

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PARA UNA POLÍTICA EXTERIOR
DE COSTA RICA EN MATERIA ENERGÉTICA

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración de la Comisión
del Programa de Estudios de Posgrado en Administración Pública para optar al
grado y título de Maestría Profesional en Diplomacia

ESTIVEN GONZÁLEZ JIMÉNEZ

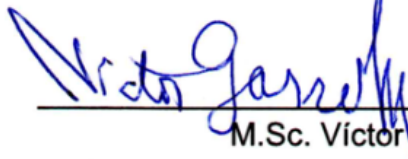
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2022

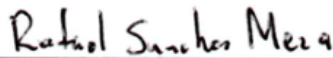
Dedicatoria y agradecimientos

A mi familia, por su apoyo incondicional durante toda mi vida; y a Laura y Debbie, por convertirse en mi motivación para concluir este trabajo. Agradezco a todas la personas que colaboraron para esta investigación, en especial al Comité Asesor por su apoyo.

Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Administración Pública de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Profesional en Diplomacia.



M.Sc. Víctor Garro Martínez
Representante de la decana del Sistema de Estudios de Posgrado

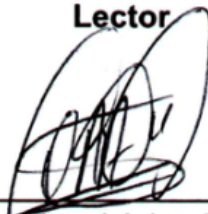


MSc. Rafael Sánchez Meza
Profesor guía

Dr. Carlos Humberto Cascante Segura
Lector



MSc. Charles Hernández Valle
Lector



M.Sc. Adonai Arias Sánchez
**Representante del
Director del Programa de Posgrado**



Estiven González Jiménez
Sustentante

Tabla de contenidos

<i>Hoja de aprobación</i>	<i>iii</i>
<i>Tabla de contenidos</i>	<i>iv</i>
<i>Resumen</i>	<i>vi</i>
<i>Abstract</i>	<i>vii</i>
<i>Lista de tablas</i>	<i>viii</i>
<i>Lista de gráficos</i>	<i>ix</i>
<i>Lista de ilustraciones</i>	<i>x</i>
<i>Lista de abreviaturas</i>	<i>xi</i>
<i>Licencia de publicación</i>	<i>xiii</i>
<i>Capítulo 1. Introducción</i>	<i>1</i>
<i>Capítulo 2. Energía y política exterior: aproximación teórica y conceptual</i>	<i>8</i>
Energía y sociedad	8
La energía como un asunto de Estado.....	12
Seguridad energética	13
Energía y política exterior.....	15
Diplomacia energética	17
<i>Capítulo 3. Tendencias del sector energético internacional: oportunidades y amenazas para Costa Rica</i>	<i>24</i>
Contexto energético internacional	25
Principales temas o desafíos de la agenda energética internacional	27
1. <i>Incorporación de energías renovables a las matrices energéticas</i>	29
2. <i>Acceso a la energía</i>	49
3. <i>Eficiencia energética y administración de la demanda</i>	55
4. <i>Digitalización de la energía</i>	58

5. Generación distribuida, micro redes y almacenamiento de energía	62
6. Transporte eléctrico.....	65
7. Integración energética regional	68
8. Hidrógeno verde	72
Oportunidades y amenazas para una propuesta de política exterior en materia energética	75
Capítulo 4. Política exterior en materia energética: fortalezas y debilidades de Costa Rica.....	80
Política exterior de Costa Rica.....	81
Política energética y ambiental de Costa Rica	84
<i>Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública 2018-2022</i>	<i>85</i>
<i>Plan Nacional de Energía.....</i>	<i>86</i>
<i>Plan Nacional de Descarbonización.....</i>	<i>87</i>
La agenda energética global desde la perspectiva de Costa Rica	90
1. Incorporación de energías renovables	90
2. Acceso a la energía en Costa Rica	98
3. Eficiencia energética en Costa Rica.....	99
4. Digitalización de la energía en Costa Rica.....	100
5. Generación distribuida.....	102
6. Transporte eléctrico en Costa Rica	103
7. Integración eléctrica regional.....	104
8. Hidrógeno verde	106
Fortalezas y debilidades para una propuesta de política exterior en materia energética.....	108
Capítulo 5. Lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética.....	116
Capítulo 6. Conclusiones generales, limitaciones y sugerencias para trabajos futuros	125
Bibliografía	128

Resumen

En el 2015, Costa Rica anunció al mundo que había logrado satisfacer el 100% de su electricidad con fuentes renovables, lo que ocasionó una importante cobertura internacional. En ese mismo año, con la adopción de la Agenda de Desarrollo 2030 y el Acuerdo de París, la energía se convirtió en un tema cada vez más importante en la agenda internacional. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo final de investigación aplicada (TFIA) es proponer lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética, que contribuyan a la consecución de los objetivos de la política doméstica en esta materia y fortalezcan el posicionamiento internacional del país en la promoción del desarrollo sostenible.

La construcción de los lineamientos estratégicos se realizó mediante un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), a partir de un análisis de contenido de las publicaciones de los principales centros de pensamiento de la política energética internacional y la política energética doméstica de Costa Rica.

Con el desarrollo de este TFIA, se proponen siete lineamientos estratégicos para la política exterior de Costa Rica en materia energética: I) posicionar al país como laboratorio de la descarbonización, II) atracción de inversiones, III) venta de servicios asociados a la transformación energética, IV) intercambio de conocimientos asociados a la digitalización, V) posicionar al país como referente en la región en transporte eléctrico, VI) ampliar el liderazgo político y comercial en el Mercado Eléctrico Regional; y VII) promover al país como líder en la producción de hidrógeno verde.

Con la ejecución de estos lineamientos, se espera contribuir a la consecución de los objetivos de la política energética de Costa Rica y ampliar la influencia del país en la escena regional e internacional en materia ambiental y energética. A la vez que se requiere ejecutar un conjunto de acciones para solventar las debilidades identificadas, asociadas a la necesidad de fomentar mayor innovación en el sector eléctrico, así como la búsqueda de socios estratégicos para impulsar la venta de servicios y la transferencia tecnológica en temas de vanguardia.

Abstract

In 2015, Costa Rica announced that it had satisfied 100% of its electricity with renewable sources, which caused significant international coverage. In that same year, with the adoption of the 2030 Development Agenda and the Paris agreement, energy became an increasingly important issue on the international agenda. Therefore, the objective of this final applied research work (TFIA) is to propose strategic guidelines for a foreign policy of Costa Rica in energy that contribute to the achievement of the objectives of domestic policy in this matter and strengthen its international positioning.

The construction of the strategic guidelines was carried out through an analysis of strengths, weaknesses, opportunities, and threats (SWOT), based on a content analysis of the publications of the most influential think tanks of international energy policy and the domestic energy policy of Costa Rica.

This work propose seven strategic guidelines for Costa Rica's foreign policy in energy matters: I) place the country as a decarbonization laboratory, II) attract investments, III) sell services associated with energy transformation, IV) exchange of knowledge associated with digitization, V) place the country as a regional leader in electric transportation, VI) extend political and commercial leadership in the Regional Electricity Market; and VII) promote the country as a leader in the production of green hydrogen.

With the execution of these guidelines, it is expected to contribute to the achievement of the objectives of Costa Rica's energy policy and expand Costa Rica's influence on the regional and international scene in environmental and energy matters. At the same time, it is necessary to execute a set of actions to solve the identified weaknesses, associated with the need to promote innovation in the electricity sector and the search for strategic partners to promote the sale of services and the transfer of technology in cutting-edge issues.

Lista de tablas

Tabla 1 Oportunidades y amenazas para la definición de lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética.....	77
Tabla 2. Fortalezas y debilidades para la definición de lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética.....	110
Tabla 3. Análisis de partes interesadas para la definición de lineamientos estratégicos para una política exterior en materia energética.....	119
Tabla 4. Propuesta de lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética	121

Lista de gráficos

Gráfico 1. SICA: porcentaje de generación eléctrica con fuentes renovables y no renovables, 2011-2019.	44
Gráfico 2. SICA: porcentaje de generación eléctrica renovable por país, 2019.	45
Gráfico 3. Contenido de carbono del suministro eléctrico para Costa Rica y varias regiones del mundo expresado en gCO ₂ /kWh (1990-2017).....	91
Gráfico 4. Costa Rica: producción bruta de energía eléctrica por fuente (2021)	93
Gráfico 5. Costa Rica: porcentaje de crecimiento interanual de la demanda eléctrica, 2001-2020.	95
Gráfico 6. Costa Rica: Plan de expansión de la generación eléctrica 2020-2035, instalación por fuente, en MW.	96
Gráfico 7. Inyección de energía eléctrica al Mercado Eléctrico Regional por país, 2014-2021, en MWh.....	105
Gráfico 8. Retiro de energía al Mercado Eléctrico Regional por país, 2014-2021, en MWh.....	106

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. *Porcentaje de generación eléctrica con fuentes renovables por país, 2019. 38*

Lista de abreviaturas

\$/kgH ₂	Dólares por kilogramo de hidrógeno
BCCR	Banco Central de Costa Rica
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BP	British Petroleum
CARICOM	Comunidad del Caribe
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CO ₂	Dióxido de carbono
FODA	Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas
gCO ₂ /kWh	Gramos de dióxido de carbono por kilowatt hora
GEI	Gases de efecto invernadero
GW	Gigavatio
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
IEA	Agencia Internacional de Energía (por sus siglas en inglés)
IED	Inversión extranjera directa
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
IRENA	Agencia Internacional de las Energías Renovables (por sus siglas en inglés)
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
KWh	Kilowatt por hora
MER	Mercado Eléctrico Regional de Centroamérica
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica
MIT	Instituto Tecnológico de Massachusetts (por sus siglas en inglés)
MREC	Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto
Mtoe	Millones de toneladas de petróleo equivalente
MUSD	Millones de dólares de los Estados Unidos
MW	Megavatio
MWh	Megavatio-hora

NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional (por sus siglas en inglés)
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (por sus siglas en inglés)
OIEA	Organismo de Energía Atómica
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OPEP	Organización de Países Productores de Petróleo
PNDIP	Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública
RECOPE	Refinadora Costarricense de Petróleo
RELAC	Renovables en América Latina y el Caribe
RRII	Relaciones Internacionales
SEforALL	Sustainable Energy for All
SICA	Sistema de la Integración Centroamericana
TCO ₂ eq	Toneladas de dióxido de carbono equivalente
TFIA	Trabajo final de investigación aplicada
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
UE	Unión Europea



Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Estiven González Jiménez, con cédula de identidad 206920758, en mi condición de autor del TFG titulado Lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.



FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

Capítulo 1. Introducción

El siglo XXI abre las puertas a un cambio de paradigma en la manera de conducir las Relaciones Internacionales (RRII). La diplomacia se ha vuelto multifacética, pluri-direccional, intensiva y volátil (Rana, 2011). Esta última característica ha hecho que la política exterior no sea más un monopolio de los Ministerios de Relaciones Exteriores y deban coordinar con otras ramas de gobierno. Por otra parte, los factores ambientales en los asuntos globales están ganando prominencia a medida que los países reconocen la importancia de la acción colectiva para enfrentar los desafíos que enfrenta el planeta debido a las actividades humanas (Lawrence E. Susskind y Saleem H. Ali, 2017, p. 1). Este trabajo final de investigación aplicada (TFIA) se enmarca en ese nuevo contexto de la diplomacia y las RRII como disciplina científica, donde la frontera entre lo doméstico y lo internacional es cada vez más difusa.

La entrada en vigor del Acuerdo de París sobre Cambio Climático en 2016 marcó un hito para la diplomacia multilateral. Después de fallidas negociaciones para adoptar un acuerdo climático de alcance global que sustituyera el Protocolo de Kyoto, la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) adoptó, en diciembre del 2015, un texto unánime denominado Acuerdo de París, que tiene como objetivo desarrollar acciones para limitar el aumento de la temperatura del planeta muy por debajo de los dos grados centígrados.

También en 2015, la Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible oficializó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en sustitución a los Objetivos del Desarrollo del Milenio. Esta nueva agenda vincula de manera transversal temas como energía, ciudades, producción, consumo y cambio climático, con la agenda tradicional de desarrollo que tiene como núcleo de trabajo el combate a la pobreza, la desigualdad y el acceso a los servicios básicos.

El Acuerdo de París y la Agenda 2030 son un punto de inflexión para el trabajo internacional en materia de desarrollo, pero también para el sector energético. Entidades como la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), el Foro Económico Mundial, la Organización para la Cooperación y el

Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés) o la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés) coinciden en que esta nueva agenda representa una ruptura para el sector energético, en múltiples dimensiones, pues implica impulsar un cambio en las fuentes utilizadas hasta ahora, los patrones de consumo, e incluso la forma tradicional de operar los sistemas eléctricos. Para la OECD, el Acuerdo de París es, en su esencia, un acuerdo sobre energía, que está impulsando de manera acelerada la transformación del sector.

La energía representa dos terceras partes de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del planeta. Por otra parte, más de 600 millones de personas continúan sin acceso a servicios eléctricos y más de dos billones depende aún de la quema de querosén y biomásas para cocción. Por ende, la mayoría de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés), remitidas por los países en el marco de los compromisos derivados del Acuerdo de París, incluyen acciones para la reducción de emisiones en el sector energía, especialmente mediante la transformación de la producción de electricidad hacia fuentes renovables, así como la provisión del servicio a las poblaciones hasta ahora excluidas.

La situación del sector eléctrico de Costa Rica es muy distinta al escenario global. Como resultado de una política de Estado de larga data, el país ha logrado niveles de cobertura, calidad e incorporación de fuentes renovables en la matriz eléctrica superiores a muchas regiones del mundo. En el año 2020, el país produjo cerca del 98,7% de la electricidad con fuentes renovables (ICE, 2021), alcanzando una meta que para muchos países surge apenas como una aspiración. Además, en el 2019 reportó una cobertura de acceso del 99,4% de la población (ICE, 2019a). Además, ocupa el tercer lugar en América Latina en calidad del suministro eléctrico (World Economic Forum, 2019).

Por otra parte, en el periodo 2000-2019, la capacidad instalada para generación eléctrica en Costa Rica creció un 111%; mientras que la demanda máxima por potencia tan solo un 53%. En virtud de esta coyuntura, el Plan de Expansión de la Generación 2018-2034 concluye que: “el país tiene garantizada la atención de la demanda eléctrica para los próximos ocho años, a partir de una

matriz de generación renovable, confiable y diversa” (ICE, 2019b). Esto no solo afianza el posicionamiento de Costa Rica en la materia, pues pocos países pueden garantizar un suministro de esas características, sino que también representa un desafío para la política doméstica. El país cuenta con altos niveles de experiencia técnica en la materia que no serán utilizados de manera intensiva los próximos años, en virtud de no se requiere el desarrollo de grandes proyectos para atender la demanda.

Además, temas como generación distribuida, redes inteligentes, almacenamiento de energía, hidrógeno verde y otros se han vuelto una tendencia cada vez más importante en las prioridades de la política energética local. En concordancia, identificar oportunidades para el aprovechamiento de estos recursos es una prioridad del país para los próximos años. En este aspecto, la política exterior es un aliado importante mediante la identificación de oportunidades de internacionalización, ya sea por medio de la generación de negocios, así como mecanismos de cooperación internacional.

Esta rápida valoración permite concluir que existen pocas políticas públicas con un nivel de avance, notoriedad y éxito suficiente para ser consideradas como elemento diferenciador y herramienta para el posicionamiento de Costa Rica en la escena global. Esta condición particular del país en la materia puede funcionar como pivote en la estrategia de cooperación internacional, atracción de inversiones, diplomacia multilateral y el posicionamiento de la marca país.

La promoción del desarrollo sostenible, la coordinación y representación política en las negociaciones ambientales internacionales es un eje estratégico de la política exterior de Costa Rica. En momentos donde los fondos de la cooperación internacional escasean, especialmente para los países de renta media alta como Costa Rica, la cooperación sur-sur y la triangulación de recursos es una opción cada vez más atractiva. Al ocupar la política energética un lugar preponderante en la agenda mundial, el país tiene la oportunidad de posicionarse y atraer recursos de cooperación internacional bajo nuevas modalidades. Además, una estrategia articulada permitirá ampliar su participación en distintos foros multilaterales, regionales y globales abocados en la materia; así como desarrollar un portafolio de

atracción de inversiones, intercambio de conocimientos y otras posibilidades.

De acuerdo con información provista por el Proceso de Diplomacia Económica del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto (MREC), a la fecha no existen lineamientos estratégicos o una hoja de ruta de política exterior en materia energética. La única guía que se utiliza para la acción de Costa Rica en el exterior está sustentada en la posición país en materia ambiental, que ha devenido en planes y estrategias nacionales. Las acciones que actualmente se realizan sobre este tema están sustentadas en estos documentos de política pública y conceptos generales como hidrógeno verde, no exploración de petróleo o gas naturales, eliminación de subsidios a los combustibles fósiles, entre otros; pero no existe ningún análisis o documento formal que brinde una orientación estratégica a estos cursos de acción.

Asimismo, los avances en materia de incorporación de fuentes renovables a la matriz de producción eléctrica han propiciado que la política doméstica explore nuevos horizontes con el objetivo de mantener un alto nivel de participación de fuentes renovables, así como incorporar otro tipo de tecnologías. En los últimos años, el país ha puesto su mirada en la electrificación del transporte, la generación distribuida, el almacenamiento de energía, redes eléctricas inteligentes, hidrógeno verde y otros. Para alcanzar estos objetivos, la política exterior puede ser un aliado natural, pues, así como el desarrollo de grandes proyectos en el pasado requirió de asistencia internacional, la atracción de inversión, el intercambio de conocimiento y asesoría especializada son un factor clave para avanzar en estas temáticas.

La formulación de lineamientos estratégicos y un plan de acción que permita internacionalizar los éxitos de esas políticas, así como identificar nuevas oportunidades que permitan cumplir los objetivos de la política energética del país resultan de utilidad práctica no solo para el MREC, sino también para otras instituciones vinculadas en la materia como el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), la Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER), la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE), las empresas distribuidoras de electricidad y otras afines del sector energético, entre otros.

Problema y pregunta

¿Cuáles son posibles lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética que contribuyan a la consecución de los objetivos de la política doméstica en esta materia y fortalezcan el posicionamiento internacional del país en la promoción del desarrollo sostenible?

Objetivos

El objetivo general de este TFIA es proponer lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética que contribuyan a la consecución de los objetivos de la política doméstica en esta materia y fortalezcan el posicionamiento internacional del país en la promoción del desarrollo sostenible.

Objetivos específicos

1. Describir las aproximaciones teóricas y conceptuales que vinculan la política energética y la política exterior para identificar los principales instrumentos de acción exterior que utilizan los Estados en esta materia.
2. Analizar las principales tendencias del sector energético internacional y las oportunidades para la internacionalización de la política energética de Costa Rica tras la entrada en vigencia del Acuerdo de París, mediante un análisis de contenido de la literatura especializada en la materia.
3. Determinar las fortalezas y oportunidades de la política energética de Costa Rica en concordancia con las oportunidades de internacionalización que ofrezca el contexto energético regional y global tras la entrada en vigencia del Acuerdo de París.
4. Identificar objetivos, áreas temáticas y acciones de política doméstica y política exterior, así como elaborar una propuesta de lineamientos estratégicos para la internacionalización de la política energética de Costa Rica que contribuyan a la consecución de los objetivos de la política doméstica en esta materia y fortalezcan el posicionamiento internacional del país en la promoción del desarrollo sostenible.

Marco referencial preliminar

La literatura que vincula la política exterior y la política energética ha estado vinculada mayoritariamente a temas geopolíticos, en especial alrededor de los combustibles fósiles, en autores como Klare (2008), Colgan (2013), Kalicki y Goldwyn (2005), entre otros. Sin embargo, conforme el entendimiento de las relaciones energéticas de los Estados y el surgimiento de los temas ambientales en la escena internacional, otros autores han presentado aproximaciones más amplias. En este aspecto, resaltan los trabajos de Santos Vieira de Jesus (2013) sobre diplomacia energética en el siglo XXI. A nivel nacional, no existe a la fecha alguna aproximación conceptual, teórica o práctica que vincule la energía y la política exterior de Costa Rica.

Diseño metodológico

Con el fin de determinar los lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética, se propone emplear herramientas de planificación estratégica. Este abordaje metodológico no es común en la formulación de política exterior. Incluso, Drezner argumenta que la planificación estratégica de la política exterior no ha sido atendida con interés por parte del mundo académico (2009, p. 5). Para esta investigación, se desarrolla un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) con el propósito de comprender el escenario global y nacional en la materia. Como señala (Rana, 2011), el FODA es un método práctico para analizar los principales factores que inciden en un tema, así como una herramienta útil para resumir los principales hallazgos. Asimismo, facilita la identificación de oportunidades en el entorno exterior y las acciones necesarias para su concreción a nivel doméstico.

Para la descripción de las tendencias internacionales, se elaboró un análisis de contenido de la literatura especializada en la materia, así como los reportes de las principales agencias y centros de pensamiento en política energética. Además, para el desarrollo del análisis de contenido, se utilizó el *software* NVivo, que facilita la organización y análisis de textos mediante la creación de nodos temáticos. Asimismo, el análisis internacional y nacional se complementó con entrevistas a

expertos sectoriales y el criterio del autor. La formulación de los lineamientos estratégicos de política exterior se sustenta en recomendaciones de literatura especializada como Rana (2011) o Mintz y Jr (2010).

El TFIA se estructura de la siguiente manera: el capítulo 1 muestra una aproximación teórica y conceptual del vínculo entre la política energética y la política exterior. En el capítulo 2, se muestran las principales tendencias de la política energética a nivel internacional, con el objetivo de identificar las oportunidades que el entorno ofrece para el fin de consolidar una política exterior para Costa Rica en materia energética. Por su parte, en el capítulo 3 se realiza un análisis de la política exterior y la política energética de Costa Rica, para que, conforme las oportunidades identificadas en el capítulo anterior, se identifiquen las fortalezas y debilidades del país en la materia. En el capítulo 4 se analizan los resultados obtenidos durante la evaluación del contexto y se proponen los lineamientos estratégicos para una política exterior en materia energética. Finalmente, en dicho capítulo, se exponen las conclusiones y recomendaciones para estudios futuros.

Capítulo 2. Energía y política exterior: aproximación teórica y conceptual

La política energética y la política exterior guardan una histórica y estrecha relación. Esa interacción ha sido un amplio ámbito de estudio de las RRII, abordado, principalmente, desde la perspectiva geopolítica y las teorías realistas. Sin embargo, en los últimos años, tanto la política exterior como la política energética han afrontado cambios relevantes que les han alejado de las concepciones tradicionales para adentrarse en entendimientos que sobrepasan los esquemas hasta ahora conocidos. Ambas disciplinas ya no están enlazadas únicamente por el uso de la fuerza y el control de los recursos como elemento de poder. El comercio internacional, la integración regional o la cooperación le han dado un nuevo aire al estudio de la energía y la política exterior. Por lo que el objetivo central de esta investigación es profundizar en esas interacciones, con el propósito de construir una agenda común entre ambas áreas de estudio para el Estado costarricense.

Como se analiza en este capítulo, la energía es un recurso vital para la sociedad que, por sus características, se ha convertido en un elemento estratégico para los Estados y, por esa razón, se ha empleado el término seguridad energética para describir cómo la indisponibilidad de recursos energéticos amenaza la existencia y funcionalidad de los Estados. En la consecución de ese objetivo intervienen varios instrumentos, uno de ellos la diplomacia energética, que contempla tanto el uso de la fuerza, así como el comercio y la cooperación internacional. La revisión de estos conceptos pretende brindar insumos teóricos al objetivo general de este trabajo de investigación que procura formular lineamientos generales de una política exterior para Costa Rica en materia energética.

Energía y sociedad

La energía es un recurso vital para la sociedad, por lo tanto, ocupa un lugar preponderante en la agenda pública e internacional. La historia misma de la humanidad ha estado marcada por el descubrimiento y uso de fuentes energéticas. La *domesticación del fuego* y su uso cotidiano por parte del *Homo erectus*,

neandertales y *Homo sapiens* desde hace más de 300.000 años representa un hito en la evolución humana.

El fuego suministró luz y calor, se empleó como arma contra animales de gran tamaño y permitió incendiar inmediaciones cercanas para facilitar la caza y la siembra; pero, en especial, habilitó la posibilidad de cocinar alimentos no digeribles que fueron integrados posteriormente como parte de la dieta cotidiana (Harari, 2015). Este hecho estableció una intrínseca relación entre las fuentes de energía y el desarrollo de la especie humana, que data de los tiempos de las cavernas y se extiende hasta el presente.

Desde la prehistoria hasta la edad industrial, la humanidad dependió, en su mayoría, de la biomasa y la fuerza animal para suplir las necesidades energéticas. Posteriormente, el aprovechamiento de la fuerza motriz del agua y el viento complementaron la oferta. Sin embargo, los últimos dos siglos han visto una serie de notables transiciones energéticas; en especial, el cambio en el uso de biomasa hacia los combustibles fósiles y de la fuerza motriz móvil como los animales a la inmóvil como los motores (Smil, 2010, p. 25). El desarrollo tecnológico de los motores de vapor y la producción más eficiente de carbón fueron elementos decisivos para impulsar la revolución industrial. La transformación hacia una industria menos intensiva en mano de obra y cada vez más mecanizada fue estimulada, en parte, por el acceso y uso de fuentes energéticas con mayor poder calorífico como el carbón, el petróleo y el gas. La energía se convirtió, por lo tanto, en un factor intrínseco para la producción industrial.

Por esta razón, autores como Pascual y Elkind (2010) argumentan que la energía está en el corazón del desarrollo económico. Como indica Klare (2008), la energía es necesaria para mantener a las fábricas zumbando, impulsar las ciudades y los suburbios que albergan a la creciente población mundial, así como producir los cultivos que alimentan el planeta. El proceso de industrialización de los últimos dos siglos intensificó esa relación entre energía, producción y el bienestar de las personas, pues las actividades humanas dependen, en mayor o menor medida, de la disponibilidad de energía para llevarse a cabo.

Aunque no solo las actividades civiles son dependientes del suministro

energético, como señala el mismo autor, las fuerzas militares también están supeditadas a copiosos flujos de combustibles. Como escribió Katusa (2014), es imposible pelear una guerra moderna sin petróleo. El acceso a las fuentes de energía, especialmente de hidrocarburos, fueron determinantes durante la Segunda Guerra Mundial, y este hecho histórico propició que el acceso a las fuentes de energía se convirtiera también en una prioridad de las fuerzas armadas, por lo tanto, de la política y seguridad de los Estados.

