200. Pueden vender sus excedentes al ICE bajo contrato, a un precio fijado por la ARESEP. Su capacidad instalada no puede exceder los 20 MW, y pueden vender hasta un máximo del 15 por ciento de la oferta nacional, en cada tipo de fuente. Al finalizar el plazo de a concesión, se otorga una extensión de la misma por 20 años más y la planta continúa como propiedad del generador.

Plantas nuevas, sujetas a la Ley No 7.805. Pueden vender sus excedentes al ICE bajo contrato a un precio determinado mediante concurso. Su capacidad instalada no puede exceder los 50 MW, y pueden vender hasta un máximo del 15 por ciento de la oferta nacional, cada tipo de fuente. Al finalizar el plazo de la concesión, la planta es transferida al ICE de acuerdo con el contrato BOT. (pp. 16-17)

Con referencia a lo anterior, se puede mencionar que integrar ambos mercados en uno solo resulta algo complicado, por cuanto ambos tipos de plantas poseen contrastes importantes en su organización de costos. Según la Academia de Centroamérica (2017), “Un mecanismo crítico es la depreciación y el costo del capital. Para las empresas antiguas el costo del capital disminuye en el tiempo por la depreciación de los activos, con lo cual el monto de la tarifa a cobrar disminuye” (p. 18); además, añade que mientras que el costo de mantenimiento aumenta precisamente por la antigüedad de las plantas.

Siguiendo esta misma línea, la Academia de Centroamérica (2017) indica que:

Para las plantas nuevas el costo de mantenimiento es más bajo y el costo de depreciación es más alto que para las plantas antiguas. Si bien la legislación ha procurado un mayor grado de competencia, en la práctica persisten restricciones que constituyen barreras de entrada al mercado.

Plantas relativamente pequeñas no permiten aprovechar las economías de escala propias del servicio eléctrico, un incentivo importante para incursionar en el mercado. Por otra parte, el ICE puede comprar a los generadores privados hasta un máximo del 30 por ciento de la oferta disponible en el SEN22. Lo cual implica que los generadores que venden al ICE incurren en costos hundidos (no recuperables) si sus excedentes no son comprados por el ICE, dado que por ley²³ no pueden venderlo al mercado regional bajo el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central (TMMEAC). (p. 18)

A modo de conclusión, y bajo las condiciones descritas, el marco regulatorio que administra el sector eléctrico no efectúa a cabalidad con el principal fin de la norma: corregir las fallas del mercado que lo afectan, y a su vez, estimular a las empresas a lograr la eficiencia en la producción, garantizando un precio competitivo al consumidor. Ciertamente existen áreas en donde los mecanismos de mercado funcionan, pero en otras persisten diseños monopólicos, y barreras de entrada al mercado. Estas imperfecciones y las características del marco regulatorio vigente, podrían sugerir que los precios de la electricidad son más elevados que los de situación de mayor competencia.

Integración de la región para la exportación de electricidad

El presente apartado busca determinar de manera explícita el proceso de exportación dentro de la región centroamericana mediante el Sistema de Interconexión Eléctrica para los países de América Central, desde el contexto regional de los años 2016 hasta el 2018, así como las barreras que están presentes en el proceso, así los importantes aportes económicos y ambientales que le aporta el mecanismo a la región.

Cabe mencionar que se desea indicar las decisiones que se adoptaron, iniciando con el desarrollo de las interconexiones binacionales hasta culminar en el proyecto SIEPAC y la creación del MER. También se describe la estructura institucional, regulatoria y física actual del SIEPAC,

así como el aporte de otras instituciones regionales, para apoyar a los países en este proceso, no solo con financiamiento sino encontrando soluciones a los diferentes impedimentos que se han presentado en el camino hacia la integración.

Contextualización del mercado eléctrico regional

El proceso de integración eléctrica en Centroamérica ha sido un esfuerzo mancomunado de los países de la región a través de varias décadas, en esta sección se busca hacer un recuento de la integración desde su génesis determinando de manera puntual el contexto que rodea a estas naciones, en diversos aspectos, por lo que se puede iniciar con que, según el Banco Interamericano de Desarrollo(2017) en su informe, “Integración Eléctrica Centroamericana: Génesis, Beneficios y Prospectiva del Proyecto SIEPAC”, menciona que:

La región conocida como América Central o Istmo Centroamericano comprende el territorio localizado entre Guatemala y Panamá (Figura 1). Aunque geográficamente el istmo lo comparten siete países -- Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá -- al referirnos a la región centroamericana en esta publicación, se incluyen estos países, con excepción de Belice, por no ser parte hasta la fecha, del proceso de integración regional. (p. 1)

La Región Centroamericana cuenta con un área de 522.760 km², y según en donde para el año 2016 obtuvo un Producto Interno Bruto (PIB) agregado de US\$189,7 millardos en 2015 (en dólares constantes de 2010). Su población habría alcanzado en 2015 los 47,6 millones de habitantes, con un PIB per cápita de US\$4.713. Individualmente, sin embargo, los países presentan una gran diversidad en estos parámetros, como se muestra a continuación.

Cuadro 5. Características de la región centroamericana 2016

País	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
Área (km ²)	51,000	21,041	108,890	112,492	130,000	74,300
PIB (miles de millones de dólares)	56,99	23,91	68,66	21,64	13,18	57,82
PIB/Per cápita (dólares)	11,732.71	3,768.84	4,140.74	2,375.10	2,143.93	14,332.97
Cobertura eléctrica	99%	99%	92%	88%	82%	93%

Fuente: Elaboración propia, contenido obtenido del Banco Mundial, San José 2019

Cuadro 6. Características de la región centroamericana 2017

País	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
Área (km ²)	51,000	21,041	108,890	112,492	130,000	74,300
PIB (miles de millones de dólares)	57,06	24,81	75,62	22,98	13,81	61,84
PIB/Per cápita (dólares)	11,630.67	3,889.81	4,470.99	2,480.13	2,221.81	15,087.68
Cobertura eléctrica	99%	99%	92%	88%	82%	93%

Fuente: Elaboración propia, contenido obtenido del Banco Mundial, San José 2019

Tomando en cuenta los cuadros anteriores se puede determinar que cada país tiene una realidad distinta a pesar de su cercanía geográfica, en el caso de Costa Rica es una de las principales economías del istmo centroamericano y su PIB per cápita es uno de los más elevados de la región. La población que habita en zonas rurales es la más baja de Centroamérica, cuenta con la mayor cobertura de electricidad de la región y el menor porcentaje de la población que vive debajo de la línea de pobreza.

Por otro lado, el panorama para Nicaragua es distinto, es el país con mayor extensión geográfica del istmo. Su PIB per cápita es el más bajo de la región. Tiene el más bajo nivel de cobertura del servicio de electricidad a nivel nacional.

Manteniendo esta misma línea, la Secretaría de Integración Económica Centroamericana ([SIECA], 2018) indica que,

Centroamérica muestra señales positivas en materia de crecimiento económico y las perspectivas en 2018 son incluso superiores a las del resto de América Latina y el Caribe. Esta tendencia proviene de la recuperación de sus socios comerciales; sin embargo, las condiciones de la economía global son cambiantes y el reto para la región es implementar políticas económicas que le permitan mantenerse con un crecimiento sostenible en el largo plazo.

Por otro lado, la reciente recuperación de las exportaciones extra regionales de bienes ha estado impulsada por un repunte en el volumen comercial como consecuencia de la alta demanda de productos básicos, con lo que el efecto de los precios relacionado al volumen de las exportaciones ha sido marginal. Considerando lo anterior, es imprescindible ajustar el sesgo de especialización de la canasta de bienes de exportación, de tal manera que no limite las diversas posibilidades de competir en los mercados externos, y permita transitar hacia la exportación de mercancías con mayor transformación del valor agregado. (párr. 3-4)

Figura 15. Características de la región centroamericana



Fuente: Contenido obtenido de <http://www.sela.org/media/2757689/integracion-economica-centroamericana.pdf>, San José 2018.

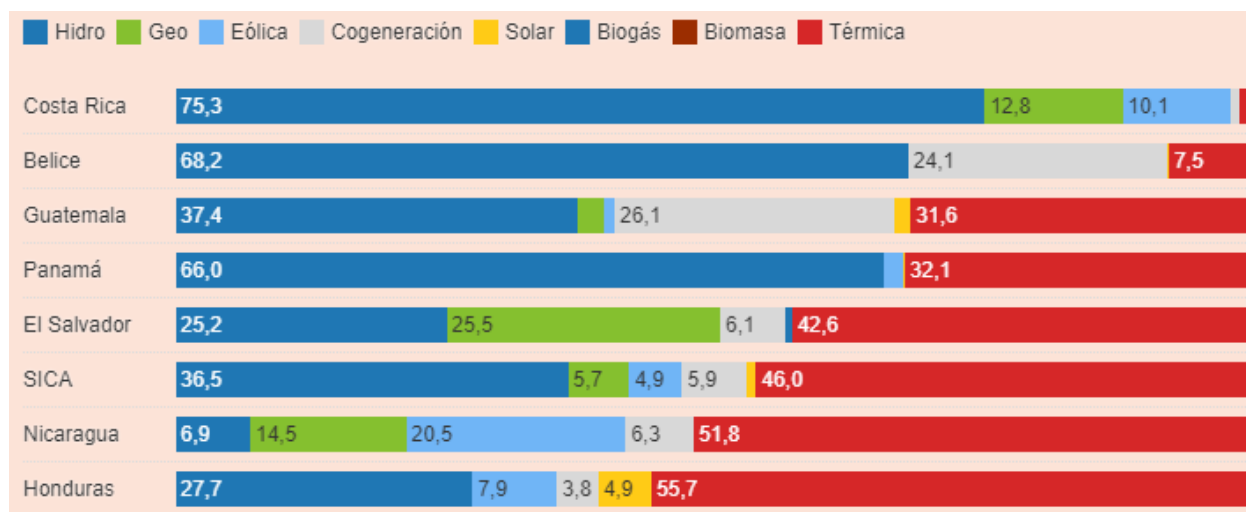
Dadas las condiciones que anteceden, también es relevante contextualizar al lector con respecto a los aspectos ambientales de la región, por lo que según Aguilar (2002), en su informe “Evaluación de Impacto Ambiental para Centroamérica”,

En los últimos 15 años, Centroamérica ha venido dando un giro importante hacia las cuestiones ambientales. Privilegiada por su posición geográfica, sus recursos biológicos y su diversidad cultural, esta región enfrenta el reto de utilizar racionalmente tales recursos con éxito económico. Y para usar sosteniblemente esas riquezas, es fundamental tener visiones de largo plazo y aplicar instrumentos como la evaluación de impacto ambiental para una mejor toma de decisiones en esta materia.

Recientemente, frente a fenómenos como el cambio climático y la creciente contaminación de las ciudades, los campos y las aguas, se ha insistido en la importancia de promover una industria de “producción limpia”, armónica con la Naturaleza, y que el desarrollo de los países, en general, sea sostenible. Paralelamente, se ha venido fortaleciendo la integración regional en materia de

política y legislación ambiental en busca de ese desarrollo sostenible. La promoción de sistemas de gestión ambiental más eficientes y eficaces es una de las metas que Centroamérica necesita alcanzar para promover que la empresa privada, los usuarios de servicios y las entidades de gobierno utilicen eficientemente los recursos naturales. (p. 4)

Figura 16. Composición de la energía eléctrica en Centroamérica por país



Fuente: Contenido obtenido de El Financiero, San José 2019

Por las consideraciones anteriores, es que la región centroamericana enfrenta el reto de lograr un equilibrio entre el número de habitantes cuyas insuficiencias son cada vez mayores y la base de los recursos naturales de los que depende gran parte del avance. Por ello, se deben administrar las acciones a buscar alternativas que lleven a la sustentabilidad, y la supervivencia del ser humano y los recursos naturales. En los años ochenta, la región enfrentó una crisis económica que dejó grandes secuelas y marcó la historia de Centroamérica. Dicha crisis radicó en tres aspectos fundamentales:

- La crisis política y bélica que vivió el área.
- La disminución de los precios de las exportaciones.
- Y las dificultades de acceso a fuentes de capital.

Esta crisis también afectó severamente al sector energético, al igual que generó desigualdades sociales y más pobreza, A nivel de Centroamérica existen acuerdos regionales en

materia ambiental que en alguna medida enfatizan la necesidad de la utilización de la evaluación de impacto ambiental. Sin embargo, no existe explícitamente un acuerdo en esta materia, lo cual provoca que exista divergencia de requisitos de un país a otro.

Por lo que actualmente existen dos teorías al respecto de esta situación: la primera, que debido a esta disparidad de requisitos y exigencias entre los países, los inversionistas van de un país a otro buscando mínimos estándares de calidad ambiental, aprovechando el caos y con la facilidad de contaminar sin pagar. La segunda posición es que realmente poco tienen que ver las exigencias ambientales en la elección de un país por parte de una compañía, sino que más bien éstas buscan seguridad social y administrativa, lo que implica transparencia y eficiencia en la función administrativa, agilidad para otorgar permisos y menos burocracia.

Origen de la integración de sistemas eléctricos centroamericanos

Centroamérica se enfrenta al reto de escribir su propia historia, con repercusiones a todo nivel, nacional e internacional, en cuanto a sus efectos transfronterizos, económicos, y ambientales, por lo que la unión, y buenas relaciones entre los países pertenecientes a la región, permite un mejor desarrollo en conjunto, un ejemplo de estas labores en conjunto es el Sistema de Interconexión Eléctrica para los países de América Central.

Por las consideraciones anteriores, según Echeverría et al (2017), en su informe “Integración Eléctrica Centroamericana: Génesis, Beneficios y Prospectiva del Proyecto SIEPAC Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central”, indica que,

Desde mediados del siglo pasado, en los países del Istmo Centroamericano se iniciaron esfuerzos para interconectar los sistemas eléctricos nacionales. En 1958 el Comité de Cooperación Económica del Istmo Centroamericano, creado bajo el auspicio de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), estableció el Subcomité Centroamericano de Electrificación y Recursos Hidráulicos (SCERH), con el fin de fomentar y coordinar acciones entre las empresas eléctricas del área y de impulsar estudios para el desarrollo integrado del subsector eléctrico en la región. Este SCERH creó el Grupo Regional de Interconexión Eléctrica (GRIE), conformado por los gerentes de planificación y operación de las empresas eléctricas del istmo - en aquel momento todas ellas de propiedad estatal - y cuyo propósito específico fue promover la integración eléctrica en Centroamérica. Estos dos entes

se convirtieron en espacios de diálogo e intercambio entre las autoridades sectoriales de cada país centroamericano dirigidos a fomentar la integración eléctrica regional. La primera reunión del GRIE se celebró en mayo de 1968 donde se establecieron las bases para estudiar la posible interconexión regional. (pp. 2-3)

Dadas las condiciones que anteceden, referente al papel de la CEPAL en este proceso, se puede destacar que la misma tiene la tarea de promover la mejora de los sistemas y organismos del sector eléctrico de la región, incluyendo las interconexiones internacionales, todo esto por medio de la creación de conglomerados de los comités gerenciales y técnicos representantes de cada país parte de la región para poder coordinar de una manera más sencilla el desarrollo del SIEPAC.

Por otro lado, según Echeverría et al (2017), en su informe “Integración Eléctrica Centroamericana: Génesis, Beneficios y Prospectiva del Proyecto SIEPAC Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central” menciona que “el GRIE elaboró estudios preliminares sobre las posibilidades de interconectar los sistemas eléctricos de pares de países adyacentes, y sobre los aspectos legales relacionados con la compra y venta de energía eléctrica entre países.” (p. 3). Esto permite deducir de manera explícita que la intención de estas entidades es completamente en pro de desarrollo ambiental y económico de la región, más aún cuando de enfrentar una crisis energética se trata.

Estudio Regional de Interconexión Eléctrica (ERICA)

Según Echeverría et al (2017), en su publicación “Integración Eléctrica Centroamericana: Génesis, Beneficios y Prospectiva del Proyecto SIEPAC Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central”, para el BID indica que “ERICA fue el primer intento de analizar en detalle los beneficios potenciales de una interconexión a lo largo de toda la región, incorporando los seis países del istmo: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá”. (p. 4)

Ante la situación planteada, se puede determinar que el principal objetivo a largo plazo del ERICA, fue propiciar el desarrollo en la forma más amplia y eficiente de los recursos energéticos de que dispone la región, esto con el fin de preservar la diversidad ambiental y contrarrestar el daño provocado por el ser humano, buscando siempre el bien colectivo y despertando el interés público.

En segundo plano, busca determinar los programas o esquemas alternos de la matriz eléctrica regional, con el fin de diversificar la misma, y evitar en la manera de lo posible la dependencia con respecto a alguna fuente en específico de producción eléctrica.

A manera de conclusión, el estudio logró determinar que “la planificación y operación integrada de los sistemas de los seis países, como un solo sistema, eran técnicamente y económicamente viables y un medio eficaz para atenuar los efectos de alzas en los precios del petróleo” (Echeverría et al, 2017, p. 4), además que la interconexión proporcionaría una excelente oportunidad para el uso más eficiente del potencial renovable de los países, desarrollando energía en cantidades superiores a las demandas individuales de los países que disponen de este recurso.

A lo largo de los planteamientos hechos, el estudio recomendó el desarrollo del sistema eléctrico de cada país separadamente y la interconexión por medio de un sistema de transmisión regional (esta propuesta fue la finalmente adoptada para el proyecto SIEPAC).

Creación y funcionamiento de interconexiones eléctricas binacionales

Según Echeverría et al (2017), “La noción de los beneficios potenciales de la interconexión eléctrica regional se fundamentaba en el aprovechamiento de los excedentes de generación producidos por un país para la cobertura de la demanda insatisfecha de otro” (p. 5), en un principio la idea de este esquema era poder brindar apoyo o bien colaborar en casos de emergencia, más sin embargo, tomando en cuenta la referencia anterior, los gobiernos logran determinar que es una inversión de menor costo el hecho de aprovechar la energía eléctrica producida por las naciones adyacentes, hecho que les permite implementar un nuevo objetivo a este tipo de movimientos, convirtiéndolo asimismo en un mercado de compra y venta de energía .

Cabe destacar que a su vez esta nueva ideología acerca del sistema de distribución eléctrica le permitía a las naciones centroamericanas maximizar su desarrollo en cuanto al sector energético, lo cual a su vez les motivó a aprovechar de mejor manera los recursos renovables activando una mayor competitividad del sector.

Figura 17. Proyectos hidroeléctricos regionales

El Salvador instaló en el Río Lempa cuatro plantas hidroeléctricas en cascada. Las dos de mayor generación son Cerrón Grande, inaugurada en 1976, con capacidad actual de 170 MW, y la 15 de septiembre, inaugurada en 1983, con capacidad de 156,3 MW.

En Honduras se construyó la central hidroeléctrica de El Cajón con 300 MW (1976).

En Panamá se construyó la Planta de Bayano entre 1972 y 1976, con capacidad actual de 260 MW.

En Costa Rica se instalaron las plantas en cascada Arenal, inaugurada en 1979, con capacidad de 157 MW, Miguel Dengo (Corobici), inaugurada en 1982 con capacidad de 174 MW y Sandillal, de 30 MW, en 1992.

En Guatemala se construyó la planta Chixoy, inaugurada en 1983 con capacidad de 300 MW, la de mayor capacidad instalada en Centroamérica.

Fuente: Contenido obtenido del BID, San José 2019.

En relación con lo anterior expuesto y las estimaciones del ERICA, la idea del sistema era manejar las transmisiones de electricidad de manera gradual hasta poder activar por completa una red de manera fluida entre los países, todo esto posible mediante la instalación física de las líneas de transmisión que permitieran enlazar los sistemas eléctricos de países vecinos entre los puntos más cercanos a las respectivas fronteras, consiguientemente es importante mencionar que:

Primero se realizó la interconexión entre Honduras y Nicaragua, en operación desde 1976, financiada conjuntamente por el Banco Mundial y el BCIE. Luego, en 1982, el BID aprobó un préstamo al BCIE (US\$32 millones) para financiar las interconexiones eléctricas de Guatemala – El Salvador y de Costa Rica – Nicaragua, como parte del Programa Regional de Interconexiones entre los países limítrofes del Istmo Centroamericano. A continuación, se desarrolló la interconexión entre Costa Rica – Panamá, logrando completarse en los años 1980. Finalmente quedó pendiente el último eslabón entre El Salvador y Honduras, el cual se terminó de construir hasta 2002, con financiamiento del BID. Las instituciones estatales que en ese momento brindaban los servicios eléctricos en los seis países de América Central: el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) de El Salvador, el Instituto Nacional de Electrificación (INDE) de Guatemala, la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) de Honduras, la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL) y el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE) de Panamá, sirvieron de base para poner en

marcha el proyecto de interconexiones bilaterales y, posteriormente, el proyecto SIEPAC.

Cuadro 7. Interconexiones directas para Costa Rica

Interconexión	Descripción
Costa Rica-Nicaragua (1982)	Línea de transmisión de 230 KV, con 265 km de longitud (115 km en territorio costarricense y 150 km en territorio nicaragüense), en operación desde julio de 1982, permitiendo un intercambio de energía entre los sistemas eléctricos de Costa Rica, Nicaragua y Honduras. Fue financiada por el BCIE con recursos de un préstamo del BID.
Costa Rica-Panamá (1986)	Línea de transmisión de 242 km, circuito sencillo a 230 kV, entre la subestación Río Claro en Costa Rica y la subestación Progreso en Panamá. Entró en operación en 1986.

Fuente: Elaboración propia, contenido obtenido del BID, San José 2019

Al aumentar el volumen de transacciones entre países y la complejidad del sistema de intercambio de energía, se puso en evidencia la necesidad de definir criterios y bases uniformes a nivel regional para el establecimiento de las tarifas de intercambio de energía y potencia entre dos o más países. Se requerían sistemas y procedimientos uniformes entre los países para el establecimiento de precios basados en costos de producción y transmisión (peajes), que facilitarían la concertación de transacciones de energía más competitiva.

Según se ha visto, se requerían esquemas fundamentados en contratos de compra y venta de energía, con cláusulas que definieran términos de negociación con base en reglas de juego claras, procurando programar de mejor manera el intercambio de energía en tiempo real, elaborar los procesos comerciales, enunciar las diligencias pertinentes para evitar mora y definir los aspectos técnicos, mediante acuerdos que los países debían cumplir.

Entidades presentes en el proceso de exportación del SIEPAC

Tras el convenio del Tratado Marco con el apoyo y acompañamiento técnico del BID y de consultorías especializadas, se procedió a la conceptualización y creación del esquema institucional contemplado en la normativa regional, misma que es responsable del funcionamiento y operación del sistema eléctrico regional y del MER. En este proceso se llevó a cabo la definición detallada de la estructura institucional y organizacional, la delegación de los miembros de decisión y gobernanza de la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica [CRIE], Ente Operador Regional [EOR] y la Empresa Propietaria de la Red [EPR]. (Echeverría 2017, p. 15)

Por lo tanto, la determinación precisa de las funciones y competencias de cada una de las entidades anteriores, sus fuentes de financiamiento, la selección de los países sede de los diversos entes regionales, la adecuación de su infraestructura física y tecnológica para el cumplimiento de los objetivos y el ejercicio de las funciones que a cada uno de los entes regionales les compete (remodelación de instalaciones, adquisición del equipamiento físico y de los sistemas y modelos informáticos necesarios), así como la selección de profesionales y el fortalecimiento de las capacidades técnicas de los especialistas integrados en las instituciones regionales.

Según Echeverría (2017):

Mediante un proceso concursal, incluyendo aportes significativos de los países interesados, el 4 de octubre de 2002 se seleccionó a Guatemala para sede de la CRIE y a El Salvador para sede del EOR. En la actualidad, los entes regionales se encuentren plenamente operativos y cuentan con la estructura organizativa, la infraestructura física y tecnológica y el personal necesario para poder abordar el cumplimiento de sus objetivos y funciones. (p. 15)

Figura 18. Esquema organizacional del MER



Fuente: Contenido obtenido de BID, San José 2019

Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE)

Es una de las entidades de mayor relevancia durante el proceso de exportación eléctrica, según Echeverría (2017):

Es el ente encargado de regular el funcionamiento del MER y las relaciones entre los agentes del Mercado. La CRIE cuenta con personalidad jurídica propia, capacidad de derecho público internacional, independencia económica, independencia funcional y especialidad técnica. La CRIE es responsable de hacer cumplir el Tratado y sus Protocolos, los reglamentos y demás instrumentos complementarios; de procurar el desarrollo y consolidación del Mercado, así como velar por su transparencia y buen funcionamiento; y de promover la competencia entre los agentes del Mercado. (p. 16)

Cabe mencionar que nace simultáneamente a la creación del MER en 1996 por medio del tratado marco establecido por los presidentes de los seis países miembros y ratificado por sus respectivos organismos legislativos, además de ello es importante agregar que la CRIE se establece por medio del convenio sede establecido con el gobierno de Guatemala, suscrito el 29 de septiembre de 2003, en el cual sus oficinas se establecen en este país. (CRIE, 2017, párr. 1-3)

Siguiendo la misma línea de lo previamente mencionado se puede determinar que entre sus funciones se encuentra:

- Emitir los reglamentos necesarios para poder regular el óptimo funcionamiento del mercado eléctrico regional
- Tomar las medidas generales y particulares para garantizar condiciones de competencia y no discriminación en el Mercado
- Aprobar la reglamentación del despacho físico y económico, a propuesta del EOR
- Regular los aspectos concernientes a la transmisión y generación regionales
- Adoptar las medidas conducentes a evitar el abuso de posición dominante en el Mercado por parte de cualquier agente
- Imponer las sanciones que establezcan los Protocolos en relación con los incumplimientos a las disposiciones del Tratado y sus reglamentos
- Aprobar las tarifas por el uso del sistema de transmisión regional según el reglamento correspondiente;
- Resolver los conflictos entre agentes del Mercado, organismos nacionales, Operadores de Sistema y de Mercado (OS/OM), entes reguladores de las Partes, y el EOR, derivados de la aplicación del Tratado Marco, sus Protocolos, reglamentos y resoluciones de la CRIE;
- Evaluar la evolución del Mercado periódicamente y proponer a las Partes las medidas que a su juicio se consideren convenientes a fin de avanzar en la consolidación del Mercado;
- Aprobar los cargos por servicios de operación del sistema que presta el EOR según el reglamento correspondiente;
- Coordinar con los organismos regulatorios nacionales las medidas necesarias para el buen funcionamiento del Mercado

Por otro lado, según la CRIE (2017) en su sitio web establece los objetivos generales que posee como ente regulador del MER, tales como,

Hacer cumplir el Tratado Marco y sus protocolos, así como sus reglamentos y demás instrumentos complementarios.

Procurar el desarrollo y consolidación del mercado, así como velar por su transparencia y buen funcionamiento.

Promover la competencia entre los agentes del mercado.

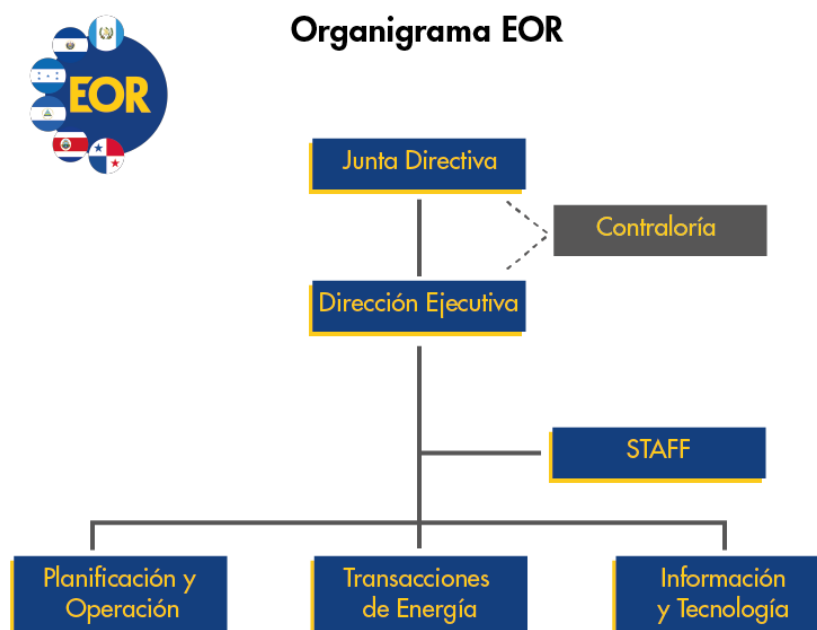
El Ente Operador Regional (EOR)

Según Echeverría (2017), el EOR es “el ente que dirige y coordina la operación técnica del sistema eléctrico regional, y efectúa la gestión comercial del MER con criterio técnico y económico, de acuerdo con la regulación regional.” (p. 17), por lo que se puede adicionar que el EOR al igual que la CRIE cuenta con personalidad jurídica propia, capacidad de derecho público internacional, independencia económica, independencia funcional y especialidad técnica.

Por otra parte, se puede agregar que tiene como objetivos estratégicos: fortalecer la vinculación con clientes y aliados estratégicos; mejorar la gestión del MER; impulsar la implementación de la regulación regional; implementar la planificación de la expansión regional; fortalecer sus recursos humanos, infraestructura y gobierno corporativo; y asegurar su suficiencia financiera. Entre las funciones que la normativa y regulación regional confieren al EOR, en relación con los Operadores de Sistema y del Mercado de los países miembros del MER (Instituto Costarricense de Electricidad en el caso de Costa Rica), cabe señalar que según EOR(s.f):

- Proponer a la CRIE los procedimientos de operación del Mercado y del uso de las redes de transmisión regional
- Asegurar que la operación y el despacho regional de energía sean realizados con criterio económico, procurando alcanzar niveles adecuados de seguridad, calidad y confiabilidad
- Llevar a cabo la gestión comercial de las transacciones entre los agentes del Mercado;
- Apoyar, mediante el suministro de información, los procesos de evolución del Mercado
- Formular el plan de expansión indicativo de la generación y la transmisión regional.(párr. 1-6)

Figura 19. Organigrama de EOR



Fuente: Contenido obtenido de EOR, San José 2019

El EOR se crea con el registro y certificación del Tratado Marco, según Echeverría(2017) en su publicación “Integración Eléctrica Centroamericana: Génesis, Beneficios y Prospectiva del Proyecto SIEPAC Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central” determina que, “está dirigido por una Junta Directiva compuesta por doce miembros, correspondientes a dos Directores designados por cada país firmante del Tratado Marco a propuesta de los agentes del Mercado de cada país, por un periodo de cinco años no prorrogables”. (p.17)

Por ende, se puede agregar que el EOR cuenta con una estructura organizacional compuesta por el Director Ejecutivo, nombrado por la Junta Directiva, y diversas gerencias y áreas técnicas y administrativas que dan soporte al ejercicio de las actividades que le competen. Los recursos para el financiamiento del EOR provienen, fundamentalmente, de los cargos de servicio de operación del sistema y administración del Mercado aprobados por la CRIE y otros cargos pagados por los agentes del Mercado.

El Consejo Director del MER (CDMER)

Básicamente es el ente que representa a los Gobiernos de los países en el MER, por lo tanto es responsable de impulsar el desarrollo del MER y de adoptar las decisiones necesarias para conseguir los objetivos del tratado y sus reglas, para esto el CDMER trabaja de manera coordinada

tanto con el EOR como con la CRIE. Entre las responsabilidades según Echeverría (2017) se destacan:

- a) Realizar la evaluación de la evolución del MER en conjunto con la CRIE;
- b) Formular las condiciones propicias para el desarrollo de plantas de generación eléctrica de carácter regional;
- c) Procurar que se realicen gradualmente las modificaciones de las regulaciones nacionales, armonizándolas con la regulación regional para el adecuado funcionamiento del MER;
- d) Examinar las auditorías a que se someta la CRIE y de considerarlo necesario, encomendarle la realización de auditorías especiales de sus gastos como mecanismo de fiscalización;
- e) Facilitar el cumplimiento de las responsabilidades de los gobiernos, establecidas en el Tratado Marco y sus Protocolos. (p. 18)

Empresa Propietaria de la Red (EPR)

Según BNamericas en su publicación “Empresa Propietaria de la Red S.A” (s.f):

Empresa Propietaria de la Red (EPR) es un consorcio público-privado creado para construir y operar el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (Siepac) de 230Kv, que conecta las redes nacionales de Panamá, Costa Rica, Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala. Los accionistas de EPR son las seis eléctricas nacionales centroamericanas –Inde de Guatemala, Cel de El Salvador, Enee de Honduras, Enatrel de Nicaragua, Ice de Costa Rica y Etesa de Panamá – además de tres socios de fuera de la región: ISA de Colombia, CFE de México y Enel de España. El último tramo de 130,5km Parrita – Palmar, en Costa Rica, entró en operaciones el 2014, sumándose al sistema de 1.793km y 300MW que cruza los seis países. EPR fue constituida en 1998 y su sede se ubica en San José, Costa Rica. (párr. 1)

Por lo anteriormente mencionado, se puede agregar que el Tratado Marco autoriza a la EPR a desarrollar, diseñar, financiar, construir y mantener un primer sistema de transmisión regional que interconectará los sistemas eléctricos de los seis países de América Central.

Figura 20. Accionistas según EPR



Asociación público - privada de nueve accionistas

Fuente: Contenido obtenido de EPR, San José 2019

Instituto Costarricense de Electricidad

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) es una empresa estatal que brinda servicios de electricidad y telecomunicaciones en Costa Rica. Forma parte de Grupo ICE junto a Radiográfica Costarricense S.A. (RACSA), La Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) y Cable Visión.

Nació como una institución estatal autónoma el 8 de abril de 1949 por Decreto de Ley No.449 durante la administración de La Junta de Gobierno tras la Guerra Civil de Costa Rica de 1948, con el fin de solucionar los problemas de escasez eléctrica que se presentaban en Costa Rica en la década de 1940. Desde 1963 brinda el servicio de telecomunicaciones en todo el país.

Es un grupo con gran infraestructura, desarrollo tecnológico, capital humano altamente calificado, así como responsabilidad social y ambiental que se refleja en todas las grandes obras que ha desarrollado a lo largo de los años.

A través de sus empresas aporta a la sociedad costarricense progreso con sentido económico y social. Se puede agregar que según la CRIE (s.f) el ICE funge como generador y distribuidor de energía eléctrica, de ahí su importante ligamen en cuanto a las exportaciones eléctricas. (párr. 1-2)

Por último, se puede agregar que la naturaleza de sus actividades es fundamental para el desarrollo integral del país por lo que todos los proyectos de inversión, tiene también como eje fundamental la protección del medio ambiente, contribuyendo con ello a la calidad de vida y al desarrollo sostenible.

CENCE

La figura del Centro Nacional de Control de Energía [CENCE] es la sección perteneciente al ICE, la cual se especializa en el tema de transacciones eléctricas regionales, y donde también según CENCE (2018) afirma que es “Operador del sistema y Operador del Mercado (OS/OM) de Costa Rica”. (párr. 4)

Con respecto a las exportaciones, se debe indicar en primer lugar que estas se dan en gran parte gracias a los planteamientos operativos del Sistema Eléctrico Nacional [SEN], los cuales se realizan mediante estudios eléctricos con enfoque hacia la optimización de la eficiencia energética.

El CENCE define los algoritmos que mejor se adaptan a las características actuales y futuras de la demanda, por lo que se puede agregar que los objetivos del impacto del CENCE relacionados a su operación son:

Contribuir con el perfeccionamiento de la normativa que requiere el Sistema Eléctrico Nacional y el Mercado Eléctrico Regional

Proyectar, optimizar y operar el Sistema Eléctrico Nacional, cumpliendo con los requisitos de la normativa nacional y regional

Co ayudar en la planificación, optimización y operación del Sistema y el Mercado Eléctrico Regional

Realizar transacciones comerciales en el Mercado Eléctrico Regional para optimizar el despacho del SEN y maximizar el beneficio económico del país

Suministrar servicios de radiocomunicaciones al Grupo ICE y entidades del Estado.

Sistema de Interconexión Eléctrica para los países de América Central (SIEPAC)

El Sistema de Interconexión Eléctrica para los países de América Central hace referencia según CRIE (2017) a,

la ejecución del Primer Sistema de Transmisión Eléctrica Regional que reforzará la red eléctrica de América Central (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), que se describe a continuación: Líneas de transmisión eléctrica a 230 kV de un circuito, con torres previstas para un segundo circuito futuro, de las siguientes longitudes estimadas: Guatemala: 281 km; El Salvador: 286 km Honduras: 270 km; Nicaragua: 310 km; Costa Rica: 493 km; y Panamá: 150 km. Además se incluyen aproximadamente 298 MVAR de equipos de compensación. Uno de los cables de guarda de la línea será tipo OPGW con 12 fibras monomodo y 24 de dispersión desplazada, más la adición de cable OPGW de torre T a la Planta Cajón en Honduras. La Línea SIEPAC se conectará a las redes nacionales de cada país mediante un total de 28 bahías de acceso en las siguientes subestaciones: Guatemala – Norte, Panaluya y Guatemala – Este en Guatemala; Ahuachapán, Nejapa y 15 de Septiembre en El Salvador; Río Lindo (incluyendo obras adicionales en esta subestación) y Agua Caliente en Honduras; Planta Nicaragua y Ticuantepe en Nicaragua; Cañas, Parrita, Río Claro y Palmar Norte en Costa Rica; y Veladero en Panamá. En el tramo Ahuachapán – Nejapa-15 de Septiembre en El Salvador, el segundo circuito quedará de una vez habilitado. (párr. 1).

El Proyecto SIEPAC tiene dos objetivos principales:

- Apoyar la formación y consolidación progresiva de un Mercado Eléctrico Regional (MER) mediante la creación y establecimiento de los mecanismos legales, institucionales y técnicos apropiados, que facilite la participación del sector privado en el desarrollo de las adiciones de generación eléctrica; y
- Establecer la infraestructura de interconexión eléctrica (líneas de transmisión, equipos de compensación y subestaciones) que permita los intercambios de energía eléctrica entre los participantes del MER.

El componente reglamentario e institucional está siendo realizado por una Unidad Ejecutora adscrita al organismo regional de integración, coordinación y cooperación del sector eléctrico, llamado Consejo de Electrificación de América Central (CEAC). El financiamiento de este programa proviene de una Cooperación Técnica del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El componente de infraestructura, bajo responsabilidad de la EPR, consiste primordialmente en el diseño, ingeniería y construcción de aproximadamente 1800 kilómetros (km) de líneas de transmisión de 230 kV con previsión en torres para un segundo circuito futuro, que se conectarán a 15 subestaciones de los países de la región, mediante 28 bahías de acceso, y además se incluyen equipos de compensación reactiva. Dicha infraestructura inicial, en conjunto con refuerzos de los sistemas de transmisión nacionales, permitirán disponer de una capacidad confiable y segura de transporte de energía de cerca de 300 MW, entre los países de la región.

Figura 21. Mapa con línea SIEPAC



Fuente: Contenido obtenido de la CRIE, San José 2019

Cuadro 8. Subestaciones pertenecientes al SIEPAC, dato por país

		ENTRADA EN OPERACIÓN	LONGITUD	LONGITUD POR PAÍS
GUATEMALA	GUATE NORTE – PANALUYA	26-AGO-12	109,91	282,86
	PANALUYA – EL FLORIDO	26-AGO-12	73,46	
	AGUACAPA – FRONTERA EL SALVADOR	22-ENE-12	99,49	
EL SALVADOR	FRONTERA GUATEMALA – AHUACHAPÁN	22-ENE-12	18,97	287,65
	AHUACHAPÁN – NEJAPA	29-FEB-12	89,91	
	NEJAPA – 15 SEPTIEMBRE	29-FEB-12	85,59	
	15 SEPTIEMBRE – FRONTERA HONDURAS	29-FEB-12	93,18	
HONDURAS	EL FLORIDO – SAN BUENAVENTURA	19-MAR-12	141	270,07
	SAN BUENAVENTURA – TORRE 43	19-MAR-12	14	
	FRONTERA EL SALVADOR – AGUACALIENTE	29-FEB-12	54,39	
	AGUACALIENTE – FRONTERA NICARAGUA	31-ENE-13	60,68	
NICARAGUA	FRONTERA HONDURAS – SANDINO	31-ENE-13	144,88	305,64
	SANDINO – TICUANTEPE	31-ENE-13	64,78	
	TICUANTEPE – FRONTERA COSTA RICA	23-NOV-11	125,98	
COSTA RICA	FRONTERA NICARAGUA – CAÑAS	23-NOV-11	129,68	492,81
	CAÑAS – PARRITA	22-AGO-12	159,24	
	PARRITA – PALMAR NORTE	01-OCT-14	130,56	
	PALMAR NORTE – RÍO CLARO	31-AGO-12	50,7	
	RÍO CLARO – FRONTERA PANAMÁ	31-DIC-10	22,63	
PANAMÁ	FRONTERA COSTA RICA – VELADERO	31-DIC-10	150,2	150,2
				1789,23

Fuente: Contenido obtenido de EPR, San José 2019

Siguiendo la línea de todo lo mencionado, es de suma importancia indicar que la exportación como tal se da mediante un proceso automatizado, esto por el tipo de servicio que se está comercializando, en donde el mismo requiere una instalación compleja de red de cables, a su vez es importante indicar que según Sector Electricidad (2019) en su publicación “¿Cómo se transporta la electricidad?” indica que:

El transporte eléctrico en distancias muy largas, genera un coste superior a las empresas de luz. A fin de reducir las inevitables pérdidas de energía que surgían en estos trayectos, se crearon las líneas de alta tensión. Tiene la capacidad de transportar energía eléctrica a una tensión desde 400.000 hasta 30.000 voltios. (párr. 9)

Por lo que, se puede determinar que los cables de alta tensión que transportan la energía eléctrica proveniente de una red de transmisión están formados tanto por el elemento conductor, usualmente cables de cobre o aluminio, como de sus elementos de sustentación, las torres de alta tensión. Como estas son estructuras hechas de perfiles de acero, entre ambos, como medio de soporte del conductor se emplean aisladores de disco y herrajes.

La Línea SIEPAC se conecta a las redes nacionales de cada país mediante un total de 28 bahías de acceso en las siguientes subestaciones: Guate - Norte, Panaluya y Aguacapa en Guatemala; Ahuachapán, Nejapa y 15 de Septiembre en El Salvador; San Buenaventura (incluyendo obras adicionales en esta subestación) y Agua Caliente en Honduras; Sandino y Ticuantepe en Nicaragua; Cañas, Parrita, Río Claro y Palmar Norte en Costa Rica; y Veladero en Panamá. En el tramo Ahuachapán – Nejapa - 15 de Septiembre en El Salvador, el segundo circuito quedará de una vez habilitado.

La conexión a estas subestaciones no se incluye los transformadores de potencia de las subestaciones a donde se conecta la línea. Solo se financian con los recursos del Proyecto las bahías de llegada y salida de la línea, esto es el interruptor, seccionadora, transformadora de medida y equipos de protección y control. Los terrenos para la construcción de las nuevas subestaciones o para las ampliaciones, los transformadores y demás equipos necesarios en cada subestación existente o futura, estarán a cargo de cada empresa de Transmisión.