El carácter estratégico de la energía y su intrínseca relación con el desarrollo tecnológico, aunado a una población en crecimiento, amplifican la demanda por recursos energéticos. De acuerdo con las estadísticas de la IEA (2019a), el consumo final de energía global se duplicó en los últimos 40 años¹ y las proyecciones vaticinan que este ritmo de crecimiento no se detendrá en el futuro cercano. Los escenarios previos a la crisis económica del 2020 indicaban que la demanda energética estaba prevista a crecer un 12% entre el año 2019 y el 2030 IEA (2021g). Entre los principales factores asociados al aumento de la demanda energética se encuentran el crecimiento económico y poblacional.

En el periodo 1973-2015, el número de habitantes del planeta se duplicó y las proyecciones vaticinan una tendencia alcista. En el 2040, el mundo podría tener dos mil millones de habitantes adicionales, así como una esperanza de vida promedio seis años más alta que la actual. Una población más amplia y longeva resultará, ineludiblemente, en un aumento en la demanda de recursos básicos como alimentos, agua potable y un sinnúmero de bienes y servicios para los que la energía es un elemento *sine qua non* para satisfacer esas necesidades.

Otra particularidad del suministro energético es la poca diversificación de las fuentes. El 80,9% del consumo energético global en el 2019 fue suministrado por petróleo (30,9%), carbón (26,8%) y gas natural (23,2%) (IEA, 2020). Pero ¿a qué se debe este fenómeno? En primera instancia, el desarrollo industrial y tecnológico de la segunda mitad del siglo XX ha girado en torno a estas fuentes de energía. Por otra parte, poseen un valor calórico competitivo en comparación con otras fuentes

¹ El consumo de energía global primaria pasó de 5 519 Mtoe en 1971 a 13 972 Mtoe en el 2017.

de energía, son relativamente abundantes; y comparativamente fáciles de extraer, transportar y almacenar. Aunque más adelante se analiza que estas características se encuentran en un proceso de cambio, la economía global de los últimos siglos se construyó alrededor de los combustibles fósiles como fuentes de energía para impulsar la maquinaria que transformó la producción en el último siglo.

Si la demanda creciente de un recurso vital y poco diversificado no fuera suficiente, la predilección por fuentes fósiles añade una complejidad adicional. Las grandes reservas probadas de petróleo, gas natural y carbón están concentradas en un grupo pequeño de países. El reporte estadístico de la energía mundial de la compañía British Petroleum (BP) concluye que, para el 2019, el 79,6% de las reservas probadas de petróleo están ubicadas en ocho países; el 74,1% del gas natural en igual número de Estados y 85,8% de las reservas de carbón son controladas por igual número de países². Es decir, un puñado de países controlan más de dos terceras partes de los recursos energéticos. Esta particularidad está asociada a las condiciones geológicas necesarias para la formación de yacimientos de petróleo y gas.

Sumado a lo anterior, la estabilidad social y política de algunos proveedores suele estar en jaque, influenciada justamente por las pugnas que induce la tendencia de recursos valiosos, lo que pone en riesgo la garantía de suministro en tiempos de conflicto. Esta particularidad de las fuentes de energía es quizá el elemento que más ha propiciado la relación entre la energía y la política exterior, ya que el acceso a las fuentes tradicionales de energía está determinado necesariamente por establecer relaciones transfronterizas. Por otra parte, la alta concentración de las fuentes en unos pocos países ha propiciado desbalances de poder en el sistema internacional de donde se han originado históricamente

² Los datos de las reservas mundiales de combustibles fósiles provienen del Statistical Review of World Energy. De acuerdo con esta publicación, cerca del 80% de las reservas probadas de petróleo están concentradas en ocho países: Venezuela (17,5%), Arabia Saudita (17,5%), Canadá (9,8%), Irán (9%), Iraq (8,4%), Rusia (6,2%), Kuwait (5,9%), Emiratos Árabes Unidos (5,6%). Las reservas de gas natural están principalmente concentradas en los siguientes países: Estados Unidos (6,5%), Rusia (19,1%), Turkmenistán (9,8%), Irán (16,1%), Qatar (12,4%), Arabia Saudita (3%), Emiratos Árabes Unidos (3%), China (4,2%). En el caso del carbón, las reservas probadas se distribuyen de la siguiente manera: Estados Unidos (23,3%), Alemania (3,4%), Ucrania (3,2%), Rusia (15,2%), Australia (13,9%), China (13,2%), India (9,9%), Indonesia (3,7%).

conflictos armados y amenazas a la seguridad de estos Estados.

Por otra parte, las principales fuentes energéticas del mundo no solo afrontan una demanda creciente y están distribuidas de manera desigual. Las reservas conocidas de petróleo, gas y carbón están en franco decrecimiento. La cantidad de recursos remanentes y su declive ha sido un debate recurrente en la industria. Desde la década de los setenta (época de los principales hallazgos de yacimientos petroleros), el tamaño promedio de los nuevos descubrimientos ha menguado considerablemente (Alekkett, 2012). Al ser un recurso no renovable, cada barril de petróleo o tonelada de carbón consumida no puede reponerse, por ende, se espera que algún día se agote su disponibilidad o resulte económicamente inviable su extracción.

En virtud de los argumentos esbozados en esta sección, es innegable que el escenario energético plantea una compleja dicotomía: **las fuentes de energía son cada vez más relevantes para el funcionamiento de las economías, pero no todos los Estados cuentan con recursos propios para satisfacer su demanda. Además, las fuentes tradicionales están localizadas en un número reducido de países y los recursos remanentes escasean.** En consecuencia, es innegable concluir que la energía posee una intrínseca dimensión exterior para la mayoría de los Estados y un impacto en la escena internacional. Por esa razón, autores como Klare (2008) aducen que el orden energético global no es más que esa relación desigual entre aquellos Estados con déficit y superávit energético, es decir, relaciones entre proveedores y compradores de materias primas para la generación de energía (Pascual y Elkind, 2010), (Kalicki y Goldwyn, 2005). Si bien esta perspectiva ha sido preponderante en el entendimiento del sector energía desde la perspectiva internacional, también es una errónea caracterización de la relación energética como un juego de suma cero; y aunque esta visión es debatida más adelante, evidencia el carácter interestatal del suministro de energía.

La energía como un asunto de Estado

Las reflexiones anteriores evidencian el carácter estratégico de la energía para las sociedades. La energía es, por ende, un asunto de Estado. El acceso a fuentes de

energía asequibles para garantizar la demanda de las economías internas, la búsqueda de potenciales clientes, el aseguramiento de los recursos propios o las rutas de comercialización forman parte de la agenda estratégica de los gobiernos y de su acción exterior. La indisponibilidad de energía pone en riesgo el funcionamiento de los Estados e incluso, la estabilidad internacional. Krishna-Hensel (2012, p. 1) lo resume de la siguiente manera: el mundo en vías de globalización se enfrenta cada vez más a una nueva categoría de problemas de seguridad relacionados con la disponibilidad y agotamiento de recursos.

La creciente amenaza a la seguridad y estabilidad internacional que plantea la disponibilidad poco confiable de recursos esenciales, incluida el agua, los alimentos y la energía, se ve impulsada por el aumento de la demanda incitado en parte por el crecimiento demográfico. Esa relación energía, seguridad y Estado, así como su dimensión internacional, se ha plasmado en el concepto *seguridad energética*; por ser un tema medular para esta investigación, se realiza un análisis detallado con el propósito de enmarcar posteriores discusiones de este trabajo de investigación.

Seguridad energética

La seguridad energética ha emergido como un concepto llamativo para las RRII y otras áreas científicas. En los últimos años, se ha proliferado una amplia agenda de investigación en este tema desde un enfoque multidisciplinario. A pesar de que la Segunda Guerra Mundial evidenció el carácter estratégico de la energía, fue la crisis petrolera de 1972-1973 el evento que evidenció la estrecha relación entre el suministro de energía, la estabilidad económica y seguridad de los Estados.

Como cualquier otro fenómeno de estudio de las RRII, el abordaje de la seguridad energética se ha enmarcado dentro de enfoques teóricos desarrollados por la disciplina para la comprensión de los fenómenos que estudia. Algunos abordajes conceptuales utilizan como base los postulados de la teoría realista de las RRII y la geopolítica; pero también han emergido en los últimos años enfoques alternativos desarrollados recientemente con sustento en teorías más liberales. A continuación, se expone un repaso de estos argumentos con el fin de enmarcar

conceptualmente el alcance de esta investigación.

Como se mencionó, el embargo petrolero de 1973 de la Organización de Países Productores de Petróleo (OPEP), contra aquellos que apoyaron a Israel en la Guerra de Yom Kippur, demostró la importancia del suministro energético para las economías modernas. A pesar de que el embargo se extendió solamente por seis meses, este evento generó una crisis económica con efectos colaterales que perduró por años para las principales economías del orbe. El precio del petróleo se cuadruplicó en cuestión de días, lo que generó un desequilibrio macroeconómico que afectó la inflación, el empleo y las tasas de interés.

Este hecho propició que la seguridad energética se conceptualizara desde los años setenta como la capacidad para asegurar suministros de recursos energéticos ininterrumpidos y asequibles (Krishna-Hensel, 2012), requeridos para el continuo desarrollo del poder nacional (Kalicki y Goldwyn, 2005) que, por ende, está inextricablemente ligada con la seguridad nacional y militar (Pascual y Elkind, 2010). Esta construcción conceptual con base en la opinión de distintos autores evidencia la influencia de nociones básicas de las teorías realistas como el poder y la seguridad nacional en el entendimiento de la seguridad energética. Krishna-Hensel (2012, p. 4) expone que, desde la perspectiva del realismo tradicional, la posesión de recursos, así como la capacidad de utilizarlos de manera efectiva, continúa determinando la posición relativa y la situación de los estados dentro del sistema internacional. El único elemento que ha cambiado es la definición en evolución de los recursos estratégicos.

El concepto tradicional de seguridad energética derivó al mismo tiempo en una agenda de políticas públicas e investigación que ha tenido como precepto básico la necesidad de los Estados de garantizar el acceso a las fuentes de energía y sus canales de distribución; empleando, principalmente, el uso de la fuerza, el poder duro. Esta concepción ha funcionado para caracterizar al escenario energético global como la relación entre consumidores y productores de energía, desde una perspectiva económica; o la relación entre “conquistadores” e “invadidos”, desde los enfoques geopolíticos. En los últimos años, se han incorporado a esa discusión los “Estados de tránsito” que conectan a los

exportadores de energía con sus mercados (Luft y Korin, 2009). No obstante, esta concepción tradicional propició que la seguridad energética se haya concebido como un asunto entre grandes potencias, donde los únicos Estados pequeños que intervienen son aquellos propietarios de grandes reservas de recursos energéticos o que se encuentren en las principales rutas de tránsito de los hidrocarburos.

Sin embargo, la seguridad energética concebida de una manera tradicional también tiene sus críticos. Para investigadores como Pascual y Elkind (2010, p. 125), la seguridad energética es una noción mucho más amplia y completa que algunas de las ideas que se utilizan con frecuencia en los debates. Entre los principales exponentes de esta visión también se encuentran Goldthau y Witte (2010), quienes argumentan que la atención desequilibrada a la dimensión geopolítica de la seguridad energética se basa en la presunción miope y errónea de que la política energética global es necesariamente un juego de suma cero, en el que la seguridad energética de un país es la falta de otro.

Aunque la concepción tradicional de seguridad energética no ha perdido relevancia, tampoco puede considerarse como el único enfoque para abordar las relaciones energéticas entre Estados. Incluso autores clásicos como Kalicki y Goldwyn (2005, p. 10) consideran que la seguridad energética va más allá de la protección por los recursos y abogan por la necesidad de incorporar al análisis otras variables como los factores que afectan la volatilidad extrema de los precios; lo que depende tanto de acciones de política doméstica como política exterior, en distintas áreas del quehacer estatal e internacional.

Para efectos de esta investigación, se entiende como la disponibilidad física ininterrumpida de energía, a un precio que es asequible y respeta las preocupaciones ambientales. De esta manera, se incorpora el elemento central de la seguridad energética que procura la disponibilidad de los recursos, a la vez que se consideran otros elementos propios de la capacidad de acceder a ellos, como el precio y las condiciones en las que se extraen los recursos.

Energía y política exterior

En palabras de Luft y Korin (2009, p. 7), los países que enfrentan severos desafíos

de seguridad energética tienden a configurar su comportamiento internacional y las prioridades nacionales de acuerdo con esta situación. No obstante, al acoger un concepto de seguridad energética más amplio, también es legítimo argumentar que no solo aquellos que enfrentan crisis de seguridad energética, sino todos los Estados en general, están llamados a incluir en su agenda exterior elementos de su política energética doméstica. Lo anterior cobra mayor sustento al considerar, como propone Murillo (2012), que la frontera entre lo doméstico y lo exterior se ha tornado más difusa.

Por lo tanto, considerando que la seguridad energética es una prioridad de la política pública de los Estados modernos y que esta tiene, ineludiblemente, una dimensión exterior, es inevitable que exista una conexión entre las agendas de energía y política exterior. Para Kalicki y Goldwyn (2005), a pesar de la importancia de la energía en la economía, la seguridad y la política exterior, ha habido solo episódicos casos o nula atención a la interacción entre estos tres elementos en el debate político de los Estados Unidos. Una conclusión que debería ampliarse a otros Estados, especialmente los más pequeños, que han estado ausentes de los grandes debates y conflictos internacionales por el control de los recursos.

Para los autores, tan solo los productores de energía como aquellos circunvecinos del golfo Pérsico y Rusia han sabido integrar las políticas sectoriales en energía con sus propios intereses económicos y de política exterior. Más recientemente, tanto la producción científica como la política exterior de China han mostrado gran interés en analizar la diplomacia energética de manera multidimensional, incluyendo elementos de poder duro, así como de poder blando e inteligente.

El concepto de política exterior ha sido parte de un intenso debate intelectual. Para Neack (2008), esta discusión ha derivado entre los intelectuales que la consideran como el resultado de una serie de decisiones políticas que determinan el comportamiento de los Estados; y otros son más afines al concepto de política exterior como el conjunto de objetivos y acciones que orientan el comportamiento de los Estados para el alcance de objetivos establecidos por sí mismos. Petric (2013, p. 1) la define como una actividad del Estado con la que alcanza sus objetivos

e intereses dentro de la arena internacional, y amplía esta concepción básica con la visión de otros autores que detallan esa actividad como el conjunto de estrategias, procesos y decisiones llevadas a cabo por un grupo organizado por el Estado para influenciar el entorno internacional de acuerdo con sus intereses.

Para efectos de esta investigación, se entiende la política exterior como el conjunto de objetivos y actividades que lleva a cabo un Estado para alcanzar objetivos vinculados con su esfera exterior. Es relevante aclarar que, en la práctica, se utilizan los conceptos “política exterior” y “diplomacia” como sinónimos para referirse a la acción exterior de los Estados. Petric (2013, p. 119) señala que, a pesar de las múltiples interpretaciones del término diplomacia, su esencia es la comunicación entre los Estados asistida por un personal especializado.

Como se detalla más adelante, en el debate intelectual sobre esta materia se ha utilizado el término “diplomacia energética” para referirse a la acción de los Estados fuera de sus fronteras en esta. Para los efectos de esta investigación, lo correcto es referirse a la política exterior en el ámbito energético, entendiendo que la diplomacia forma parte de las herramientas que utiliza la política para alcanzar sus objetivos. No obstante, por la relevancia del término “diplomacia energética” en la literatura especializada, a continuación, se estudia el concepto con el propósito de ilustrar los contenidos de esta investigación.

Diplomacia energética

La diplomacia energética emergió como un concepto de moda, especialmente en los debates políticos, aunque su contenido analítico continúa siendo elusivo (Goldthau y Witte, 2010). En la práctica, es un concepto más frecuente en los debates geopolíticos sobre acceso a recursos y el uso de la política exterior como instrumento para asegurar el suministro de energía de los Estados. Por otra parte, ha funcionado para erróneamente describir tanto acciones de política exterior como gestiones diplomáticas. Algunos autores se refieren al mismo fenómeno bajo el concepto “diplomacia petrolera”. Aunque el petróleo es la principal fuente de energía en la actualidad, y ha suscitado el mayor número de acciones vinculadas a la diplomacia energética, la diversificación de fuentes de energía obliga a utilizar un

concepto más amplio que aglutine acciones que no están intrínsecamente orientadas a hacer la disponibilidad de crudo.

Rodríguez y Palomo (2015) utilizan una definición de diplomacia energética construida por el Departamento de Energía de los Estados Unidos, que la entiende como la gestión diplomática de las relaciones entre productores y consumidores de energía como una cuestión de geopolítica económica. Este abordaje es propio de un concepto de seguridad energética que entiende las relaciones sectoriales desde un enfoque de oferta y demanda. Pero engloba la acción diplomática como mecanismo para facilitar comunicación entre Estados, obviando otros elementos como objetivos más amplios de política exterior y fenómenos inmersos en el ámbito energético que van más allá de las relaciones económicas que produce el sector.

Para Goldthau y Witte (2010), la diplomacia energética es el uso de la política exterior para asegurar el acceso a proveedores de energía en el extranjero y promover (mayormente de manera bilateral, esto es, gobierno a gobierno) la cooperación en el sector energía. Esta es una definición que incorpora la ineludible necesidad de los Estados por garantizar el acceso a recursos de energía, pero que la limita únicamente al uso de la fuerza o a la concepción del sector energía como un juego de suma cero; aunque añade a la definición otros instrumentos de la diplomacia energética como la cooperación entre Estados.

La definición más completa y cercana a la perspectiva de esta investigación la provee Santos Vieira de Jesus (2013, p. 500), al definir la diplomacia energética como el conjunto de planes y políticas que emplean los Estados, a través de la interacción internacional, para garantizar los objetivos del sector energético definidos y articulados en la política estatal, así como avanzar la seguridad nacional e internacional a través de un papel más influyente en el ámbito internacional.

Para efectos de esta investigación, se adopta esta visión de la diplomacia energética, pues articula a nivel conceptual la satisfacción de los intereses de ambas esferas, al garantizar los objetivos del sector energético nacional, a la vez que fortalece el posicionamiento del país en el ámbito internacional. Sin embargo, es importante evidenciar que las definiciones citadas utilizan a los Estados como única unidad de análisis. A pesar de la preponderancia de los actores estatales en

las relaciones energéticas internacionales, es ineludible la existencia e interacción de estos con actores no-estatales. Por lo tanto, se hace necesario aclarar que, al definir los objetivos del sector energético en la política estatal, deben considerarse no solo las de las instituciones públicas, sino de los demás actores como empresas privadas, organizaciones no gubernamentales, entre otros.

Instrumentos de la acción exterior de los Estados en materia energética

Los Estados utilizan una variedad de instrumentos y estrategias de política exterior para alcanzar sus objetivos en materia energética. Por lo que el fin de esta investigación es dotar a Costa Rica de lineamientos estratégicos que le permitan ampliar su posicionamiento internacional en la materia. Por lo tanto, resulta valioso para la investigación ahondar en cuáles instrumentos suelen utilizarse en este ámbito. A continuación, se realiza un rápido recorrido por algunos de ellos para sentar las bases teóricas y conceptuales de los instrumentos que se valoran más adelante en la propuesta de política exterior energética para Costa Rica.

El principal objetivo de la diplomacia energética ha sido garantizar el acceso a los mercados o reservas de energía. En la mayoría de las ocasiones, se ha empleado el uso de la fuerza como instrumento para alcanzar ese objetivo. La preponderancia de los temas militares y geopolíticos es un tema generosamente abordado por la literatura especializada que analiza la relación entre la política energética y las RRII. Además, como indican Luft y Korin (2009, p. 7), la historia está empañada con ejemplos de países que recurrieron a las balas para adquirir barriles.

Colgan (2013, p. 260), en su libro *Petro-Aggression*, ilustra múltiples causas y eventos históricos de cómo este fenómeno asociado al acceso y tenencia de recursos petroleros se ha convertido en una característica predominante del sistema político internacional, tanto por la generación de conflictos domésticos como internacionales. Las RRII, desde el enfoque geopolítico, han generado una vasta literatura que aborda la relación entre la energía y el uso de la fuerza.

A pesar de la preponderancia del aspecto militar en la agenda energética, en la práctica, el comercio internacional ha sido la principal herramienta para garantizar

la seguridad energética de los Estados. Al final, el comercio es el mecanismo más empujado que garantiza el acceso a fuentes de energía en sus múltiples formas. En el 2019, se transaron más de 69 millones de barriles de petróleo y derivados alrededor del mundo (BP, 2021). No es extraño, entonces, que autores como Rodríguez y Palomo (2015) circunscriban la diplomacia energética al ámbito de las relaciones entre productores y consumidores de energía.

En este ámbito, la creciente demanda energética de los mercados asiáticos está redefiniendo las relaciones comerciales de materias primas. Además, de acuerdo con las proyecciones de la IEA (2019b), para el 2040, el 70% de las importaciones globales netas de petróleo y gas fluirán hacia Asia. En este escenario, China sobrepasará a la Unión Europea como el principal importador de petróleo del mundo. En consecuencia, los productores y las nuevas rutas comerciales para asegurar el suministro energético global se vuelven un tema de vital importancia.

Aunado al comercio de materias primas, la inversión extranjera directa también ocupa un rol cada vez más importante en la diplomacia energética. Autores como Lv y Spigarelli (2015) argumentan que las inversiones se han convertido en un importante medio de integración regional entre China y Europa. Lo anterior es homologable a las relaciones económicas y diplomáticas entre China y América Latina. Durante el periodo 2001-2018, la inversión china en la región se ha concentrado en el sector energía, con inversiones superiores a los 2.305 MUSD (Ding et al., 2021). Aunado a la inversión extranjera, la banca privada y multilateral también han constituido un elemento importante de las interacciones internacionales sobre este tema.

La industria de la energía es dependiente de grandes cantidades de capital para su desarrollo. Por lo tanto, no se puede obviar que el acceso a recursos financieros, o el préstamo de ellos, sea también un ámbito de acción importante de Estados y organismos internacionales en esta materia.

La cooperación bilateral y la integración regional también se han convertido en instrumentos de la diplomacia energética, cada vez más frecuentes en las agendas de los Estados. Para Xingang et al. (2011), la cooperación es el

mecanismo más importante para promover la cooperación energética entre países. Santos Vieira de Jesus (2013) complementa esta visión, al señalar que esta debe ser utilizada especialmente en los Estados en desarrollo con potencial productivo, estimulando la integración energética y fortaleciendo las alianzas estratégicas para la inserción competitiva en el mercado. Dicho elemento es trascendental para esta investigación, pues, como se detalla más adelante, la cooperación internacional en materia energética ha crecido en los últimos años, en virtud de la importancia para la agenda global del desarrollo. En el caso costarricense, podría convertirse en un pilar importante de la acción internacional.

En el caso del sector eléctrico, la proliferación de mercados regionales es otro componente elemental de la política exterior en materia energética. En algunos casos, la integración eléctrica deriva de procesos de integración regional supranacionales o como iniciativas específicas. Algunos ejemplos incluyen: el Mercado Eléctrico de la Unión Europea, el Mercado Eléctrico Regional de América Central (MER), el Mercado de Equilibrio Energético Occidental en los Estados Unidos (EIM), el Mercado Eléctrico Nacional de Australia (NEM), el mercado en la región del delta del Mekong en Vietnam, el West African Power Pool (WAPP) y el South African Power Pool (SAPP) (IRENA, 2019b). Aunque los niveles de integración varían en cada caso, lo cierto es que requieren de la armonización en mayor o menor medida de reglas de operación, la creación de organismos regionales y estrechos lazos de comunicación que demandan una alta interacción entre los Estados, por lo que ha constituido un tema relevante para la política exterior en estas regiones.

Aunado al rol de los Estados, la literatura también otorga un rol importante a las empresas públicas y privadas del sector, a las que incluso se les ha vinculado con el concepto de diplomacia energética corporativa. Por ejemplo, Erazo (2012, p. 566) ilustra el caso de Petrobras en Brasil, aduciendo que:

el proceso de internacionalización [de la política energética] está vinculado con una importante conexión entre la diplomacia económica y la corporativa, donde el abanderado es Petrobras, empresa líder a nivel global que potencializa la capacidad económica de Brasil, participa en diferentes escenarios de exploración, explotación e inversión y se constituye como espacio donde la diplomacia de Lula Da Silva contribuyó a que se convirtiera en un instrumento de acción de Brasil en el escenario

internacional.

Este ámbito también es relevante para los objetivos de esta investigación, pues, en el caso de Costa Rica, es importante explorar las oportunidades que empresas como el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) u otras compañías eléctricas podrían tener en el ámbito internacional de la energía, por medio de una agenda de diplomacia corporativa más agresiva o articulada con los objetivos nacionales.

En síntesis, la literatura analizada permite identificar varios ámbitos de acción internacional en materia energética: uso de la fuerza, comercio internacional, inversión extranjera, diplomacia multilateral, cooperación bilateral, integración regional, diplomacia energética corporativa, entre otros. Estos instrumentos o estrategias para conseguir los objetivos de política energética doméstica ilustran las áreas a explorar en el caso de Costa Rica, para determinar cuáles son las más apropiadas de acuerdo con los objetivos de política energética doméstica que se estudian más adelante.

Como se evidenció en este capítulo, la energía es un recurso esencial para las sociedades modernas, pues la mayoría de las actividades humanas dependen de asegurar su disponibilidad. Ese carácter estratégico, la poca diversificación de fuentes y la concentración en pocos Estados, la disminución de las reservas y una demanda cada vez más creciente (especialmente en países en desarrollo) hacen de la energía un sector con ineludibles vínculos en la esfera internacional. La energía es, por lo tanto, un asunto de Estado y, en consecuencia, no puede ser obviado en la formulación de la política exterior.

El agotamiento de los recursos, la indisponibilidad temporal o el precio al que se trazan las mercancías tiene un impacto significativo para los Estados; por esa razón, se acopió el término de seguridad energética. Históricamente, la relación entre la política energética y exterior ha sido vista desde los lentes de la geopolítica, reduciendo las RRll en este tema a conflictos armados, control y poder. La seguridad energética, como se analizó en el capítulo, compete a todos los Estados, por lo tanto, la política pública y la investigación deben ampliar sus horizontes para definir objetivos claros en estas materias.

La política exterior y la diplomacia tienen un rol cada vez más protagónico

que jugar. Consecuentemente, se vuelve relevante construir los planes y políticas que el Estado y otros agentes en su acción exterior utilizan para alcanzar los objetivos del sector energético establecidos en su política doméstica; y como elemento que le permita ser más influyente en el ámbito internacional. En esa tarea, el comercio, la inversión extranjera directa, la cooperación e integración regional, o la diplomacia corporativa, son elementos que emplean los Estados para la consecución de esos objetivos.