Cuadro 9. Tramos homogéneos en Costa Rica

Tramo y Extensión	Cantones y Distritos que Atraviesa	Áreas Silvestres Vecinas	Uso del Suelo
CR-1 Frontera Nicaragua, Cruce La Cruz-Upala 17,62 Km	Cantón La Cruz, distrito La Cruz.	Refugio Nacional de Vida Silvestre Corredor Fronterizo	Pastos con pequeños parches de bosque, especialmente a orillas de las quebradas y ríos principales.
CR-2 Cruce La Cruz-Upala-Río Mechas. 22,76 Km.	Cantón de La Cruz, distritos La Cruz y Santa Elena	Parques Nacionales Guanacaste, Rincón de la Vieja y Miravalles.	Pastos y algunos parches de bosques secundarios de considerable extensión hacia el norte y este del tramo. Bosque primario solo en los cauces de los ríos y quebradas.
CR-3 Río Mechas-Río Lagarto. 123,33 Km.	Distritos de Nacascolo, Mayorga, Cañas Dulces, Curubande y Liberia, del cantón de Liberia; Bagaces, del cantón de Bagaces; Cañas del cantón de Cañas y Las Juntas del cantón de Abangares	Reserva Biológica Lomas Barbudal	Bosque primario a orillas de las quebradas y en la Reserva Biológica y un parche grande cerca del Río Lagarto. Bosque secundario en pequeños parches asociado a ríos y quebradas. La caña es el principal cultivo, pastos para ganadería de engorde.
CR-4 Río Lagarto-Río Grande de Tárcoles. 61,99 Km.	Distritos de Chomes, Pitahaya, Puntarenas, Barranca y Chacarita, del cantón de Puntarenas; San Isidro y Miramar del cantón de Montes de Oro; Espíritu Santo, San Rafael y San Juan Grande del cantón de Esparza; Jesús María del cantón de San Mateo y Mastate, La Ceiba y Coyolar, del cantón de Orotina.	Refugio Nacional de Vida Silvestre Finca la Avellana	Pastos y cultivos permanentes y anuales como el café. Bosque secundario y poco primario en quebradas y ríos de la zona.
CR-5 Río Grande de Tárcoles-Río Parrita. 44,51 Km.	Distritos: San Juan de Mata del cantón de Turubares, Chires del cantón de Puriscal y Parrita del cantón del mismo nombre	Parque Nacional Carara, Zona Protectora Cerros de Turubares, Refugio Nacional de Vida Silvestre Fernando Castro Cervantes y Refugio Nacional de Fauna Silvestre CACYRA.	Pasto, cultivos permanentes y anuales. Extensos bosques primarios en las áreas protegidas y parches de este tipo de bosque al sur del tramo.
CR-6 Río Parrita-Río Savegre. 37,82 Km	Distritos: Parrita del cantón del mismo nombre. Quepos y Naranjillo, del cantón de Aguirre.	Ninguna	Pastos cultivados. Casi 40% de cobertura de bosques primarios y secundarios

Fuente: Contenido obtenido del EPR, San José 2019.

Según Afinidad Eléctrica (2009), en su publicación “SIEPAC: El Sistema de Interconexión Eléctrica para los Países de América Central”, se han definido las siguientes consideraciones técnicas para este coloso proyecto:

- Cada circuito viene equipado con conductor 1024.5 MCM ACAR 519.1 mm² y cada estructura dispone de 2 cables de guarda, uno de Alumoweld 7 No. 8 58.56 mm², y el otro con OPGW que vendrá equipado con fibra óptica 12 Monomodo (Single Mode) y 24 Dispersión desplazada (Non Zero Dispersion).

- En la concepción del proyecto se han introducido medidas destinadas a prevenir los riesgos sísmicos locales.

- No se utilizarán materiales que pudieran ocasionar efectos nocivos sobre el medio ambiente (amianto, halón, PCB). En la concepción, construcción y explotación se respetarán las recomendaciones de los correspondientes estudios de impacto ambiental, planes de gestión/supervisión ambiental, códigos aplicables al Proyecto y las normas vigentes de seguridad ocupacional y autorizaciones oficiales. Desde sus inicios, la infraestructura del SIEPAC ha sido concebida con una disponibilidad de fibras ópticas contenidas dentro de uno de sus hilos guarda del tipo OPGW, según se resumió en las consideraciones técnicas anteriores. Una parte de esta fibra óptica es necesaria para las necesidades propias de la operación y mantenimiento de la infraestructura de transmisión y crecimiento de las necesidades propias del sector eléctrico centroamericano, dejando un remanente para otros usos (párr. 1-10).

Por estas razones, una parte de la fibra óptica necesaria para las insuficiencias propias de la operación y sustento de la infraestructura de transmisión e incremento de las necesidades del sector eléctrico centroamericano, dejando un remanente para otros usos. Se analiza en la actualidad posibles opciones de negocios para la utilización de la fibra óptica excedente, adicionalmente según Afinidad Eléctrica (2009) la previa publicación indica que, “se estudia la posibilidad de que los socios del sector eléctrico agreguen fibra disponible en sus países, para lograr un proyecto con más potencial, que considere inclusive interconexiones de fibra con los cables submarinos que arriban en distintos puntos de la región centroamericana”. (párr. 11)

En resumen, la comercialización de energía eléctrica mediante el SIEPAC, es un proceso completamente distinto, pues se logra identificar que el mecanismo de exportación de electricidad no es como de un bien tangible, o un bien común, esto porque no amerita la participación como tal de las respectivas aduanas de los países centroamericanos, sino de todos los entes operativos e intermediarios para hacer posible la transmisión de electricidad de una manera automatizada.

Financiamiento del SIEPAC

Con respecto al financiamiento de este tan importante proyecto regional se puede mencionar que consiste en un aporte de distintas entidades, en donde según el EPR (2014) indica que “El costo comprometido actual del proyecto asciende a cuatrocientos noventa y cuatro millones de dólares (US\$494.000.000,00)” (p. 34), una vez mencionado lo anterior a continuación se puede mostrar en detalle el aporte de las distintas instituciones:

Cuadro 10. Estructura de financiamiento SIEPAC

Institución	Aporte en dólares (\$)
EPR	<ul style="list-style-type: none"> El Pacto Social de la EPR considera un Capital Social de cincuenta y ocho millones quinientos mil dólares (US\$58.500.000,00), los cuales se encuentran en proceso de pago.
Banco Interamericano de Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> Con respecto a los créditos por doscientos cuarenta millones de dólares (US\$240.000.000,00) del BID, se han desembolsado en su totalidad
Banco Centroamericano de Integración Económica	<ul style="list-style-type: none"> El 30 de septiembre de 2005, se suscribió un crédito por cuarenta millones de dólares (US\$40.000.000,00) con el BCIE. Este crédito fue ampliado en cuatro millones quinientos mil dólares (US\$4.500.000,00) mediante adenda suscrita en agosto del 2010. El 19 de marzo de 2007, se suscribió un segundo crédito con el BCIE (No. 1810 – B), con garantía genérica de EPR, hasta por diez millones de dólares (US\$10.000.000,00) para cubrir costos

	<p>generales del proyecto. El BCIE aprobó una ampliación de diez millones de dólares (US\$10.000.000,00)</p> <ul style="list-style-type: none"> • También fue suscrito el 29 de junio de 2007, el contrato de préstamo No. 1810-A, entre el BCIE y la EPR, con garantía de ISA, por cuarenta millones de dólares (US\$40.000.000,00), el cual será ampliado en cuatro millones quinientos mil dólares (US\$4.500.000,00)
Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)	<ul style="list-style-type: none"> • La CAF suscribió y desembolsó un crédito con EPR hasta por dieciséis millones setecientos mil de dólares (US\$16.700.000,00), el cual incluye una previsión de hasta por un millón setecientos mil dólares (US\$1.700.000,00), para financiar una reserva de liquidez, exigida contractualmente, para cubrir las cuotas de amortización e intereses de un año.
Comisión Federal de Electricidad (CFE)	<ul style="list-style-type: none"> • La CFE garantizó un crédito de hasta por cuarenta millones de dólares (US\$40.000.000,00), al igual que los demás accionistas de la EPR, el cual fue suscrito en junio del 2010 con BANCOMEXT de México y ha sido ampliado en cuatro millones quinientos

	mil dólares (US\$4.500.000,00) mediante adenda suscrita el mes de agosto del 2010
Instituto Nacional de Electrificación (INDE) Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica (CEL) Empresa de Transmisión Eléctrica Panameña (ETESA)	<ul style="list-style-type: none"> • Se ha suscrito créditos directos por cuatro millones quinientos mil dólares (US\$4.500.000,00) cada uno con el INDE, CEL y ETESA.
Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL)	<ul style="list-style-type: none"> • El Directorio del BID autorizó la transferencia a EPR de créditos por cuatro millones quinientos mil dólares (US\$4.500.000,00) suscritos con el ICE, ENEE y ENATREL.

Fuente: Elaboración propia, contenido obtenido de EPR, San José 2019

¿Cómo se dan las exportaciones mediante el SIEPAC?

La operación comercial del MER comprende la organización, procedimientos y reglas que rigen las transacciones entre los distintos agentes del mercado. Según el Reglamento del Mercado Eléctrico Regional [RMER] (2005), “Las transacciones de energía en el MER se realizan por período de mercado, bien sea en el Mercado de Contratos Regional, a través de compromisos contractuales entre agentes del mercado, o en el Mercado de Oportunidad Regional, con base en ofertas de inyección y retiro de energía en los nodos de la RTR” (p.5) , es importante agregar que los compromisos asociados con los contratos y las ofertas de inyección y retiro en el Mercado de Oportunidad Regional se informan el día anterior a la operación del MER.

El Mercado de Contratos Regional [MCR], está conformado por diferentes tipos de contratos, los cuales se identifican mediante tres características no excluyentes, de acuerdo con los riesgos asumidos por las partes en cada uno de ellos:

- La prioridad de suministro de la energía eléctrica comprometida, ya sean Contratos Firmes o Contratos No Firmes
- El cubrimiento del riesgo de precio de los cargos de transmisión asociados a la entrega de la energía, a través de derechos de transmisión.

Por otro lado, dentro del Mercado de Oportunidad Regional [MOR], se basa en ofertas diarias de inyección y retiro de energía en nodos específicos de la RTR, para cada período de mercado. El Mercado de Oportunidad Regional comprende:

- Las transacciones de oportunidad programadas (TOP) en el pre despacho regional para cada período de mercado, un día antes de la operación.
- Las transacciones producto de las desviaciones en tiempo real de las inyecciones y retiros programados (TDTR), para cada período de mercado.

Las transacciones dentro del MER se manejan según el atractivo de su oferta y demanda, en donde existen aspectos que intervienen de una manera directa tales como el atractivo de la oferta del país vendedor, ya que, así será su colocación en el resto de la región, e incluso el poder adquisitivo o el crédito abierto que posea el país comprador, por esto se puede determinar que es un mecanismo muy similar a una bolsa o mercado de valores.

Siguiendo la línea de lo mencionado previamente, según el RMER “los compromisos asumidos en los Contratos Firmes regionales deberán ser informados diariamente al EOR, a través de los OS/OMS de las partes compradora y vendedora”, adicionalmente agrega que,

Ambas partes declararán diariamente a sus respectivos OS/OMS las cantidades de energía del contrato, los nodos de inyección y retiro, la parte que posee los derechos de transmisión asociados al contrato y la parte que asumirá los cargos por el diferencial de precios nodales asociados al compromiso contractual, para cada período de mercado. Las cantidades de energía declaradas diariamente, o energía declarada, de los Contratos Firmes deberán ser menores o iguales a la energía firme contratada.

Adicionalmente, la parte compradora informará diariamente a su OS/OM la energía requerida del contrato, la cual deberá ser menor o igual a la energía declarada del contrato. La parte vendedora, a través de su OS/OM, hará ofertas de flexibilidad al Mercado de Oportunidad Regional como mínimo por un valor igual a la energía requerida por el comprador

El OS/OM procederá a verificar que toda la información sobre los Contratos Firmes, suministrada por sus agentes, en cumplimiento de este numeral 1.3.4.3, sea válida y consistente con las normas del mercado nacional;

Si un OS/OM identifica inconsistencias en la información contractual suministrada, deberá solicitar aclaraciones a la parte involucrada en su país y el contrato no será informado al EOR hasta recibir las aclaraciones, sujeto a los plazos establecidos en el numeral

Luego de verificar la información de los contratos, el OS/OM informará diariamente al EOR sobre los compromisos de Contratos Firmes de los agentes de su mercado, indicando las cantidades de energía declaradas, los nodos de inyección o retiro en la RTR, la parte que posee los derechos de transmisión y aquella que asumirá los cargos por el diferencial de precios nodales asociados al compromiso contractual, la energía requerida por el comprador y la oferta de flexibilidad al Mercado de Oportunidad Regional del vendedor correspondiente, asociada al contrato para cada período de mercado; (p. 9)

Exportaciones eléctricas período 2016

Durante el año 2016, según CENCE (2018), se lograron exportar 181,230.73 MWh de los cuales el 76% fue a través del mercado de oportunidad que opera a corto plazo; respecto al mercado de contratos, durante los meses de julio a diciembre [sic] 2016 se exportaron 43,807.73 MWh por medio de la pre contratación de transacciones con agentes del norte de la región.

Cuadro 11. Exportación del ICE al mercado regional 2016

MES	Contrato Sur		Contrato Norte		Oportunidad		Total Contrato y Oportunidad	
	MWh	USD	MWh	USD	MWh	USD	MWh	USD
ENE	0,00	\$0,00	0,00	\$0,00	5.320,36	\$209.376,34	5.320,36	\$209.376,34
FEB	0,00	\$0,00	0,00	\$0,00	12.239,58	\$338.470,44	12.239,58	\$338.470,44
MAR	0,00	\$0,00	0,00	\$0,00	0,00	\$0,00	0,00	\$0,00
ABR	0,00	\$0,00	0,00	\$0,00	0,00	\$0,00	0,00	\$0,00
MAY	0,00	\$0,00	0,00	\$0,00	35,26	\$2.538,58	35,26	\$2.538,58
JUN	0,00	\$0,00	0,00	\$0,00	17.179,94	\$981.406,15	17.179,94	\$981.406,15
JUL	0,00	\$0,00	6.130,24	\$262.043,67	34.893,06	\$1.550.109,52	41.023,30	\$1.812.153,19
AGO	0,00	\$0,00	18.262,61	\$668.751,80	16.126,56	\$763.925,04	34.389,17	\$1.432.676,84
SET	0,00	\$0,00	12.467,12	\$451.741,82	9.171,58	\$389.630,66	21.638,70	\$841.372,48
OCT	0,00	\$0,00	3.786,07	\$188.007,45	19.244,83	\$1.040.623,58	23.030,90	\$1.228.631,03
NOV	0,00	\$0,00	2.332,47	\$120.452,23	7.181,90	\$338.857,23	9.514,37	\$459.309,46
DIC	0,00	\$0,00	829,21	\$37.057,95	16.029,94	\$297.596,70	16.859,15	\$334.654,65
TOTALES	0,00	\$0,00	43.807,73	\$1.728.054,93	137.423,00	\$5.912.534,22	181.230,73	\$7.640.589,15

Fuente: Contenido obtenido de CENCE, San José 2019

Adicionalmente, según CENCE (2016) “La energía reconocida y pagada a empresas privadas de generación por el ICE en el año 2016 es un 3,41% inferior a la del año 2015” (p. 16), lo cual se justifica en una importante reducción de la hidrología en el 2016 respecto al año 2015 cuyo comportamiento climático se puede considerar excepcional y la reducción por la ausencia de Miravalles II como empresa privada de generación.

Por lo anterior, se puede determinar que el MER como tal es un mercado en donde su mayoría de transacciones se dan a corto plazo, esto basados en las necesidades momentáneas de un país, ya sea por temas climáticos (sequías que imposibiliten el aprovechamiento hidroeléctrico) o bien simplemente por temas de aumento en la demanda energética, lo que justifica que su precio resultante promedio para este periodo fuese de \$86.02 por MWh (pp. 16-17)

Exportaciones eléctricas periodo 2017

En el mercado eléctrico para Costa Rica, durante el año 2017, se dieron exportaciones por 234,276.64 MWh de los cuales el 86% fue a través del mercado de oportunidad que opera el corto plazo, respecto al mercado de contratos, según CENCE (2018) específicamente y durante los meses de julio a diciembre se exportaron 36,952.48 MWh mediante la pre contratación de transacciones con agentes del norte del país.

Cuadro 12. Exportación del ICE al mercado regional 2017

MES	Contrato Sur		Contrato Norte		Oportunidad		Total Contrato y Oportunidad	
	MWh	USD	MWh	USD	MWh	USD	MWh	USD
ENE	0	\$0.00	0	\$0.00	24,639.66	\$559,025.51	24,639.66	\$559,025.51
FEB	0	\$0.00	0	\$0.00	11,182.06	\$755,285.32	11,182.06	\$755,285.32
MAR	0	\$0.00	0	\$0.00	3,309.72	\$221,123.04	3,309.72	\$221,123.04
ABR	0	\$0.00	0	\$0.00	4,242.15	\$292,927.60	4,242.15	\$292,927.60
MAY	0	\$0.00	0	\$0.00	19,354.38	\$627,281.19	19,354.38	\$627,281.19
JUN	0	\$0.00	0	\$0.00	30,814.34	\$487,607.54	30,814.34	\$487,607.54
JUL	0	\$0.00	2,051.11	\$79,449.16	8,015.28	\$267,304.44	10,066.39	\$346,753.60
AGO	0	\$0.00	6,785.65	\$385,839.12	16,355.31	\$599,877.61	23,140.95	\$985,716.73
SET	0	\$0.00	2,863.80	\$90,090.42	36,335.45	\$788,081.17	39,199.24	\$878,171.59
OCT	0	\$0.00	1,546.71	\$73,098.55	38,975.28	\$1,055,013.14	40,522.00	\$1,128,111.70
NOV	0	\$0.00	8,969.17	\$566,263.33	3,688.85	\$104,529.46	12,658.03	\$670,792.79
DIC	0	\$0.00	14,736.04	\$955,943.49	411.68	\$2,968.18	15,147.72	\$958,911.67
TOTALES	0	\$0.00	36,952.48	\$2,150,684.07	197,324.16	\$5,761,024.21	234,276.64	\$7,911,708.29

Fuente: Contenido obtenido de CENCE, San José 2019

Basados en la información de la figura previa se puede determinar que el mes en donde se dieron mayores movimientos hacia el mercado eléctrico regional fue Octubre, con una inyección al SIEPAC de 40,522.00 MWh (tomando en cuenta contratos y oportunidad) lo que representó un ingreso de \$ 1,128,111.70 impactando de manera positiva al país.

Exportaciones eléctrica periodo 2018

Para el año 2018, se exportó una totalidad de 160,614.40 MWh en términos de pre contratación regional (contrato norte), lo cual representa un monto de \$6,067,660.61 de ingresos para el país, siendo de esta totalidad Setiembre el mes de mayor aporte. Adicionalmente, según CENCE (2019), de esta generación un 54% proviene de fuentes hidroeléctricas, por lo que el recurso hídrico es de suma importancia para la matriz eléctrica nacional, y por ende para el aporte que realiza Costa Rica al SIEPAC.

Cuadro 13. Exportación del ICE al mercado regional 2018

MES	Contrato Sur		Contrato Norte		Oportunidad		Total Contrato y Oportunidad	
	MWh	USD	MWh	USD	MWh	USD	MWh	USD
ENE	0	\$0.00	705.50	\$24,805.38	5,889.98	\$70,265.77	6,595.48	\$95,071.15
FEB	0	\$0.00	4,840.00	\$188,059.20	6,172.33	\$253,531.75	11,012.33	\$441,590.95
MAR	0	\$0.00	3,130.00	\$241,510.00	1,396.41	\$102,013.25	4,526.41	\$343,523.25
ABR	0	\$0.00	0.00	\$0.00	350.00	\$25,353.50	350.00	\$25,353.50
MAY	0	\$0.00	0.00	\$0.00	5,925.29	\$377,018.27	5,925.29	\$377,018.27
JUN	0	\$0.00	7,032.65	\$247,445.31	27,141.91	\$1,545,903.90	34,174.56	\$1,793,349.20
JUL	0	\$0.00	19,328.31	\$715,895.64	3,836.09	\$157,658.16	23,164.40	\$873,553.79
AGO	0	\$0.00	22,413.79	\$841,648.34	12,985.11	\$664,224.49	35,398.90	\$1,505,872.83
SET	0	\$0.00	30,661.12	\$1,117,615.45	35,523.19	\$1,786,265.05	66,184.31	\$2,903,880.50
OCT	0	\$0.00	26,186.53	\$912,022.04	28,148.28	\$1,458,287.70	54,334.81	\$2,370,309.74
NOV	0	\$0.00	22,591.69	\$855,341.23	19,928.14	\$786,623.92	42,519.84	\$1,641,965.15
DIC	0	\$0.00	23724.809	\$923,318.03	202.576	\$10,847.63	23927.385	\$934,165.66
TOTALES	0	\$0.00	160,614.40	\$6,067,660.61	147,499.31	\$7,237,993.38	308,113.71	\$13,305,653.99

Fuente: Contenido obtenido de CENCE, San José 2019

Por otro lado, en cuanto al mercado de oportunidad se puede destacar que se exportó una totalidad de 308,113,71 MWh para un equivalente de \$ 13,305,653 , lo que nuevamente respalda la afirmación previamente realizada en cuanto a que este mercado en su mayoría se trabaja a un corto plazo, y en donde es fundamental la demanda de los países consumidores.

Siguiendo la línea de lo planteado previamente, se puede determinar que Costa Rica tuvo un crecimiento exponencial en cuanto a la exportación de energía eléctrica, logrando así posicionarse como uno de los países con mayor producción y aporte de la región.