Capítulo 3. Tendencias del sector energético internacional: oportunidades y amenazas para Costa Rica

El sector energético enfrenta un dinámico proceso de cambio. El aumento de la demanda, el surgimiento de nuevas fuentes de energía y métodos de producción, el compromiso internacional de reducir las emisiones de GEI, la digitalización de los servicios y otras tendencias, impulsan una transformación del sector sin precedentes en el último siglo. Además, el rol de la energía en la agenda climática, el cambio en las fuentes de energía y la preponderancia de nuevos actores en el contexto energético global hacen que muchos se refieran a este fenómeno como transición energética. Por lo que el objetivo de este capítulo es ahondar en las principales tendencias del sector energético internacional que permitan identificar oportunidades para la internacionalización de la política energética de Costa Rica mediante acciones de política exterior.

Con el propósito de describir los principales temas de la agenda energética internacional, así como identificar potenciales oportunidades, tanto para la política doméstica como para la política exterior de Costa Rica, se utiliza como referencia publicaciones de las principales agencias y organismos internacionales dedicados al análisis, sistematización, evaluación y prospectiva de la política energética. Por ejemplo, se tomaron como principales referencias las publicaciones de organismos internacionales, centros de pensamiento, artículos científicos y libros especializados en materia energética.

La primera parte del capítulo ilustra el contexto del sector energía a nivel internacional. En esta sección, se detallan las principales fuentes y consumidores de energía, proyecciones de la demanda, el rol de las emisiones de dióxido de carbono y otras particularidades del sector. Estos elementos son la base que orienta de manera amplia la agenda energética, además, son transversales a los distintos temas que se abordan más adelante. Seguidamente, se detallan los principales temas o desafíos y prioridades en la agenda energética mundial, de acuerdo con la revisión de literatura citada. Entre los temas de actualidad e interés, destacan las energías renovables, el acceso a los servicios energéticos, eficiencia y

administración de la demanda, digitalización y otros.

Posteriormente, se realiza un análisis detallado de los principales cursos de acción en estas temáticas. La intención es ahondar en los objetivos, desafíos, barreras y necesidades que enfrentan los países en el marco de la transición energética, y así determinar opciones de internacionalización de la política energética de Costa Rica. Al final del capítulo, se encuentra un resumen de las principales oportunidades identificadas, así como posibles herramientas o instrumentos de política exterior que puedan ser utilizados para tomar ventaja de estas temáticas.

Contexto energético internacional

El consumo de energía primaria del mundo se duplicó en los últimos 40 años y se espera que la demanda energética global crezca más de un 30% para el año 2040 (OECD, 2017c)³. Este panorama plantea múltiples desafíos para el sector energético, pues deberá planificarse de dónde procederán los recursos necesarios para atender ese crecimiento, cuáles serán las fuentes que cubrirán esas necesidades, cuáles áreas geográficas ocuparán un rol protagónico en la producción y consumo de energía; así como las políticas internacionales que dictarán el rumbo del sector en el futuro. Lo anterior es de vital relevancia para los efectos de este trabajo de investigación, pues cualquier decisión incidirá, positiva o negativamente, en la actividad económica de los países, el comercio internacional, los flujos de inversión extranjera, la estabilidad ambiental, el orden geopolítico, militar y de gobernanza internacional.

Aunque en los últimos 40 años las fuentes de energía se han diversificado, en el 2019, más del 80% de la energía primaria fue suministrada por tres fuentes fósiles: petróleo, carbón y gas natural (IEA, 2021e). El 42% de la producción de petróleo del mundo está concentrada en tres países: Estados Unidos, Rusia y Arabia Saudita; y el 46,2% de la producción de gas natural en el mismo número de

³ De acuerdo con las estimaciones de la OCDE y la IEA, la energía primaria del mundo en el año 2016 se estimó en 13.760 (Mtoe) y se espera que alcance los 17.584 (Mtoe) al año 2040 en un escenario de nuevas políticas. En ese periodo, existe una tasa de crecimiento compuesta de 1% en el periodo 2016-2030.

países: Estados Unidos, Rusia e Irán (BP, 2021). A pesar de que la literatura analizada para este trabajo coincide en que el mundo se encuentra en una ruta de cambio, es innegable que dicha transformación tomará tiempo; por lo tanto, la dependencia de los combustibles fósiles y la concentración de la producción en un puñado de productores acompañarán a la política energética en el mediano plazo.

Aunque las fuentes de energía no han variado significativamente en los últimos años, ha existido una mayor participación de países y regiones en la producción de energía. En 1973, más del 75% de la energía primaria del orbe era producida en los países de la OECD y los restantes de Europa. En la actualidad, ese porcentaje es apenas un 46%, pues China y los demás países asiáticos que no pertenecen a la OECD proveen cerca del 34% de la energía. Por otra parte, en 1973, cerca del 93% de la producción de gas natural estaba concentrada en los países europeos y miembros de la OECD.

Sin embargo, en 2016 esa cifra se redujo en 33 puntos porcentuales; dando mayor participación del mercado a Medio Oriente y Asia. Esto evidencia que la participación de los países en desarrollo, tanto en la producción como en el consumo, se ha transformado de manera considerable en los últimos años y se espera que continúe con la misma tendencia en el futuro cercano. Por lo tanto, los análisis de la política energética internacional no pueden perder de vista esa transformación geográfica de la producción y el consumo, así como una mayor participación de Estados (inclusive pequeños) en la escena energética mundial. En la formulación de una estrategia de internacionalización de la política energética, debe tenerse en cuenta esa transformación, pues habilita oportunidades para una mayor participación de este tipo de países en la discusión energética que, como se analizó en el capítulo anterior, no han formado parte de las principales discusiones internacionales sobre la energía y mucho menos de la producción científica.

Adicionalmente, los combustibles fósiles también afrontan un cambio de paradigma en sí mismos. El petróleo y el gas de esquisto, producido principalmente en los Estados Unidos, cambiaron los polos de producción, incrementaron la oferta y variaron el mercado para siempre; un cambio que traerá profundas implicaciones geopolíticas (Morse, 2014). Además, el gas natural se ha posicionado como un

combustible de transición, ocasionando un auge importante de la industria a nivel internacional y con ello acciones importantes en materia de política exterior.

Por consiguiente, es válido concluir que el sector energía se encuentra en un proceso de adaptación a nuevas realidades, en las que los países en vías de desarrollo están ocupando un rol más protagónico en la agenda energética mundial, a diferencia del oligopolio que operó durante el siglo XX. Estos países serán también los responsables de impulsar la demanda en el futuro cercano. Razonablemente, existe un gran interés en el desarrollo de las políticas públicas de estos países en el corto plazo, pues de ellos dependerá la evolución del sector energético mundial en sus múltiples dimensiones. Aunado a lo anterior, un cambio global en la forma de producir y consumir energía traerá cambios en la gobernanza mundial sobre este tema. Este punto es especialmente relevante para la política internacional, pues las instituciones de gobernanza energética mundial, como la OPEP y más recientemente la IEA, ocupan un rol preponderante en el sistema internacional.

Principales temas o desafíos de la agenda energética internacional

El sector energético global afronta el desafío de garantizar el suministro de energía ante una demanda creciente; a la vez que debe reducir las emisiones de GEI, lidiar con la volatilidad de los precios y los patrones del clima, la geopolítica, el entorno macroeconómico, la ciberseguridad, la variabilidad de las fuentes renovables, entre otros. En el 2015, los Estados miembros de las Naciones Unidas adoptaron una nueva agenda de desarrollo sostenible para los próximos 15 años. La agenda funciona como guía para las temáticas más relevantes del trabajo multilateral.

En el numeral séptimo de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS), el mundo se comprometió a garantizar energía asequible y no contaminante. Entre las metas para el 2030 destacan garantizar el acceso universal a servicios energéticos, aumentar la proporción de fuentes renovables, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética, aumentar la cooperación internacional, así como ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para alcanzar los objetivos propuestos.

Pero la energía no es un tema aislado en la agenda de desarrollo. Francesco et al. (2018) identificaron 113 objetivos de la agenda global del desarrollo que requieren de acciones vinculadas a los sistemas energéticos. Además, identificaron evidencia de relaciones entre 143 objetivos para lograr el séptimo ODS. De acuerdo con los autores, aspirar a un mayor bienestar, construir infraestructura física y social para el desarrollo sostenible, así como lograr una gestión sostenible del medio ambiente, requiere necesariamente de sinergias con el sector energía. Por lo tanto, recomiendan organizar, conectar y ampliar mejor esta evidencia, para ayudar a los actores a trabajar juntos con el fin de lograr el desarrollo sostenible que depende en gran medida de la agenda energética. Es decir, el tema transversal en la agenda de desarrollo y, por ende, un tema relevante para la política internacional de los próximos años.

De acuerdo con la metodología planteada para este trabajo de investigación, se procedió con la revisión bibliográfica de las publicaciones más relevantes en la materia para determinar las temáticas centrales del sector energía. Las publicaciones analizadas provienen de los centros de pensamiento primordiales en materia energética: IEA, IRENA, OECD, World Energy Council, entre otros; así como publicaciones en revistas científicas. De acuerdo con la codificación realizada, las principales temáticas del sector energético son:

1. Incorporación de energías renovables.
2. Acceso a la energía.
3. Eficiencia energética y administración de la demanda.
4. Generación distribuida, microrredes y almacenamiento.
5. Digitalización de la energía.
6. Transporte eléctrico.
7. Integración regional.
8. Hidrógeno verde.
9. Políticas públicas y cambios estructurales en la operación de los sistemas.

A continuación, se analiza cada uno de estos temas con el propósito de identificar

oportunidades para la internacionalización de la política energética de Costa Rica, así como de posicionamiento del país por medio de esta temática.

1. Incorporación de energías renovables a las matrices energéticas

La literatura especializada coincide en que la incorporación de fuentes renovables a la matriz energética es el tema central de la transformación del sector de los últimos años. El compromiso de reducir las emisiones globales de GEI, la necesidad de diversificar las fuentes de energía (especialmente en países sin acceso a fuentes fósiles), un acelerado desarrollo tecnológico, la disminución en los costos, entre otros factores, han propiciado que las energías renovables ocupen el lugar preponderante de la agenda de la transformación energética. Para Scholten (2018), el impacto de las energías renovables representa un cambio de juego para las relaciones energéticas entre los Estados. En virtud de su relevancia, a continuación, se estudian los principales aspectos señalados por la literatura especializada, con el objetivo de identificar oportunidades para la política energética y exterior de Costa Rica.

El sector energía y las emisiones de CO₂

En el año 2019, el 54% de las emisiones de CO₂ provinieron de la generación de electricidad y calor (IEA, 2021b). Ante este panorama, la transformación del sector energía, primordialmente del subsector eléctrico, se ha convertido en una prioridad de la agenda climática global. Lo anterior se refleja en la conclusión de la OECD (2016b), al señalar que el Acuerdo de París sobre cambio climático, que entró en vigor en noviembre de 2016, es en esencia un acuerdo sobre energía. Para Vandyck et al. (2016), las políticas que prevén restringir las emisiones de GEI tendrán un impacto a nivel agregado y en la composición del consumo de energía. En otras palabras, implicará inevitablemente un cambio en la estructura de los sectores y la forma como han operado hasta la fecha. El interés global por limitar las emisiones de GEI impulsa de manera acelerada la incorporación de energías renovables en la generación eléctrica, así como la situación de combustibles fósiles en la producción industrial y el transporte; reanima los esfuerzos para lograr una mayor eficiencia en

el consumo de energía, facilitada por la digitalización de los servicios de esta.

El sector energía produce dos tercios de las emisiones globales de GEI, por lo que se ha convertido en la prioridad de la agenda climática internacional. La mayoría de estas emisiones está asociada a la producción de electricidad y calor, debido a ello existe un interés manifiesto de la política pública alrededor del mundo por incorporar más fuentes renovables en su matriz energética, especialmente en la generación eléctrica. De acuerdo con IRENA (2019a), 135 países tienen objetivos de electricidad renovable en sus planes energéticos nacionales y subnacionales. Además, 140 NDC mencionan las energías renovables en el sector eléctrico, pero solo 105 NDC de los 140 incluyen objetivos cuantificados para la incorporación de energía renovable.

Por otra parte, el séptimo ODS busca garantizar el acceso a la energía, siempre que sea asequible, segura, sostenible y moderna. En consecuencia, el Acuerdo de París y la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030, que marcan la pauta de la agenda multilateral para el desarrollo de los próximos años, demandan un compromiso con ampliar la participación de las fuentes renovables de energía en la matriz de los países.

Por estas razones, el World Energy Council (2021) concluyó en su informe anual, el cual monitorea las principales temáticas del sector energético global del año 2020, que las energías renovables se continúan posicionando como la principal acción prioritaria del sector. En este contexto, países como Costa Rica, que cuentan con amplia experiencia en la incorporación de este tipo de fuentes a la matriz energética y han cosechado un relevante posicionamiento en la escena global, tienen la oportunidad para aprovechar esta coyuntura en un mayor posicionamiento internacional.

La importancia de las fuentes renovables también es evidente al analizar las estadísticas de inversiones del sector energético, pues dominan la inversión en nueva capacidad instalada. Se espera que, en el 2021, alcancen el 70% de los 530 MUSD invertidos en el desarrollo de nueva capacidad de generación (IEA, 2021f). Por lo tanto, es válido concluir que las energías renovables ocupan en la actualidad no solo la agenda política internacional, sino también la principal actividad

económica del subsector eléctrico. Tanto en materia de inversiones como de conocimiento y venta de servicios, existe una amplia gama de oportunidad por explorar en el mercado mundial.

Desafíos para la incorporación de energías renovables en la generación eléctrica

A pesar del avance del tema en los últimos años, la incorporación de energías renovables continúa caracterizada por un conjunto de desafíos técnicos, económicos, políticos y regulatorios que impiden una incorporación más acelerada. El propósito de esta sección es ahondar en los principales retos y cursos de acción de la agenda energética global e identificar potenciales áreas de oportunidad para una agenda energética internacional de Costa Rica. En virtud de la experiencia del país en la incorporación de energías renovables, se abordan los desafíos técnicos de manera general (por el alcance de la investigación), para ser retomados en el análisis de las capacidades del país en el siguiente capítulo.

Costos de las tecnologías renovables

La principal barrera que han enfrentado las fuentes de energía renovables ha sido el desarrollo tecnológico y los costos asociados. Esta diferencia de costos ha excluido a las renovables de las matrices de producción eléctrica, especialmente en los esquemas de libre mercado, al no ser capaces de competir en precio con otras fuentes, por lo general subsidiadas. Sin embargo, en la última década, el costo de la generación renovable ha disminuido considerablemente. En el periodo 2010-2020, la energía eólica y solar experimentaron una dramática mejora en su competitividad. En los últimos años, se ha agregado más 644 GW de capacidad de generación de energía renovable con costos que han sido más bajos que la opción de combustible fósil más barata (IRENA, 2021b).

En el periodo 2010-2020, el costo promedio ponderado global de la energía solar fotovoltaica a gran escala se redujo un 85 %⁴ y el de los proyectos eólicos un

⁴ El costo promedio ponderado de la energía solar pasó de 0,381 USD/kWh a 0,057 USD/kWh.

56 %⁵. En el 2020, un total de 162 GW de la capacidad de generación renovable tuvo costos menores a la nueva capacidad instalada más barata alimentada por combustibles fósiles. De acuerdo con IRENA (2021c), la energía solar fotovoltaica y la eólica son, cada vez más, las fuentes de electricidad más baratas en muchos mercados.

Las energías renovables para la generación eléctrica recibieron 140 billones de dólares en subsidios alrededor del mundo durante el año 2016 (OECD, 2017c). Si bien es un monto menor al que aún recibe la industria de los hidrocarburos, esta política ha propiciado una mayor participación de estas fuentes en los mercados. Esta dramática reducción de los costos de las energías renovables representa una oportunidad para el cumplimiento de los objetivos de la política energética y climática internacional. Por consiguiente, este es también un tema relevante para ahondar en la experiencia costarricense del próximo capítulo, con el fin de extraer lecciones aprendidas del acceso al capital como habilitador para la incorporación de este tipo de fuentes en la matriz eléctrica, sin esquemas de subsidios.

Adicionalmente, la IEA (2021d) reportó que, a nivel mundial, más de un tercio del consumo asociado a la producción de calor no está cubierto por ningún incentivo financiero para las energías renovables, y más de la mitad no está sujeto a ninguna medida regulatoria relacionada con las energías renovables. Por lo tanto, existe una oportunidad para que los países exitosos en la incorporación de energías renovables compartan y posicionen sus experiencias en esta materia.

Volatilidad de los precios internacionales de las materias primas

El precio de las energías renovables influye directamente en su posibilidad de incorporación. La incertidumbre y los altos precios de las materias primas han permanecido a lo largo de los años como una de las preocupaciones críticas en la agenda energética internacional. Como concluyen Costa-Campi et al. (2017, p. 415), los precios de la energía podrían tener un impacto perjudicial en la competitividad industrial y agravar el problema de la pobreza del combustible que

⁵ El costo promedio ponderado de la energía eólica 0,089 USD/kWh a 0,039 USD/kWh.

sufren los consumidores de energía más vulnerables. Por lo tanto, no es de extrañar que el tema ocupe a los principales líderes del sector energía a nivel mundial; situación que se replica igualmente a lo interno de los Estados.

Esta particularidad es sumamente relevante para la política sectorial, pues algunos mencionan que ciertos cursos de acción podrían ser contrarios al principio de evitar la volatilidad o reducción de los precios de las materias primas, en especial de la electricidad. El World Energy Council (2015) ha evidenciado que a los países les preocupa que un acuerdo internacional sobre el clima limite su autonomía para establecer políticas nacionales sobre energía, clima y seguridad energética, así como el desarrollo económico continuo y la competitividad. En un contexto donde la incertidumbre y altos precios de la energía y las materias primas forman parte de las principales preocupaciones de la agenda energética mundial, resulta importante evaluar el impacto de las energías renovables a la luz de estas preocupaciones. Existe, por ende, la necesidad de **demostrar en la práctica que la incorporación de energías renovables no represente una barrera para la competitividad de los países por incrementos en el precio final de la energía eléctrica.**

Aunado a la volatilidad de los precios, el sector energía también se enfrenta a la variabilidad en los patrones del clima. Desde el año 2011, las concentraciones han seguido aumentando en la atmósfera, alcanzando promedios anuales de 410 partes por millón (ppm) de CO₂ (IPCC, 2021). El dióxido de carbono es el principal causante del efecto invernadero y, por lo tanto, los altos niveles de concentración en la atmósfera implicarán cambios en los patrones del clima, así como un aumento en la frecuencia de los fenómenos meteorológicos de alta intensidad.

El sector energético procura ampliar la participación de las energías renovables cuya producción depende de los patrones del clima. Esto también representa un riesgo para su incorporación, pues la variabilidad climática en el corto plazo y el cambio en los patrones históricos que soportan las proyecciones de recursos renovables, así como los eventos meteorológicos extremos, ponen en riesgo sistemas eléctricos con penetración de energías renovables variables que no se hayan diseñado considerando estos factores ambientales. Como se detalla más adelante, la provisión de servicios más exactos de pronóstico de las fuentes

naturales que soportan las nuevas adiciones de capacidad representará un desafío para los países que apuesten por este camino.

Adicionalmente, la infraestructura para la provisión de servicios energéticos como plantas de exploración petrolera, refinerías, plantas de producción, así como las líneas de transmisión y distribución, están expuestas a fenómenos meteorológicos extremos cada vez más frecuentes, que podrían afectar la disponibilidad de energía. Por ejemplo, en setiembre de 2017, el huracán María atravesó Puerto Rico ocasionando uno de los apagones eléctricos más grande de los Estados Unidos. En el caso de Centroamérica, la alta participación de la generación hídrica en la matriz eléctrica y los posibles escenarios de sequía colocan al sector eléctrico en una posición de vulnerabilidad. La forma como los países irán adaptando sus sistemas eléctricos para lidiar con estas variaciones del clima, a la vez que sus fuentes son también dependientes de estos fenómenos, constituye un importante tema de seguridad energética para el siglo XXI y, por ende, para las estrategias de internacionalización de la política exterior en esta materia.

Políticas públicas e instrumentos de mercado

Las políticas públicas y los instrumentos de mercado han sido claves para lograr una mayor participación de las energías renovables, pues han establecido metas claras, definiendo cuotas de participación, fomentado la innovación tecnológica y reduciendo los precios de la generación eléctrica. Como lo señaló el World Energy Council (2017a), es fundamental emplear políticas públicas estables con el fin de movilizar la inversión necesaria para el desarrollo continuo de las energías renovables.

Por otra parte, en virtud de las diferencias de precios remanentes entre las energías renovables y las fuentes convencionales, los mercados en competencia no son capaces por sí mismos de fomentar la incorporación de este tipo de fuentes. La OECD (2016a) concluyó que son necesarias regulaciones complementarias a este tipo de mercados para garantizar una transición a la energía baja en carbono efectiva y al menor costo.

La misma conclusión exponen Sen et al. (2016), pues, para ellos, las

reformas del sector eléctrico en todo el mundo están atravesando un período de introspección luego de más de dos décadas de liberalización y reestructuración orientada al mercado, producto del surgimiento de objetivos relacionados con la sostenibilidad y el cambio climático. Consecuentemente, existe una **demanda latente de conocimiento a nivel internacional sobre la formulación de políticas públicas en materia de energías renovables y actualización de los mercados existentes, que faciliten la incorporación de estas fuentes de manera competitiva y segura**; lo cual implica balancear los distintos componentes técnicos y económicos que afectan las energías renovables, en apego a principios de seguridad en el suministro, tanto físicos como de precios.

Variabilidad de las fuentes renovables no convencionales

La variabilidad horaria y estacional representa la principal barrera para la introducción de las energías renovables a la matriz eléctrica. A diferencia de las fuentes tradicionales, petróleo, carbón y gas natural, las energías renovables como eólica, solar e hidroeléctrica a filo de agua, suelen variar su producción en cortos periodos durante el día y en el transcurso del año, pues dependen directamente de comportamiento del clima. Como señala IRENA (2020), la flexibilidad en los sistemas eléctricos es un factor clave para la integración de altas proporciones de electricidad renovable variable o, en otras palabras, la columna vertebral del sistema eléctrico del futuro.

El hecho de no considerar este aspecto podría cuestionar la seguridad energética de los países, como lo señaló el World Energy Council (2017a), al indicar que la incorporación de energías renovables se yuxtapone a la necesidad de seguridad continua de suministro y asequibilidad, a menudo atribuidas a la generación tradicional, especialmente en la contribución a la combinación de electricidad para muchos países. Por consiguiente, es de esperar que la flexibilidad de los sistemas forme parte de la agenda prioritaria de los Estados y represente una oportunidad para aquellos países con experiencia en la incorporación de este tipo de fuentes a gran escala.

La variabilidad de las fuentes requiere de una mayor flexibilidad y

planificación de la producción eléctrica para atender la demanda, pues afecta la operación de los sistemas y las redes eléctricas. Sin embargo, al igual que sucede con los mecanismos para alcanzar la paridad de costos y los diseños de mercado, no existe una solución única para la incorporación de renovables desde la perspectiva técnica, pues depende de las circunstancias de cada país. En materia de renovables no convencionales, la OECD (2017b) ha identificado un impacto diferenciado en cuatro fases de participación de las energías renovables variables. A continuación, se resumen las principales consideraciones e impactos de cada fase:

- **Fase 1:** las energías renovables no tienen un impacto notable en el sistema, pues la participación es tan baja (menor al 5%) que la variabilidad no va más allá de aquella esperada en la operación diaria de las plantas y la demanda de energía. Tampoco se espera un impacto significativo sobre las redes, más allá de los puntos de interconexión de las fuentes variables. En esta categoría se encuentran países como Indonesia, Sudáfrica o México.
- **Fase 2:** la incorporación tiene un impacto notable en la operación del sistema eléctrico, pero gestionable mediante prácticas de operación. Tampoco existe un aumento significativo en la incertidumbre y la variabilidad de la carga neta, pero se requieren pequeños ajustes en la operación de los generadores existentes para facilitar la incorporación de fuentes renovables. En este escenario, es muy probable que se afecten las condiciones de las redes locales, que exista congestión de transmisión impulsada por flujos de energía cambiantes a través de la red. En esta etapa están países con niveles de penetración menores al 15% como Chile, Canadá, Brasil, India, Nueva Zelanda, Australia, Países Bajos, Suecia, Austria y Bélgica.
- **Fase 3:** en esta fase la flexibilidad del sistema resulta importante para atender las oscilaciones en el balance oferta/demanda. Estos niveles de penetración renovable entre 15% y 25% podrían implicar mayor variabilidad de la carga neta, diferencias en los patrones de operación como la entrada y salida constante de las plantas. Además, cambios significativos en los patrones de flujo de potencia impulsados por las condiciones climáticas en

diferentes ubicaciones geográficas; aumento de los flujos bidireccionales entre las partes de alta y baja tensión de la red. Asimismo, se prevé que exista (o sea necesario) una mayor disponibilidad de recursos flexibles que permitan lidiar con estas condiciones de operación. Los países en esta fase son Italia, Reino Unido, Grecia, España, Portugal y Alemania.