Barreras dentro del mercado eléctrico regional

A partir de 2013, con la puesta en operación del SIEPAC, el Consejo Director Mercado Eléctrico Regional [CDMER] enfocó sus esfuerzos en analizar los temas que introducían barreras al desarrollo del MER, identificándolos, fijando hojas de ruta, y asignando roles y responsables para su ejecución, según Echeverría , et al. (2016):

En 2014 se dispuso iniciar un proceso de coordinación más formal e intenso entre las actividades del CDMER, la CRIE y el EOR, y se acordó: (i) crear una instancia ejecutiva, el Comité Técnico (Equipo Estratégico del MER), compuesto por los Secretarios Ejecutivos de los tres entes; y (ii) desarrollar Reuniones Tripartitas o Conjuntas de sus Juntas Directivas. (p. 71)

Por lo que se puede analizar que los objetivos de esta estrategia se enfocan básicamente en robustecer la institucionalidad y el alineamiento estratégico regional, para así adquirir una mayor

coordinación interinstitucional entre los organismos, y el establecimiento de un mecanismo neutral e independiente para el reconocimiento de las decisiones regulatorias. Además de impulsar la expansión de la generación y transmisión regional, formando las condiciones regulatorias y un mecanismo de planificación que facilite la atracción y desarrollo de plantas de generación de escala regional y movilicen la expansión de la red regional.

No obstante, a pesar de los esfuerzos existen ciertas barreras que intervienen durante el funcionamiento del SIEPAC. En la presente sección se analizan las principales dificultades que han obstaculizado un mayor grado de desarrollo y consolidación del MER, los cuales se han relacionado con los objetivos estratégicos y el plan estratégico del Mercado como tal. Si bien el plan estratégico conjunto aborda las barreras y se encuentra en fase de implementación, se ve necesario complementarlo con las recomendaciones y nuevas acciones descritas dirigidas a superar las barreras al desarrollo y consolidación del MER.

Rechazo al riesgo de racionamiento

Según Echeverría, et al. (2016) con respecto a este punto indica que,

En lo político se ha identificado la aversión al riesgo de un eventual racionamiento en cualquiera de los países, teniendo en cuenta que el sector eléctrico es motor fundamental para la economía de un país. Dada esta alta aversión al riesgo de un racionamiento energético, los gobiernos pueden verse motivados a suspender las exportaciones para darle prioridad al abastecimiento de la demanda local. Sin embargo, la planificación basada en criterios de confiabilidad, tanto nacional, como regional, permitiría tener elementos adicionales para manejar adecuadamente los recursos. Hoy en día la región cuenta con suficiente experiencia ante eventos de bajos aportes hídricos para poder incorporar estas variables tener una hoja de ruta y control para las instituciones, agentes y la demanda, permitiendo superar las condiciones extremas bajo la premisa de respeto a los compromisos adquiridos. (p. 74)

Como posibles soluciones a esta situación, se tiene como base en la región lo que ya se ha avanzado a nivel de cada país, estableciendo las reglas de cada mercado, donde se indica básicamente que las distribuidoras locales deben cumplir con satisfacer las necesidades de energía mediante contratos. Ahora bien, para dar confianza a las autoridades y a la comunidad de cada

país, de manera complementaria, es fundamental contar con márgenes de reserva de generación a nivel local y regional que permitan enfrentar atrasos de proyectos y aumentos de consumos de energía que puedan poner en riesgo la seguridad de suministro de uno o varios países de la región.

Posteriormente, con la experiencia obtenida, se podría lograr que un país acepte que la seguridad para atender sus necesidades, la obtiene mediante obligaciones firmes de compra a agentes localizados en otro país, respaldados por la interconexión regional. Para dar esa confianza a los gobiernos es conveniente tener un margen de reserva en la región, con un indicador global y por país, que permita hacer un adecuado y transparente seguimiento. Como complemento a lo anterior, y según Echeverría et, al. (2016), “se sugiere partir de la premisa de que las cantidades de potencia firme que un agente puede exportar al mercado regional es resultante del balance de su oferta, descontando sus compromisos de entrega en el mercado nacional”. (p. 75)

Es decir, la energía firme de exportación de debe estar comprometida en el mercado nacional del agente exportador, y contar con una reserva de confiabilidad suficiente, sumado al balance regional y nacional, son medidas necesarias para la planeación coordinada que buscan evitar materializar los riesgos de racionamiento, en casos de atrasos de proyectos, fallas en las plantas de generación y eventos de sequía extrema.

Autonomía energética

Efectivamente, el modelo existente hace que todos los países promuevan el esparcimiento de generación eléctrica requerida por la demanda de sus mercados, lo cual es una manera de afirmar su autosuficiencia, a pesar de que sea mejor económicamente comprar energía en el MER. Sin embargo, esto conduce a que el MER se vea como un mercado de excedentes, dificultando el desarrollo de proyectos de generación regionales y el incremento de las transacciones en el MER.

Dicho una vez lo anterior, es importante que la región tome conciencia de que no se pierde autonomía nacional cuando se apoya un proyecto de generación regional. Todo lo contrario, según indica Echeverría et, al (2016): “Se busca sostenibilidad y complementariedad de los recursos, dado que hay reglas claras y conocidas que se deben honrar y priorizar una vez establecidos los compromisos que sostienen los intercambios de energía en el largo plazo”. (p. 75)

Por lo que, se puede aportar que para esto es importante que incluso se difunda a nivel de comunicación social, sobre las ventajas y beneficios del MER, con el fin de que se priorice el

bienestar ambiental, y económico de la región, pues con el aumento de una matriz diversificada y con un buen margen de reserva, es posible cumplir estos propósitos, aún en sucesos extremos de hidrología y atraso de los planes de expansión.

Como principio general para superar esta barrera, es necesario que prevalezcan los compromisos adquiridos en los contratos firmes (en caso de que se negocie la exportación mediante pre contratación) , aún en eventos de criticidad energética en el mercado local. Esto es indispensable para incentivar la construcción de nuevas plantas con vocación y motivación exportadora de carácter regional en el MER.

Finalmente, se debe destacar que obligatorio garantizar la entrega de la energía aún en momentos de escasez en el país exportador. Por lo que esto requiere que se establezcan en los contratos, mecanismos legales que busquen el cumplimiento de los compromisos adquiridos, para así evitar conflictos regionales, o bien penalizaciones ante eventos de incumplimiento para cualquiera de las partes. Adicionalmente, según Echeverría et, al (2016), “el comprador podrá exigir las garantías de cumplimiento al vendedor, a establecerse por medio del sector financiero”.

Deficiente coordinación interinstitucional

El fortalecimiento de las instituciones que lideran el desarrollo del Mercado es una responsabilidad de carácter nacional y regional, que cubre aspectos desde lo técnico hasta lo regulatorio, jurídico, político y económico. Las mismas funcionan apoyándose unas de otras, por lo tanto, debilidad de cualquiera de ellas, o falta de coordinación entre las mismas, constituye una barrera importante para lograr avances en el MER.

Entre las causas que se han identificado como obstáculos para alcanzar una mayor fluidez entre las instituciones se encuentran, factores como, niveles de presupuestos limitados, recurso humano en número y capacidades insuficientes, debilidad en la cohesión de actividades conjuntas y debilidad en el liderazgo regional. Aspectos específicos que se han reconocido como muros institucionales, luego del análisis del gobierno corporativo para la toma de decisiones en las tres instituciones que lideran este cambio, la CRIE, el EOR y el CDMER, según Echeverría, et al. (2016) son los siguientes:

No se cuentan con instrumentos claros (por ejemplo, Códigos de Buen Gobierno) para resolver los potenciales conflictos de interés. El hecho de que los Consejos

Directivos de CRIE y EOR estén conformados en la práctica, fundamentalmente, por representantes de los Reguladores Nacionales y Operadores Nacionales respectivamente, puede dar lugar a la percepción de que intereses particulares de un país bloqueen o demoren la toma de decisiones a nivel regional.

Hay insuficiente participación de los agentes en los Consejos Directivos para balancear el proceso de toma de decisiones.

Del mismo modo, debería considerarse la existencia de consejeros independientes en los Consejos Directivos.

Hay una carencia de un esquema de selección y designación de consejeros con suficiente trayectoria en el mercado, que garantice el cumplimiento de condiciones de idoneidad, representatividad e independencia, y que tengan asignación de tiempo completo (pp. 77-78).

Por lo tanto, “se sugieren aspectos que podrían facilitar la mejor toma de decisiones mediante la capacitación de todo el recurso humano, a través de la cooperación técnica internacional, con el objetivo común de superar las barreras identificadas”. (Echeverría et, al, 2016, p. 78)

A manera de conclusión, debe haber un fortalecimiento de las instituciones desde la planeación, toma de decisiones, cumplimiento de objetivos y alcance al plan de acción. El fortalecimiento institucional debe estar en los tres entes CRIE, EOR y CDMER, lo cual significa que la coordinación debe ser conjunta para este “eje”.

Evaluación de beneficios para Costa Rica de la integración eléctrica regional

El proceso de integración eléctrica en Centroamérica ha producido beneficios tangibles para los habitantes de la región, en donde para Costa Rica no es la excepción. En este apartado se busca enfocar en los beneficios económicos, e incluso ambientales que se han realizado sobre el proceso de integración eléctrica regional.

Impacto económico

Según Salazar (2017) en su publicación “¿Qué ha ganado Costa Rica con la integración eléctrica centroamericana?” para El Financiero, indica que,

Entre junio de 2013 y diciembre de 2015 Costa Rica obtuvo beneficios netos de **\$12 millones derivados de las transacciones de energía en el Mercado Eléctrico Regional**. Esos beneficios (que para la región, en su conjunto, significaron \$131,9 millones) son parte de las estimaciones que realizó el Banco Interamericano de Desarrollo en un **informe publicado en abril de este año**, acerca de las ganancias de un mercado eléctrico que apenas madura en Centroamérica. (párr. 1)

Basados en lo previamente indicado, se puede determinar que Costa Rica ha podido colocar sus excedentes de energía en el mercado regional y así obtener un precio por ello, lo cual redundaría en una reducción de precios para los usuarios finales, por lo que tomando en cuenta que la mayor parte del potencial de energía renovable disponible en el país se encuentra en los cantones con menor índice de desarrollo humano; se podría pensar en otorgar \$0,01 por cada kWh exportado a los cantones en donde se desarrollen los nuevos proyectos de generación.

En cuanto al dinero recibido, este puede destinarse a financiar proyectos de inversión, e inclusive a brindar una importante baja en cuanto a la tarifa eléctrica regional, además según El Economista (2018) en su publicación “Costa Rica ha ganado \$410 millones con mercado eléctrico regional” menciona que,

El estatal Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) informó hoy de que desde que inició la venta de electricidad a los países de Centroamérica, en 1982, ha obtenido beneficios por 410 millones de dólares.

Según los datos de la entidad, ese número corresponde a 162 millones de dólares de exportaciones de energía a Panamá, Nicaragua, El Salvador, Honduras y Guatemala, y 248 millones de dólares que se ahorró al importar desde otros países electricidad que hubiese tenido [sic] que producir a más alto costo con plantas de combustible.

"Tenemos gran experiencia en intercambios de energía, que se han fortalecido con la expansión del Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central", agregó.

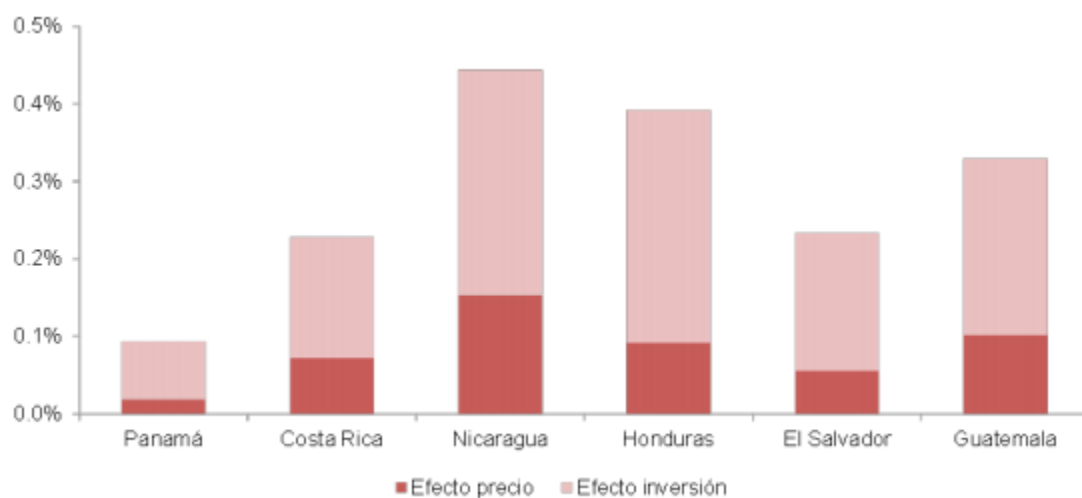
Sin embargo -comenta-, "la región debe avanzar en el compromiso de aumentar su capacidad de transmisión para que podamos exportar nuestro potencial. Hoy existen condiciones que nos limitan", dijo en un comunicado el director corporativo de Electricidad, Luis Pacheco.

El ente costarricense detalló que desde 1982 ha importado cerca de 222 millones de dólares (1.601 gigavatios hora), costo que ascendería aproximadamente a 470 millones de dólares si se hubiesen generado con plantas térmicas nacionales.

"Esa diferencia de 248 millones de dólares sumada a la ganancia por las exportaciones resulta en un beneficio económico que favorece directamente a los consumidores nacionales, pues permite disminuir los costos de producción locales y reducir las tarifas eléctricas", indicó el ICE. (párr. 1-6).

En resumen, el impacto a nivel económico en cuanto a las exportaciones de energía eléctrica ha tenido un impacto relativamente positivo, gracias a la gran variedad en la matriz eléctrica y a la capacidad de producción nacional lo que, por ende, tiene su aporte hacia el Producto Interno Bruto [PIB], según Echeverría et, al. (2016) destaca que,

La interconexión eléctrica causa un crecimiento en el PIB en todos los escenarios. La Figura 49 muestra que el escenario de integración media (IM) genera un impacto positivo en el PIB del orden de 0,4% en países como Nicaragua y Honduras con respecto a un escenario sin interconexión. En el caso de Guatemala, el impacto es ligeramente menor (0,33%); en Costa Rica y El Salvador el impacto sobre el PIB es alrededor de 0,2%, mientras en Panamá, el impacto apenas bordea el 0,1%. Para el resto de los escenarios (no mostrados), las diferencias a nivel de países se mantienen. Por ejemplo, en el escenario de integración alta (IA), el efecto sobre el PIB en los casos de Nicaragua y Honduras es cercano al 1%, mientras que en el escenario de integración baja (IB) el impacto en la economía panameña es de alrededor de 0,05%. (p. 60)

Figura 22. Impacto de la integración eléctrica al PIB

Fuente: Contenido obtenido de BID, San José 2019.

A manera de conclusión, se puede determinar que a pesar de la complejidad del proyecto y las críticas recibidas por distintos entes a nivel nacional debido a la preocupación de no lograr abastecer la demanda nacional en algún futuro. El SIEPAC y las exportaciones de energía eléctrica que se dan tanto de forma pre contratada, y mediante contratos de oportunidad han generado en su mayoría a nivel nacional un aceptable aporte a la economía costarricense.

Impacto ambiental

Para poder determinar el impacto ambiental como tal, se debe ir desde la creación de las centrales productoras de energía que hacen posible al largo plazo las exportaciones como tal, según La Nación (2016) en su publicación “Otras realidades de la energía hidroeléctrica” indica que,

se han pasado por alto y que, aunque resulta excelente que el país sea un modelo en energías renovables a escala mundial, no deberíamos ignorar, pues, al final, los afectados, además de los ecosistemas, somos nosotros mismos.

El primero es la fragmentación de hábitats. Los ecosistemas de agua dulce (ríos y quebradas, entre otros), son corredores biológicos que favorecen el intercambio de nutrientes y el paso de toda clase de animales terrestres y acuáticos, principalmente peces. En Costa Rica tenemos unas 10 especies de peces migratorios que, para reproducirse, necesitan desplazarse desde lo alto de los ríos

hasta la costa o viceversa. Un ejemplo es el bobo (*Joturus pichardi*), que habita en la vertiente caribeña y se considera en peligro.

La construcción de un proyecto hidroeléctrico implica colocar una represa a lo ancho del río para crear un embalse que permita llevar el agua por conductos hasta la casa de máquinas, donde las turbinas serán movidas por la fuerza del agua y así se genera electricidad.

Esa agua, posteriormente, es liberada kilómetros abajo en el mismo río de donde fue tomada. Por eso se ha ganado el nombre de “renovable”. Sin embargo, estos proyectos no han considerado la fauna del río con hábitos migratorios, ni a las especies terrestres que ven bloqueado su paso.

La fragmentación de hábitat es considerada una causa de extinción de especies. En Costa Rica ya se observa este fenómeno en ríos que tienen represas y donde ya no habitan peces como el bobo, el tepemechín (*Agonostomus monticola*) o la machaca (*Brycon costaricensis*), entre otros.(párr. 1-5)

Hechas las consideraciones anteriores, es importante añadir que la construcción de una represa implica consigo una deforestación de la zona para iniciar su construcción, lo que de igual manera afecta al ecosistema. Cabe mencionar que al filtrar el paso del agua, también lo hace con sus sedimentos por lo que anualmente se abren las compuertas para su respectivo mantenimiento, lo que hace que estos sedimentos pasen por el canal bruscamente, atentando contra la vida de distintos peces provocándoles una muerte por asfixia.

Si bien es cierto, que existe un impacto negativo inherente a la construcción de centrales de producción de energía eléctrica, y por ende a sus exportaciones, también ha tenido un impacto muy positivo. Es conveniente mencionar que el impacto positivo que tiene para el país está enfocado en la reducción de los gases de efecto invernadero, y esto motivado por la demanda eléctrica de la región, ya sea por medio de la pre contratación del abastecimiento, como por contratos de oportunidad que le permiten a Costa Rica posicionarse a la vanguardia, y que a su vez motiva a explotar el abanico tan amplio de opciones en cuanto a temas de matriz eléctrica nacional.

Por otro lado, y como previamente se mencionó, la generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables posee ventajas, pues estas no producen emisiones de CO₂, lo que simultáneamente contribuye a la importante meta que se tiene como país de la carbono neutralidad para el año 2021, y así mejorar su capacidad para enfrentar los efectos del cambio climático en sectores claves.

Siguiendo esta misma línea cabe destacar que uno de los impactos ambientales que trae al país las exportaciones eléctricas, es una solidez del sector eléctrico. Esto propicia que el respaldo energético se pueda empezar a implementar de manera más activa en el sector transporte, en donde el país tiene una dependencia hacia los combustibles fósiles, mismos que anteriormente se mencionaron, y afectan con sus gases de efecto invernadero.

Por otro lado, como lo indica Otey (2017) en su publicación “es una herramienta clave, con datos, inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y un novedoso sistema para incorporar a empresas, organizaciones y municipalidades, para llegar al escenario de cero emisiones de gases de efecto invernadero” (párr. 9) los beneficios a nivel nacional de las transmisiones aportan a la meta carbono neutral, misma que se determina como un posible efecto dominó para la región, en pro de una energía y ecosistema más amigable con el ambiente.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

Enfoque

El enfoque de investigación como tal según Yanez (2018): “El enfoque de la investigación es la forma en la que el investigador se aproxima al objeto de estudio. Es la perspectiva desde la cual aborda el tema, que variará dependiendo del tipo de resultados que espera encontrar” (párr. 1), esto se da mediante la aplicación del método científico y un orden de investigación priorizando los temas más significativos del fenómeno.

Por otra parte, la presente investigación busca examinar tanto los hechos históricos como el desarrollo natural del fenómeno, asociado con las experiencias, o bien conocimiento de los expertos en el tema, por ende se considera de enfoque cualitativo, en donde se desea profundizar en cuanto a los impactos económicos y ambientales del proceso de exportación de energía eléctrica mediante la red del SIEPAC, ahondando también en la importancia que tienen los entes o empresas participantes en este tipo de operaciones logísticas dentro del marco del Mercado Eléctrico Regional.

Es importante destacar que mediante el enfoque que se le da a la presente investigación se busca indagar o explorar con una profundidad mayor que un enfoque cuantitativo, puesto que se pueden generar hipótesis antes, durante o después de la recolección y análisis de datos, lo que se traduce también a que en cuanto más se avanza en el proceso de investigación más se perfecciona la hipótesis final.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), se indica que “por otra parte, la investigación cualitativa proporciona profundidad a los datos, dispersión, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias únicas. Asimismo, aporta un punto de vista “fresco, natural y holístico” de los fenómenos, así como flexibilidad”. (p.16)

En el momento de analizar una información o una teoría, se crea una idea, la cual impulsa a que se plantee un problema en el que se pueden analizar los hechos para desarrollar nuevas teorías coherentes y de esa manera justificar lo que se está observando. La inmersión inicial en el campo pretende que, en el estudio, se logre identificar aportes de datos que sirvan como guía para entender

el entorno y adaptarse con la situación de la investigación, así como tener la capacidad de verificar si el estudio es factible realizarlo.

En el proceso cualitativo, la información se genera conforme se tienen más datos, se van perfeccionando de tal manera que forman parte del resultado del estudio. Las fases de la muestra, la recolección, el análisis y la interpretación de los datos se desarrollan de manera continua. Durante el proceso de recolección de datos, se pretende obtener diferentes opiniones, referencias y puntos de vista de las personas involucradas.

Por esa razón, el análisis cualitativo trata de entender de manera más profunda a los participantes, ya que cada uno tiene una manera única de ver el mundo e interpretar diferentes situaciones. Todo se empieza a construir e interpretar a partir de una realidad subjetiva que se ha formado en la investigación y que presenta variaciones en forma y contenido. Por lo tanto, debe verse un entorno relativo que sólo puede entenderse a partir de las formas de pensar de los actores indagados durante el proceso investigativo.

Diseño

Debido al tipo de investigación que se realiza, se encuentra la necesidad de conocer tanto la historia como las experiencias de distintos profesionales en el tema, y a la vez lo importante de entender las múltiples perspectivas acerca del fenómeno es que se emplea un diseño narrativo.

El diseño narrativo, el cual no es parte del diseño de una teoría, se analizará el fenómeno con base en el historial y experiencias de las personas para describirlas y analizarlas. El énfasis se basa en la interpretación, percepción y opinión, este proceso es eficaz para captar el sentido de los fenómenos que se quieren recolectar. Se pretende recolectar información de las diferentes fuentes primarias con el objetivo de que puedan facilitar opiniones y percepciones que ayuden a identificar los impactos ambientales y económicos de la exportación de energía eléctrica.

Según Hernández et al. (2014), “Los diseños narrativos pretenden entender la sucesión de hechos, situaciones, fenómenos, procesos y eventos donde se involucran pensamientos, sentimientos, emociones e interacciones, a través de las vivencias contadas por quienes los experimentaron.” (p.487-488).

Se contextualiza la época y lugar donde ocurrieron las experiencias y reconstruye historias de los expertos en el tema, los hechos, la secuencia de eventos y los resultados e identifica categorías y temas en los datos narrativos, para finalmente poder relacionarlos y armar una narrativa general para poder comprender de forma clara el fenómeno de estudio.

Fuentes de información

Con respecto a este punto, se desea determinar de forma explícita mediante una tabla la muestra para la presente investigación, en donde se puntualizan los nombres de las empresas colaboradoras con información de suma relevancia para el estudio, y el motivo por el cual se selecciona la misma en cada caso. Cabe mencionar que cada una de estas empresas tiene una participación en el proceso de exportación como tal, ya sea de manera directa mediante su compra, venta, o generación de contratos binacionales o de forma indirecta velando por una buena gestión ambiental.

Muestra

Para el desarrollo del presente estudio, la población es referente a la información puntual, suministrada para establecer las interrogantes necesarias para conocer los aportes que tiene el proceso de exportación de energía eléctrica y su impacto en aspectos ambientales y económicos en la región. Hernández et al. (2014), quienes citan a Lepkowski, (2008), indican que una población se define como el “conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.” (p.174)

Debido a lo anterior, se toman como referencia para el análisis de la problemática en estudio, a 8 especialistas de instituciones tanto de carácter privada como pública como el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), el Empresa Propietaria de la Red (EPR), Grupo Mega y el Ente Operador Regional (EOR) que brindan toda la información relevante acerca de los diferentes análisis que se deben establecer para determinar comparaciones y conclusiones referentes al desarrollo de la investigación.

Cuadro 14. Muestra de la población

¿Dónde?	¿Por qué?
ICE	Empresa encargada de la compra y venta de energía eléctrica a nivel nacional y regional
EPR	Ente propietario de la red SIEPAC
EOR	Ente Operador Regional, intermediario en el proceso de exportación entre las partes
Grupo Mega	Empresa dedicada a proveer soluciones de demanda en cuanto al comercio internacional

Nota: Elaboración propia con los datos de la presente investigación, San José 2018

Por otra parte, de los entes mencionados se extraerá la muestra, proceso mediante el cual se cualifican los datos recolectados de un determinado grupo de personas, sucesos, comunidades, etc. En esta técnica el tamaño de la muestra será reducido (8 entrevistados para el presente escrito) debido a que el interés no es generalizar los resultados, de lo contrario lo que se quiere es profundizar, por esto, es más importante la selección de los profesionales adecuados e instituciones adecuadas.

Para seleccionar el tipo de muestra de la presente investigación, se toma en cuenta que la muestra es mediante el criterio de voluntarios y expertos en el tema, según Hernández, et al. (2014), indica que “el procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador (p. 176)”. La selección de la muestra es intencional, es decir, por conveniencia por criterio de experto y se aplicará según las condiciones del estudio.

Fuentes primarias

En el presente estudio se basará la recolección de la información en fuentes primarias, ya que, para obtener la información, se procederá a visitar a las compañías involucradas en el estudio, y se puede determinar como una información original no abreviada o información de primera mano. Se acudirá a un colaborador del Instituto Costarricense de Electricidad, porque son los encargados de comercializar energía, ver costos de operación y control regulatorio, un colaborador

del Ministerio de Ambiente y Energía, encargado de dar información sobre la reapertura del mercado a nivel de generación distribuida con energías de fuentes renovables, así como que brinde información sobre el impacto ambiental que puede generar la utilización de energías renovables.

Fuentes secundarias

Es la información organizada, producto de un análisis de datos reelaborados o procesados. Para esta investigación se tomaron documentos extraídos de Internet que permitirán adoptar conocimiento acerca de decretos, regulaciones y aspectos legales sobre las energías renovables y los aportes al comercio internacional en Costa Rica.

Criterios de inclusión y exclusión

Con respecto a esta sección, se puede determinar cómo criterios de inclusión según La Academia Europea de Pacientes (s.f): “son las características que deben tener los posibles participantes para considerar su participación en un ensayo. Describen las población de pacientes y los criterios de selección de pacientes.” (párr. 1), en la presente investigación los criterios de inclusión como tal se deben determinar para tener una mayor certeza en cuanto a los resultados de la investigación.

Por lo tanto, se puede determinar que los criterios de inclusión para la presente investigación deben ser profesionales en el ámbito de comercio internacional, personas con experiencia en el desarrollo o implementación de energías renovables y eficiencia energética con la disponibilidad de aportar al presente informe.

Unidades de análisis

Con respecto a esta unidad, se puede determinar que su importancia se basa en los métodos mediante los cuales se llevan a cabo los objetivos de la investigación como tal, en donde cada objetivo tiene su categoría específica de análisis y esta última posee variadas subcategorías que también respaldan la validez, confiabilidad y objetividad que se busca en la aplicación del instrumento indicado.

Capacidad de producción

La capacidad de producción eléctrica del país es de suma relevancia para el presente análisis, debido a que es el génesis para poder lograr el proceso de exportación como tal. Es de suma importancia mencionar que la capacidad de producción, logra determinar si es posible o no exportar, esto por que como prioridad se tiene abastecer primero la demanda nacional.

Por otro lado, se le puede caracterizar indicando que tiene una gran variedad a nivel nacional en su matriz, lo que realmente es un punto a favor para Costa Rica, puesto que permite evitar cualquier tipo de dependencia en cuanto a un solo tipo de fuente renovable, e incluso ante la extracción energética por medio de combustibles fósiles.

Impacto

Entre los impactos que pueden identificarse en cuanto a las exportaciones eléctricas mediante el SIEPAC, se puede determinar que son importantes por tener como objetivo la ayuda a contribuir a una o varias causas en específico, tales como la demanda eléctrica de los países con deficiencia energética, así como los beneficios en términos ambientales y económicos para el país, ya que impulsa a que Costa Rica obtenga una posición más competitiva a nivel regional. Puede también mencionarse que los impactos ambientales dados en el país pueden llegar a predicar al resto de naciones Centroamericanas en cuanto al tema de carbono neutralidad, y así lograr una mejor eficiencia regional de la mano con un importante aporte económico.

Relevancia

En cuanto a la relevancia se desea hacer un enfoque en cuanto a las empresas participantes del proceso de exportación, esto para tener un panorama mucho más amplio a la hora de determinar las conclusiones de la investigación, desde la empresa generadora y distribuidora como el ICE, así como los distintos entes regionales como lo son el EPR, empresa propietaria de la red, encargada básicamente de darle un monitoreo a los constantes movimientos de MWh que se dan por medio de la red, así como otras funciones.

Es importante mencionar que también se debe incluir en este aspecto a la CRIE y CDMER en donde prácticamente ambas dan directrices, o bien plantean los mecanismos o reglamentos mediante los cuales se dan las exportaciones en el sector, y por último pero no menos importante

el papel del EOR, encargado básicamente de los contratos comerciales entre los países de la región que desean importar o exportar electricidad.

Instrumentos utilizados en la investigación

Las distintas fuentes de información son instrumentos empleados que tienen como finalidad adquirir conocimiento e interés mediante el acceso y la búsqueda de la información, en las cuales es de suma importancia diferenciar y seleccionar de manera adecuada las distintas fuentes de información para determinar un análisis que logre una conclusión acertada del estudio.

Entrevista semiestructurada

En la presente investigación se utilizará una fuente primaria como la entrevista como instrumento para obtener información y desarrollar el estudio, así como poder encontrar las respuestas a los objetivos planteados en la investigación y la misma no será modificada para poder cumplir con su validez y objetividad, Hernández et al. (2014), con respecto a lo que se conoce como entrevista se indica que “en la entrevista cualitativa pueden hacerse preguntas semiestructuradas sobre experiencias, opiniones, valores, creencias, emociones, sentimientos, hechos, historias de vida, percepciones, atribuciones, etc.”. (p. 407)

Vale adicionar que en este punto se desea ser totalmente transparente, para así tener la oportunidad de que el estudio pueda aplicarse en otros contextos, lo que a su vez brinda credibilidad que se traduce en una máxima validez, en donde se logra captar el significado completo y profundo de las experiencias de los entrevistados.

Cuestionario

Es un mecanismo de recolección de datos mediante preguntas semiestructuradas diseñadas para conocer a una o más personas. Está conformado por una serie de preguntas con respuestas y tiene como finalidad registrar datos o información necesaria para emitir criterios o conclusiones finales, el mismo se puede elaborar a partir de las preguntas que se realizan a los involucrados en la realización del estudio, profesionales capacitados en temas eléctricos y energías renovables.

En el presente estudio se empleará el cuestionario como el instrumento de medición, con el que se pretende adquirir la información necesaria para establecer diferencias entre los encuestados y así observar y analizar el comportamiento de las respuestas y variables en el presente estudio. Según Hernández et al. (2014), citando a Chasteauneuf (2009), indican que un

“cuestionario es un conjunto de preguntas respecto de una o más variables que se medirán”. (p. 217)

Proceso de recolección de datos y análisis de datos

Para lograr el objetivo con el instrumento mencionado se utilizarán medios como el correo electrónico, y llamadas telefónicas como primer acercamiento con los profesionales seleccionados del Ente Operador Regional, Empresa Propietaria de la Red, y Instituto Costarricense de Electricidad. Adicionalmente, se procederá con el consentimiento del entrevistado a grabar la misma para así tener un mejor respaldo a la hora de hacer el respectivo análisis de datos, y determinar las conclusiones del fenómeno.

Cabe mencionar, que en caso de ser necesario realizar una saturación de datos para tener una mayor precisión en cuanto al análisis se recurrirá al mismo para poder generar una importante confiabilidad en cuanto a las fuentes de información, y a su vez aprovechar al máximo el conocimiento de los profesionales entrevistados.

En cuanto al análisis de los datos cualitativos y sus respectivos propósitos, Hernández et al. (2014) indican que son:

La búsqueda de los datos, en la cual se debe de implantar una estructura y organizar los datos en unidades y categorizarlos, luego se debe desarrollar las respuestas de los participantes tomando en cuenta su punto de vista y expresiones; se debe conceptualizar y categorizar la información recabada y brindarle sentido para poder interpretarla y explicarla en función del planteamiento del problema; entender el concepto que envuelve los datos; vincular resultados respecto al conocimiento existente y generar una teoría apoyada en la información encontrada. (p.418)

Para el análisis de los datos de la investigación, se procede a organizar la información recolectada tanto de fuentes primarias como secundarias, transcribir la información recolectada de los profesionales en el tema de las empresas previamente indicadas (ver tabla 1) y, posterior a ello, seleccionar el programa de análisis para así tener una precisión más grande a la hora de obtener el análisis de los resultados.

Finalmente, se procede a realizar una triangulación de datos en donde se desea ordenadamente organizar tanto la información obtenida mediante el instrumento(entrevista), fuentes de información secundarias, y la construcción del investigador basado en las fuentes analizadas.

Para finalizar la entrevista, se procederá con el agradecimiento al entrevistado por todo el tiempo dedicado y la información compartida basada en experiencias propias, o del contexto en donde se desempeña.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo de esta investigación, se mostrarán y se desarrollarán los resultados obtenidos mediante las entrevistas que se realizaron a la muestra seleccionada para el estudio, a quienes se les solicitó brindar información acerca de la capacidad de producción, impacto tanto económico como ambiental, y la relevancia que tienen los entes participantes dentro del proceso de exportación.

Para el análisis de los resultados de esta investigación, se desarrollaron varios puntos de la siguiente manera: en primer lugar, se muestra una tabla que contiene las unidades de análisis y sus respectivas categorías, en segundo lugar, se realiza una descripción y el respectivo análisis de cada categoría, en el que se realiza la comparación de la información brindada por los entrevistados y se contrasta con la teoría recabada en el marco de referencias. Para finalizar, se interpretan los resultados obtenidos para dar respuesta al problema de la investigación.

Con respecto a las unidades de análisis, estas se obtienen a partir de los objetivos específicos del presente estudio. La primera unidad de análisis hace referencia a la capacidad que tiene el país en cuanto a la producción eléctrica, y ciertas características de su matriz. En segundo plano, se presenta la unidad referente al impacto como tal de las exportaciones de energía eléctrica hacia la región mediante el SIEPAC, dando un enfoque a los aspectos económicos y ambientales. A manera de conclusión, la tercera unidad de análisis es más referente hacia la relevancia o importancia de los entes que participan en el proceso de exportaciones eléctricas desde Costa Rica hacia la región centroamericana.

Cuadro 15. Unidades de análisis

Categoría de análisis	Subcategoría
Capacidad de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión • Tecnología • Restricciones • Sostenibilidad • Diversidad en matriz eléctrica • Barreras • Implicaciones
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia • Inversión • Beneficios ambientales • Beneficios económicos • Influencia • Reducción de costos
Relevancia	<ul style="list-style-type: none"> • Importancia • Funciones • Discrepancias • Generadoras • Reguladoras • Competencia

Fuente: Elaboración propia con datos de la presente investigación, San José 2019

Unidad de análisis 1: Capacidad de producción

Esta primera unidad de análisis se desea hacer referencia a la importante capacidad de producción eléctrica que tiene el país, y lo fundamental e incluso lo que implica tener esa capacidad, en conjunto con la amplia matriz energética y eléctrica que se presenta en Costa Rica.

Además de valorar la independencia que representa para el país dentro de un mercado tan competitivo.

Para esto, a continuación, se presentan las categorías, para la unidad de estudio:

- Inversión
- Tecnología
- Restricciones
- Diversidad en matriz eléctrica
- Sostenibilidad
- Barreras
- Implicaciones

Para cada categoría, se realizará una breve descripción con base en las respuestas ofrecidas por la muestra de la investigación. Se comparan los resultados de las entrevistas con la teoría recabada y se prepara un análisis con el objetivo de adaptar las bases teóricas presentadas.

Inversión

Según lo indicado por los entrevistados se pueden destacar las siguientes declaraciones.

Si bien es cierto esta inversión es sumamente alta y evidencia endeudamiento de la compañía matriz nacional en energía que es el Instituto Costarricense de Electricidad, ha sido de gran importancia para la protección del ambiente que es el tema central en la producción de energía mediante fuentes renovables. Cabe destacar que presenta debilidades también como la generación de altas tarifas para el consumidor final. (Entrevistado 1)

Pone al país en una posición de privilegio a nivel mundial, siendo uno de los que mayor energía con recursos renovables genera. Esto lo hace ser un país atractivo para la inversión extranjera, así como un país comprometido con la sostenibilidad y conservación del medio ambiente. (Entrevistado 6)

Análisis

En el análisis se logra determinar lo fundamental que es para el país la inversión en cuanto a la producción de energía eléctrica mediante fuentes renovables. Está claro que es una gran

inversión, sin embargo, esta le permite al país avanzar en temas de posicionamiento y desarrollo sostenible.

El sitio web de la Presidencia de la República de Costa Rica destaca que la generación distribuida para autoconsumo promueve el uso de las energías renovables, asimismo una reducción en la factura eléctrica. Además, este nuevo modelo energético aportará beneficios importantes, como el logro del desarrollo de una conciencia en el ahorro energético, ambiental, lo cual implicaría también la reducción de la factura eléctrica.

No obstante, los expertos entrevistados destacan en sus aportes que si bien este tipo de inversiones tienen como norte un país con el valor agregado de ser mucho más amigable con el ambiente, este tipo de inversiones tiene una deficiencia, y es el notable aumento de la tarifa eléctrica. Como lo indica CentralAmericaData.com (2016) en su publicación “Planta Hidroeléctrica cuesta 4 veces lo proyectado” “En Costa Rica un proyecto **hidroeléctrico** de 37 MW cuyo costo previsto era de \$94 millones, terminó costando al Estado \$361 millones, debido a una deficiente supervisión y fiscalización de la obra.(párr. 1) sumado a esto que los financiamientos para este tipo de proyectos son pagados mediante el cobro de las tarifas, lo cual afecta el bolsillo de los costarricenses.

Tecnología

Con respecto a esta categoría se puede indicar que es inherente a la capacidad de producción eléctrica nacional, debido a la construcción y desarrollo que se implementa en el país.

Al 2019, el país cuenta con suficiente capacidad instalada de generación para cubrir la demanda eléctrica sin problema. Desde 1991 hasta la fecha, el promedio de generación renovable supera el 94%, seguir instalando plantas con la tecnología actual y el modelo actual de mercado, solo encarecería aún más el costo de la electricidad, pues se requiere mucha capacidad instalada solo para cubrir los meses de verano más intensos (marzo-abril) en donde sería más rentable otro tipo de tecnología. (Entrevistado 2)

Análisis

Es acertante destacar la gran labor por parte del Instituto Costarricense de Electricidad como del gobierno de Costa Rica en cuanto a la implementación de tecnología para la producción de energía eléctrica tanto para consumo nacional como para exportación. Sin embargo, el aporte

del entrevistado tiene mucho valor, puesto que es notable el encarecimiento de la tarifa eléctrica, no obstante, acá es donde es de suma importancia hacer una comparación entre el costo o lo que implican estas enormes implementaciones de tecnología, versus el gran aporte que le hacen al ambiente un óptimo aprovechamiento de las fuentes renovables.

Por otro lado, es importante destacar también que el uso incorrecto de los desarrollos tecnológicos genera problemas que traen consecuencias serias tanto a nivel ecológico, social y humano por un uso desmedido. Los grandes avances tecnológicos y científicos están ocasionando que las energías renovables se sometan a una transformación hacia una nueva era, gracias al trabajo en temas de investigación y políticas de los distintos países. (Reve, 2015)

A manera de conclusión, el gobierno debe incentivar planes y acciones a las empresas para que realicen inversiones e investigaciones en temas tecnológicos. El avance y la inclusión de la tecnología permiten que se generen cambios en la parte operativa, así como mejoras en los procedimientos y el fomento del ahorro, esto sin duda es determinante para ser más eficientes.

Restricciones

En cuanto a la capacidad de producción y sus restricciones se asociaron los siguientes aportes

En CR no se presenta ninguna barrera para el funcionamiento del Mercado Eléctrico Regional. La Asamblea Legislativa designó como único agente al Grupo ICE, el cual realiza las funciones comerciales y de Operador de Sistema y Mercado ante el MER. Existen limitaciones en la capacidad de transmisión regional y algunos problemas en la reglamentación que se deben mejorar para aumentar la capacidad de trasiego de energía entre los países de la región. (Entrevistado 2)

El SIEPAC, en cuanto a concepto ampliado, es decir, considerándolo como la implementación de una infraestructura, un mercado regional, un operador regional, y un regulador regional, ha tenido que lidiar con las asimetrías en la estructura de los mercados eléctricos de cada país. En el caso de Costa Rica, el hecho de que el ICE sea el único agente autorizado para participar en el Mercado Eléctrico Regional (MER), ha impactado de alguna manera la obtención de beneficios para el país. (Entrevistado 5)

El paradigma de la producción eléctrica nacional es un tema relativamente complejo, más sin embargo las restricciones de las cuales tengo conocimiento son en cuanto a la permisión

que se le da al ICE de poder comprar como máximo el 15 por ciento de la oferta total a empresas de generación privadas (Ley 7200), lo que dentro del mercado. Es claro que logra tener un mayor acaparamiento el ICE frente al resto de entidades. (Entrevistado 8)

Análisis

Una vez mencionado lo anterior, es de suma importancia destacar que según lo indicado por los entrevistados la única restricción localizada es la de la compra de energía eléctrica por parte del ICE a las empresas privadas, sin embargo, esto conociendo el contexto del SEN, permite que se dé una justa participación a la empresa privada, basados en el supuesto de que a nivel nacional el principal ente encargado de velar por la construcción de proyectos energéticos es el ICE en conjunto con el gobierno costarricense.

Es válido agregar que El punto 6 del Reglamento de Generación Distribuida para Autoconsumo indica lo siguiente:

Que los recursos energéticos constituyen factores esenciales y estratégicos para el desarrollo socioeconómico y sostenible del país, sobre los que el Estado mantendrá un papel preponderante, por lo que es indispensable planificar su desarrollo con el fin de asegurar el abastecimiento oportuno y eficiente de electricidad, y de esta forma generar una estrategia integral de gestión, que permita la participación y alianza con los sectores de la sociedad, y así, reducir la vulnerabilidad de nuestra economía a factores externos.

A manera de conclusión, se puede agregar que si bien se puede dar una compra de energía producida por empresas privadas, no se compra el porcentaje total de su producción, lo cual si se analiza del lado del productor privado es una restricción en función de sus objetivos como generador.

Diversidad en matriz eléctrica

Uno de los principales temas que permite determinar la capacidad de producción eléctrica es referente a la diversidad en su matriz y fuente renovables, por lo que a continuación se muestran los aportes de los profesionales en el campo.

Diversificar la matriz de generación eléctrica se traduce en contar con fuentes de energía eléctrica con diferentes orígenes, de manera que no se dependa de manera exclusiva, de

una de ellas. Normalmente se ha entendido como la sustitución de las fuentes de origen fósil por otras fuentes limpias. (Entrevistado 5)

Implica a Costa Rica producir en mayor grado energía limpia que proviene de fuentes renovables variables que desde hace varios años logran diferenciar el sector productivo de electricidad de otros países, logrando más del 90% de abastecimiento por estas vías. Con esto se protege en medio ambiente y se va a la vanguardia en logros de carbono neutralidad, lo cual evidentemente es de gran importancia, para el país y el planeta. (Entrevistado 1)

Análisis

En cuanto a este importante aspecto se puede destacar por parte de los entrevistados que la diversidad de la matriz eléctrica se relaciona en gran parte con mantener un abanico más amplio de opciones para generar electricidad. Se puede agregar que esto implica un enfoque a nivel país de evitar a toda costa la dependencia de un solo recurso para la producción de energía eléctrica.