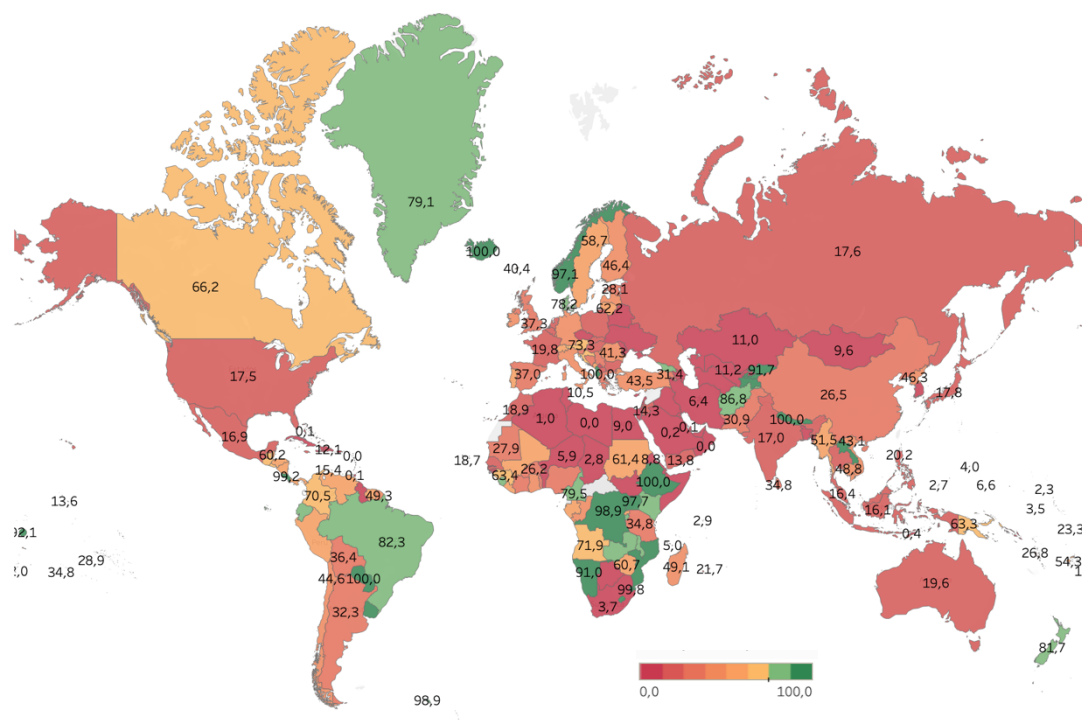
- **Fase 4:** con estos niveles de penetración superiores al 25%, es importante que exista resiliencia del sistema frente a eventos que puedan perturbar el funcionamiento normal de los sistemas eléctricos en escalas de tiempo muy breves (pocos segundos o menos). Los países que enfrentan desafíos principalmente relacionados con esta fase incluyen Irlanda y Dinamarca, con una participación anual de fuentes renovables variables de alrededor del 25% al 50% en la generación anual, o en ocasiones en las que los recursos variables satisfacen cerca del 100% de la demanda.

Para los efectos de esta investigación, es importante identificar las capacidades técnicas de Costa Rica para la atención de los desafíos en las distintas etapas o escenarios de incorporación de energías renovables variables que vayan a enfrentar otros países. De acuerdo con el nivel de penetración de fuentes renovables variables, Costa Rica se ubica en la fase 2, pues la generación eólica y solar es menor al 15%, lo que representa una paradoja, pues, si bien el país supe su energía totalmente con fuentes renovables, no cuenta con tanta experiencia en la incorporación de fuentes variables.

Sin embargo, si se consideran todas las fuentes renovables, incluyendo adicional a las variables, las fuentes hidroeléctrica, geotérmica o biomasa, de las 225 jurisdicciones analizadas por IRENA (2021a), tan solo 35 de ellas presentan niveles de penetración renovable superior al 75%, y más de 160 generaron menos del 25% de su electricidad con fuentes renovables en el 2019. Como se aprecia en la Ilustración 1, tan solo unos pocos países en el mundo cuentan con una generación renovable superior al 75%; por lo que es válido señalar que son pocos los que cuentan con experiencia práctica de cómo lidiar con niveles de penetración renovable que implican cambios en la planificación y operación de los sistemas

eléctricos, para no poner en riesgo la seguridad energética de los países.

Ilustración 1. Porcentaje de generación eléctrica con fuentes renovables por país, 2019.



Nota: de elaboración propia con datos de (IRENA, 2021a).

Existe una vasta literatura científica especializada sobre los instrumentos y estrategias para lidiar con las distintas fases de participación de energías renovables variables en la generación eléctrica. No obstante, este tema se aborda de manera general y se describen las principales tendencias, con el propósito de ilustrar las áreas de trabajo que podrían ser oportunidades de cooperación o venta de servicios en una futura agenda energética internacional de Costa Rica. Debido al alcance de esta investigación, y la relevancia de estas publicaciones, se acotó la revisión a los trabajos de Du et al. (2017) y Jones (2017), así como las recomendaciones esbozadas en la literatura base de este TFIA.

La literatura examinada concuerda en la necesidad de **mejorar los sistemas de modelación y pronóstico de las fuentes renovables para facilitar su incorporación segura a la matriz energética**. Jones (2017) señala que es

importante gestionar la incertidumbre a través de la predicción precisa de la producción de fuentes de energía intermitentes. Por su parte, Du et al. (2017) concluyen que la predicción de las fuentes renovables variables es una medida costo efectiva para los departamentos de control de los sistemas eléctricos en la tarea de alentar su participación. Aunque los autores no lo mencionan directamente, los Estados también deben ampliar las capacidades de proyección y la planificación estacional con los recursos naturales y el comportamiento del clima en el corto y largo plazo. Además, como medidas adicionales para brindar mayor flexibilidad a la operación de los sistemas eléctricos, los autores recomiendan ampliar la exportación e importación de electricidad de países vecinos, así como nuevos mecanismos de mercado.

Por otra parte, para facilitar la integración de fuentes renovables, también se deben **mejorar las redes de transmisión y distribución eléctrica para interconectar las fuentes con los polos de consumo**, así como brindar mayor flexibilidad a la operación de la red como resultado de la variabilidad asociada a este tipo de fuentes. Por lo general, las fuentes renovables a gran escala suelen estar situadas en lugares remotos, que demandan de infraestructuras robustas para asegurar la confiabilidad en el suministro. Hay que considerar que la planificación y construcción de redes de transmisión y distribución podría ser más lenta que el desarrollo mismo de las plantas, lo que limita la incorporación de este tipo de fuentes en algunos países. Además, implica de inversiones adicionales a la generación que incrementan los costos totales del sistema. En esta materia existe una oportunidad para Costa Rica por su experiencia lidiando con este tipo de desafíos.

La flexibilidad de los sistemas eléctricos para facilitar la incorporación de energías renovables también se logra mediante instrumentos y políticas de control de demanda. El control, respuesta o administración de la demanda se entiende como una reducción del consumo de energía eléctrica del cliente en momentos de máximo uso para ayudar a abordar la confiabilidad del sistema, reflejar las condiciones del mercado y los precios, así como apoyar la optimización o diferimiento de la infraestructura (Cleveland y Morris, 2015). Los autores en esta materia también señalan que los recursos energéticos distribuidos pueden ayudar

a adaptar una mayor penetración de energías renovables en las redes eléctricas. En la medida en la que estos sistemas sean flexibles, podrán brindar mayores posibilidades de conexión y desconexión para estabilizar los sistemas eléctricos.

La IEA (2021d) también ha señalado que, conforme la proporción de generación a partir de fuentes renovables variables crece, se necesita una mayor generación renovable despachable, como energía hidroeléctrica, geotérmica y bioenergía, así como inversión en nueva infraestructura de la red eléctrica. En la misma línea apunta IEA Hydropower (2019), al concluir que, en el entorno de transición de los sistemas eléctricos y ante la necesidad de mayor flexibilidad, la energía hidroeléctrica ofrece una gama única de capacidades de flexibilidad que deben comprenderse a medida que los sistemas eléctricos globales se transforman y las reformas en curso consideran enfoques, mercados y tecnologías competitivos.

Esto es realmente importante para los objetivos de este trabajo, pues, como se detalla más adelante, la experiencia de Costa Rica en el desarrollo de energías renovables está muy enfocada hacia plantas de fuentes hidroeléctricas y geotérmicas; y no a las fuentes más conocidas como energía solar. Esto se debe a que la variabilidad de las hidroeléctricas de filo de agua y energía eólica se ha tenido que ampliar conforme se han incorporado las fuentes variables, según lo evidencia la IEA. Por lo tanto, también es válido concluir que **el desarrollo de energía hidráulica, biomasa y geotermia será cada vez más necesario en aquellos países que deseen incorporar fuentes renovables variables para no poner en riesgo la estabilidad de los sistemas y la seguridad energética.**

Aunado a lo anterior, se han incorporado tecnologías disruptivas en los últimos años que facilitan la incorporación de energías renovables a la red. Entre estos “nuevos enfoques”, como los define Jones (2017), se encuentran sistemas de control avanzados, dispositivos de medición y detección, herramientas de visualización, metodologías para apoyar la toma de decisiones, minería de datos, entre otros. La IEA (2017) también señala que, para afrontar los desafíos de la integración de las energías renovables, existen alternativas como monitoreo y control de las plantas de generación de fuentes variables; aumentar la capacidad de las líneas de transmisión; flexibilidad en la operación de las plantas; regímenes

especiales de protección; prácticas operativas avanzadas para plantas de almacenamiento de energía hidroeléctrica por bombeo; estrategias para extraer los servicios del sistema de las plantas con fuentes variables; diseño avanzado de plantas de energía variable; opciones de almacenamiento a nivel de la red; enfoques sofisticados para formular requisitos de reservas operativas; integración de pronósticos de producción de fuentes variables; planta de energía mejorada y despacho de fuentes variables; y mayor equilibrio más coordinación. La demanda por todas estas temáticas será creciente en los próximos años y constituyen oportunidades para Costa Rica.

El futuro de las energías renovables

La IEA (2021d) estima que la capacidad renovable se expandirá en más de 1800 GW o más del 60% para el año 2026, lo que representa casi el 95% del aumento en la capacidad de energía total en todo el mundo. En China, Europa, Estados Unidos e India se concentrará más del 80% de esas adiciones de capacidad de energía renovables. Es decir, en estas locaciones se concentrarán las principales inversiones y el desarrollo tecnológico. Pero las renovables no son únicamente un tema energético y ambiental.

Como ilustra Scholten (2018) en su libro sobre la geopolítica de las energías renovables, países como Estados Unidos, Alemania y China compiten por el liderazgo industrial en tecnologías de generación de energía renovable. En la búsqueda de oportunidades de internacionalización en este ámbito, estos tres países constituyen opciones por explorar, en virtud de la importancia que el tema tiene para su política doméstica e internacional.

En el caso de Alemania, es claro que existe un fuerte ligamen de su política doméstica y su política exterior en este campo. Incluso la coalición de gobierno entre el Partido Socialdemócrata Alemán (SPD) y la Unión Demócrata-Cristiana (CDU) firmada en marzo del 2018 establecía como uno de los compromisos: ampliar la cooperación energética internacional para utilizar el papel de liderazgo de Alemania en la transición energética a nivel internacional y apoyar la competitividad de las empresas alemanas. Para conectar las empresas alemanas a nivel mundial,

el objetivo es reforzar el uso de foros internacionales (como el G7 y G20) e instituciones energéticas internacionales (como IEA e IRENA). Además, desarrollar asociaciones energéticas bilaterales adicionales con el objetivo de facilitar el acceso al mercado para la industria alemana y promover la transición energética global (Steinbacher y Röhrkasten, 2019). De esta manera, Alemania es solo un ejemplo de cómo operar la política exterior en materia energética, y también una oportunidad para convertirlo en un socio bilateral para Costa Rica en esta temática, tanto para la atracción de inversiones como la oferta de servicios en el exterior.

Energías renovables en América Latina

El compromiso de América Latina con la incorporación de energías renovables es alto, al igual que en otras regiones del mundo. Coviello y Ruchansky (2017) señalan que, si bien la región ha tenido una leve tendencia decreciente en la participación de energías renovables con relación al consumo final de energía, por una menor participación de la biomasa para cocción, debe resaltarse:

el importante crecimiento que viene experimentado la región en el desarrollo de las energías renovables no convencionales y también hidroeléctricas, lo que genera expectativas favorables para que dicha tendencia pueda revertirse (p. 41).

IRENA (2016) estimó que las inversiones en energías renovables de la región, en el periodo 2010-2015, superaron más de USD 80 billones; siendo las del último año un total de USD 16.4 billones, equivalentes al 6% de la inversión global. Los principales mercados de inversión han sido Brasil, México y Chile. De acuerdo con las proyecciones del mismo organismo en América Latina, se pronostica que la participación de las energías renovables alcance más del 75% para 2026, impulsada por la producción creciente de energías renovables variables, aunque la energía hidroeléctrica sigue siendo la mayor fuente de generación en la región (IEA, 2021d).

En concordancia, la exploración de oportunidades en América Latina es un curso de acción prioritario para Costa Rica, siendo la región su círculo de influencia natural. En el caso de América Latina, el World Energy Council (2021) también apunta que la incorporación de fuentes variables requerirá rediseñar los mercados

existentes para que sean más flexibles, descentralizados, así como permitir nuevos servicios y participantes.

El 21 de diciembre de 2021, los países de América Latina oficializaron la iniciativa: *Renovables en América Latina y el Caribe* (RELAC) con el objetivo de afianzar la voluntad política para la transición energética en la región y canalizar de manera coordinada la cooperación internacional. Costa Rica, junto con Colombia y Chile, han sido los principales líderes de esta nueva iniciativa regional que cuenta con 12 países miembros⁶. Este tipo de iniciativas regionales, auspiciadas por organismos internacionales como en este caso la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), constituyen plataformas ideales para los objetivos de la política exterior en materia energética, pues permiten posicionar la imagen internacional del país, a la vez que se constituyen en fuentes importantes de financiamiento en múltiples ámbitos y esquemas, o plataformas para identificar potenciales ventas de servicio.

Energías renovables en Centroamérica

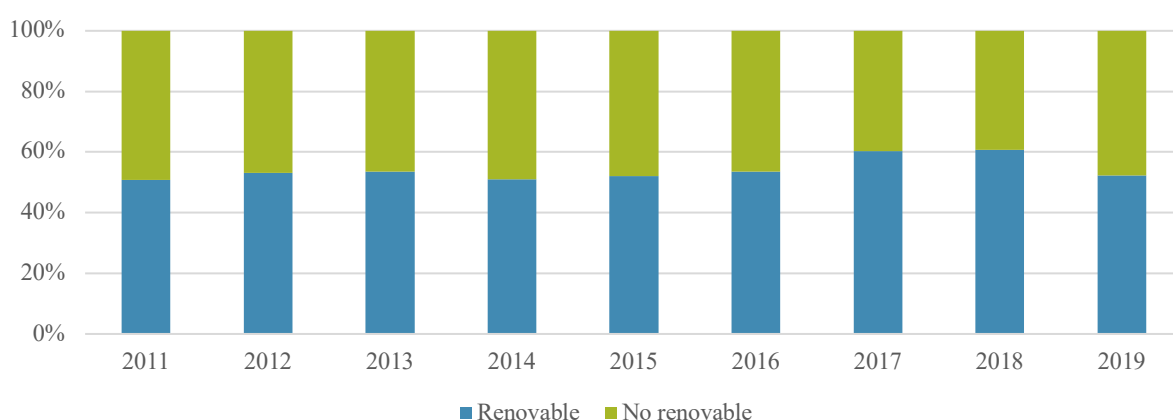
En Centroamérica, como en otras latitudes del orbe, las energías renovables también son una prioridad de la agenda política subregional. La Estrategia Energética Centroamericana 2020 se planteó como objetivo reducir la dependencia energética de fuentes importadas, aumentando la oferta de fuentes renovables de energía; y estableció como meta aumentar en 11% de energía la participación en el mercado eléctrico regional de fuentes renovables en la producción de electricidad, principalmente mediante la construcción de centrales hidroeléctricas.

En el 2019, el 57% de la capacidad instalada y el 52% de la generación de los países Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) provinieron de fuentes renovables (CEPAL, 2020). A pesar de los compromisos regionales en materia de energía renovable, el 54% continuó siendo instalaciones térmicas, principalmente en República Dominicana, Honduras y Nicaragua. El Gráfico 1 muestra la participación de las energías renovables en la generación eléctrica para

⁶ Los países miembros de RELAC son Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Haití, Honduras, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay.

el año 2019 en los países de Centroamérica. Como se aprecia, los niveles de participación son altos en comparación con la media global, pero existe margen suficiente para ampliar su incorporación. La región posee abundantes recursos naturales para la generación eléctrica, eólica, solar o geotérmica, pero continúa dependiendo de la importación de combustibles fósiles para suplir sus necesidades energéticas.

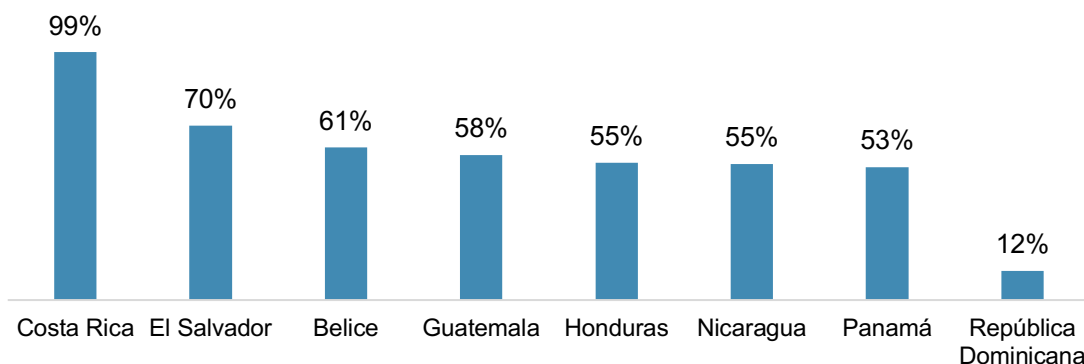
Gráfico 1. SICA: porcentaje de generación eléctrica con fuentes renovables y no renovables, 2011-2019.



Nota: a partir del 2016, la generación eléctrica renovable de los países SICA empezó a aumentar para alcanzar cerca del 60% del total en el año 2017. Sin embargo, en el 2019, como resultado de una hidrología menos favorable, ese porcentaje se redujo para ubicarse nuevamente cerca del 50%. Gráfico de elaboración propia con datos de CEPAL (2020).

A nivel desagregado, la participación de las energías renovables tiene muchas oportunidades de ampliarse, pues, como se muestra en el Gráfico 2, países como República Dominicana presentan porcentajes de participación muy bajos y el resto de las naciones mantienen niveles de participación cercanos al 50 o 60%. En tanto exista un compromiso de estos países por ampliar la participación de las fuentes renovables en sus matrices, también existe una oportunidad para Costa Rica, en virtud de su experiencia en incorporar estas fuentes de manera plena al abastecimiento energético de un país con características similares.

Gráfico 2. SICA: porcentaje de generación eléctrica renovable por país, 2019.



Nota: gráfico de elaboración propia con datos de CEPAL (2020).

En el 2019, de los 1.881 MW de capacidad de generación eléctrica que entró en operación en el SICA, el 54% continúa siendo de fuentes térmicas, principalmente en República Dominicana (788 MW), Honduras (135 MW) y Nicaragua (135 MW). Aunque también resaltan incorporaciones de fuentes eólica y solar en República Dominicana (286 MW) y El Salvador (239 MW). Estas cifras permiten concluir que la transformación del sector eléctrico en Centroamérica y el Caribe es lenta, pero existen posibilidades de participación para Costa Rica en ámbitos que se analizan más adelante. Por ejemplo, salvo en Costa Rica y El Salvador, la participación de la geotérmica es incipiente en la región, pues representa solo el 3% de la capacidad instalada, lo que representa un potencial no explorado a la fecha en el curso de la incorporación de renovables a la matriz energética.

Caribe

La Política Energética de la Comunidad del Caribe (Caricom) también apunta a la transformación del sector energía de sus Estados miembros, tratando de proveer un suministro de energía seguro y sostenible que garantice el acceso de los ciudadanos de la región a energía moderna, limpia y confiable, a precios estables que faciliten la competitividad de sus industrias. En materia de energías renovables, los Estados del Caricom buscan diversificar sus fuentes de energía incrementando el uso de energías renovables, así como mejorando el marco regulatorio y legal del

sector. Además, promoviendo las reformas necesarias para una mayor inversión en el sector. Es decir, en materia de política regional, hay un amplio compromiso con la incorporación de energías renovables y son conscientes de los desafíos regulatorios e institucionales para alcanzar estos derroteros.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) publicó en 2020 un reporte titulado *Rutas Energéticas Sostenibles para el Caribe*. En este se desarrolla un conjunto de recomendaciones para los países de la región en materia de energías renovables. A continuación, se exponen las principales conclusiones, pues constituyen oportunidades para la internacionalización de la política exterior energética de Costa Rica en la región. Para Masson et al. (2020), los siguientes son cursos de acción para los países del Caribe, con el fin de crear las condiciones para ampliar la participación de las energías renovables:

- Establecer marcos regulatorios que fomenten la inversión en sistemas energéticos resilientes. Además, fortalecer el marco institucional para que se puedan desarrollar concursos de energía renovable competitivos y transparentes, con criterios de evaluación claros y acuerdos de compra de energía bancables.
- Incorporar los riesgos climáticos en la probabilidad de pérdida de carga utilizada para los Planes Integrados de Recursos y Resiliencia que vayan a desarrollar los países.
- Mecanismos regulatorios en países propensos a huracanes para exigir a las empresas de servicios públicos que inviertan en resiliencia energética. El objetivo es incorporar en las tarifas eléctricas los costos adicionales de la resiliencia climática, considerando que podrían ser mayores los costos finales cuando la infraestructura no está preparada para estos eventos. Además, avanzar en planes de reconstrucción de los sistemas de energía posterior a desastres naturales.
- Desarrollar mecanismos de financiación que atraigan financiamiento privado para inversiones en energía sostenible y crear un fondo regional respaldado por donantes que ofrezca préstamos en condiciones favorables o

mecanismos de mejora crediticia para proyectos de resiliencia y energía sostenible.

- Fortalecer la capacidad de las instituciones para planificar e implementar proyectos de generación renovable y eficiencia energética. En la medida en la que se pretenda incorporar generación renovable, es necesario contar con conocimiento y herramientas que permitan aprovechar los recursos disponibles y ampliar la estabilidad de los sistemas eléctricos.
- Desarrollar un programa regional respaldado por donantes para lograr economías de escala en el desarrollo de los planes de incorporación de energías renovables.

En síntesis, el Caribe no solo está comprometido con ampliar la participación de las fuentes renovables en sus matrices energéticas, sino que requiere fortalecer los marcos institucionales para llevar a cabo procesos de compra de energía competitivos y transparentes; mejorar la capacidad de pronóstico, diseño y operación de las redes eléctricas; incorporar los riesgos climáticos y mecanismos regulatorios que permitan mitigar sus efectos sobre las redes eléctricas; todo esto mediante programas regionales para aprovechar economías de escala en la región.

Consideraciones finales sobre las energías renovables

Las energías renovables se han posicionado como el principal tema del sector energético a nivel internacional, impulsado principalmente por la búsqueda de la seguridad energética. Para algunos, el tema es tan relevante que representa un cambio de juego para las relaciones energéticas entre los Estados. El sector energía produce dos tercios de las emisiones globales de GEI, por lo tanto, los compromisos internacionales por reducir la concentración de estos gases en la atmósfera pasan necesariamente por la incorporación de fuentes no-fósiles. Más de 140 países mencionan las renovables para el sector eléctrico en sus NDC y más de 135 países cuentan con objetivos de electricidad renovable en sus políticas nacionales. El 70% de la inversión en adiciones de capacidad para generación eléctrica se realizarán en este tipo de fuentes. Por ende, es innegable la importancia

de la temática para la agenda internacional. Sin embargo, su incorporación debe superar un conjunto de desafíos que pueden representar una oportunidad para Costa Rica en virtud de su experiencia comprobada en este campo.

- A pesar de la considerable reducción del costo promedio de la energía solar y eólica en los últimos 10 años, más de un tercio del consumo no está cubierto por incentivos; tampoco existen instrumentos para fomentar su incorporación más allá de la generación eléctrica; así como el acceso a capital y demostrar en la práctica que la incorporación de energías renovables no representa una barrera para la competitividad de los países.
- El surgimiento de objetivos relacionados a la sostenibilidad está ocasionando que los procesos de liberación y reestructuración de los mercados eléctricos de las últimas décadas estén siendo sometidos a procesos de revisión para empatar estos objetivos con los principios de mercado. Además, existe acuerdo en la literatura analizada sobre la importancia de las políticas públicas para la incorporación de energías renovables. Por ende, se prevé que exista una demanda latente de conocimiento a nivel internacional sobre la formulación de políticas públicas en materia de energías renovables que faciliten la incorporación de estas fuentes de manera competitiva y segura.
- Quizá el desafío más importante sea la variabilidad de fuentes renovables, tanto horaria como estacional. Esto puede llegar a representar un riesgo para la seguridad energética de los países. Consecuentemente, conforme el porcentaje de este tipo de fuentes vaya sustituyendo generación térmica tradicional, se incrementará la necesidad de mayor resiliencia de los sistemas eléctricos para lidiar con la variabilidad climática. En este campo hay oportunidades relacionadas con: I) mejorar los sistemas de modelación y pronóstico de las fuentes renovables, II) incrementar los mecanismos de intercambio regional de electricidad, III) mejorar las redes de transmisión y distribución eléctrica, III) incrementar la generación renovable despachable como hidroeléctrica, geotermia y bioenergía. IV) almacenamiento y gestión de la demanda, entre otros.
- Países como Estados Unidos, Alemania, China e India concentran las

principales adiciones de capacidad renovable en el mundo. Además, compiten por el liderazgo industrial en estas tecnologías. Un mayor acercamiento a estos países es una oportunidad para Costa Rica, en virtud de su experiencia en la temática.

- En Centroamérica, solo el 52% de la energía generada provino de fuentes renovables. En el caso de República Dominicana, la participación es de apenas un 12%. En el marco de los compromisos asumidos por los países de la región y la cercanía de Costa Rica con estos mercados, existe una oportunidad para ampliar la participación en estos países.
- De igual forma, en la región del Caribe hay un amplio interés por incorporar fuentes renovables que puede representar una oportunidad para Costa Rica en temas como marcos regulatorios para fomentar la inversión, políticas públicas, diseño de instrumentos de compra de energía y procesos de licitación, riesgos climáticos y planificación de sistemas eléctricos, mecanismos para acceso a financiamiento, entre otros; todo esto con perspectiva regional para aprovechar economías de escala.

2. Acceso a la energía

Como se analizó en el capítulo anterior, la energía es un recurso vital para la sociedad. No en vano la seguridad energética ha ocupado un rol preponderante en la política pública de los países. Por lo que garantizar el acceso a fuentes de energía es un asunto vital, para Estados e individuos. La revisión de literatura especializada sobre la situación energética global evidencia que el acceso, en sus múltiples dimensiones, continúa siendo un tema prioritario de la agenda sectorial. Así lo concluye el World Energy Council (2021), al indicar que la asequibilidad ha sido una preocupación de larga data, particularmente para los países en desarrollo; y que ganó un perfil más alto durante la pandemia por COVID-19, a medida que se expusieron de nuevo los problemas sociales relacionados con el costo y el acceso a la energía.

Existen distintas aproximaciones conceptuales al acceso a la energía. Desde una perspectiva menos integral, el acceso a la energía se mide de acuerdo con la

posibilidad física de acceder a los servicios, por ejemplo, el número de viviendas o personas con una conexión eléctrica. Pero este enfoque tradicional es omiso, pues no refleja la verdadera capacidad de costear y acceder a la energía, más allá de contar con un servicio disponible. A pesar de lo anterior, existe coincidencia en que el acceso a la energía es un concepto multidimensional que va más allá de una conexión eléctrica, pues involucra asequibilidad y confiabilidad de los servicios, tema abordado más adelante.

Desde la perspectiva tradicional del acceso a la energía, en el mundo existen al menos 770 millones de personas que viven aún sin acceso a la electricidad, principalmente en África y los países en desarrollo de Asia, y más de 2.500 millones de personas carecen de acceso a una cocina limpia (IEA, 2021h). A pesar de que el número de personas sin electricidad disminuyó de 1.150 millones en 2010 a 759 millones en 2019, estas cifras no son suficientes para garantizar un acceso universal en el futuro cercano. El mayor déficit de acceso a servicios eléctricos está en África subsahariana, donde el 62,5% de la población permanece excluida del acceso a servicios eléctricos; le siguen en orden de importancia el Sur de Asia (20%), el Este de Asia y el Pacífico (3.5%), América Latina (3%) y Medio Oriente y África del Norte (3%) (World Bank, 2017). Aunque el 80% de las personas desconectadas vive en solo 23 países, 18 de los cuales están en África y cinco en Asia (World Bank, 2021).

Aunado a este panorama complejo, la situación del acceso mundial a la electricidad y otros recursos energéticos desmejoró con la pandemia por COVID-19. En África subsahariana, el número de personas sin acceso a la electricidad aumentó en 2020 por primera vez desde 2013. En 2020, alrededor de 50 millones de personas en países en desarrollo de Asia y África volvieron al uso tradicional de biomasa para cocinar (IEA, 2021g). Esto representa un retroceso a nivel de exposición a contaminantes del aire y los riesgos a la salud humana, pues las medidas de confinamiento para atender la pandemia por COVID-19 aumentaron el tiempo que estas personas permanecían en sus hogares.

Para alcanzar las metas de la agenda de desarrollo sostenible, se requiere conectar cerca de 100 millones de personas al año y una inversión superior a los

35 billones de dólares. Sin embargo, el mundo no está en esa ruta. De acuerdo con las proyecciones de la IEA (2021h), para el año 2030, cerca de 670 millones de personas podrían continuar sin acceso a la electricidad y 2.1 billones sin opciones para cocción limpia.

En América Latina, la tasa de electrificación alcanzó el 98,4% en 2019 y por esa razón se estima que alcance el acceso universal en el futuro cercano (World Bank, 2019). Sin embargo, cerca de 44 millones de latinoamericanos continúan sin la posibilidad de contar con servicios eléctricos. La tasa de electrificación en países como Haití (30%), Bolivia (88%), Guyana (88,2%) u Honduras (73,9%) demuestra que, a pesar del avance de muchos países, aún existen posibilidades de mejora en la región. Además, al igual que en otras latitudes, el nivel de acceso a lo interno de los países suele ser muy desigual, especialmente las zonas rurales y alejadas. En el caso de Centroamérica, la Estrategia Energética Sustentable 2020 establece entre sus objetivos aumentar el acceso a los servicios energéticos de las poblaciones de menores ingresos y aisladas. La Estrategia tiene como meta alcanzar, al menos, un 90% de cobertura eléctrica en los países de la región. En la actualidad, solo Honduras se encuentra por debajo de esta meta, aunque hay oportunidades de mejora en Guatemala, Nicaragua, Belice y Panamá.

Estas cifras demuestran la relevancia del tema para la agenda energética internacional y regional. El séptimo ODS estableció como derrotero garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos. No obstante, el acceso a la energía también es un elemento habilitador para otros objetivos de la agenda para el desarrollo, como se indicó anteriormente. El Banco Mundial ha señalado que la erradicación de la pobreza y el hambre, promover una vida sana, asegurar servicios de salud, educación y saneamiento, promover el crecimiento económico, lograr la sostenibilidad de las ciudades, adoptar medidas para combatir el cambio climático, entre otros propósitos, dependen en gran medida de la capacidad para acceder a energía asequible y sostenible. Por estas razones, el tema es una prioridad para los Estados y la comunidad internacional, pues sin acceso a la energía resulta complejo alcanzar las metas de desarrollo de largo plazo.

Aunado a lo anterior, el desafío de garantizar acceso a servicios eléctricos a más de 800 millones de personas se amplía, si se utiliza un concepto más integral del acceso a la energía. En los últimos años, se ha cuestionado el enfoque tradicional del acceso abogando por un abordaje más integral que incorpore no solo la disponibilidad de una conexión eléctrica, sino contar con las condiciones económicas para poder acceder a los servicios, así como la calidad del suministro. Como señala ESMAP (2015), el acceso a la energía generalmente se consideraba sinónimo de acceso doméstico a la electricidad; sin embargo, estas definiciones no tienen en cuenta la cantidad y la calidad de la electricidad provista. Además, este enfoque no aborda las cuestiones de la asequibilidad de la energía y la legalidad de la conexión. Una definición de acceso a la energía basada en la conexión eléctrica doméstica también ignora la energía para cocinar y las necesidades de calefacción, así como para compromisos productivos e instalaciones comunitarias (p.1).

Así las cosas, la agenda internacional demanda de un abordaje más integral al acceso a la energía que considere factores de confiabilidad, suficiencia, accesibilidad, precio y sostenibilidad. Como se detalla más adelante, con el liderazgo de la Secretaría General de la Naciones Unidas, se impulsa la creación de un marco para la evaluación integral del acceso a servicios energéticos a nivel internacional.

Cursos de acción para garantizar el acceso a la energía

La literatura analizada coincide en que se requieren nuevos modelos de negocios, así como iniciativas de mercado y desarrollos tecnológicos más innovadores para expandir el acceso de la población a servicios energéticos. El desarrollo acelerado de las energías renovables es también un curso de acción esencial para ampliar el acceso a los servicios de energía. En la actualidad, el avance tecnológico de las energías renovables solar y eólica está brindando acceso a la energía a comunidades rurales y remotas que actualmente no pueden conectarse a la red de manera rentable. Por otra parte, IRENA (2017) señala que cerca del 60% de la generación de energía adicional necesaria para lograr el acceso universal a la electricidad para el año 2030 provendrá de soluciones fuera de la red.

Consecuentemente, la incorporación de energías renovables, en especial en soluciones inteligentes o aisladas, es un instrumento para alcanzar los objetivos de acceso a la energía.

Entre los mecanismos innovadores para ampliar el acceso a los servicios de energía, se encuentran los modelos de negocio como energía prepago o soluciones de banca móvil que buscan acelerar la posibilidad de acceder a recursos energéticos. Elisha et al. (2021) recomendaron cinco áreas de intervención para los Estados, con el propósito de acelerar el acceso a la energía: I) planificación del sistema de manera integrada (oferta y demanda), II) aprovechar el momento y acelerar la reducción de costos de la tecnología, III) incrementar la inversión y IV) modelos de negocio probados, así como V) la creación de mercados, marcos regulatorios y de política que garanticen la continuidad de las iniciativas. De acuerdo con su propuesta, las soluciones en esta temática necesariamente tendrán que considerar una red centralizada, diversificada y de menor costo, microrredes y sistemas solares en casas como complemento de las redes tradicionales, que reducen los costos de la electrificación y mejoran el perfil renovable, a la vez que se presta atención a políticas de eficiencia energética del lado de la demanda.

En lo concerniente a la agenda multilateral, la Secretaría General de las Naciones Unidas lanzó en setiembre de 2011 la iniciativa Sustainable Energy for All (SEforALL) que tiene como misión impulsar el acceso universal a energía sostenible al año 2030, así como reducir las emisiones de GEI para limitar el calentamiento global por debajo de los 2 grados Celsius. La iniciativa tiene como marco de referencia la agenda global para el desarrollo materializada en los ODS oficializados en el 2015 y el Acuerdo de París sobre cambio climático. En materia de acceso a la energía, la iniciativa cuenta con el SE4All's *Global Tracking Framework* que funciona como plataforma para monitorear el avance en el acceso, eficiencia energética y energías renovables. Además, SEforALL funciona como una alianza entre entidades públicas, empresas privadas y la sociedad civil, para compartir conocimientos, experiencias e impulsar proyectos conjuntos de acuerdo con los objetivos citados.

En el *Diálogo de Alto Nivel Sobre Energía 2021*, auspiciado por la Secretaría

General de las Naciones Unidas en el marco del ODS séptimo, 130 países acordaron una hoja de ruta para acelerar el cumplimiento de este objetivo, que incluye como una acción prioritaria para el 2030: garantizar el acceso a energía limpia y descarbonizada como una prioridad política urgente en todos los niveles, para lo que se debe priorizar la inversión para cerrar la brecha de acceso a la energía, reduciéndola a la mitad para 2025, especialmente en los países menos desarrollados. En esta conferencia, algunos países fueron establecidos como Campeones Globales (Global Champions) para liderar la promoción, creación de conciencia e inspiración de compromisos en los temas claves del encuentro. En el caso del acceso a la energía, este rol lo ocupan China, la Unión Europea, Japón, Kenia, Malawi, Países Bajos, Rusia y Arabia Saudita.

Reflexiones finales sobre el acceso a la energía

En el mundo existen más de 700 millones de personas sin acceso a la electricidad y más de 2.500 millones carecen de acceso a medios no contaminantes para la cocción de alimentos. No en vano los ODS han establecido como una prioridad el acceso a la energía, especialmente, por ser esta un habilitador de otras condiciones de desarrollo. Adicionalmente, la pandemia por COVID-19 desaceleró los avances que a la fecha se habían tenido en esta temática.

A pesar de que Costa Rica logró hace muchos años el acceso casi universal a los servicios eléctricos, las oportunidades en esta temática se analizan con mayor profundidad en el apartado siguiente, para determinar su relevancia estratégica, pues el 80% de las personas desconectadas vive en solo 23 países, 18 de los cuales están en África y cinco en Asia. Esto ha devenido en que los principales esfuerzos y recursos internacionales hayan estado orientados hacia estas regiones.

En América Latina, la tasa de electrificación también es amplia y, aunque existen países con niveles de acceso críticos como el caso de Haití, la agenda regional en esta materia es menos relevante que en otros aspectos que se detallan más adelante. Adicionalmente, los nuevos esquemas para la promoción del acceso a la energía están orientados hacia modelos de negocios disruptivos en lo que Costa Rica apenas da sus primeros pasos.

Otro desafío global en materia de acceso a la energía es ampliar el concepto utilizado hasta la fecha para aplicar metodologías que permitan ser más comprensivos en el abordaje de esta temática, las cuales consideren la asequibilidad de la energía, la calidad, la legalidad de la conexión y la satisfacción de las necesidades energéticas de los usuarios. En el apartado siguiente, se expone la situación de Costa Rica en esta materia, con el objetivo de determinar si existen oportunidades para la internacionalización de la política energética como mecanismo de promoción del país y para la concesión de los objetivos de la política doméstica en materia energética.

3. Eficiencia energética y administración de la demanda

Así como las energías renovables y el acceso, la eficiencia energética y la administración de la demanda continúan siendo una acción prioritaria de la agenda sectorial a nivel mundial; así lo reporta el World Energy Council, al posicionar esta triada de temas como las acciones más prioritarias para los líderes del sector energético global en sus informes de los últimos años. El entorno de recursos escasos y el desafío de atender una demanda creciente obligan a los Estados a plantear estrategias para ser más eficientes en el consumo de energía. Por otra parte, la preocupación internacional por reducir las emisiones de GEI y contaminantes locales también ha posicionado la eficiencia energética en la agenda sectorial como un curso de acción para cumplir ese objetivo. Aunque, como mencionan Silva y Dias (2020), desde la perspectiva de *marketing* la eficiencia energética no es atractiva, pues no implica impactos visibles, aparte de una reducción en la factura energética y difícilmente puede servir como proyectos para “cortar la cinta” por parte de los políticos y funcionarios gubernamentales, a diferencia de las energías renovables. Esto ha hecho de la eficiencia energética una política relevante, pero que recibe menos atención que otros cursos analizados en esta investigación.

La eficiencia energética forma parte de la agenda sectorial para la transformación hacia un sector más sostenible. De acuerdo con las proyecciones de OECD (2017c), pues en un escenario de desarrollo sostenible consistente con

las metas planteadas en el Acuerdo de París, la intensidad energética debe reducirse a una tasa anual de 3.2% (el doble de la tasa promedio de los 15 últimos años), ya que la eficiencia energética equivale al 40% de la reducción de emisiones de este escenario. Consecuentemente, la eficiencia energética es un pilar fundamental de la transición energética y forma parte de las acciones prioritarias para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París sobre cambio climático.

Además, la eficiencia no se circunscribe exclusivamente al tema ambiental. El uso racional de los recursos también está asociado con mejoras a la seguridad energética de los países. En la medida en la que el suministro energético siga dependiendo de combustibles fósiles ubicados en pocos países, la eficiencia energética será un instrumento que permita ampliar la independencia energética de los estados. Asimismo, las políticas que promueven un consumo de energía menos intensivo también potencian la competitividad de las empresas y los países.

Las cifras de inversión en eficiencia energética son un buen indicador para asegurar la prioridad del tema en la agenda pública internacional. En el 2020, la eficiencia energética acaparó más de 250 billones de dólares americanos, principalmente en el sector de la construcción, seguido de industria y transporte (IEA, 2021f).

Las políticas públicas para la promoción de la eficiencia energética han tenido como una de sus principales áreas de acción el establecimiento de lineamientos obligatorios que promuevan un uso más racional de la energía. Entre esos instrumentos de política más utilizados se encuentran los códigos y estándares, estándares mínimos de eficiencia energética para iluminación, electrodomésticos y edificios, estándares de economía de combustible para vehículos y estándares sectoriales como objetivos obligatorios de intensidad energética para la industria

A pesar de la relevancia que han tenido estos instrumentos en la agenda sectorial, en los últimos dos años se generó una desaceleración en la implementación de nuevos códigos y estándares obligatorios para la promoción de la eficiencia energética. Al menos el 68% del uso final de energía global permanece sin ser cubierto por políticas que ordenan mejoras en la eficiencia a través de metas

o estándares tecnológicos. En la medida en la que estos estándares no sean obligatorios, no podrá acelerarse la adopción de tecnologías al ritmo requerido por las metas climáticas internacionales para la reducción de GEI en la atmósfera.

Curiosamente, si bien el sector energético está ampliamente presente en las NDC, la eficiencia energética tiene un papel más modesto en comparación con las energías renovables. De acuerdo con (Evans), 53 países mencionan la eficiencia energética de los edificios en sus NDC y 38 mencionan específicamente los códigos de energía de los edificios, lo que indica la importancia de la eficiencia energética de los edificios para el futuro climático. En los países en desarrollo, el potencial para establecer nuevos sistemas de energía sostenibles no solo es enorme, sino también esencial para lograr los objetivos climáticos globales. Para esto, las prioridades están puestas en mayor generación de energía renovable, plena adopción de estándares y mejores prácticas de eficiencia energética, evaluación de impacto económico y ambiental, estudios comparativos, modelado de autosuficiencia en espacios urbanos y rurales, implementación de sistemas de movilidad sostenible, industrias eficientes, edificios, entre otros (Silva y Dias, 2020).

En el caso de Centroamérica, la GIZ (2019) concluyó en un informe reciente que:

Algunos países centroamericanos han introducido marcos normativos, reglamentarios e institucionales; sin embargo, la implementación de medidas de eficiencia energética ha sido generalmente limitada en la región, a menudo como respuesta a las crisis o déficits en el suministro de energía, y las ejecutadas continúan siendo impulsadas principalmente por el sector privado, especialmente en el sector industrial (p. 13).

Por lo tanto, el panorama de la región centroamericana no difiere mucho de los desafíos globales para la implementación de política de eficiencia energética, pues no gozan de continuidad, depende de factores coyunturales y suelen ser implementados de manera desarticulada.

Consideraciones finales sobre eficiencia energética

Desde la perspectiva del posicionamiento internacional, es importante tener presente que la eficiencia energética, como mencionan Silva y Dias (2020), es un

tema menos atractivo, pues no es tan visible como otros cursos de acción. En palabras de Tricoire (2021), la eficiencia energética es el héroe anónimo de la lucha contra el cambio climático. A pesar de la importancia de la eficiencia energética para los objetivos climáticos, pues, de acuerdo con la IEA, es el curso de acción con mayor potencial de reducción de emisiones, aunque son menos las NDC que mencionan compromisos específicos en este campo, en comparación con otros temas más visibles como la energía renovable o el transporte eléctrico.

Con estas consideraciones, es válido concluir que la eficiencia energética podría no ser un curso de acción prioritario para la política exterior en materia energética para Costa Rica. A pesar de su importancia en los escenarios de reducción de emisiones de GEI y las múltiples iniciativas regionales alrededor de este tema, son menos los países con compromisos claramente establecidos. Además, como indican Silva y Dias (2020), suele suceder que en este tema hay voluntad política, pero solo se llevan a cabo iniciativas erráticas, sin coordinación ni secuencia en la legislación secundaria y su aplicación. Más adelante, se analiza la posición de Costa Rica en esta materia, para determinar si existe alguna oportunidad no visualizada en este análisis del contexto internacional.

4. Digitalización de la energía

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han transformado el entorno de manera acelerada; y el sector energético no es excepción. La digitalización de la energía traerá cambios de paradigma en la operación de los sistemas energéticos; permitirá la implementación de esquemas que se pensaban inaplicables, pero también traerá nuevos riesgos. En consecuencia, el tema empieza a tomar relevancia en la agenda de trabajo y políticas públicas del entorno energético mundial. Los consumidores y productores de energía, los mercados, redes, agentes y otros participantes de los sistemas eléctricos se enfrentan a grandes cambios a partir de la introducción masiva de tecnologías más inteligentes que se han producido en la última década (Costa-Campi, 2019).

En el 2017, la OECD y la IEA publicaron el primer informe integral sobre esta temática titulado *Digitalization & Energy*, cuyo propósito es abordar el estado de la

digitalización en la energía, cómo está afectando los sistemas energéticos, qué podría suceder en el futuro y qué significa todo esto para los responsables políticos, las empresas y los consumidores (OECD, 2017a). El informe señala que, si bien la digitalización no es nueva para el sector energía, tanto en el subsector eléctrico como en la producción de combustibles, el surgimiento o la masificación de TIC permitirá desarrollar sistemas más conectados, inteligentes, eficientes, fiables y sostenibles.

En el caso del subsector transporte, la conectividad y automatización (aunado a la electrificación) podrían cambiar radicalmente la movilidad como se conoce hasta hoy. Los edificios ya experimentan las principales oleadas de la incorporación de sistemas inteligentes y sensores para iluminación, control de la temperatura y otros. En el sector industrial, la principal transformación podría llegar de la mano de automatización de procesos, inteligencia artificial y predicción. Estos cambios resultarán, inevitablemente, en una mejor administración de los servicios energéticos.

Desde la perspectiva de la oferta, también hay grandes oportunidades de mejora con una mayor digitalización de los servicios energéticos. El informe citado apunta hacia la reducción de costos de producción de petróleo, carbón, gas y electricidad, mediante optimización de procesos productivos, modelado, mantenimiento preventivo, entre otros.

De acuerdo con un estudio realizado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos, las empresas eléctricas que han implementado proyectos de medidores inteligentes han reportado reducción de costos de hasta 77% en la operación de medidores y 60% en costos de transporte, consumo de combustibles y emisiones de dióxido de carbono en los procesos asociados a la operación de los medidores. La experiencia acumulada en este ámbito es un elemento valioso en la agenda de digitalización de la energía y como se analiza más adelante, puede constituir una oportunidad por explorar para Costa Rica.

La digitalización traerá cambios significativos en la operación de los sistemas de energía. Con una mayor participación de TIC, se potencia la capacidad para fomentar la descentralización de la producción de energía y la administración de la

demanda en tiempo real. Además, estos cambios permitirán alcanzar con mayor rapidez objetivos sectoriales citados anteriormente, como un mejor uso de la energía por mejoras en la eficiencia de la oferta y la demanda de energía; la reducción de las emisiones de GEI del sector energía y el aseguramiento.

Por otra parte, la digitalización representa un cambio en la operación de los sistemas eléctricos y del modelo de negocio tradicional de la energía. Sioshansi (2016) indica que cada vez más agentes innovadores y disruptivos se están posicionando como gestores de la gran cantidad de activos “detrás del medidor”, que pueden agregarse, monitorearse, administrarse y optimizarse de forma remota, reduciendo las facturas de energía para los clientes y brindando servicios valiosos a otras partes interesadas, como la red o los mercados mayoristas.

Es válido pensar, entonces, que en los próximos años los intereses de los países en esta temática estarán muy orientados a identificar experiencias exitosas de nuevos modelos de negocio implementados alrededor de la tecnología; por ejemplo, plataformas digitales para la comercialización de energía, gestión de la demanda, medición inteligente, entre otros. Consecuentemente, se espera una mayor demanda de profesionales en el ámbito de la gestión de datos y la inteligencia artificial en el sector eléctrico. Para Xu et al. (2022), la digitalización de la energía tiene un mayor impacto en países de bajos ingresos y regiones subdesarrolladas, por lo que estas regiones deben fortalecer la infraestructura digitalizada, promover la aplicación de la digitalización y aumentar la penetración e integración de la digitalización, para eliminar la capacidad de producción atrasada y simplificar los procesos de producción, a fin de lograr un efecto de crecimiento económico de “ganar-ganar” y mayor eficiencia energética.

De acuerdo con McKinsey (2018), las empresas eléctricas acelerarán la transformación digital concentrándose en tres áreas: adoptando formas digitales de trabajo, atrayendo y reteniendo talento digital y modernizando su infraestructura y ambientes tecnológicos. A la vez, se prevé que la cadena de valor del sector eléctrico se vea impactada por una mayor analítica de datos que permita, por ejemplo: incorporar los recursos energéticos distribuidos, detectar fallas en las redes de transmisión mediante sensores de alta frecuencia, segmentando el

mercado de clientes, entre muchas otras aplicaciones. Sobre este último punto, también se prevé que la experiencia al cliente pueda sufrir transformaciones para hacer frente a nuevas amenazas del mercado, generando soluciones impulsadas por la digitalización y los datos.

La digitalización trae beneficios, pero también riesgos. Desde hace algunos años, el World Energy Council (2021) reporta un aumento de la ciberseguridad como una incertidumbre crítica del sector eléctrico, los riesgos asociados a la ciberseguridad de los sistemas energéticos. Este ha sido un tema cada vez más relevante para el caso europeo, donde el 74% de los encuestados por el World Energy Council considera que el nivel de preparación ante este tipo de riesgos es medio o muy bajo. En el caso de Arabia Saudita, también ha resurgido este tema como un aspecto de atención por parte de las autoridades, al igual que en América del Norte, especialmente después de la pandemia por COVID-19.

El futuro de la digitalización

En síntesis, la digitalización llegó para quedarse, está transformando las formas tradicionales del sector eléctrico como lo hace en otros ámbitos de la sociedad. Desde la perspectiva de la oferta, los sistemas eléctricos más digitales están permitiendo operar con mayor flexibilidad y menores costos. También está cambiando radicalmente el modelo tradicional del sector eléctrico, para migrar de esquemas centralizados y cuasi-monopólicos, hacia una mayor participación de actores que están aprovechando la tecnología para ofrecer modelos innovadores “detrás del medidor”, como la gestión de la demanda, monitoreo remoto, integración de generación distribuida, entre otros. Estos modelos de negocio no tradicionales como plataformas digitales para la comercialización de energía, comunidades energéticas, agregación de energía y otras, representarán oportunidades para aquellos que las logren implementar con éxito.

En esta transformación, los países en desarrollo tienen mayor oportunidad para captar los beneficios de este proceso, por lo que deberían acelerar la digitalización de su infraestructura. Además, las empresas eléctricas serán líderes en este proceso, adoptando nuevas formas de trabajo, atrayendo talento y

modernizando su infraestructura para ofrecer una oferta más innovadora a sus clientes. En este proceso, es imperioso fortalecer los instrumentos de ciberseguridad, pues redes más digitales también representan mayores riesgos a la seguridad energética de los países.

5. Generación distribuida, micro redes y almacenamiento de energía

Como se ha indicado a lo largo de este documento, desde hace varios años el sector eléctrico afronta una transformación estructural en la manera de producir la energía eléctrica. Los avances tecnológicos, la mejora en la eficiencia de la producción y la reducción de costos de pequeñas centrales de producción eléctrica con fuentes renovables han impulsado un esquema de generación eléctrica distribuida. Aunque la generación distribuida representa tan solo el 1% del total de la generación mundial, su crecimiento ha sido acelerado en los últimos años (REN21, 2020).

La generación distribuida fue entendida como la generación de energía eléctrica de pequeña o mediana escala, ubicada cerca de los puntos de consumo. Sin embargo, conforme avanza el desarrollo tecnológico y la digitalización, el concepto de generación ha migrado hacia recursos energéticos distribuidos, que incluyen, no solo las tecnologías de generación, sino también de recursos tecnológicos desde la demanda de energía, como sistemas de administración de carga para administrar el uso de electricidad que permitan, por ejemplo, reducir la demanda pico de electricidad, aumentar la eficiencia de los edificios o aplicaciones industriales o para reducir o gestionar la demanda total de electricidad (Bansal, 2017). Esto representa un cambio radical en la forma como se ha entendido el suministro eléctrico, pues se ha migrado de un sistema centralizado de gran escala, donde la energía fluye de las centrales eléctricas a los consumidores, hacia un sistema híbrido que incorpora los recursos energéticos distribuidos del lado de la demanda, que realizan su propia generación y administración de la demanda, generando flujos de energía multidireccionales.

Estos cambios también han permitido migrar de esquemas donde todos los usuarios formaban parte de una sola red eléctrica (considerada por muchos como la máquina más grande del mundo) hacia un esquema de microrredes que

incorporan sistemas de autogeneración, administración de la carga y almacenamiento de energía, que les permiten operar completamente desconectados de la red eléctrica o interconectados de manera parcial. Así las cosas, las microrredes son adecuadas en sistemas energéticos locales, en comunidades rurales alejadas de las redes existentes, usuarios industriales con muchos sitios dispersos, parques industriales, comunidades insulares, proveedores de energía en países en desarrollo que carecen de infraestructura y energía (Mansouri et al., 2021).

Como se puede observar, estos nuevos esquemas de operación demandan, además de los desarrollos tecnológicos, marcos regulatorios que permitan tener reglas claras. Por esa razón, el World Energy Council (2017b) ha establecido tres áreas de enfoque clave que deben considerar los formuladores de políticas y los líderes de la industria para construir un sistema energético resiliente:

- Habilitar un marco regulatorio dinámico, resistente y ágil para adaptarse a la transición de los sistemas energéticos.
- Establecer regulaciones sólidas y tecnológicamente neutras, respaldadas por estándares acordados con todas las partes interesadas, para construir un marco regulatorio más dinámico y resistente que respalde los sistemas energéticos en transición.
- Permitir y planificar servicios de agregación para empoderar a los consumidores, con el fin de que sean más proactivos al garantizar que el marco del mercado pueda adaptarse a sus necesidades cambiantes y en evolución.