Por otro lado, se puede mencionar que la diversidad en la matriz eléctrica le ha permitido al país destacar a nivel regional e internacional en cuanto a la temática de eficiencia energética. Ahora bien, su relevancia en cuanto a las exportaciones es básicamente que esta permite tener una mayor disponibilidad para exportar, gracias a la facilidad con la que cubre la demanda nacional.

Por lo que, siguiendo esa misma línea, y según la página web de la Presidencia de la República de Costa Rica desde el 2016 se viene dando un crecimiento exponencial en cuanto a la presencia de plantas hidroeléctricas, eólicas y solares.

Sostenibilidad

En cuanto al aporte obtenido por parte de los entrevistados se asocia con el término las siguientes declaraciones:

En términos prácticos, es un mix que permite complementar la variabilidad de cada fuente energética (solar, eólica, hidroeléctrica), tendiendo el respaldo de fuentes firmes (geotermia, biomasa, embalses plurianuales). Además, al ser fuentes autóctonas renovables, la riqueza se queda en el país, con un modelo sostenible, de bajas emisiones, que brinda múltiples aportes (salud, imagen fuera de CR, atracción de turismo). (Entrevistado 2)

Con esto es importante entender que es un abarajamiento de cartas que se debe hacer y con mucha inteligencia, esto porque todo debe tener un balance correcto, por ejemplo si se nos viene una sequía fuerte no puedes aprovechar los embalses, sino que debes aprovechar más bien las plantas geotérmicas, y así jugar con la producción eléctrica de los diferentes fuentes o plantas del país y no sobrecargar un solo tipo de fuente renovable para así cumplir con el desarrollo sostenible que se quiere, nos dicen que nosotros generamos muy caro pero si queremos un ambiente limpio tenemos que pagar lo que amerita tenerlo. (Entrevistado 8)

Análisis

Los entrevistados destacan en gran parte que la sostenibilidad va muy de la mano con el equilibrio que se debe tener en cuanto al aprovechamiento de fuentes renovables en el país, para así poder mantener los aspectos biológicos en su productividad y diversidad velando por la preservación de los recursos naturales.

Como indica Echeverría et, al. (2016) “se sugiere partir de la premisa de que las cantidades de potencia firme que un agente puede exportar al mercado regional es resultante del balance de su oferta, descontando sus compromisos de entrega en el mercado nacional.” (p. 75)

No obstante, es claro que la presencia de plantas hidroeléctricas es mayor frente al resto de plantas de y esto por la gran capacidad de producción que tienen, sin embargo, es válido aportar que los entrevistados hacen afirmaciones completamente cuerdas adecuadas en cuanto al tema de sostenibilidad.

El paradigma del sector eléctrico costarricense es algo distinto al del resto de países, acá se busca siempre complementar las fuentes renovables, un ejemplo de ello es el gran aporte que hacen también las plantas geotérmicas las cuales a nivel país se administran, más no se explotan, lo que quiere decir que estas plantas son puestas a funcionar cuando realmente son necesarias.

Barreras

Con respecto a esta categoría, se desea aclarar que hace enfoque en cuanto a las barreras que ha tenido el SIEPAC y, por lo tanto, el país también, en cuanto al funcionamiento operativo por completo del sistema, por lo que se obtiene un aporte bastante puntual del entrevistado 1.

Aparte de haber sido el país que atrasó el inicio del proyecto por no tener a tiempo la instalación del tramo que le correspondía en la interconexión de todo el área, Costa Rica

es el único país de la región que no cumple con el principio de competitividad característico del TMMEAC. El artículo 2 de la Ley No 7.848, mediante la cual se aprobó dicho Tratado estipula que “las obligaciones y los derechos de Costa Rica como Estado contratante, así como las funciones propias de los agentes del mercado que correspondan según la legislación interna. Otro tema de importancia es que colinda con Panamá que tiene un sector relativamente corto en distancia para explotar la venta a ese país y por el sector Norte, con Nicaragua que posee la peor infraestructura en materia eléctrica de la región, con lo cual se debilita notablemente la colocación de energía al triángulo norte, Honduras, El Salvador y Guatemala, siendo éste último el que saca mayor provecho en la colocación de energía de la región. (Entrevistado 1)

Nosotros tenemos un equipo tanto legal como ambiental, encargado de todo este tipo de temáticas, inconvenientes y demás. No somos una empresa cualquiera y un megaproyecto de esta magnitud para la región necesitó un estudio ambiental y las posibles afectaciones. “Si queremos camarones tenemos que mojarnos los cojones”, queremos avanzar como país en el aspecto ambiental y económico, pero nos oponemos a los cambios, claro está que si existen modificaciones, más sin embargo el país se está viendo beneficiado también, por otro lado las torres del SIEPAC las puedes distinguir, estas tienen un diseño ecológico, anti nidios por así decirlo, están diseñadas para que por ejemplo las aves no puedan pararse en ellas, e inclusive se tiene establecidas distancias entre la base de las torres, y los ríos y carreteras.

Este proyecto ha sido un éxito, tanto que en India quieren hacer un proyecto similar, utilizándose de referencia el SIEPAC, entonces ¿me entiendes? El estudio social, ambiental y económico que conlleva este proyecto, y sus posteriores impactos no fue de la noche a la mañana que se hizo. (Entrevistado 8)

Análisis

Por lo anterior, se puede notar que una de las principales barreras a nivel operativo para finalizar con el último tramo del sistema (130 km) fue el gran atraso de más de tres años en donde se encontró una oposición por parte de los pueblos del sur del país. En donde estos alegaban preocupación por que la capacidad que posee el cableado, y por ende las transmisiones eléctricas como tal afectarían tanto al ambiente, nacientes de agua y hasta el mismo turismo ecológico. Es

entendible el temor y preocupación ante una modificación como tal del área más sin embargo es de dudar que si bien el SIEPAC genera beneficio económico para la EPR, tiene como fin también tener un beneficio social, y afectar en lo mínimo dentro de su alcance de construcción a las comunidades. Se puede añadir también que el entrevistado 8 señala el peso del estudio previo a este tipo de proyectos, por lo que es una afirmación aceptable, esto porque el proyecto afecta, o bien modifica comunidades de los seis países parte del mercado.

A nivel de conclusión, se puede afirmar que sí efectivamente la transmisión con Panamá no es de un volumen elevado, sin embargo, se debe aportar que las transmisiones de electricidad son constantes, y por cuestiones de demanda de mercado entre el resto de la región era de suma importancia la conclusión del último tramo del sistema de interconexión. No obstante, se tiene la gran afectación por parte de Nicaragua y su mal estado infraestructural eléctrico, mismo que reduce la cantidad de energía entregada al resto de la región por las pérdidas que se dan debido a la baja capacidad del sistema eléctrico del país del norte, por ello “se sugieren aspectos que podrían facilitar la mejor toma de decisiones mediante la capacitación de todo el recurso humano, a través de la cooperación técnica internacional, con el objetivo común de superar las barreras identificadas.”(Echeverría et, al., 2016, p. 78).

Implicaciones

En cuanto a la presente categoría dos de los entrevistados hacen un enfoque en cuanto a que la principal implicación de la diversa matriz eléctrica es una correcta inversión por parte del gobierno o bien entes encargados.

Ante la realidad del cambio climático y la polución en el planeta, cualquier esfuerzo por producir energía con base en fuentes renovables es importante. El lograr que el país sea carbono neutral implica un gran paso hacia un futuro más brillante para las futuras generaciones. Es cierto que la producción con energías renovables en ocasiones son más caras de implementar, sin embargo a largo plazo representa un gran beneficio para el país. (Entrevistado 4)

La diversidad de fuentes para la producción eléctrica en el país implica un esfuerzo por no depender exclusivamente de un solo tipo de producción energética, este gran esfuerzo

amerita de igual forma una gran inversión la cual brinda en gran medida una seguridad en cuanto al abastecimiento de la energía para el país. (Entrevistado 8)

Análisis

Apoyados en ambas afirmaciones, se puede determinar que en vistas a la gran afectación ambiental, lo cual implica la producción eléctrica, y la diversidad de su matriz nacional es un enfoque y una seria conciencia ambiental, se puede agregar que según ACCIONA (2018) en su artículo “Diez implicaciones de la sostenibilidad (II) de orden ético” indica que “los ciclos de reposición de la naturaleza, largos; la Biosfera tiene sobrepasada con creces su capacidad de carga y los sumideros - mares, océanos y bosques – no dan abasto para depurar emisiones contaminantes”. (párr. 7)

Por otro lado, se puede mencionar que es inherente la gran inversión que requiere para poder lograr una eficiente producción eléctrica, es por esto que hoy por hoy Costa Rica puede sobresalir en cuanto al sector eléctrico, con una de los mejores sistemas de la zona, lo cual facilita el paso de la electricidad constantemente hacia el resto de países de la región.

Unidad de análisis 2: Impacto

Esta segunda parte se presenta con un enfoque posterior a que se da la producción de electricidad, la cual hace referencia a los impactos que tienen en sí las exportaciones de energía eléctrica y cómo estas pueden generar un aporte ya sea económico, y ambiental para Costa Rica, además, la búsqueda del desarrollo a nivel general en el comercio internacional. En esta unidad de análisis se tomarán las respuestas que brindaron los entrevistados y posteriormente se someterán a su respectivo análisis.

A continuación, se establecen las categorías que señalaron por los entrevistados sobre la unidad de análisis dos:

- Eficiencia
- Inversión
- Beneficios ambientales
- Beneficios económicos
- Influencia
- Reducción de costos

Eficiencia

En vistas de la creación del SIEPAC y del ímpetu del SEN por exportar electricidad a las otras naciones de la región existe además de un aporte ambiental, una reducción de costos y recursos, por ende, una búsqueda de la eficiencia, a continuación las afirmaciones de los entrevistados.

En principio se espera que con el SIEPAC aliviara la escasez de energía periódicas en la región, se reducirán los costos de operación, se optimiza el uso compartido de la energía hidroeléctrica, se crea un mercado energético competitivo en la región, y atraería la inversión extranjera en la generación y transmisión de energía. Sin embargo eso estaría por verse, además de compartir estos esperados beneficios, también se comparten riesgos, pues ya en dos ocasiones y por averías fuera de nuestras fronteras ya hemos tenido que desconectarnos. En una de estas 2 ocasiones recientes el país sufrió de un apagón total que duró varias horas en reponerse.

De momento hemos sido autosuficientes en nuestra producción, y hemos vendido capacidad sobrante a otros países. (Entrevistado 4)

En mi opinión, antes que el SIEPAC, el mercado nacional debe evolucionar a un esquema que garantice una participación abierta pero regulada de los diferentes agentes del mercado, la cual permita llegar a una optimización de los precios nacionales. El segundo paso consistiría en la participación en el mercado eléctrico regional (MER) de esos agentes, situación que actualmente no es posible por ser el ICE el único agente autorizado. Los impactos positivos o negativos en los precios de la energía de este último escenario es difícil preverlos, puede dependerá mucho de la evolución del mercado. Lo cierto es que debería darse esa evolución gradual mercado nacional mercado regional. (Entrevistado 5)

Análisis

Ambos profesionales hacen mención del importante aporte que tiene la comercialización mediante el SIEPAC, en donde se afirma la autosuficiencia del país en cuanto al tema de generación, lo que permite determinar que no se depende de la importación de petróleo, según CENCE(2019) “Para el año 2018 se exportó una totalidad de 33,982.22 MWh en términos de pre

contratación regional, lo que representa un monto de \$1,874,075.25 de ingresos para el país” (párr. 1)

Por otra parte, existen otros beneficios ligados a la efectividad del funcionamiento del SIEPAC y las exportaciones eléctricas del país como la reducción de costos no sólo para los países pertenecientes al Mercado. Un vivo ejemplo es Nicaragua país con el sistema eléctrico más deficiente de la zona, más sin embargo gracias a la puesta en práctica de las exportaciones, Costa Rica ha mejorado en cuanto a temas de efectividad en el traspaso de energía. Es importante aportar que entre los objetivos del SIEPAC no está buscar un beneficio individual, sino que también a nivel regional, entre países hermanos.

No obstante, los entrevistados señalan que, a pesar de estos aspectos positivos, existen puntos de mejoría, entre estos se puede mencionar la búsqueda de la eficiencia por arriba de la efectividad, lo que permitiría inclusive optimizar los precios en cuanto a las tarifas nacionales.

Por otro lado, se menciona acerca de la apertura del mercado a nivel nacional, haciendo referencia a que Costa Rica posee un único agente (ICE) lo que de entrada podría verse como un fallo en cuanto al cumplimiento del Tratado Marco, y a la efectividad que busca el mismo. Sin embargo, acá es válido destacar que la efectividad se da gracias a los grandes proyectos hidroeléctricos propiciados por el ICE, los cuales han sido posibles gracias a los amplios financiamientos otorgados, en donde si bien se ve afectada la tarifa nacional, ha permitido al país cumplir efectivamente con el resto de países de la región, y a nivel interno con la demanda nacional, tema que no deja de lado la búsqueda de una mejor administración y eficiencia de los recursos otorgados.

Inversión

El contexto de cada nación centroamericana es completamente distinto, al igual que su capacidad de generación como la calidad de los recursos y el mantenimiento de que se le da a cada respectivo sistema eléctrico. Por lo que se destaca la siguiente declaración enfocada en la inversión y su impacto.

Amplío, he trabajado para el CENCE en el área comercial y ahora como asesor del Director Corporativo de Electricidad y la Presidencia Ejecutiva del ICE, por lo cual me relaciono con toda la institucionalidad del MER y los agentes, por lo que le garantizo que el impacto

de la inversión realizada mediante la creación del SIEPAC ha sido un tema importante. En donde se le ha dado a la región, y por ende Costa Rica la oportunidad de formar parte de un mercado (séptimo) con el enfoque de beneficio mutuo entre las partes. Esto permite de manera inherente que los impactos de la inversión sean diversos, especialmente en temas ambientales y socioeconómicos para el país. No obstante, existen deficiencias en cuanto a este tema en otros países del mercado como Nicaragua y el resto del bloque norte (a excepción de Guatemala) lo que limita la transmisión de energía eléctrica por la falta de inversión y mantenimiento de las redes eléctricas respectivas, creando de esta manera un tipo de cuello de botella en cuanto al paso de electricidad. (Entrevistado 2)

Análisis

Como previamente alegó el entrevistado existe una relación sumamente estrecha entre la inversión realizada especialmente al sistema eléctrico de cada país y la capacidad de generación, entre mayor inversión, y mejor administración, mayor generación puede darse a nivel país y, por ende, el impacto llega a ser más notable.

Se puede ampliar en cuanto a la inversión, que esta debe ser uno de los focos principales de los gobiernos, puesto que de esta manera logra satisfacer de manera correcta la demanda eléctrica de las comunidades, y facilitar el flujo de transacciones y comercializaciones dentro del mercado eléctrico regional. En donde se emplea una estructura que según el EPR (2014) en términos de inversión “El costo comprometido actual del proyecto asciende a cuatrocientos noventa y cuatro millones de dólares (US\$494.000.000,00)” (p. 34)

Beneficios ambientales

El impacto ambiental es uno de los principales motivos de la generación y exportaciones de energía eléctrica mediante fuentes renovables, por lo que a continuación los aportes de profesionales por parte del ICE, CENCE y EPR.

Principalmente asegura la producción energética para futuras generaciones, garantiza en gran medida la estabilidad de su producción y la disponibilidad de la misma y protege nuestro ambiente. (Entrevistado 4)

Es un hito en el proyecto de lograr la meta del carbono neutral. (Entrevistado 5)

Costa Rica es conocida mundialmente como un país verde, donde predomina la conservación de los recursos naturales, el desarrollo sostenible, y el uso de energías limpias, la generación eléctrica basada en recursos renovables, contribuye a la sostenibilidad pone a Costa Rica en los mejores lugares en reducción de emisiones a nivel mundial. (Entrevistado 6)

Análisis

Siguiendo la línea tanto de la investigación como de las declaraciones realizadas por los entrevistados, existen tres puntos que se deben destacar en cuanto a los beneficios ambientales generados por las exportaciones mediante el SIEPAC.

Según la Universidad Earth (s.f) en su informe ¿Qué es Carbono Neutro? indica que, “es el balance entre la cuantificación de las emisiones y las acciones de reducción y remoción/compensación de gases efecto invernadero de una organización en un periodo verificable”. (párr. 1)

Por lo que, en primera instancia, se hace un importante ligamen entre la meta carbono neutral 2021 que tiene Costa Rica para la disminución de la afectación ambiental. Así como la demanda, y competitividad del mercado regional, que impulsa al país en cuanto a la generación de energía eléctrica para abastecer a la región, así de esta manera lograr un mayor posicionamiento y volumen de sus transacciones.

Como segundo punto, las exportaciones mediante el SIEPAC aportan en cuanto a la concientización. Los entrevistados destacan el punto de la producción para futuras generaciones, por lo que se puede mencionar que las transacciones de electricidad a nivel regional y nacional han aclarado que no es necesario la extracción de fósiles para satisfacer las respectivas demandas, pues el país ha logrado ser autosuficiente con el uso de fuente renovables, logrando así una reducción del impacto al ambiental.

Beneficios económicos

Con respecto a esta categoría se puede mencionar que los entrevistados hacen un importante enfoque en cuanto al ahorro y reducción de costos que puede tener el país gracias a su participación dentro del mercado eléctrico regional.

Los beneficios económicos para Costa Rica no se relacionan solo con la exportación de excedentes de energía eléctrica, también hay beneficios a la hora de importar para sustituir térmico, así como el trasiego de energía por medio de las redes de transmisión. Existen otros beneficios indirectos como asesorías que brinda el ICE a otras empresas de la región. (Entrevistado 4)

El MER promueve en un mercado abierto y en competencia, la participación de los países como Costa Rica en la optimización de los recursos energéticos, en las épocas en que los recursos son suficientes para satisfacer las necesidades del Sistema y además hay excedentes energéticos, el país pone a disposición de los otros países energía eléctrica para que sea consumida en esos países, obteniendo ingresos significativos que contribuyen a la disminución del costo de la energía eléctrica a los consumidores. Por lo que sí hay un impacto positivo. (Entrevistado 6)

Análisis

Como se puede observar uno de los principales aportes que tienen la participación del país dentro del mercado es el aprovechamiento de los precios dentro del mismo, exportando cuando se dan excedentes, para así captar ingresos para el país. Según El Economista (2018) en su publicación “Costa Rica ha ganado \$410 millones con mercado eléctrico regional” menciona que, “el estatal Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) informó hoy de que desde que inició la venta de electricidad a los países de Centroamérica, en 1982, ha obtenido beneficios por 410 millones de dólares.”

Por otro lado, en otras ocasiones y dependiendo de las circunstancias importar es más factible por motivos de cambios climáticos, o bien fallos en plantas del sector. Esto promueve la eficiencia en términos económicos, punto el cual tiene unos aportes muy positivos para el país.

Por otro lado, los entrevistados señalan que los beneficios no precisamente son monetarios, sino que estos pueden ser utilidades para el país como la búsqueda de la optimización de procesos de exportación por parte de los entes participantes del SIEPAC, y las asesorías que los mismos pueden dar. Lo que consiguientemente aumenta la competitividad del sector a niveles nacionales y regionales.

Influencia

Esta última categoría del análisis dos, pretende conocer la opinión de los entrevistados en cuanto a que si como tal las exportaciones, e incluso el tema de la meta carbono neutral por parte del país tendrá alguna influencia en el resto de la región centroamericana.

Que toda la energía que venda será renovable. Además, los otros planes que están en proceso, como la movilidad eléctrica ayudan a la región a acelerar la transición. (Entrevistado 5)

La influencia puede ser a nivel social y de responsabilidad con el ambiente, por lo cual otros productores regionales pueden verse alentados a tratar de llegar también a la carbono neutralidad. (Entrevistado 7)

La carbono neutralidad es una política de gobierno, que pretende disminuir las emisiones de CO₂ a la atmósfera, mediante el uso eficiente de la energía, sustituyendo los hidrocarburos por la energía eléctrica basada en fuentes renovables, en la medida de que se logre integrar mayores recursos energéticos renovables, habrá mayor oportunidad de competir en el MER con ofertas de energía más económicas, una vez satisfechas las necesidades locales. Siempre un país con fuentes renovables, mejora la competitividad. (Entrevistado 8)

Análisis

La respuesta que dan los entrevistados toca puntos importantes en cuanto al tema de la influencia del sistema eléctrico nacional, el cual busca aportar en gran parte a la meta carbono neutral, según mencionan la influencia que tendría el país sobre la región sería la de iniciar un proceso el cual beneficiaría tanto a nivel interno como externo al resto de países centroamericanos. Como lo indica Otey (2017) en su publicación “es una herramienta clave, con datos, inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y un novedoso sistema para incorporar a empresas, organizaciones y municipalidades, para llegar al escenario de cero emisiones de gases de efecto invernadero” (párr. 9)

Una mejora en la infraestructura de los sistema eléctricos nacionales, un mejor aprovechamiento de los recursos naturales en busca siempre del desarrollo sostenible son las claves para lograr un avance importante en la materia y como se menciona un aumento en cuando a la competitividad. Claro está que al mejorar conjuntamente todos los países, propiciaría a que el

SIEPAC busque una expansión hacia otras regiones del continente, lo cual conllevaría un importante ingreso económico para la región también.