Es decir, la experiencia en la implementación de marcos regulatorios y la planificación serán necesidades de muchos países en el futuro cercano. No en vano países líderes en la diplomacia energética como Alemania han dado tanto realce a sus marcos normativos en la promoción internacional. En el caso de Costa Rica, será necesario evaluar si la experiencia acumulada hasta la fecha en esta temática puede convertirse en una oportunidad de generación de valor para la política doméstica y la política exterior.

Almacenamiento de energía

Como se indicó anteriormente, la generación renovable variable debe complementarse con instrumentos que permitan garantizar la seguridad energética ante posibles reducciones horarias y estacionales de la generación eléctrica que depende de este tipo de fuentes. Las tecnologías de almacenamiento son un habilitador crítico para integrar las fuentes variables, pues permite un despliegue rápido y escalable, a la vez que proveen servicios auxiliares de manera eficiente y porque cuentan con la capacidad de ubicarse en cualquier lugar de la red (IRENA, 2021c). El almacenamiento de energía puede ser: electromecánico, como baterías de litio, ácido de plomo, níquel y otros; mecánico, como el aire comprimido o bombeo en centrales hidroeléctricas; electrostático, electromecánico o químico como el caso del hidrógeno. El tamaño y tipo dependerá del lugar en el que se ubique y la función que se busque.

Como se aprecia, para atender el desafío de garantizar el almacenamiento de respaldo para mayores fuentes variables, no solo las baterías tienen un rol que jugar. Para Scholten (2018), los países con posibilidades de almacenamiento, como los lagos u otras tecnologías de respaldo, están estratégicamente bien posicionados, en especial si pueden entregar en momentos de máxima demanda o suministro. Esto es relevante para Costa Rica, pues la generación renovable tradicional como la construcción de represas hidroeléctricas de embalse también será necesaria en el futuro cercano. Esto demanda de la experiencia desarrollada hasta ahora por el país en el despliegue de este tipo de infraestructura. Adicionalmente, la disponibilidad de estas plantas en el país habilita una oportunidad para ofrecer estos servicios de respaldo a la región.

En conclusión, la generación distribuida y los recursos tecnológicos adicionales están revolucionando la operación de los sistemas eléctricos. A pesar de su todavía escasa participación, es previsible que, conforme los costos de la tecnología y los esquemas regulatorios vayan permitiendo este tipo de incorporación, ocupen un rol cada vez más preponderante en la agenda energética de los países. Por ende, existirá una demanda tecnológica y de materiales raros

para la fabricación de estos artefactos, así como de la experiencia técnica para garantizar su incorporación a las redes eléctricas. La generación distribuida inició como una alternativa que permitiera ampliar la participación de energías renovables por medio de incorporaciones de pequeña escala. Sin embargo, conforme la generación se ha ido complementando con otras tecnologías, ha dejado de ser un tema estrictamente ambiental, para ser una oferta cada vez más costo-efectiva para la reducción de los costos de la electricidad.

6. Transporte eléctrico

En el primer decenio del siglo XXI, el número de vehículos eléctricos alrededor del mundo se medía en cientos; sin embargo, en el 2020 la cifra superó las 10 millones de unidades en circulación. A pesar de que la pandemia por COVID-19 disminuyó las ventas mundiales de vehículos en un 16%, el registro de automóviles eléctricos aumentó un 41 % en 2020; y los consumidores gastaron más 120 000 MUSD en compras de automóviles eléctricos (IEA, 2021a). La irrupción de esta tecnología transformará el consumo de energía del sector transporte y habilitará oportunidades para plantear nuevos esquemas operativos del sistema eléctrico.

La densificación de las baterías y la reducción en sus costos, estándares más estrictos de eficiencia energética y emisiones establecidos a la industria automotriz en muchos países del mundo, así como el creciente respaldo de las políticas públicas mediante la creación de incentivos, han despertado el interés de la industria en potenciar los vehículos eléctricos. China y la Unión Europea lideran esta transformación con más de 4.5 y 3.2 millones de vehículos eléctricos en circulación, respectivamente.

El desarrollo de las redes de recarga también representa una acción de política pública prioritaria para el desarrollo del transporte eléctrico. A pesar de que la mayoría del tiempo estos automóviles se cargan en las casas, las redes de recarga reducen la ansiedad de los conductores de agotar sus baterías en trayectos largos. De acuerdo con la (IEA, 2021a), los cargadores públicos llegaron a los 1,3 millones de unidades en 2020, de los cuales el 30% son cargadores rápidos. La instalación de cargadores de acceso público aumentó un 45%, un ritmo más lento

que el 85% de 2019, probablemente porque el trabajo se interrumpió en mercados clave por la pandemia. En este tema, China lidera el mundo en disponibilidad de cargadores de acceso público lentos y rápidos.

Existe un conjunto de instrumentos de política pública claves para la promoción de vehículos eléctricos, entre ellos están:

- a. Estándares para garantizar la interoperabilidad de los vehículos y los cargadores públicos, tanto a nivel nacional como regional.
- b. Objetivos de incorporación o ventas de vehículos eléctricos en los mercados.
- c. Incentivos financieros, fiscales y otras formas de estímulos monetarios para acelerar la compra de vehículos.
- d. Regulaciones (incluyendo códigos de construcción) y permisos.

En la misma dirección, IEA (2021a) considera que la expansión de vehículos eléctricos ha estado sustentada en cuatro pilares: I) marcos regulatorios, II) incentivos, III) expansión de los modelos de vehículos eléctricos y IV) reducción del costo de las baterías. Por consiguiente, se prevé que, en los próximos años, la agenda para la promoción de vehículos eléctricos esté orientada, desde la formulación de políticas públicas, hacia los temas citados. Razonablemente, existirá la necesidad de los países de intercambiar experiencias exitosas en la implementación de este tipo de herramientas. En este campo, la experiencia de Costa Rica resulta imperiosa de analizar, con el objetivo de determinar si existen posibilidades para ser incorporada como eje estratégico de una propuesta de política exterior en materia energética, que contribuya al posicionamiento internacional del país y al logro de los objetivos nacionales en esta materia.

Transporte eléctrico en América Latina

Los países de América Latina han mostrado interés en alentar la participación de vehículos eléctricos. Por ejemplo, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Chile o México cuentan, desde hace varios años, con incentivos para promover la incorporación de esta tecnología. Lo anterior cobra mayor relevancia al considerar que la región latinoamericana posee una de las matrices eléctricas con mayor

participación de fuentes renovables del orbe. Por consiguiente, la utilización de electricidad en el transporte potencia la reducción de emisiones de contaminantes locales y globales; de acuerdo con los objetivos de política pública establecidos por la región.

La adopción de estándares de eficiencia energética y emisiones cada vez más exigentes aceleró la incorporación de vehículos eléctricos, pues redujo los promedios corporativos de los principales fabricantes para poder cumplir con la normativa vigente en algunos mercados. Sin embargo, la adopción de estos estándares en América Latina ha sido paulatina y lenta. La región no cuenta con instrumentos regulatorios afianzados en otras partes del mundo que han demostrado ser efectivos para acelerar el desarrollo y adopción de vehículos eléctricos.

Para ONU Ambiente (2017), entre los temas de la agenda política regional en esta materia, están: cambios normativos y fiscales para internalizar los costos de los vehículos de combustión, corregir las distorsiones de calidad y subsidios en el mercado de los combustibles, así como desarrollar las redes de carga que faciliten la adopción de estas tecnologías. El informe también señala que las proyecciones actuales de penetración de vehículos no evidencian una presión para la demanda de energía futura, pero sí alerta sobre posibles inconvenientes en las redes de distribución eléctrica del sector residencial por sobrecarga en los circuitos. Por lo tanto, ante el compromiso regional de alentar la participación de vehículos eléctricos, esta es una materia para analizar desde la perspectiva técnica y regulatoria, con el fin de ofrecer soluciones reales a los demás países de la región.

En el último informe de PNUMA (2021) sobre el avance del transporte eléctrico en la región, se concluye que, en el caso de América Latina:

- No existe una plataforma o infra estructuración de coordinación regional de elementos regulatorios y de mercado.
- Es necesario evaluar el impacto del incremento del parque vehicular en los sistemas de potencia para implementar mejoras y aumentar la eficiencia de los sistemas.
- Países como Chile, Colombia, Costa Rica, Paraguay y Uruguay han

desarrollado lineamientos, los cuales establecen estándares que permiten el intercambio de información entre diferentes redes de carga, sin importar que pertenezcan a diferentes proveedores; así como nuevas estructuras para la provisión de este servicio.

- Costa Rica y Uruguay tienen establecidas tarifas específicas para la carga de vehículos eléctricos con el propósito de incentivar la adquisición y la utilización de vehículos eléctricos aprovechando la posición mayoritaria de las empresas estatales. En Costa Rica, solo aplica para puntos de carga públicos; mientras que, en Uruguay, existe también una tarifa especial para los suscriptores de la empresa pública de energía que realizan las recargas en hogares y empresas.

En síntesis, a pesar de los avances, hay múltiples desafíos pendientes para la incorporación de vehículos eléctricos. En estos temas, Costa Rica ha logrado posicionarse como uno de los países líderes, especialmente en la región. Por lo tanto, es posible identificar como una oportunidad la experiencia en el desarrollo de políticas públicas y mecanismos regulatorios para incentivar la incorporación de vehículos eléctricos, regulación técnica para la estandarización de la infraestructura, el despliegue de una red de recarga pública, así como estudios sobre los impactos de la carga de vehículos en los circuitos eléctricos. Este conocimiento podría ponerse al servicio de otros países por medio de cooperación triangular o como venta de servicios a terceros.

7. Integración energética regional

Como se analizó en el capítulo anterior, uno de los principales instrumentos de la diplomacia energética ha sido la integración eléctrica de los países y los mercados regionales de otras mercancías como gas naturales o petróleo. Aunque tan solo el 3% de la producción de electricidad es exportada, en comparación con el 52% del petróleo, el 31% del gas y el 17% del carbón, de acuerdo con cifras del año 2012 obtenidas por Oseni y Pollitt (2016). Como señalan los autores, tradicionalmente, los países han sido muy reacios a comercializar electricidad a través de las

fronteras, por lo tanto, han limitado la construcción de líneas de transmisión transfronterizas. Además, también es probable que los países eviten ser miembros de una iniciativa de este tipo, si otros Estados en rivales ocupan una posición dominante, por ejemplo, la relación entre Japón y China, o la Unión Europea y Rusia (Scholten, 2018).

Sin embargo, a pesar de esta complejidad, de acuerdo con el World Bank , la integración regional permite: i) mejorar la eficiencia de los mercados; II) compartir los costos de bienes públicos o grandes proyectos de infraestructura; III) decidir políticas cooperativamente y tener un ancla para la reforma; IV) tener un componente básico para la integración global, y V) cosechar otros beneficios no económicos, como la paz y la seguridad. Nangia (2019) también cita como parte de los beneficios que ampliar el tamaño de los mercados reduce los costos, amplía la diversidad y facilita la transición hacia las energías renovables; además que promueve el intercambio de conocimientos, la transferencia de tecnología y la innovación. Por su parte, IRENA (2019b) puntualiza como beneficios el incrementar la flexibilidad de los sistemas al ampliar los mercados, ampliar la complementariedad de las fuentes variables, coordinar la planificación de manera regional y reducir los costos operativos de los sistemas nacionales.

El argumento de fortalecer la seguridad energética al ampliar los mercados y el número de participantes que reduce el riesgo de suministro también representa el principal desafío de la integración eléctrica regional, pues esto implica confiar el suministro eléctrico a terceros países. Por esa razón, los mercados se han posicionado como mecanismo de comercialización de excedentes de energía y se han limitado los contratos de largo plazo, reduciendo el potencial de aportes de estos mercados. Además, estos mecanismos requieren de instituciones de regulación regional que garanticen su buen funcionamiento. En este aspecto, las asimetrías institucionales y regulatorias, también son obstáculos para los proyectos de integración energética, pues algunos los entienden como “pérdida de soberanía” (Santos, 2021).

De acuerdo con IRENA (2019b), los mercados existentes se ubican en tres etapas: temprana, superficial y profunda. En la primera etapa, se ubican: el Grupo

de Energía de África Oriental, la subregión del Gran Mekong, la Iniciativa de la Cuenca del Nilo y Pool de Energía de África Occidental. En el ámbito de la integración superficial, se ubican: el Mercado Eléctrico Regional de Centroamérica y el Sistema de Intercambio de Energía en África Occidental. Y en etapa profunda de integración, el Mercado Eléctrico de la Unión Europea y el Energy Imbalance Market. Esta situación representa una oportunidad para Costa Rica y la región, pues existen experiencias que se pueden compartir con otras latitudes, a la vez que se pueden ampliar los alcances del mercado existente.

Mercado Eléctrico Centroamérica (MER)

El MER empezó sus operaciones en el año 2013, tras múltiples esfuerzos para concretar su construcción, tanto física como institucional. Las bases del mercado están dadas por el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, firmado el 30 de diciembre de 1996 en la ciudad de Guatemala. En el MER, se realizan transacciones de energía por contrato y en un mercado de oportunidad.

Desde la entrada en operación del MER hasta diciembre de 2015, los países de la región han obtenido beneficios por más de USD 305 millones producto de las importaciones y exportaciones de electricidad. Sin embargo, en julio del 2021, el Gobierno de Guatemala denunció el Tratado del Mercado del MER y sus protocolos con el objetivo de dejar el sistema de integración eléctrico. Las razones para tomar esta decisión estuvieron sustentadas en lo siguiente:

- Extralimitación regional al inmiscuirse en asuntos bilaterales de Guatemala-México. Las entidades regionales constantemente han cuestionado que la interconexión eléctrica entre ambos países ponía en riesgo el sistema regional. Aunque con estudios presentados por el país se desvirtuó ese riesgo.
- Insubordinación de la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE) y el Ente Operador Regional (EOR) a la jurisdicción de la Corte Centroamericana de Justicia (CCJ). Además, los países no la reconocen como entidad para resolver controversias.
- Creación de un marco institucional contrario al establecido por el tratado

fundacional del SICA (Bolaños, 2021).

Este hecho representa un punto de inflexión importante para la iniciativa regional, pues Guatemala ha sido durante los últimos años el principal exportador de energía a la región. Aunque la denuncia del Tratado se hará efectiva hasta dentro de 10 años, este hecho ocupará la agenda energética regional de los próximos años y debe ser atendida por el Gobierno de Costa Rica de manera prioritaria.

En paralelo, el MER continúa ejecutando la iniciativa de interconexión Panamá-Colombia, que busca ampliar los horizontes del mercado a través de una conexión con la Comunidad Andina. El objetivo de ampliar el mercado es potenciar los beneficios actuales, pues se incrementan las oportunidades de venta, se aumenta la competencia y el número de agentes en el mercado, a la vez que se amplía la confiabilidad en el sistema.

Consideraciones finales sobre la integración

La integración eléctrica ha sido uno de los principales instrumentos de la política energética internacional. Para los países de Centroamérica, el mercado se ha convertido en un aliado importante para la operación, pues representa una oportunidad para acceder a energía más barata que la producida localmente o que no está disponible, a la vez que permite generar ingresos adicionales con las exportaciones de electricidad. Por lo tanto, la estabilidad del MER debe ser una prioridad para la política energética de la región, por los beneficios que representa para el país.

La imposibilidad de concretar más actualizaciones a los protocolos del MER derivó en la denuncia del Trato por parte de Guatemala. En concordancia, la política doméstica y la política exterior encuentran en la integración eléctrica regional una oportunidad de internacionalización, pues constituye un elemento fundamental para Costa Rica, y la salida necesariamente debe acompañarse de una compleja negociación regional.

8. Hidrógeno verde

El hidrógeno es el elemento más común del universo. En el mundo, la producción de hidrógeno es relativamente pequeña, aunque necesaria en industrias como fertilizantes, refinamiento de petróleo, metalurgia y otros. En la actualidad, la mayor parte del hidrógeno se produce a partir de fuentes fósiles, a través de procesos altamente contaminantes y de alto consumo energético. Tan solo el 1% del hidrógeno en la actualidad es considerado “verde” por utilizar fuentes renovables y procesos menos intensivos en carbono (IRENA, 2020). Sin embargo, la reducción en el costo de la energía eléctrica renovable de los últimos años ha generado mayores oportunidades a la industria del hidrógeno verde, colocándolo recientemente como un tema relevante en la agenda energética mundial. No por casualidad, el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT por sus siglas en inglés) ubicó al hidrógeno verde en el *ranking* de las 10 tecnologías más innovadoras del 2021.

Las estrategias para el desarrollo del hidrógeno son relativamente recientes. Entre las iniciativas líderes se encuentran Japón (2017), Corea del Sur (2019), India (2021) o la Unión Europea (2020). El Hydrogen Council calcula que, en el mundo, hay unos 350 grandes proyectos en marcha para producción de hidrógeno verde, distribución y plantas industriales que utilizarán hidrógeno para procesos que ahora utilizan combustibles fósiles (The Economist, 2021). Para avanzar con la producción verde de hidrógeno, resulta necesario contar con energía renovables disponible y a precios competitivos, así como una reducción considerable en el precio de los electrolizadores. Los países con infraestructura para producción de combustibles fósiles, como Australia, Canadá, Noruega, Omán, Rusia, Arabia Saudita y Emiratos Árabes Unidos, cuentan con ventajas competitivas para incursionar en esta industria. Algunos de estos han sido muy activos en el desarrollo reciente de tecnología⁷.

La electricidad representa el principal factor crítico para la producción de

⁷ Australia, Canadá y Arabia Saudita, por ejemplo, desarrollaron cientos de inventos relacionados con la producción de hidrógeno verde entre 2010 y 2020.

hidrógeno verde, pues se requiere un suministro bajo en emisiones, así como un costo competitivo para hacer viable su producción. En la medida en que dichos costos bajen, mayor será esa factibilidad. El hidrógeno también representa una oportunidad para el aprovechamiento del exceso de capacidad renovable que pueda estar disponible en los sistemas eléctricos que en la actualidad deben cortar su suministro para estabilizar el sistema.

Las plantas de producción de hidrógeno podrían estar cerca de estas plantas, lo que permitiría acceso a energía más competitiva (IRENA, 2019c), por lo tanto, estos períodos de excedentes de electricidad pueden ofrecer nuevas oportunidades comerciales para una mayor electrificación. En el caso de Costa Rica, al contar con una matriz eléctrica que produce casi el 100% con fuentes renovables, a la vez que cuenta con excedentes en el invierno, resulta útil explorar oportunidades de atracción de inversión que permitan aprovechar la capacidad existente o ampliar la capacidad de generación del país para la producción de hidrógeno verde.

El principal beneficio de producir hidrógeno es descarbonizar la producción actual que depende mayoritariamente de combustibles fósiles. Por otra parte, se podrá incorporar el hidrógeno y combustibles sintéticos como el amoníaco, metanol y querosén, producidos con bajo nivel de emisiones, en la matriz energética de los países, en línea con los compromisos de carbono neutralidad asumidos por muchas naciones a la fecha. Además, para el sector eléctrico, el hidrógeno verde puede convertirse en un aliado, pues ayudará a equilibrar el suministro y la demanda de electricidad renovable y servirá como almacenamiento estacional a largo plazo (IRENA, 2021c). Como lo mencionó el World Energy Council (2021), el hidrógeno se está convirtiendo en una realidad, especialmente para los países más ricos que buscan reducir la intensidad de carbono en los sectores más difíciles de reducir.

Conforme el hidrógeno verde se convierta en una mercancía que se comercialice a nivel internacional, el sector atraerá cada vez más inversiones. En un reciente artículo de la revista *The Economist* (2021), se menciona que las proyecciones indican que la demanda eléctrica es de cientos de gigavatios y se espera que reciba una inversión superior a los 500 mil MUSD de inversión pública

y privada al 2030. Aunque a la fecha estas proyecciones son muy vagas y podrían no materializarse, lo que pondría en apuros a los gobiernos e inversionistas que están apostando por estas tecnologías.

Hidrógeno verde en América Latina

América Latina cuenta con el tercer mayor potencial técnico de producción de hidrógeno verde a un precio menor a 1.5 \$/kgH₂ (IRENA, 2022). Chile lanzó su Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde en el año 2020 y se espera alcanzar una capacidad de 5GW de electrolizadores para el 2025 y 25GW para el 2030. En la actualidad, Chile ha anunciado un total de cinco proyectos piloto para el año 2025 que buscan reemplazar una parte de la producción de hidrógeno utilizado para la refinería de petróleo local. El objetivo de la estrategia es convertirse en uno de los productores de hidrógeno verde más importantes del mundo.

La infraestructura de gas natural en América Latina es menos densa que en regiones como Europa-Asia y Norteamérica, lo que ubica a la región en una posición de desventaja en el escenario global. En el caso de Centroamérica, no existe total infraestructura para el trasiego de gas natural por tubería. Esto dificulta aún más el pensar en mercados regionales e incluso la producción de hidrógeno para exportación. En la actualidad, tan solo Argentina, Chile y Costa Rica cuentan con proyectos piloto de producción de hidrógeno (IEA, 2021c). Además, en el 2020, con el apoyo de la GIZ, el Banco Mundial, CEPAL y el programa Euro Clima+, se lanzó la plataforma H₂LAC, con el objetivo de impulsar el hidrógeno verde en la región, promover su uso y exportación. En la actualidad, 13 países de la región forman parte de la iniciativa. Costa Rica fue uno de sus socios promotores y ha ocupado un rol protagónico en la generación de estudios.

Diplomacia del hidrógeno

La diplomacia ha jugado un rol preponderante durante los últimos meses, incorporando esta temática de manera proactiva en la agenda global y entre los Estados. No en vano, el más reciente informe de IRENA (2022) sobre el tema se titula: *Geopolítica de la transformación energética: el factor hidrógeno*. Incluso,

incorpora aportes específicos a la diplomacia energética en ejecución alrededor de este tema. Por ejemplo, se menciona que varios países, incluidos Canadá, Chile, Alemania, Italia, Japón y España, han mencionado explícitamente en sus estrategias nacionales las posibles relaciones bilaterales de comercio de hidrógeno.

En el 2019, Holanda se convirtió en el primer país en producir un cargamento de hidrógeno verde exclusivo para exportación. La República de Corea ha firmado contratos con Arabia Saudita y Nueva Zelanda para el suministro de hidrógeno. En el caso de Chile, su estrategia es clara en explicitar textualmente la “diplomacia del hidrógeno verde” para posicionarse de manera internacional.

En este contexto, Costa Rica se posiciona como uno de los pocos países con una matriz eléctrica casi 100% renovable, que permitiría garantizar el suministro necesario para la producción de hidrógeno verde por el bajo contenido de emisiones de la electricidad en el país. Asimismo, su localización geográfica les permite acceso a mercados en Europa, Estados Unidos y Asia que constituirán los principales polos de demanda del hidrógeno verde. Además, el país ha presentado excedentes de generación hidroeléctrica en la época lluviosa que podrían aprovecharse para la producción de hidrógeno verde, siempre y cuando no se ponga en riesgo el suministro de energía. En esa dirección, Costa Rica debe seguir los pasos de países líderes como Chile, Canadá, Alemania o Japón que expresamente están incorporando a la diplomacia en la atracción de inversiones y la búsqueda de nuevas rutas comerciales para el hidrógeno verde. A la vez, que una nueva fuente de energía generada localmente podría representar una oportunidad para la política local en la reducción de emisiones de GEI.

Oportunidades y amenazas para una propuesta de política exterior en materia energética

Es innegable que el sector energético se encuentra en un profundo proceso de cambio, lo que en sí mismo representa una oportunidad para quienes busquen posicionarse en esta materia. A pesar de que el mundo continúa dependiendo en más de un 80% de energía provista por fuentes fósiles, la situación climática, la agenda mundial para el desarrollo y el desarrollo tecnológico están impulsando

cada vez más a fuentes y tecnologías no tradicionales en la matriz energética. Cada vez son más los países que participan en el comercio mundial, cambiando los polos de producción y las relaciones energéticas tradicionales en manos de un poco número de países. Por lo que es válido concluir que, en este nuevo contexto, cada vez más Estados participarán de la dinámica energética.

La importancia de la energía para la agenda del desarrollo sostenible y los compromisos asumidos por los países en el marco del Acuerdo de París sobre cambio climático representa una oportunidad para aquellos países más adelantados. A la fecha, más de 135 países cuentan con objetivos de electricidad renovable y más de 140 NDC mencionan las energías renovables. Por lo tanto, existe una oportunidad en el escenario global para aquellos países más avanzados en la incorporación de energías renovables a sus matrices eléctricas.

La integración de fuentes variables representa un desafío para la incorporación de este tipo de fuentes. En la medida en que la generación renovable variable aumente su participación en las matrices energéticas de los países, cada vez serán más los desafíos técnicos de planificación y operación de los sistemas eléctricos.

La reducción en el costo de la energía renovable está ocasionando que la producción de hidrógeno con bajos niveles de emisiones se haya convertido en una de las principales tendencias de los últimos años. Además, en todos los temas analizados, las políticas públicas ocupan un rol preponderante como elementos habilitadores, pues se requiere impulsar cambios estructurales para acelerar la transición energética de acuerdo con las prioridades internacionales. Estas políticas deben ser sostenibles en el tiempo con el fin de asegurar que las inversiones necesarias cuenten con esquemas regulatorios robustos para reducir el riesgo. A continuación, se presenta el mapeo de oportunidades identificadas para la internacionalización de la política energética de Costa Rica.

Tabla 1 Oportunidades y amenazas para la definición de lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética

	Oportunidad identificada	Amenazas identificadas
Energías renovables	Atracción de inversión extranjera para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica renovable.	Costa Rica no logre avanzar de manera acelerada en la adopción de prácticas de vanguardia como las renovables variables, la digitalización de la energía o el transporte eléctrico, lo que limite su posibilidad de posicionarse de forma temprana y contundente como un país referente en estas materias.
	Experiencia en acceso a capital que habilite el desarrollo de proyectos de energía renovable.	
	Incorporación de energías renovables que no representen una barrera a la competitividad de los países por incrementos en el precio final de la energía eléctrica.	
	Adaptación de la infraestructura de suministro energético a eventos climáticos extremos.	
	Formulación de políticas públicas en materia de energías renovables que faciliten su incorporación de manera competitiva y segura.	
	Operación de sistemas eléctricos con niveles de penetración de energías renovables tradicionales y fuentes variables para no poner en riesgo la seguridad energética de los países.	
	Modelación y pronóstico (horario y estacional) de fuentes renovables para facilitar su incorporación segura a la matriz energética.	
	Utilización de los mercados eléctricos regionales como mecanismos para lidiar con la incorporación de fuentes renovables variables.	
	Planificación y mejora en las redes de transmisión y distribución eléctrica para interconectar las fuentes renovables con los polos de consumo.	
	Planificación, construcción y operación de fuentes renovables despachables como hidroeléctrica, geotérmica y bioenergía, para lidiar con la variabilidad de las fuentes renovables variables.	
	Sistemas de control avanzados de la red y la generación eléctrica, monitoreo y control de plantas, almacenamiento a nivel de la red eléctrica.	
Agenda bilateral de transformación energética, transferencia de conocimientos y tecnología con Alemania, China y Estados Unidos.		
Aprovechar las plataformas existentes en América Latina como RELAC, OLADE y otros, con el objetivo de posicionar a Costa Rica como un país líder en la región en materia de energías renovables.		
Venta de servicios y cooperación técnica regional con América Central y República Dominicana para el despliegue de fuentes renovables.		
Venta de servicios y cooperación internacional con la región de CARICOM en temas como: marcos regulatorios que fomenten la inversión y concursos de compra de energía competitivo y transparentes, incorporación de riesgos climáticos, mecanismos de financiamiento, planificación e implementación de proyectos renovables.		

Acceso a la energía	Experiencias exitosas en la electrificación de regiones alejadas con sistemas desconectados de la red, microrredes, y sistemas novedosos de distribución eléctrica como energía prepago.	
	Avances en el establecimiento de instrumentos de medición multidimensional del acceso a la energía que consideren la asequibilidad de la energía, la calidad, la legalidad de la conexión y la satisfacción de las necesidades energéticas de los usuarios.	
Eficiencia energética	Diseño y aplicación exitosa de políticas e instrumentos regulatorios que promuevan la eficiencia energética en electrodomésticos, edificios y proceso industriales.	
Digitalización de la energía	Implementación exitosa de modelos de negocios no tradicionales para la comercialización de energía facilitados por la digitalización, como plataformas digitales, comunidades energéticas, agregación de energía y otras.	
	Transformación digital de las empresas eléctricas adoptando nuevas formas de trabajo digital, atracción de talento, modernización de la infraestructura de los sistemas eléctricos en toda la cadena de valor y diseño de ofertas innovadoras para sus clientes basadas en la tecnología. Así como políticas e instrumentos de ciberseguridad para la protección del suministro eléctrico.	
Generación distribuida	Experiencia en marcos regulatorios dinámicos, regulaciones sólidas y planificación avanzada para la integración de la generación distribuida y el almacenamiento de energía.	
Transporte eléctrico	Posicionarse como uno de los países líderes, especialmente en la región latinoamericana, en la incorporación del transporte eléctrico, en especial en materias como adopción de políticas para su incentivo, regulación técnica, construcción de redes de recarga, fijación de tarifas y otros. Además, existen posibilidades de aprovechar nuevas oportunidades en la medida en la que el país avance en otros modos de transporte adicional al privado, estimación del impacto de la recarga de vehículos en las redes eléctricas, mecanismos de financiamiento, disposición de residuos asociados a la industria, atracción de inversión para incorporarse en la cadena global de valor, entre otros.	

Costa Rica no logre avanzar de manera acelerada en la adopción de prácticas de vanguardia como las renovables variables, la digitalización de la energía o el transporte eléctrico, lo que limite su posibilidad de posicionarse de forma temprana y contundente como un país referente en estas materias.

<p style="text-align: center;">Integración eléctrica regional</p>	<p>Mantener o ampliar la participación de Costa Rica en la inyección de energía al MER, así como el liderazgo político en la consolidación del mercado.</p> <p>Concretar la interconexión Panamá-Colombia para ampliar los beneficios que brinda actualmente el MER a los países de la región.</p> <p>Compartir la experiencia de la integración regional con otras regiones del mundo, así como llevar al mercado a una etapa de consolidación profunda como el caso de la Unión Europea o el Energy Imbalance Market de los Estados Unidos.</p> <p>La denuncia del Tratado Marco del MER por parte de Guatemala podría representar una oportunidad para Costa Rica en términos del liderazgo que el país pueda jugar en un entorno regional sin la participación de Guatemala.</p>	<p>La denuncia del Tratado Marco del MER por parte de Guatemala representa una amenaza para la estabilidad del Mercado.</p> <p>El desarrollo de plantas de generación firme de gas natural en El Salvador y Nicaragua reducirán los intercambios de energía en el MER, reduciendo las posibilidades de exportación por parte de Costa Rica.</p> <p>Existe una disminución paulatina de la capacidad de transmisión regional, pues algunos países utilizan la red del MER para trasegar energía, con el fin de atender su propia demanda, lo que afecta la cantidad de energía que se puede tranzar en el mercado regional.</p> <p>La incorporación de nuevos agentes en el mercado como Colombia u otros países de la comunidad andina puede representar una amenaza para los intereses comerciales de Costa Rica, en virtud de las economías de escala y los mercados más abiertos que operan en estos países.</p>
<p style="text-align: center;">Hidrógeno verde</p>	<p>Posicionar al país como un destino para la producción de hidrógeno verde considerando la importancia de las fuentes renovables en la matriz eléctrica y las condiciones para el desarrollo de nueva capacidad renovable. Así como las condiciones de estabilidad del país y su ventaja desde la geografía económica que lo ubica con acceso a los futuros mercados del hidrógeno verde.</p>	<p>Otros países en América Latina están siendo muy activos en la promoción internacional como destinos para la producción de hidrógeno verde. El caso más llamativo ha sido Chile; sin embargo, México, Colombia, Panamá o Brasil también han realizado avances importantes como el desarrollo de proyectos, atracción de inversión, firma de convenios, contratos y otros.</p>

Capítulo 4. Política exterior en materia energética: fortalezas y debilidades de Costa Rica

Costa Rica produce apenas el 0,017% del total de energía del mundo y menos del 1% del total del continente americano, de acuerdo con los datos de la IEA (2019a). Sin embargo, a pesar de esta participación poco significativa en la escena global, el país se ha posicionado a nivel internacional por la alta participación de energías renovables en la matriz eléctrica. En el 2015, durante la Conferencia de las Partes de la CMNUCC en París, la Torre Eiffel se iluminó con el mensaje “100% Pura Vida” como reconocimiento a los avances del país en materia de energías renovables, pues recientemente se había anunciado su capacidad para abastecer la totalidad del suministro eléctrico con este tipo de fuentes. Este hecho puso al país en múltiples titulares alrededor del mundo, contribuyendo a la imagen ambiental de Costa Rica, en esta ocasión, ligada a los éxitos de la política energética del país.

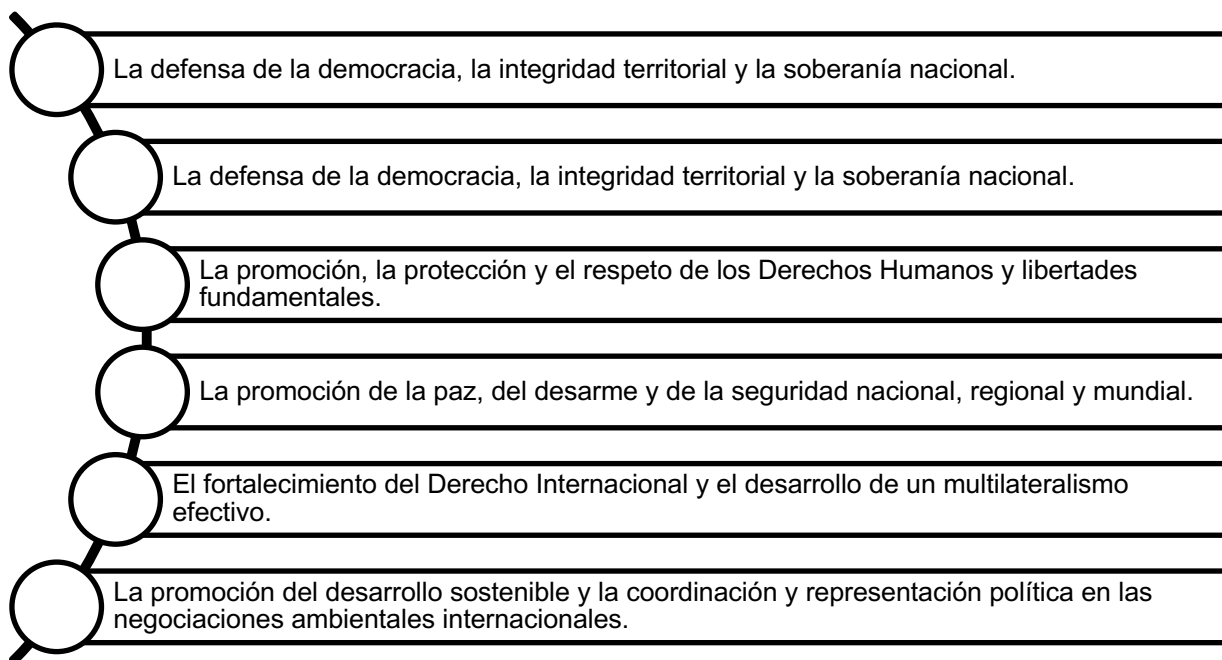
El objetivo de este apartado es determinar las fortalezas y oportunidades de la política energética de Costa Rica en concordancia con las oportunidades de internacionalización que ofrezca el contexto energético regional y global tras la entrada en vigor del Acuerdo de París, identificados en el capítulo anterior. Para el desarrollo de este capítulo, se elaboró un análisis de los principales instrumentos de planificación nacional, tanto de política exterior como de política energética, para determinar las prioridades del país en ambas materias. Adicionalmente, se aplicaron entrevistas con autoridades nacionales para complementar el análisis.

En la primera parte, se analiza cuáles son los ejes y prioridades de la política exterior, así como la participación de la energía, utilizando como referencia las memorias institucionales del MREC, así como investigaciones adicionales en materia de política exterior, artículos de opinión y otras fuentes. Posteriormente, se detallan las prioridades de la política energética determinadas por la planificación institucional, planes y estrategias sectoriales, en las que se esbozan las temáticas prioritarias, objetivos, necesidades y cursos de acción. Con esta información, se estudian las ocho temáticas de política energética institucional y las oportunidades identificadas en el capítulo anterior, para describir la situación de Costa Rica en

estos aspectos y, de esa manera, concluir con la identificación de las fortalezas y debilidades del país para la definición de los lineamientos estratégicos de política exterior.

Política exterior de Costa Rica

La política exterior de Costa Rica se fundamenta en los siguientes ejes estratégicos, de acuerdo con la información disponible en el sitio web del MREC:



Por consiguiente, la propuesta de lineamientos estratégicos para una política exterior en materia energética se enmarca en el eje estratégico relacionado con la promoción del desarrollo sostenible y la representación en las negociaciones ambientales internacionales.

En los últimos años, la política exterior de Costa Rica ha estado muy orientada hacia temas ambientales. Como menciona (Murillo, 2019): “los esfuerzos de la acción exterior del Gobierno están en función de la sostenibilidad ambiental, los ODS y la tesis del Laboratorio Mundial de Descarbonización, por una parte, y la celebración del bicentenario de la independencia, por otra” (p. 44). Es decir, una política exterior en materia energética es concordante con las prioridades de política exterior establecidas por la última administración que, como señala el mismo autor,

ha tenido como principal derrotero posicionar a Costa Rica como líder regional e internacional en sostenibilidad ambiental. Aunque, en este ámbito, la acción exterior tiene como único sustento el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050, cuyo responsable es el MINAE y no el MREC (Ibidem).

Los temas relacionados con el sector energía han tenido una participación, aunque escasa, en la agenda de política exterior. En el periodo 2018-2019, resaltan como acciones relacionadas con la política energética la incorporación de Costa Rica como miembro pleno de IRENA en junio del 2018. IRENA es un organismo internacional que brinda apoyo a los países en su transición hacia un futuro energético sostenible y sirve como plataforma para la cooperación internacional; cuenta con un centro de excelencia y funciona como repositorio de políticas, tecnología, recursos y conocimiento financiero sobre energía renovable. Al mismo tiempo, se resalta como actividad vinculada a la energía que Costa Rica participó, del 4 al 8 de junio de 2018, como miembro de la Junta de Gobernadores del Organismo de Energía Atómica (OIEA) en el periodo 2016-2018. De acuerdo con la información provista por (MREC, 2019):

El OIEA dispone de diferentes mecanismos de cooperación técnica y financiera no reembolsable con sus Estados Miembros. En el año 2017 Costa Rica recibió 436.873,00 euros por concepto de proyectos nacionales y se prevé en el 2018 se reciba 357.775,00 euros, y en el 2019 el monto ascenderá a 503.510,00 euros, además, de participar de los proyectos regionales (en el 2017 se desembolsó por este concepto 403.576,00 euros) e interregionales del Programa de Cooperación Técnica del OIEA, y programas de becas, así como, contratos de investigación con universidades nacionales como el Laboratorio de Plasma y Fusión Nuclear del ITCR (40,000 euros), UCR y UNA (15.000 euros cada universidad). Otras colaboraciones con el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA-UCR) e Instituto del Café en Costa Rica” (p. 39).

En el periodo 2019-2020, la agenda de la diplomacia vinculada a temas energéticos estuvo más activa y concerniente con acercamientos bilaterales. En el caso de China, se llevó a cabo un seminario bilateral para la formación de personal en materia de redes inteligentes. Además, con Emiratos Árabes Unidos, se recibió una visita de una comisión técnica para tratar temas de cooperación financiera y no-reembolsable, donde tuvo especial interés el tema de energías renovables.

También con la India, en el marco de la visita del vicepresidente y altos funcionarios del gobierno, se incluyeron las energías renovables como un tema de interés de la agenda bilateral.

En el periodo 2020-2021, resaltan como principales actividades la estrecha relación que mantiene el país con el OIEA en el marco de la promoción de los usos pacíficos de la energía nuclear, ligado principalmente al eje de trabajo sobre desarme nuclear. Como se puede apreciar, durante los últimos años, la política exterior de Costa Rica en materia energética se caracteriza porque:

1. La energía ha estado presente en la política exterior de Costa Rica, aunque de manera esporádica, pues las actividades que se realizan son puntuales y no existe un seguimiento sistemático o alineamiento estratégico de dichas intervenciones de política exterior.
2. Por lo tanto, existe una gran dispersión y falta de orientación estratégica de las acciones en materia de política exterior energética.
3. Han existido acercamientos bilaterales que parecen estar alineados con los hallazgos del capítulo anterior. Por ejemplo, el acercamiento con China en materia de innovación, digitalización y energías renovables para el fortalecimiento de las capacidades locales en la materia; así como con actores importantes de la escena de las energías renovables como Emiratos Árabes Unidos o la India.
4. El país ha tenido una participación constante en el marco de la OIEA en función de los objetivos de desmilitarización y usos pacíficos de la energía nuclear, por lo que resulta valioso determinar el alineamiento de estas actividades con las prioridades nacionales en materia energética.

Estos hallazgos son consistentes con las críticas a la falta de planificación estratégica de la política exterior, incluso en potencias como Estados Unidos (Drezner, 2009). Es evidente que la incorporación de estas y otras temáticas de política doméstica en la política exterior adolecen de un acercamiento estratégico que permita garantizar resultados en beneficio de los objetivos nacionales. Para

López (2021), la política exterior de Costa Rica debe fortalecerse con mayores capacidades de prospectiva estratégica en los funcionarios encargados de la formulación y ejecución de la política exterior, así como reducir los requerimientos burocráticos internos para priorizar la acción exterior. En palabras del autor: “el tener una política exterior más [innovadora], más interdisciplinaria, más abierta y sobre todo con una capacidad de respuesta más rápida, depende también de poder superar esta limitante”. En la misma línea coincide Ulibarri (2017), al evidenciar la necesidad de: “mayor orientación estratégica y mejor coordinación política y operativa de las instituciones nacionales que determinan y gestionan nuestra proyección internacional en ámbitos cada vez más diversos” (p.248).

Política energética y ambiental de Costa Rica

A pesar del reconocimiento internacional en esta materia, el Estado de la Nación (2017) resume la dicotomía del sector energético de Costa Rica de la siguiente manera:

por un lado, se ha construido un modelo eléctrico que ha sido exitoso desde el punto de vista ambiental, por el peso mayoritario de fuentes menos contaminantes que los combustibles fósiles; por el otro, el desorden urbano y territorial ha favorecido elevados niveles de consumo y dependencia de los hidrocarburos, con fuertes impactos en el medio ambiente y pocas señales de cambio (p.57).

Es decir, Costa Rica ha logrado descarbonizar apenas el 25% del consumo energético que es provisto por energía eléctrica generada prácticamente en su totalidad por fuentes renovables, pero dos terceras partes del consumo energético continúa siendo provisto por combustibles fósiles. Esta realidad representa una oportunidad, pues pocas naciones en el mundo cuentan con una matriz prácticamente renovable, pero también un desafío, ya que, en términos de sostenibilidad ambiental, el consumo energético total del país continúa dependiendo de fuentes fósiles.

En el periodo 2011-2015, la demanda de energía de Costa Rica creció a una tasa media anual de 0,97% impulsada, principalmente, por un mayor consumo de combustibles (BCCR, 2017). En el 2019, el consumo energético final del país fue de 171 416 terajulios. Como se indicó anteriormente, en términos de oferta, los

derivados de petróleo proveen cerca del 65%, seguido de la electricidad (24%) y la biomasa. En términos de demanda, el consumo de energía está concentrado en los sectores: transporte (53%), industria (23%), residencial (11%), servicios (4%), comercial (3%) y otros. De ahí el por qué se ha establecido el transporte como una prioridad a nivel nacional.

En el 2019, el país importó más de 22 millones de barriles de hidrocarburos, equivalentes a un monto superior a los 1.575 MUSD. En los años siguientes, la demanda de hidrocarburos se ha visto contraída producto de las medidas para la contención de la pandemia por COVID-19, sin embargo, el consumo energético del país continúa dependiendo mayoritariamente de fuentes fósiles. En el 2021, el 94% de las importaciones de hidrocarburos provinieron de los Estados Unidos, que ha sido el principal proveedor de Costa Rica, seguido en orden de importancia por las Antillas Holandesas, Bélgica, República Dominicana y otros.

La política doméstica en energía y ambiente de Costa Rica está determinada por los siguientes instrumentos de planificación:

- **Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública.**
 - **Plan Nacional de Energía.**
 - Plan Nacional de Transporte Eléctrico
 - Estrategia Nacional de Redes Inteligentes.
 - Estrategia Nacional de Hidrógeno (en elaboración)
 - **Plan Nacional de Descarbonización.**

A continuación, se analiza cada uno de estos instrumentos de política doméstica con el objetivo de identificar los lineamientos de política pública en materia energética que permitan identificar las prioridades nacionales de política energética e identificar oportunidades en la definición de lineamientos estratégicos de política exterior en esta materia.

Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública 2018-2022

El Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública (PNDIP) constituye el instrumento de planificación de mayor jerarquía para el Estado costarricense, pues establece las prioridades y cursos de acción nacionales, de los cuales se derivan

los demás instrumentos de planificación nacional. En el caso de la política exterior, el PND estableció como una intervención estratégica el desarrollo de la diplomacia ambiental y de cambio climático como uno de los ejes estratégicos de la política exterior. El objetivo es potenciar, en el ámbito bilateral, regional y multilateral, iniciativas diplomáticas vinculadas a estos ejes, por medio del diálogo, la concertación política, la negociación y las alianzas estratégicas. Además, señala como otra intervención estratégica en esta materia el fortalecimiento de la cooperación Sur-Sur, Triangular y Descentralizada. En ello se incluye negociar en el ámbito diplomático los proyectos priorizados a nivel nacional, entre los que se encuentran los vinculados al Plan de Descarbonización o los ODS.

En el caso de la política energética, el PNDIP pretende alinear los esfuerzos nacionales con el cumplimiento del ODS siete sobre acceso a la energía. Con ese propósito, se establecieron prioridades e indicadores medibles como: I) el porcentaje de componente renovable en los combustibles fósiles como etanol y gasolina, II) construyendo infraestructura de recarga eléctrica para vehículos e III) incrementando el número de dispositivos inteligentes. Es decir, las prioridades de la política energética doméstica definidas en el PNDIP estaban vinculadas a la reducción del consumo de hidrocarburos por medio de incorporación de fuentes renovables, especialmente en la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles, así como la electrificación del transporte y la digitalización de las redes eléctricas.

Plan Nacional de Energía

El VII Plan Nacional de Energía (2015-2030), oficializado mediante Decreto Ejecutivo N.º 39219-MINAE, estableció la sostenibilidad energética con un bajo nivel de emisiones como la orientación central de la política sectorial de largo plazo. El enunciado anterior está explicado en el plan de la siguiente manera:

el país debe aspirar a contar con un sistema energético nacional con un **bajo nivel de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)**, basado en el uso de fuentes limpias y renovables, en condiciones de absorber los aumentos en la demanda de manera consistente, con precios lo más competitivos que sean posible en el entorno internacional y capaz de sustentar el bienestar de la mayoría de la población (el subrayado es nuestro) (MINAE, 2015, p. 11).

Desde la perspectiva del trilema energético elaborado por el World Energy Council, se puede concluir que la política sectorial de Costa Rica prioriza la sostenibilidad ambiental sobre la seguridad energética y la equidad; aunque estos elementos también se incluyen en el enunciado de la orientación central de la política. Por consiguiente, es válido concluir que el país tiene una disposición clara y expresa para orientar la política del sector energético hacia la reducción de GEI y la promoción de las fuentes de energía renovables. En el 2019, se decidió mantener vigente el VII Plan Nacional de Energía, aunque se actualizaron objetivos y tareas de acuerdo con el panorama nacional, a pesar de que mantuvo su orientación estratégica y ejes de trabajo.

La orientación hacia la sostenibilidad ha formado parte de la política energética de Costa Rica desde larga data. No obstante, los anteriores planes priorizaban en el marco del trilema energético la seguridad energética sobre los demás componentes. El VI Plan Nacional de Energía (2012-2030) estableció principios básicos: conservación, desarrollo sostenible, universalidad, solidaridad, eficiencia, competitividad, innovación viabilidad ambiental y participación público-privada. Sin embargo, su objetivo central era: “asegurar el abastecimiento y uso de la energía en la cantidad, calidad y diversidad de fuentes, compatibles con el desarrollo sostenible de la sociedad costarricense” (MINAE, 2011). Es decir, el enfoque de la política estaba más orientado hacia la seguridad energética, sin dejar de lado los demás componentes. Lo que permite concluir que esta orientación central podría sufrir variaciones en el futuro.

Plan Nacional de Descarbonización

En su NDC, el país se comprometió con alcanzar un nivel máximo de 9.3 millones de TCO₂eq al año 2030⁸. Para alcanzar esta meta, Costa Rica estableció cuatro categorías de intervención, de las cuales tres están vinculadas al sector en cuestión: reducir la demanda de energía y las emisiones de GEI, descarbonizar el suministro de energía (electricidad y combustibles), así como sustituir combustibles para uso

⁸ La NDC de Costa Rica fue remitida a la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático en setiembre de 2015.

final. Por consiguiente, la contribución de Costa Rica en el marco del Acuerdo de París sobre Cambio Climático para el año 2030, como en el resto de los países de orbe, pasa necesariamente por acciones transformadoras en el sector energía.

Para efectos de esta investigación, la preponderancia de la agenda energética en el marco de los compromisos internacionales asumidos por Costa Rica es una oportunidad para su posicionamiento. De acuerdo con el sitio Climate Action Tracker, la NDC de Costa Rica, junto a otros siete países, se encuentra en la categoría de casi suficiente para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París, de ahí el interés que el país ha generado en el cumplimiento de las metas propuestas en este instrumento, que ha derivado en el interés de organismos internacionales en apoyarlo para el cumplimiento de estas metas.

El Plan Nacional de Descarbonización, oficializado mediante Decreto Ejecutivo N°41581-MINAE del 24 de febrero de 2019, es el instrumento de política pública que reúne las acciones nacionales para alcanzar los compromisos asumidos por el país en el marco del Acuerdo de París sobre cambio climático. Con este Plan, el país busca consolidarse como:

un país líder de descarbonización agrega valor al país, en primer lugar, y contribuye a los esfuerzos de la comunidad internacional. En Costa Rica el mundo podrá tener un “laboratorio” de descarbonización, para reforzar lo aprendido hasta la fecha, y avanzar en otros sectores en los que los demás países buscan ejemplos exitosos a seguir (el subrayado es nuestro) (MINAE, 2019a, p. 7).

Este plan cuenta con diez ejes y ocho estrategias transversales. Para los efectos de la definición de lineamientos estratégicos para la política energética, son de relevancia los siguientes ejes:

1. Desarrollo de un sistema de movilidad basado en **transporte público** seguro, eficiente y renovable, y en esquemas de movilidad activa.
2. Transformación de la **flota de vehículos** ligeros a cero emisiones, nutrido de energía renovable, no de origen fósil.
3. Fomento de un **transporte de carga** que adopte modalidades, tecnologías y fuentes de energía cero emisiones o las más bajas posibles.
4. Consolidación del **sistema eléctrico nacional** con capacidad, flexibilidad,

inteligencia, y resiliencia necesaria para abastecer y gestionar energía renovable a costo competitivo.

5. Desarrollo de **edificaciones** de diversos usos (comercial, residencial, institucional) bajo estándares de alta eficiencia y procesos de bajas emisiones.
6. Transformación del **sector industrial** mediante procesos y tecnologías que utilicen energía de fuentes renovables u otras eficientes y sostenibles de baja y cero emisiones.

Es decir, la política de descarbonización del país está enfocada en la transformación del transporte (público, vehículos ligeros y transporte de carga), así como la consolidación de un sistema eléctrico renovable y moderno, la promoción de la eficiencia energética en edificios y la transformación del sector industrial hacia consumos de energía menos contaminantes.