El tema carbono neutralidad es un tema de todos, desde gobierno hasta de las comunidades, el cual no se debería tomar a la ligera, siendo un país tan dependiente de la imagen verde que constantemente desea transmitir, por lo que, resaltar aún más el hecho de que las exportaciones eléctricas que realiza el país aportan a un planeta más verde y con menos emisiones de CO₂ sería blanco de mayores ingresos, y por qué no inversiones en el país, especialmente los sectores productivos que se aprovechan de esta imagen nacional, misma que predicaría con el ejemplo al resto de la región.

Reducción de costos

Con respecto a esta subcategoría se desea destacar el importante aporte que tienen las exportaciones en cuanto a la reducción de costos.

La electricidad que exporta el ICE, se hace cuando le conviene, o sea que su costo de producción es inferior al precio de venta. Eso implica un beneficio para el país, que redunda en el precio de los consumidores. (Entrevistado 3)

El MER promueve en un mercado abierto y en competencia, la participación de los países como Costa Rica en la optimización de los recursos energéticos, en las épocas en que los recursos son suficientes para satisfacer las necesidades del Sistema y además hay excedentes energéticos, el país pone a disposición de los otros países energía eléctrica para que sea consumida en esos países, obteniendo ingresos significativos que contribuyen a la disminución del costo de la energía eléctrica a los consumidores. Por lo que sí hay un impacto positivo. (Entrevistado 6)

Análisis

Según lo indicado por los entrevistados, efectivamente las exportaciones aportan a la reducción de costos, según ICE (2017) “La implementación del sistema, sumada a la matriz y administración eléctrica del país le permite ser autosuficiente en la generación y transmisión, evitando la dependencia de un bien fluctuante como el petróleo” habiendo mencionado esto, es preciso afirmar que las exportaciones le dan una mayor solidez al sector eléctrico nacional para

lograr en un largo plazo la carbono neutralidad, lo que se traduce en una casi nula dependencia del petróleo e implícitamente una reducción de costos al no necesitar de su compra.

Unidad de análisis 3: Relevancia

En cuanto a esta última unidad de análisis es importante aclarar que va dirigida a la relevancia como tal que tiene las empresas partícipes del proceso de exportación eléctrica, entre las que se destacan principalmente el ICE, el EPR, la CRIE y el CDMER. Debido al enfoque del análisis, se formaron las siguientes categorías.

- Importancia
- Funciones
- Discrepancias
- Generadoras
- Reguladoras
- Competencia

Importancia

Con respecto a la presente categoría, lo que se desea determinar es la importancia como tal del ICE como único agente autorizado para la exportación y comercialización de energía eléctrica mediante el SIEPAC. Se puede agregar que como institución pública es el pilar del sector eléctrico nacional y, por esto, la relevancia de las siguientes declaraciones.

Instituto Costarricense de Electricidad es la entidad que tiene a cargo el sector energético del país, lógicamente está al frente de todo lo que significa estructura y desarrollo de energía eléctrica aparte de telecomunicaciones. Seguirá siendo importante su participación en este tema dado que maneja y administra cerca del 80%, siendo el restante igualmente no generador, pero si administrador. Por temas de desarrollo país debe seguir en la administración, pues trabaja con todos los embalses de plantas hidroeléctricas que es de donde se produce el mayor volumen de energía eléctrica, así como proyectos Eólicos, de generación Geotérmica. Sin descartar Biomasa y Solar y los generados con hidrocarburos. Tiene centralizada la administración de la mayor parte de la energía, en pocas palabras, motivo suficiente para describir su participación en este tema en el país. (Entrevistado 1)

Como principal generador de energía en el país mediante una Matriz Renovable, el ICE es pieza fundamental en los procesos del SIEPAC. La voz del ICE en el país tiene peso, y la experiencia de una empresa dedicada al servicio del pueblo por tantos años es referente en toda Centroamérica. (Entrevistado 4)

Análisis

Según las afirmaciones anteriores, el ICE tiene un papel fundamental en cuanto al desarrollo del sector eléctrico nacional administrando cerca del 80% como generador. Basados en esto, y en el conocimiento previo de que el ICE es un ente de índole público, se puede determinar que su trabajo y aporte es en pro de Costa Rica, tanto en aspectos ambientales como económicos, por lo que se puede agregar que busca aprovechar de manera adecuada los recursos renovables del país, para así mismo gestionar una comercialización óptima que le genere al país un ingreso aceptable por sus exportaciones. Es válido mencionar que según la CRIE (s.f) “el ICE funge como generador y distribuidor de energía eléctrica, de ahí su importante ligamen en cuanto a las exportaciones eléctrica” (párr. 1-2)

Por otro lado, se puede agregar que el ICE además de velar por las exportaciones, juega un papel importante en cuanto a las importaciones a nivel país cuando por razones ambientales o de alguna otra índole se requiere recibir electricidad para abastecer la demanda momentáneamente.

Funciones

En cuanto a la segunda categoría de este tercer análisis se busca resaltar el principal papel que juegan dentro de las exportaciones eléctricas, los distintos entes a nivel nacional y regional, esto para tener una mayor claridad del panorama por medio de las siguientes declaraciones puntuales de los entrevistados.

El ICE como único agente en el MER tiene la responsabilidad y compromiso de representar la totalidad de la industria eléctrica en el MER, por lo que el papel que desarrolla es estratégica, tanto como agente en el MER así como Operador del Sistema y Mercado. (Entrevistado 5)

Acá en el EPR básicamente nos encargamos de visualizar en tiempo real las transacciones de energía, y adicionalmente vemos todo lo que es la parte operativa del equipo, como las torres, cableado, negociación con REDCA que es la empresa que nos provee la fibra óptica

para el cableado principal. Entregamos por periódicamente a la CRIE y al EOR los reportes de los movimientos que se han dado, adicional tenemos la apertura en caso de que necesiten alguna ayuda técnica de parte de algún departamento de la empresa.

Mira la CRIE en conjunto con el CDMER son los más altos rangos del proceso, estos dos son los intermediarios en cuanto a legislación de los países, son los que brindan las normativas del procesos de transmisión eléctrica en la región y se deben seguir los protocolos que indican, adicional intervienen en el proceso de liquidación, o sea en los pagos que se le tienen que hacer al resto de entidades que intervienen en el MER, y por último en cuanto el EOR siento que tiene un enfoque más comercial, ellos ven el tema del pre y pos despacho. (Entrevistado 8)

Análisis

Una vez descrito lo anterior, se puede determinar que los entrevistados hacen enfoque a una delegación de poderes a nivel del MER, punto el cual le permite a cada entidad tener un enfoque distinto, y manejar con mejor orden y certeza de sus asignaciones para un óptimo funcionamiento del mercado, para el bien común de las naciones. Ahora bien específicamente en cuanto a funciones se puede iniciar con la mención del ICE, institución público-nacional, con la mayor producción eléctrica a nivel nacional.

Esta tiene dentro del MER, y para Costa Rica la función de ser el único operador de sistema y operador de mercado autorizado de exportar energía eléctrica hacía la región.

Por otro lado, se tienen los entes regionales como el EPR, EOR, CRIE y CDMER, en donde como mencionan los entrevistados la primera de estas es la empresa propietaria de la red SIEPAC, por lo que vela acerca del óptimo funcionamiento técnico de las estructuras como tal e incluso busca ampliar la misma hacia otras fronteras como México y Colombia, por lo que es intrínseco del funcionamiento de la empresa la integración de sistemas eléctricos, para crear un único mercado energético. En cuanto al EOR destaca el entrevistado 8 que este ente es un intermediario en cuanto al tema comercial, y cumplimiento de contratos ya sean pre establecidos, o de oportunidad.

Según Echeverría, et al (2017) el EOR es, “el ente que dirige y coordina la operación técnica del sistema eléctrico regional, y efectúa la gestión comercial del MER con criterio técnico

y económico, de acuerdo con la regulación regional.” (p. 17)

Según BNamericas en su publicación “Empresa Propietaria de la Red S.A” (s.f), “es un consorcio público-privado creado para construir y operar el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (Siepac) de 230Kv, que conecta las redes nacionales de Panamá, Costa Rica, Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala. Los accionistas de EPR son las seis eléctricas nacionales centroamericanas.”

Por último, la CRIE y CDMER, este primero tiene un enfoque más de intervención entre la relación de los agentes, y cumplimiento del tratado como tal y sus protocolos, procurando siempre un desarrollo y consolidación del MER Mientras el segundo y como lo plantea el entrevistado es una de los altos mandos del sistema, este es la representación de los gobiernos dentro del MER, también tiene la función de plantear las condiciones bajo las cuales se debe dar el desarrollo de las plantas eléctricas a nivel regional y examinar tanto a la CRIE, como a los gobiernos respectivos los cumplimientos del reglamento del tratado marco.

Como lo indica Echeverría, et al (2017) la CRIE, “es responsable de hacer cumplir el Tratado y sus Protocolos, los reglamentos y demás instrumentos complementarios; de procurar el desarrollo y consolidación del Mercado, así como velar por su transparencia y buen funcionamiento” (p. 16)

Discrepancias

Dentro del mercado existen distintas legislaciones nacionales ya preestablecidas participando, situación que puede propiciar una diferencia en cuanto al acatamiento o entendimiento del Tratado Marco del MER, referente a la categoría se obtuvo la siguiente respuesta.

Para evitar discrepancias entre las reglas nacionales y las regionales, es necesario revisar las interfaces regulatorias para subsanar áreas de conflicto, en lo posible haciendo explícito el predominio de las reglas regionales sobre las nacionales en el Tercer Protocolo. Coherente con lo anterior, se debe avanzar en la armonización regulatoria a nivel de cada país y la regional del MER, superando las dificultades que se han identificado en aspectos como la regulación de la transmisión, y las posibilidades de contratación de largo plazo de las distribuidoras de un país con compras a agentes ubicados en otro país, y mayor

homologación de los criterios para la operación coordinada. (Entrevistado 7)

Análisis

Por lo que indica el entrevistado, se debe tener cierto tacto a la hora de aplicar o establecer los reglamentos como tal del MER, en otras palabras a pesar de la supremacía del Tratado Marco del mercado, es fundamental conocer las legislaciones y procedimientos ya preestablecidos de los países parte del SIEPAC, e incluso de los agentes operadores para así mismo encontrar la manera de tener un funcionamiento fluido de las partes.

Según Echeverría , et al. (2016):

En 2014 se dispuso iniciar un proceso de coordinación más formal e intenso entre las actividades del CDMER, la CRIE y el EOR, y se acordó: (i) crear una instancia ejecutiva, el Comité Técnico (Equipo Estratégico del MER), compuesto por los Secretarios Ejecutivos de los tres entes; y (ii) desarrollar Reuniones Tripartitas o Conjuntas de sus Juntas Directivas (p. 71)

Finalmente, El MER cuenta con las bases jurídicas, regulatorias e institucionales para avanzar y seguir consolidándose, aunque todavía tiene retos importantes y barreras que superar tales como la coordinación con agentes, e incluso el rechazo social de comunidades de países participantes (como el caso con Costa Rica), para aumentar las transacciones regionales, y obtener mayores beneficios para sus participantes. En este sentido, difícilmente los beneficios derivados del MER van a llegar a todos los habitantes de los países de la región, como se contempla en el Tratado Marco, si no se logran las condiciones necesarias y el entorno que permita implementar, de manera efectiva, la exportación de energía eléctrica.

Generadoras

En cuanto a la presente categoría, se desea determinar si en el país existen participantes indirectos del MER, o en otras palabras otras empresas generadoras a parte del ICE. Como previamente se mencionó el ICE es el mayor generador a nivel nacional, sin embargo, no es el generador del 100% de la energía como tal, a continuación, los aportes de profesionales del tema.

Por ley, el 15% de la generación eléctrica se puede conceder a empresas privadas que puedan generar energía eléctrica y dicho sea de paso así se hace, empresas como

ECOENERGIA, ENEL, P.E.S.A, entre otros privados que finalmente llevan la energía a ser administrada por el ICE. Luego viene la lista de otros usuarios regulados que generan energía eléctrica como CNFL, JASEC, ESPH, COOPEGUANACASTE, COOPESANTOS, entre otras. (Entrevistado 1)

Las Cooperativas de Electrificación Rural, las Juntas provinciales que producen electricidad, empresas privadas amparadas a las leyes específicas (ie. 7200, 7508). Que por su rol de planificación de la atención del servicio eléctrico en el país, que facilita el desarrollo integral y su participación en el mercado eléctrico regional. (Entrevistado 3)

La ley 7200 y 7508 promueven la participación de empresas productoras de electricidad con fuentes renovables como hidroeléctricas, eólicas, solares y con biomasa. Todas ellas al igual que el ICE contribuyen en la operación eficiente del Sistema Eléctrico nacional con fuentes renovables. (Entrevistado 6)

Análisis

Como afirman los entrevistados, existe una gran cantidad de empresas que aportan al país con su generación eléctrica, a pesar de no ser exportadoras directas, lo cual es positivo. Este tipo de empresas inyectan su producción dentro de la demanda del sector eléctrico nacional, este se tiene como base para la exportación.

Alrededor de 30 empresas de generación privada organizadas bajo la Asociación Costarricense de Productores de Energía (ACOPE), las cuales participan en el mercado conforme a las leyes No 7.200 y No 7.508, sobre las cuales se hará referencia más adelante.(Academia de Centroamérica, 2017, p.13-14)

No obstante, como con anterioridad se mencionó se les tiene una limitante en cuanto a su colocación energética al ICE, puesto que está ya establecido un porcentaje por ley, el cual no les favorece en gran parte, sin embargo, puede verse como una repartición algo justa de la cobertura de demanda, puesto que a estas empresas solamente se les solicita contar con un 35% de capital costarricense para su funcionamiento, lo cual quiere decir que no es su totalidad es dinero que se queda en el país, y cabe agregar adicionalmente que el ICE cuenta con importantes financiamientos a nivel internacional para poder llevar a cabo proyectos tan importantes como las plantas hidroeléctricas, parques eólicos, entre otros.

Reguladoras

Con respecto a la última categoría, es válido mencionar que tiene un enfoque completamente hacia la existencia de entes, o bien empresas reguladoras tanto del SIEPAC, como del sector eléctrico nacional, en dado caso para ambos contextos existen funciones que realizan y cumplimientos que se deben acatar.

No existen empresas reguladoras, hay empresas reguladas, o un regulador. Si se refiere a empresas reguladas, son Grupo ICE (ICE-CNFL), los generadores privados y las distribuidoras de electricidad. Sus funciones son, generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica según el caso. Adicionalmente está el Centro Nacional Control de Electricidad que es el Operador de Sistema y Mercado a nivel nacional y pertenece al ICE. (Entrevistado 2)

En el país la producción y comercialización está regulada por ARESEP, y en lo concerniente a la región por la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica. (Entrevistado 3)

La definición de políticas y planes del sector energía es responsabilidad de la Dirección Sectorial de Energía (DSE), perteneciente al Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). La Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) es responsable de la fijación de las tarifas del servicio público de electricidad, de acuerdo con el principio de servicio al costo. El sector de generación eléctrica costarricense está regulado por la Ley No. 7593 de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) y por diversas leyes que han ido modificando la anterior.

El sistema eléctrico de Costa Rica es operado por el Centro Nacional de Control de Energía del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) que se dedica a la administración y planificación a corto plazo.

La planificación y administración a largo plazo de este sector recae sobre el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAET), el cual elabora el Plan Nacional de Energía (PNE) que orienta las acciones de los agentes. Específicamente el Plan de Desarrollo Eléctrico Nacional (PDEN) busca orientar a largo plazo la expansión del desarrollo eléctrico de

generación, transmisión y distribución eléctrica del ICE e integrando los proyectos de desarrollo de otras empresas del sector eléctrico. (Entrevistado 4)

Análisis

Tomando en cuenta todas las respuestas por parte de los entrevistados y la teoría recabada se puede determinar que si bien el entrevistado 2 indica existen empresas reguladas, también existen empresas reguladoras tanto a nivel nacional con afectación indirecta al SIEPAC, y entidades regionales que establecen lineamientos, y regulaciones a seguir. Acá es donde se retoma lo indicado por los entrevistados 3 y 4 en donde efectivamente hacen mención a nivel nacional de entidades importantes como la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos con un enfoque más hacia el establecimiento de tarifas eléctricas para el sector eléctrico.

Según ARESEP (s.f), tiene como enfoque “Asegurar que los procesos de regulación sean conocidos y abiertos a la participación de los ciudadanos, y que conduzcan, que se basen en reglas claras, cuya aplicación sea congruente.” (párr. 2)

Según Juan Fernando Lara (2016) “La normativa aparece en el Alcance N°25 del diario oficial bajo el título Normas Técnicas y Metodologías sobre la Generación Distribuida (expediente OT-238-2015).” (párr. 3)

Por otro lado, el Ministerio de Ambiente y Energía, el cual tiene sus lineamientos en cuanto a temas ambientales que se deben seguir, como, por ejemplo, en cuanto a la construcción de plantas que mediante fuentes renovables generen energía.

Según la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) (2019): “Para una planta de energía solar de autoconsumo debe contarse con permisos ambientales si es mayor de 500 kWp de potencia instalada, además de los permisos propios de la construcción de cualquier obra en nuestro país” (párr. 13)

Y por último, ambas entidades a nivel nacional se sustituyen e integran metafóricamente hablando por la CRIE y el CDMER, quienes plantean los lineamientos y protocolos específicos a seguir para el correcto manejo de las exportaciones del país y la región. Además es válido rescatar que ambas tienen un constante monitoreo o regulación de las transmisiones, gracias también al trabajo comercial y operativos tanto del EOR como del EPR.

Competencia

En la presente sección se desea destacar la competencia tanto a nivel regional como nacional, en vías de un óptimo desarrollo de los mercados eléctricos,

El MER promueve en un mercado abierto y en competencia, la participación de los países como Costa Rica en la optimización de los recursos energéticos, en las épocas en que los recursos son suficientes para satisfacer las necesidades del Sistema y además hay excedentes energéticos, el país pone a disposición de los otros países energía eléctrica para que sea consumida en esos países, obteniendo ingresos significativos que contribuyen a la disminución del costo de la energía eléctrica a los consumidores. Por lo que sí hay un impacto positivo.(Entrevistado 6)

La alta participación del Estado costarricense en el SEN, así como la presencia de mercados fragmentados y barreras de entrada limitan la competitividad dentro del mercado y el crecimiento de sus actores. (Entrevistado 2)

Posterior a los aportes realizados por los entrevistados, se puede indicar que es interesante el contraste entre ambos personajes, según Arias(2017) en su publicación “ Mercado eléctrico tico es muy poco competitivo, según estudio” indica que, “ En la primera fase de generación se presenta un actor dominante, el Grupo ICE, que está compuesto por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), las que en conjunto producen cerca del 70% de electricidad, y son seguidas por unas 30 empresas privadas” (párr. 5)

Por lo mencionado previamente, y según el aporte de los entrevistados se logra afirmar que la mayor pérdida de competitividad se da en la presencia de barreras de entrada al mercado de generación a nivel nacional, esto producto de un marco legal que impone límites a las capacidad instalada de las empresas privadas, obliga la venta directa al ICE y restringe la participación de todos los actores, a excepción de los grupos estatales para acceder al MER.

Interpretación de los datos de investigación

Con respecto a la interpretación de los datos, se tomarán como referencia los respectivos análisis expuestos en cada una de las categorías específicas, adicionalmente aportando una opinión acerca de las preguntas realizadas, los entrevistados y sus respuestas.

La capacidad de producción como tal según Wolters Kluwer (s.f) la define como: “la máxima cantidad de bienes o servicios que puede obtenerse en una unidad productiva en condiciones normales de funcionamiento en un período” (párr.1), por lo que la capacidad de

producción es una herramienta que permite determinar dentro de un período de tiempo, que tan posible es, o no, exportar energía eléctrica mediante el SIEPAC, cumpliendo con la premisa de satisfacer en primer lugar la demanda nacional. Por otro lado, se puede agregar que la capacidad de producción es un factor que aporta a la meta carbono neutral a nivel nacional puesto que la mayor parte de generación eléctrica del país se da por medio de fuentes renovables.

La inversión es un punto ideal para determinar efectivamente la capacidad de producción, esto partiendo de la idea de que entre menos inversión tenga un país en algún sector en específico, menor será su desarrollo y alcance dentro del sector. Mientras que si su inversión importante, y bien administrada, más aún cuando se trata de un sector del cual depende el país en gran parte, se ve un óptimo desarrollo y aprovechamiento, tal cual se da de forma aceptable en Costa Rica. El país depende los grandes financiamientos, y más aún del correcto manejo de estos fondos otorgados al ICE para la construcción de plantas generadoras para así destacar en el mercado regional por su calidad como lo hace hoy por hoy.

A pesar de la situación actual del país, y la fuerte crítica constante que se le hace a los entes públicos, se puede afirmar que existe un aprovechamiento óptimo de los recursos tecnológicos por parte del ICE, en búsqueda del desarrollo sostenible del país. Sin embargo, es importante señalar que existen aspectos que se deben mejorar, como el fomento del ahorro energético, una mayor implementación de tecnología en fuentes como la biomasa y geotermia, y en cuanto a las plantas hidroeléctricas, reducir la afectación al ecosistema.

En cuanto al tema de las restricciones, se puede destacar que la única localizada es a nivel interno, del sector eléctrico nacional, en donde tanto la teoría como los entrevistados apuntan a que el ICE no puede hacer una compra total de la oferta eléctrica por parte de los generadores privados. Lo que en otras palabras, se puede determinar que esta limitación es dirigida para la empresa privada meramente, punto que es totalmente válido puesto que estos generadores no tienen ninguna obligación de pago frente a los financiamientos otorgados al país para la construcción de plantas generadoras.

Con respecto a la diversidad de la matriz eléctrica, se puede mencionar que la misma es en definitiva una característica bastante arraigada del sector eléctrico costarricense, esto debido a la gran cantidad de fuentes renovables presentes en el país, y el aceptable aprovechamiento que le da el ICE. Tanto así, que en el país se dan excedentes de producción, lo que facilita tener

disponibilidad de exportar al resto de países centroamericanos, y por ende permitir que el país se mantenga a la vanguardia frente a un mercado tan competitivo. Cabe agregar, que la diversidad en la matriz como tal implica un importante esfuerzo por parte de las entidades que intervienen en el MER, y por supuesto del gobierno de Costa Rica en pro de buscar la autosuficiencia energética.

El tema de sostenibilidad es fundamental en cuanto al desarrollo del sector eléctrico nacional. Esto porque busca mantener un adecuado equilibrio entre las fuentes renovables del país, un ejemplo de ello es la variación que se hace en cuanto a la explotación de las plantas dependiendo del estado climatológico del país. En fuertes veranos debido a la escasez de lluvias, se busca una mayor eficiencia utilizando el músculo energético que proveen las plantas geotérmicas ubicadas alrededor del país. Por otro lado, cuando el clima trae consigo una importante cantidad de precipitaciones, es el escenario perfecto para el aprovechamiento de las plantas hidroeléctricas.

Siguiendo la línea de lo anteriormente mencionado, se puede determinar que el objetivo es complementar los recursos naturales en búsqueda de la eficiencia energética y el desarrollo sostenible, reduciendo así la huella de carbono.

Costa Rica es un país con riqueza en temas de recursos naturales, como de diversidad cultural. Por ello, es primordial que estos aspectos sean tomados en cuenta para realizar proyectos que impacten al país, o bien modifiquen el ecosistema. Las anteriores son características que diferencian al país de manera positiva, pero también se han convertido de una, u otra forma en barreras para concretar megaproyectos como el SIEPAC, y consiguientemente llevar a cabo exportaciones mediante el mismo.

Según la teoría recabada, y los aportes de los entrevistados, las posibles repercusiones del SIEPAC fueron muy tomadas en cuenta para iniciar modificaciones y expropiaciones en las comunidades. Sin embargo, la empatía es fundamental en estos procesos puesto que si bien buscan beneficiar al país, existen aspectos de las comunidades los cuales tienen muy arraigados acerca del contexto socioeconómico y ambiental que les rodea, factores que definen sus estilos de vida y propician la oposición al cambio, o establecimiento de torres eléctricas, y las restantes estructuras inherentes del SIEPAC.

Por otro lado, el análisis realizado y con la teoría recolectada, se logró determinar que la diversidad en la matriz eléctrica, y su efectivo funcionamiento implica en primer lugar una gran

conciencia ambiental, proveniente en gran parte del gobierno, en vistas de la meta de carbono neutralidad y, a su vez, en la búsqueda de una maximización de los recursos naturales. Adicionalmente, se puede afirmar que implica un adecuado uso de la tecnología, y los fondos monetarios suministrados.

En términos de la eficiencia, se determinó que el funcionamiento del SIEPAC, le otorga al país una posición de autosuficiencia energética. Por esto, en primer lugar es válido destacar que en cuanto a las exportaciones el país es eficiente gracias a la calidad de la estructura utilizada por el sector nacional, mediante la cual también se dan transmisiones regionales. Adicionalmente, es importante indicar que Costa Rica se puede dar la oportunidad de exportar estos excedentes a la región, sin comprometer la demanda nacional.

En cuanto a los beneficios económicos como tal de las exportaciones eléctricas para el país, se determinó que estos van muy de la mano con la inversión y la correcta administración de los fondos otorgados al ICE. Esto basados en el supuesto de que entre mayor sea la eficiencia, y el músculo generador de electricidad, así de amplio será el aporte económico al país.

Puntualmente, en Costa Rica, se puede señalar que al formar parte del SIEPAC, le permite exportar los excedentes eléctricos constantes, y así reducir las pérdidas por no poder colocar esta electricidad. En segundo plano se puede destacar como las exportaciones propician una generación eléctrica más eficiente, y en mayor volumen, lo cual reduce significativamente la compra de combustibles fósiles para la generación.

Otro de los temas de mayor impacto en cuanto a las exportaciones mediante el SIEPAC, son los beneficios ambientales. En cuanto a este tópico se determinó que el aporte más significativo es la motivación que le dan las exportaciones eléctricas al país para lograr la meta carbono neutralidad, de manera directa en el sector eléctrico, por lo cual es válido destacar que a pesar de que si bien la construcción de distintas plantas de generación para exportar tiene un gran movimiento de tierras y otro tipo de modificadores al ambiente. Estas ya tienen un estudio previo, y le han permitido al país romper ciertos paradigmas en cuanto a que si ya se logra abastecer al mercado nacional, e incluso exportar los excedentes al resto de la región, se tiene por ende un panorama muy positivo para de lleno implementar mucho más el uso de energía eléctrica en el sector transporte, el cual es uno de los que mediante los gases generados por automotores afecta en gran medida al ambiente.

Posteriormente, aclarados los beneficios ambientales, y económicos para el país alcanzados por medio de las exportaciones mediante el SIEPAC, aunado a la ardua labor que se realiza actualmente para reducir la huella de carbono del país debe haber un impacto en el resto de la región. Este mismo puede podría verse como un posible efecto dominó. Según el análisis realizado previamente permite determinar que lo ideal sería un progreso simultáneo de los países parte del SIEPAC, esto para explotar de máximo el desarrollo sostenible de la región, y erradicar el gran problema de los cuellos de botella que se forman en la región.

En cuanto a la tercera unidad de análisis, lo que se logra interpretar acerca de los entes participantes del proceso de exportación es que el nivel de importancia es el mismo para todos. Para términos del MER cada entidad cumple una labor en específico, para el adecuado funcionamiento del SIEPAC.

Desde lo interno se puede mencionar al ICE, con su constante labor y generación, en búsqueda siempre del desarrollo sostenible del país, atrayendo beneficios económicos para el mismo mediante sus exportaciones como operador de mercado. Así como el MINAE y la ARESEP, entidades reguladoras las cuales son fundamentales para un correcto desarrollo sostenible del país, y un establecimiento correcto de las tarifas eléctricas.

Por otro lado, se tiene las entidades regionales, las cuales intervienen en el proceso de manera tanto operativa, como estableciendo criterios, reglamentos y protocolos a seguir dentro de un mercado tan importante para la región. Es sumamente importante señalar que la estructura del MER es su columna vertebral, en donde sin la creación, o bien delegación de funciones entre los entes el funcionamiento no hubiese sido el mismo aún más en términos de transparencia, y control del MER.

Siguiendo la línea de lo previamente mencionado, las discrepancias encontradas en el proceso de exportación, son básicamente las que se dan entre los operadores de países, y las legislaciones entre las partes pertenecientes al MER. Por ello, el análisis e información recabada destaca la importancia de la empatía, y la investigación a fondo de los mecanismos ya pres establecidos de los exportadores mediante el SIEPAC.

Por último, en el país existe una apertura en cuanto a temas de generación eléctrica, permitiendo la participación de un porcentaje menor al que el ICE tiene acceso, a las empresas privadas generadoras. Este punto promueve una mejora en la competitividad, y en la calidad de la energía producida, y no solo eso, sino que estas empresas aportan en temas ambientales, y hasta

socioeconómicos.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo, se exhiben las conclusiones y las recomendaciones que se formaron en la investigación. Como primer punto, se pretende generar los resultados obtenidos para emitir un criterio y una respuesta a los objetivos planteados y la pregunta objeto de estudio. Como segunda parte, se emiten las recomendaciones necesarias que surgieron luego de analizar los datos recabados de la investigación en estudio.

Como parte del proceso, se logra establecer una línea de investigación conformada por el planteamiento del problema, justificación, antecedentes, objetivo general y específicos. Todo se desarrolló con un enfoque cualitativo en el cual se utilizó un cuestionario como un norte para aplicar las entrevistas a los distintos participantes que conformaron la muestra del estudio. De las respuestas expresadas surgieron las categorías de análisis para luego compararlas con la información recabada en el marco de referencias del capítulo dos del presente estudio.

Conclusiones de la investigación

Del resultado de la presente investigación, se logra determinar algunas conclusiones respecto a lo recabado de la teoría y las respuestas emitidas por cada uno de los entrevistados. Se logra concluir que en temas de capacidad y diversidad de matriz eléctrica el país se encuentra en una posición privilegiada debido a la variedad de fuentes renovables que posee, y a los múltiples proyectos de generación construidos.

Se logró concluir según la teoría recabada, que el país tiene un mayor potencial en cuanto a la energía fotovoltaica, más sin embargo no se explota al máximo su potencial, esto puede generar un mayor aporte económico al país y una mayor consolidación del sector.

Como conclusión se logra determinar que el alto costo de la tarifa eléctrica nacional, está ligada a los financiamientos otorgados al ICE como operador de mercado y administrador del sector en el país, además del alto costo de la tecnología utilizada para la construcción de plantas de generación.

En cuanto al tema de restricciones, se puede concluir con que el país si tiene la capacidad, sin embargo, existen grupos, o bien comunidades en oposición a la construcción de proyectos de generación, o incluso del establecimiento del SIEPAC.

Se logra concluir en términos de sostenibilidad que las fuentes de energía renovables constituyen un aporte importante para Costa Rica por el tema de ser el primer país carbono neutral

del mundo.

Según lo investigado, se puede llegar a la conclusión de que el sector eléctrico nacional en búsqueda de una correcta sostenibilidad, busca equilibrar el uso de las fuentes y variar el mismo según las condiciones climatológicas.

Como último punto, en cuanto a la matriz eléctrica nacional, se logra concluir que las principales implicaciones para que esto suceda consisten en una real conciencia ambiental, la voluntad de gobierno y el correcto uso de los fondos suministrados.

Referente al tema de las entidades presentes en el proceso de exportación se concluyó que el ICE es un ente fundamental durante el proceso tanto por ser el único operador de mercado para Costa Rica, y por ser el administrador del sector a nivel nacional.

En cuanto a los generadores eléctricos, se concluye que según la Ley 7200, si existe apertura de mercado, por lo que si existen otras empresas generadoras de electricidad mediante fuentes renovables.

Se concluye que a nivel regional, no existen como tal entes reguladores, caso contrario al sector eléctrico nacional en donde destacan el MINAE y la ARESEP, sin embargo a nivel regional si son planteados los reglamentos a seguir dentro del MER por parte de la CRIE

Con respecto al alcance económico para el país de las exportaciones mediante el SIEPAC se puede concluir que es aceptable puesto que el país logra colocar sus excedentes en el resto de la región.

En cuanto a beneficios económicos se puede concluir que existe una disminución de costos, al no depender de la compra de petróleo a otros países para abastecer la demanda eléctrica.

En cuanto al alcance ambiental se puede concluir que las exportaciones mediante el SIEPAC motivan al país a mejorar la producción mediante fuentes renovables para así reducir la huella de carbono.

Se concluye que las exportaciones de energía eléctrica, son un importante aporte a la meta carbono neutral, pues aporta solidez al país en cuanto a respaldo para iniciar su introducción al sector transporte.

Se concluye que sí existe una afectación al ecosistema al instalar plantas de generación hidroeléctricas, aspecto que propicia la oposición de las comunidades afectadas.

Se puede concluir que la transmisión de energía eléctrica entre la región es constante, no obstante, estas se consideran exportaciones cuando explícitamente se solicita de un país a otro.

Finalmente, se concluye que las exportaciones mediante el SIEPAC generadas por el país buscan un desarrollo económico y ambiental, no solo a nivel interno, sino más bien un crecimiento simultáneo, y solidario de toda la región centroamericana.

Recomendaciones

A continuación, se muestran las recomendaciones de acuerdo con los resultados conseguidos en la recolección de datos, las cuales están dirigidas a instituciones del Estado y a empresas que pertenecen al sector privado intermediarias de manera directa en el proceso de exportación mediante el SIEPAC.

Se le recomienda en primera instancia al ICE a maximizar aún más los recursos renovables como la energía solar, impulsando la creación de parques fotovoltaicos, estos para explotar al máximo el potencial nacional en cuanto a la generación de energía mediante esta fuente.

Es importante aconsejar al ICE en cuanto a redoblar esfuerzos con respecto a la búsqueda de la reducción de la tarifa eléctrica en conjunto con la ARESEP, apoyados en los ingresos generados por la exportaciones eléctricas, y cumpliendo con el respectivo pago de los financiamientos otorgados, debido a la afectación económica y directa que se da en los bolsillos del consumidor nacional.

Se le recomienda a los diputados del poder legislativo del Gobierno de Costa Rica, al ICE y a la CNFL agilizar la implementación de energías renovables en el sector transporte, esto para materializar cada vez más la meta carbono neutral y reducir la dependencia del petróleo.

Se le recomienda al ICE mitigar los importantes despilfarros de dinero debido a la mala administración de los financiamientos otorgados, esto con el objetivo de mejorar la eficiencia del sector

Se le recomienda a las empresas privadas generadoras de energía eléctrica, tener en óptimas condiciones su equipo y procesos para poder cumplir con lo estipulado por la ley 7200 y mantener una atractiva oferta energética

Se le aconseja al EPR, EOR mantener el óptimo funcionamiento operativo y comercial del SIEPAC para poder abastecer la demanda de los países de la región con menor desarrollo del sector eléctrico.

Se le recomienda al EPR velar por una menor afectación a las comunidades y ecosistemas en donde se colocan las estructuras del SIEPAC, para evitar las trabas en cuanto a la implementación de la estructura del sistema.

Es importante recomendar al CDMER examinar las auditorías a que se someta la CRIE y de considerarlo necesario, encomendarle la realización de auditorías especiales de sus gastos como mecanismo de fiscalización.

Como destacable recomendación a la CRIE evaluar la evolución del Mercado periódicamente y proponer a los países parte las medidas que a su juicio se consideren convenientes a fin de avanzar en la consolidación del Mercado

Como último punto, se le recomienda al CDMER y CRIE, que para lograr el correcto entendimiento del MER entre los países parte y facilitar que estos maximicen sus recursos y aprovechen la energía producida del resto de la región, suministrar y esclarecer la información acerca de los reglamentos establecidos en el MER.

Referencias

- ARESEP. (Marzo de 2019). *ARESEP*. Obtenido de <https://aresep.go.cr/aresep>
- Brenes, J. R. (2018). *ENERGÍAS RENOVABLES Y SU APORTE AL COMERCIO INTERNACIONAL EN COSTA RICA*.
- CENCE. (Setiembre de 2018). *CENCE*. Obtenido de <https://apps.grupoice.com/CenceWeb/CenceDescargaArchivos.jsf?init=true&categoria=1&codigoTipoArchivo=1018>
- CentralAmericaData.com. (2016). *CentralAmericaData.com*. Obtenido de https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Planta_hidroelctrica_cuesta_4_veces_lo_proyectado
- Chacón, V. (Octubre de 2018). *SEMANARIO UNIVERSIDAD*. Obtenido de <https://semanariouniversidad.com/pais/costa-rica-y-su-fiebre-hidroelectrica/>
- CRIE. (2016). *INFORME ANUAL DEL MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL AÑO 2016*. CRIE.
- Echeverría, C., Jesurun-Clements, N., & Jorge Mecado, C. T. (2017). *IDB*. Obtenido de www.iadb.org
- ECONOMISTA, E. (Mayo de 2018). *EL ECONOMISTA*. Obtenido de <https://www.economista.net/actualidad/Costa-Rica-ha-ganado-410-millones-con-mercado-electrico-regional-20180529-0027.html>
- Electricidad, G. d. (S.f). *FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA GENERAR ELECTRICIDAD*. ICE.
- Elmundo.cr. (Octubre de 2017). *Elmundo.cr*. Obtenido de <https://www.elmundo.cr/costa-rica/costa-rica-mejora-eficiencia-energetica-reduce-emisiones-co2/>
- EOR. (S.f). *ENTE OPERADOR REGIONAL*. Obtenido de <http://www.enteoperador.org/>

EPR. (2014). *Antecedentes, estado actual y perspectivas del Sistema de Interconexión Eléctrica para los Países de América Central (SIEPAC)*.

EPR. (s.f). *Empresa Propietaria de la Red*. Obtenido de <https://www.eprsiepac.com/contenido/>

ESPAÑA, R. E. (2009). *EL SUMINISTRO DE LA ELECTRICIDAD UN EQUILIBRIO ENTRE GENERACIÓN Y CONSUMO*. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA.

ICE, G. (S.f). *GRUPO ICE*. Obtenido de <https://grupoicecr.com/>

Inversiones, C. I. (2018). *Corporación Interamericana de Inversiones*. Obtenido de <https://www.iic.org/es/proyectos/project-disclosure/12086-01/programa-de-inversi%C3%B3n-en-el-siepac>

Kirstein, N. (2016). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/7nntbbve6hwi/la-energia-hidroelectrica-en-costa-rica/>

La Nación. (Octubre de 2016). *La Nación*. Obtenido de <https://www.nacion.com/opinion/foros/otras-realidades-de-la-energia-hidroelectrica/5TB5UKUP35FBNGGRZ7GD3XHKEYQ/story/>

LATITUDES, D. (Diciembre de 2017). *DISTINTAS LATITUDES*. Obtenido de <https://distintaslatitudes.net/centroamerica-protagonista-del-desarrollo-sostenible>

Leandro, C. (2014). *CRhoy.com*. Obtenido de <https://archivo.crhoy.com/costa-rica-carbono-neutro-2021-un-proyecto-pais-que-se-pone-cuesta-arriba/nacionales/>

Leon, J. (S.f). *EL COMERCIO EXTERIOR DE COSTA RICA EN EL SIGLO XX: 1880 A 2000*. Jorge Leon.

Montejano, A. (Enero de 2017). *TOMANDO CONCIENCIA*. Obtenido de <http://www.tomando-conciencia.org/articulos/costa-rica-energia-renovable>

Mundo, B. (2015). *BBC News*. Obtenido de https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/03/150323_costa_rica_energia_renovable_az_ep

Nación, L. (2014). *https://www.nacion.com/el-pais/servicios/costa-rica-logra-enlace-en-red-electrica-para-transar-energia/QEQ4SYUHKFD4VHGK6SUKHNKEEE/story/*. Obtenido de *https://www.nacion.com/el-pais/servicios/costa-rica-logra-enlace-en-red-electrica-para-transar-energia/QEQ4SYUHKFD4VHGK6SUKHNKEEE/story/*

Nuclear, F. (S.f). *Foro Nuclear Foro de la Industria Nuclear Española*. Obtenido de *https://www.foronuclear.org/es/publicaciones-y-documentacion*

Otey, J. (2017). *CRhoy.com*. Obtenido de *https://www.crhoy.com/ambiente/2030-nueva-meta-del-pais-para-alcanzar-la-carbono-neutralidad/*

Portolés, E. (2011). *EL SECTOR ELÉCTRICO EN COSTA RICA*. ICEX.

Quesada, J. M. (2014). *Generación eléctrica en Costa Rica*. ARESEP.

SCIJ. (2012). *SCIJ*. Obtenido de *http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=72643&nValor3=88745&strTipM=TC*

Soto, M. (2015). *La Nación*. Obtenido de *https://www.nacion.com/ciencia/medio-ambiente/costa-rica-destaca-como-lider-en-energia-limpia/COXG3ALZFFBJZPD5YYOPWRKAKQ/story/*

Soto, M. (Octubre de 2016). *La Nación*. Obtenido de *https://www.nacion.com/ciencia/medio-ambiente/costa-rica-se-abastecio-solo-con-energia-renovable-por-110-dias-seguidos/R3QXRPZTYVHG3OKSZW7UXSWUY4/story/*

Apéndice

Buen día estimado(a)

Un placer saludarle mi nombre es Carlos Camargo Rojas, cédula 1-1651-0060, estudiante actual de Comercio Internacional en la Universidad Internacional de las Américas (UIA) el cual se encuentra presentando el trabajo final de tesis, en donde la misma tiene como título “EXPORTACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA HACIA CENTROAMÉRICA MEDIANTE EL SIEPAC Y SU IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO PARA EL PAÍS DURANTE EL PERÍODO 2016- 2018”, la intención de la selección de este tema es debido al gran interés que tengo acerca de este tipo de comercialización regional, y los contratos binacionales que se manejan dependientes de la oferta y demanda por país.

Por lo que, el presente es para solicitar amablemente de su colaboración completando la pequeña entrevista adjunta, esto debido a que es de suma importancia para la investigación, y es fundamental contar con los datos que su persona me pudiese brindar.

Muchas gracias de antemano.

Objetivo: Determinar la capacidad de producción del mercado eléctrico costarricense

1. En términos generales, ¿Qué implica para el país la diversidad de la matriz eléctrica?
2. ¿Cuál es su opinión acerca de la inversión a nivel país para aumentar la competitividad de producción eléctrica mediante el uso de fuentes renovables?
3. Según su opinión, ¿Cuáles son las principales barreras que presenta el país en cuanto al óptimo funcionamiento del SIEPAC?

Objetivo: Explicar la importancia que tienen las empresas e instituciones reguladoras que intervienen en el proceso del SIEPAC

4. Para usted, ¿Es importante el papel del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y de los entes regionales del Mercado Eléctrico Regional (MER)?
¿Por qué?
5. ¿Conoce usted aparte del ICE otras empresas productoras de electricidad mediante fuentes renovables a nivel nacional?

6. ¿Qué empresas reguladoras en cuanto a la producción y comercialización de electricidad conoce en el país? Y cuáles son sus funciones?

Objetivo: Establecer el alcance en términos económicos y ambientales de las exportaciones de energía eléctrica mediante el SIEPAC

7. ¿Qué influencia puede tener sobre la región centroamericana el hecho de que Costa Rica alcanzó la meta 100% carbono neutral para 2021?

8. ¿Qué conocimiento tiene acerca del Sistema de Interconexión para los países de América Central (SIEPAC)?

9. ¿Qué relevancia tiene para Costa Rica en aspectos ambientales la generación de energía eléctrica a base de fuentes renovables?

10. ¿Cuáles son los aporte económicos obtenidos por Costa Rica mediante la exportación de electricidad por medio del SIEPAC, existe realmente?