En este contexto energético y de políticas públicas, surge como las principales conclusiones de este apartado que la definición de lineamientos estratégicos de política exterior para Costa Rica tiene como contexto:

- La formulación de lineamientos estratégicos de política exterior en materia energética se enmarca en el eje de promoción del desarrollo sostenible y la representación política de Costa Rica en las negociaciones ambientales internacionales.
- El Plan Nacional de Desarrollo estableció como una intervención estratégica el desarrollo de la diplomacia ambiental y de cambio climático como uno de los ejes de política exterior. Los analistas de política exterior coinciden en que los esfuerzos de política exterior han estado en función de la sostenibilidad ambiental, los ODS y la tesis del laboratorio mundial de la descarbonización, con el objetivo de posicionar a Costa Rica como líder regional e internacional en esta materia, cuyo principal sustento ha sido el Plan Nacional de Descarbonización.
- La política doméstica en materia energética tiene como eje central la sostenibilidad ambiental con un bajo nivel de emisiones, priorizando este componente sobre otros elementos como la seguridad o el acceso a la

energía. Con este objetivo, las principales prioridades de la planificación estratégica 2018-2022 estuvieron enfocadas en la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles, el transporte eléctrico y las redes inteligentes.

- En el marco de la política exterior en temas ambientales, la energía ha estado presente, pero las intervenciones han sido esporádicas y parecen no responder a objetivos claros. El acercamiento con actores claves de la política energética internacional como China, Emiratos Árabes Unidos o la India corresponde con la realidad internacional en esta materia, aunque, al igual que otras áreas de la política exterior, carecen de direccionamiento estratégico, prospectiva, alineamiento con la política doméstica y coordinación política y operativa con las instituciones nacionales. Por ejemplo, la participación de Costa Rica en el OIEA parece estar más alineada con el eje estratégico de la promoción del desarme que con la agenda energética nacional.

La agenda energética global desde la perspectiva de Costa Rica

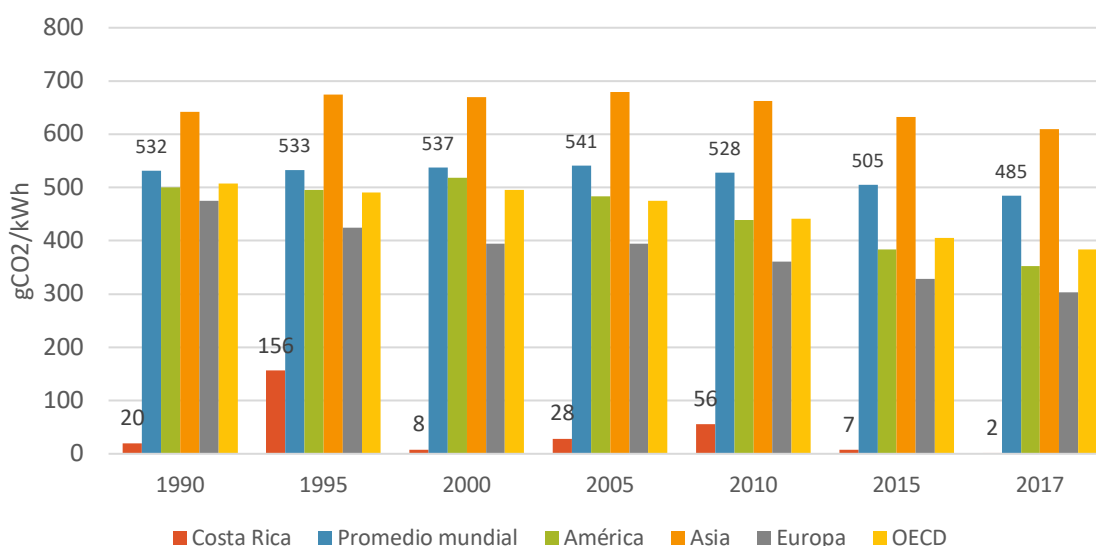
El objetivo de este capítulo es determinar las fortalezas y oportunidades de la política energética de Costa Rica en concordancia con las oportunidades de internacionalización que ofrezca el contexto energético regional y global, tras la entrada en vigor del Acuerdo de París, identificados en el capítulo anterior. Por lo tanto, a continuación, se realiza un repaso por las prioridades de política energética identificadas, con el fin de describir las fortalezas que el país tiene para el aprovechamiento de dichas oportunidades.

1. Incorporación de energías renovables

Las energías renovables constituyen el tema más relevante de la política energética internacional y, a la vez, es uno de los hitos más visibles de la política costarricense en esta materia. En el 2020, el 99,92% de la electricidad se produjo con fuentes renovables. La participación de fuentes renovables en el suministro eléctrico de Costa Rica, y, por consiguiente, su bajo contenido de carbono, son un elemento

diferenciador en la escena internacional. Como se aprecia en el Gráfico 3, las emisiones de dióxido de carbono por kilovatio hora del país son hasta 70 veces menores al promedio mundial y, como se observó en la Ilustración 1, Costa Rica también forma parte de un selecto número de países desarrollados con un nivel de generación eléctrica renovable superior al 90%. La IEA y la OCDE han proyectado que, para limitar el aumento de la temperatura global a dos grados centígrados, el promedio mundial de las emisiones de la electricidad debe llegar al menos a 15 g/kWh al año 2050 (OECD, 2016a). Por consiguiente, Costa Rica ya cuenta con un suministro eléctrico que es concordante con las metas de descarbonización establecidas en el Acuerdo de París en términos de reducción de emisiones.

Gráfico 3. Contenido de carbono del suministro eléctrico para Costa Rica y varias regiones del mundo expresado en gCO₂/kWh (1990-2017)

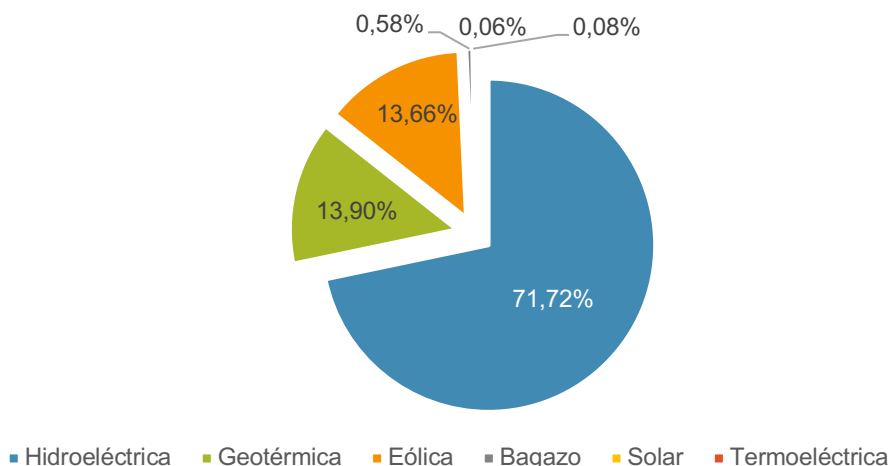


Nota: el factor de emisión calculado por la IEA se realiza contabilizando el total de combustibles fósiles utilizado para la generación eléctrica y dividiendo las emisiones asociadas entre el total de generación eléctrica. Esta metodología se aplica para realizar un comparativo internacional. En el caso de Costa Rica, dicho factor de emisión se calcula utilizando los estándares del IPCC para obtener un dato más certero, pues se contabilizan las emisiones que emiten los embalses hidroeléctricos, las plantas geotérmicas, así como la generación térmica del país. De acuerdo con esta metodología, en el 2020 el factor de emisión de la electricidad fue de 28,2 gramos. Si bien este dato con un nivel mayor de precisión dista de lo presentado por la IEA, todavía se encuentra muy por debajo de los promedios regionales.

Por otra parte, en el índice del trilema energético del 2021, elaborado por el World Energy Council, Costa Rica se ubicó en la onceava posición global en la perspectiva

de sostenibilidad ambiental. En este componente, se analizan la intensidad energética, la generación eléctrica baja en carbono y las emisiones de dióxido de carbono per cápita. Lo que refuerza la ventaja comparativa del país en esta materia. Sin embargo, el país pierde posiciones en el índice cuando se incorporan variables como la capacidad de almacenamiento de energía o la dependencia de la importación, la capacidad de innovación o la estabilidad macroeconómica del país. Estos elementos son relevantes de considerar, pues, si bien el país ha alcanzado importantes logros, la poca diversificación de la matriz o la ausencia de mayor innovación en el sector energía empiezan a constituirse como una debilidad y amenaza para su posicionamiento internacional.

Costa Rica tiene una potencia instalada en placa para generación eléctrica de 3.537 MW con un total de 477 unidades (ICE, 2021). Esta cifra representa el 15,2% del parque de generación eléctrica de los países que integran el SICA. Las plantas del ICE y sus empresas representan el 72% de la capacidad instalada nacional, seguido de las demás empresas de generación y distribución del país (10,3%). El 86,6% de esta capacidad son plantas que operan con energías renovables. En términos de producción de energía eléctrica, en el 2021, el 99,92% de la electricidad producida en Costa Rica provino de fuentes renovables. Como se aprecia en el Gráfico 4, la mayor contribución la realizan las fuentes hídricas, con más del 70%; seguidas en orden de importancia por geotérmica, eólica, bagazo y solar, y termoeléctrica.

Gráfico 4. Costa Rica: producción bruta de energía eléctrica por fuente (2021)

Fuente: de elaboración propia con datos de ICE (2020).

¿Cómo logró Costa Rica un porcentaje de generación renovable tan alto?

El éxito de Costa Rica en la incorporación radica en las políticas públicas, materializadas en el marco jurídico del sector eléctrico, pues ha sido claro en plasmar el mandato de aprovechar las fuentes renovables del país para la generación eléctrica, en especial el recurso hídrico. La Ley N.º 449 del 8 de abril de 1948 que creó el ICE estableció en su artículo primero que el objetivo de la institución es: “el desarrollo racional de las fuentes productoras de energía física que la Nación posee, en especial los recursos hidráulicos”. Por consiguiente, al ser el recurso mayormente disponible en el país, así como el mandato legal derivado de su ley constitutiva, el ICE y, en general, el desarrollo eléctrico del país han girado en torno al aprovechamiento de los recursos hidroeléctricos.

Por otra parte, la Ley N.º 7.200 y sus reformas, que autorizan la generación eléctrica paralela de empresas privadas y cooperativas mediante centrales de limitada capacidad⁹, establece que podrán participar, siempre y cuando sean para: “explotar el potencial hidráulico en pequeña escala y de fuentes de energía que no

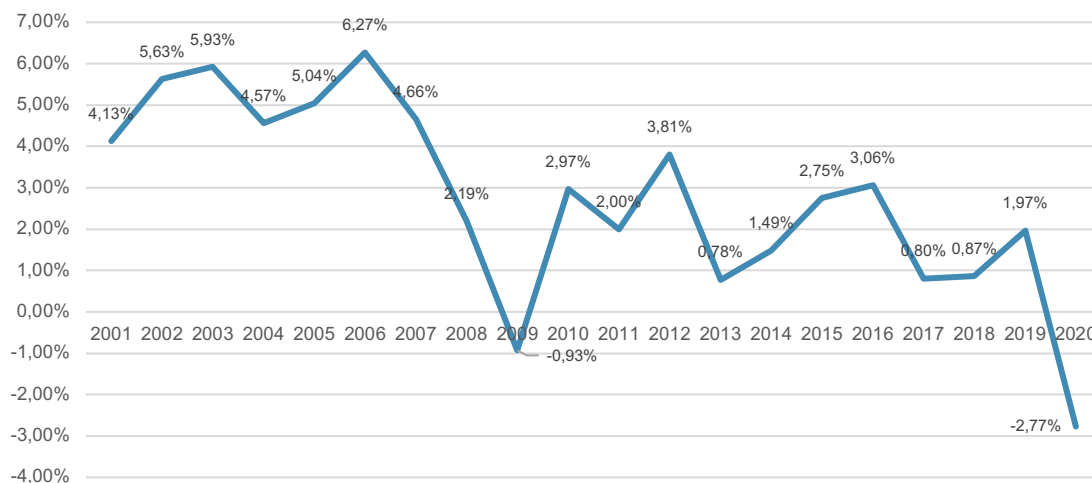
⁹ El artículo 2 de la Ley 7200 establece que son centrales de limitada capacidad, las centrales hidroeléctricas y aquellas no convencionales que no sobrepasen los veinte mil kilovatios (20.000 KW).

sean convencionales”; es decir, “todas aquellas que utilicen como elemento básico los hidrocarburos, el carbón mineral o el agua”. Por consiguiente, desde mitad del siglo XX, Costa Rica apuntó a los recursos renovables para la generación eléctrica por la disponibilidad y experiencia del país en el aprovechamiento de estos recursos, tanto para el desarrollo de entidades públicas mediante la Ley 449, como del sector privado (leyes 7200 y 7508).

En términos de oportunidades, esto representa una debilidad para el país, pues a la fecha son pocos los mercados de comprador único como el de Costa Rica que operan en el mundo, lo que limita la experiencia a un esquema de operación que ha caído en desuso para dar espacio a esquemas de mercado en competencia en distintas modalidades. Adicionalmente, la Ley 7200 establece una limitación para la participación de capital extranjero, pues, al menos, el 35% del capital social de las centrales eléctricas que ofrezcan energía al ICE debe pertenecer a costarricenses. Al respecto, la OCDE (2020) recomendó a Costa Rica recientemente eliminar las barreras de participación extranjera en el sector eléctrico, refiriéndose a este aspecto sobre el capital social de las empresas.

A pesar de los éxitos, uno de los principales desafíos que enfrenta la generación eléctrica del país es la desaceleración de la demanda eléctrica. En el periodo 1990-2006, la demanda eléctrica de Costa Rica creció a un ritmo promedio anual de 5,5%; sin embargo, posterior a la crisis económica del 2008, la demanda ha presentado una disminución considerable en sus tasas de crecimiento asociado a factores como la transformación del modelo productivo del país, cambios en los patrones de consumo, contracción económica, entre otros (ICE, 2020b). Como se aprecia en el Gráfico 5, en el año 2018, la tasa de crecimiento en ventas de energía no superó el 1% y, aunque repuntó considerablemente en el 2019, las medidas para la contención de la COVID-19 generaron una disminución considerable en la demanda eléctrica durante el 2020.

Gráfico 5. Costa Rica: porcentaje de crecimiento interanual de la demanda eléctrica, 2001-2020.



Fuente: de elaboración propia con datos del Centro Nacional de Control de Electricidad.

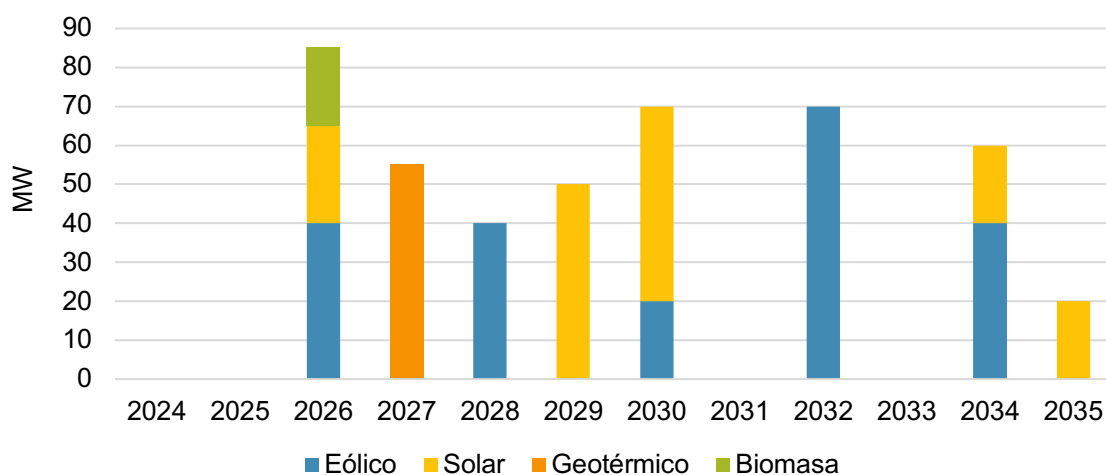
La situación de la demanda eléctrica y las proyecciones de crecimiento son esenciales para el futuro del sector y los alcances de este TFIA, ya que una expectativa alta podría impulsar el desarrollo de proyectos de generación, que demandan una estrategia para atracción de inversiones, acceso a financiamiento internacional para las empresas públicas, generación de empleo y otros. Sin embargo, en caso de no cumplirse dichas expectativas, se produciría una sobreinstalación del sistema eléctrico que elevaría los costos del servicio final. Por otra parte, una demanda muy baja pospone la ejecución de proyectos de generación o la ampliación de redes eléctricas, contrae el empleo en el sector y el país pierde atractivo en la escena internacional y regional como destino para inversiones.

Para los propósitos de esta investigación, las proyecciones de demanda del sector eléctrico son esenciales, pues de estas dependerán los contenidos y necesidades de una posible agenda energética internacional de Costa Rica en el futuro cercano. Por una parte, la política exterior del país podría funcionar como instrumento para la atracción de inversiones y préstamos internacionales. Por el contrario, ante una demanda eléctrica que crece a menor ritmo, la política exterior del país podría enfocarse a la búsqueda de oportunidades para la internacionalización de los servicios técnicos y profesionales de entidades como el

ICE y otras empresas en la escena regional o internacional.

Como se aprecia en el Gráfico 6, en el periodo 2024-2035, el país estima instalar un total de 450 MW, es decir, un aumento del 13% de la capacidad instalada actual. Las principales expansiones están concentradas en el periodo 2026-2030, lo cual se espera sea provisto por fuentes eólica, solar y geotérmica, principalmente.

Gráfico 6. Costa Rica: Plan de expansión de la generación eléctrica 2020-2035, instalación por fuente, en MW.



Fuente: de elaboración propia con datos del Plan de Expansión de la Generación 2020-2035.

El diagnóstico internacional del sector energía identificó las oportunidades para Costa Rica en dos ámbitos de acción:

- Atracción de inversión para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica para el periodo 2026-2035.
- Experiencia técnica y aplicación de buenas prácticas en los siguientes temas: acceso a capital, formulación de políticas, operación de sistemas eléctricos, modelación y pronóstico de fuentes, mercados eléctricos regionales para mitigar impactos de las fuentes variables, construcción de plantas, sistemas de control de la red, plantas de generación y almacenamiento de energía, entre otros.

En el primer ámbito, es importante mencionar que, si bien Costa Rica desaceleró la

instalación de plantas de generación producto de la reducción en la demanda eléctrica en los últimos años, en el periodo 2014-2035 deberán adicionarse 450 MW de capacidad adicional, lo que representa una oportunidad para la atracción de inversión extranjera. En este tema, una de las principales fortalezas del país es el marco jurídico que, desde 1990, ha permitido la participación del sector privado en las subastas de bloques de energía, ya sea con esquemas de construir, operar y mantener (BOO por sus siglas en inglés) o construir, operar y transferir (BOT por sus siglas en inglés). Las principales debilidades en este ámbito son la limitación de ley, en tanto el ICE es el único comprador de energía eléctrica de Costa Rica en el sistema de generación, además, existen restricciones a la participación de capital netamente extranjero.

En términos de energía, Costa Rica ha sido líder en la incorporación de fuentes renovables. Fue el primer país de América Latina en utilizar energía eólica en 1996. Además, es líder en el desarrollo de energía geotérmica, pues desde los años setenta se empezaron las primeras tareas para identificar el potencial de esta fuente en el país. En 1988, se inició con la construcción de la primera planta geotérmica en las faldas del volcán Miravalles, que entró en operación siete años después. A la fecha, el país cuenta con una capacidad instalada de 261 MW, lo que le ha permitido desarrollar un nivel de experiencia en la exploración, construcción y explotación de campos geotérmicos. Estas capacidades incluyen la perforación, limpieza, reparación y mantenimiento de pozos profundos, diseño y construcción de tuberías de campo, diseño de equipos de superficie, mantenimiento de sistemas de acarreo de vapor, capacitación, asesoría, gestión de proyectos, entre otros. Esta capacidad le ha permitido que el proyecto Las Pailas II haya sido galardonado como el mejor proyecto geotérmico de la región en el año 2019.

El ICE cuenta en la actualidad con un portafolio de servicios internacionales que incluyen el acompañamiento en la transición energética, cálculo de inventarios de emisiones de GEI para el suministro eléctrico, laboratorio de eficiencia energética, estimación de potencial de producción renovable, entre otros servicios. Además, el ICE también proporciona servicios en gestión de proyectos, auditorías técnicas, ingeniería, diseño, trabajos civiles, análisis de laboratorio, estudios de

campo, estudios de preinversión, modelación 3D; entre otros. Así como servicios asociados a construcción de subestaciones, líneas de transmisión, túneles, obras civiles, mecánicas, electromecánicas, entre otros.

De acuerdo con Porras (2022), el ICE ha tenido experiencias internacionales limitadas en Honduras, El Salvador y Nicaragua. Sin embargo, se requiere mayor agresividad en el mercado y respaldo financiero, especialmente para proyectos de construcción. A pesar de que existe un portafolio, realmente no existe una estrategia de internacionalización en el ICE, que más allá de la venta de servicios, considere otros factores como la disponibilidad de recursos financieros, áreas de fortaleza, instrumentos, socios estratégicos, magnitud de los proyectos de interés, mercados, entre otros.

Por lo tanto, para aprovechar estas oportunidades, es importante que las empresas públicas, especialmente el ICE, cuenten con una estructura organizacional orientada a la venta de servicios en el exterior. Además, el personal comercial y técnico para la venta de servicios debe mejorar sus competencias en otros idiomas, especialmente el inglés, para que facilite la venta de servicios en regiones como el Caribe, África, Medio Oriente o Asia; lo que reduce las posibilidades de ampliar la venta de servicios.

Adicionalmente, la experiencia internacional de empresas públicas como el ICE en la venta de servicios asociados a la planificación, construcción, supervisión u operación de plantas de generación eléctrica es incipiente o casi nunca. Esta situación dificulta la venta de servicios que demandan como parte de sus requisitos el contar con mayor experiencia internacional. Porras (2022) considera que es necesario que el ICE busque alianzas porque no tiene hoy, ni el músculo financiero ni la experiencia internacional para competir en esos mercados. Además, que se desarrolle una estrategia clara donde identifique sus fortalezas para ofrecer a potenciales socios, definir la magnitud de los proyectos a los que desea ingresar, entre otros.

2. Acceso a la energía en Costa Rica

En el 2019, el índice de cobertura eléctrica de Costa Rica fue de 99,4%. Este

porcentaje es resultado de exitosos programas de electrificación rural llevados a cabo por las empresas públicas de distribución eléctrica. Sin embargo, todavía hay desafíos importantes en esta materia. Por ejemplo, la provincia de Limón tiene una cobertura eléctrica de apenas 97,6%, casi dos puntos por debajo del promedio nacional. Además, existen distritos con niveles de cobertura muy bajos en algunos sitios del país como Telire de Talamanca (42.7%), Sierpe de Osa (79,5%) o Chirripó de Turrialba (68,6%).

El capítulo anterior identificó como una oportunidad en el entorno internacional el compartir experiencias exitosas en la electrificación de regiones alejadas con sistemas desconectados de la red, microrredes y sistemas novedosos de distribución eléctrica como energía prepago. Aunque esta oportunidad no forma parte de las prioridades del capítulo 2. En este ámbito, si bien Costa Rica logró alcanzar un nivel de acceso de 99,4% de la población, ha sido posible gracias al modelo eléctrico que opera y programas de electrificación. En este aspecto, el programa de electrificación rural, si bien ha sido exitoso, podría encontrar barreras de implementación para replicarse en otras latitudes con esquemas de mercado. No obstante, la experiencia acumulada por Costa Rica en el levantamiento de información podría constituir parte del paquete de buenas prácticas que se pueda ofrecer en el entorno internacional.

3. Eficiencia energética en Costa Rica

Costa Rica fue pionero en América Latina al aprobar, en noviembre de 1994, la Ley N.º 7447 Uso Racional de la Energía. El propósito de dicha legislación fue consolidar la participación del Estado en la materia, así como establecer los mecanismos para alcanzar un uso más racional de la energía. Sin embargo, la falta de actualización del marco normativo, así como la ausencia de recursos para su implementación han dificultado la aplicación plena de los instrumentos allí previstos (MINAE, 2015).

La intensidad energética de Costa Rica ha venido en decrecimiento, principalmente, desde el año 2008, asociado a una mayor participación del sector terciario en la economía, así como medidas de eficiencia energética adoptadas

durante la crisis económica de finales de esa década (CEPAL, 2018). En materia de eficiencia energética, los objetivos de la política nacional están enfocados. Además, se hace necesario actualizar el marco jurídico y trabajar en la recolección y procesamiento de datos del consumo energético de los sectores para el diseño de mejores políticas públicas.

El capítulo anterior identificó como una oportunidad para la internacionalización de la política energética de Costa Rica una demanda por conocimientos en el diseño y aplicación exitosa de políticas e instrumentos regulatorios que promuevan la eficiencia energética en electrodomésticos, edificios y proceso industriales. El catálogo de oferta económica de cooperación técnica (ICE, 2020a) cuenta con varias iniciativas relacionadas con la eficiencia energética. La primera de ellas, la evaluación de la conformidad de equipos consumidores de energía eléctrica, desarrollada por el Laboratorio de Eficiencia Energética del ICE. Este laboratorio cuenta con más de 12 años de experiencia en la prestación de servicios en áreas como: “ensayos de desempeño y eficiencia energética, en diferentes tecnologías de sistemas de iluminación de uso residencial, comercial, industrial y alumbrado público, para la determinación de parámetros eléctricos, cromáticos y fotométricos en LED, HID” (Ibidem, p. 22).

Adicionalmente, el catálogo incluye como un servicio de sostenibilidad de la eficiencia energética en los sectores productivos con orientación en la norma ISO-50.001. En este caso, la metodología consiste en la evaluación inicial y aplicación de la normativa ISO-50001 para sistemas de gestión de energía en empresas y organizaciones. El servicio identifica líneas base, indicadores energéticos, así como mejoras en la eficiencia operativa. El Instituto ha trabajado con más de 400 clientes y cuenta con más de 20 años de experiencia en esta materia.

4. Digitalización de la energía en Costa Rica

El PNDIP definió la incorporación de dispositivos inteligentes y la digitalización de la energía como una prioridad de política pública. En concordancia, Costa Rica cuenta con una *Estrategia Nacional de Redes Inteligentes* que busca:

Lograr un sistema eléctrico inteligente, flexible y al más bajo costo, que aproveche los beneficios de la innovación tecnológica y haga frente a los retos de la

descarbonización; para aumentar la confiabilidad y la calidad del servicio eléctrico, integrar mayor cantidad de energía renovable en la matriz eléctrica e incentivar la eficiencia energética y la gestión de la demanda” (MINAE, 2021, p. 80).

Para alcanzar este propósito, el plan propone:

- Mayor digitalización y automatización de las redes eléctricas para mejorar la eficiencia operativa y reducción de costos.
- Operar de forma integrada los recursos de las plantas de generación renovable variable de gran escala y los recursos distribuidos para lograr una matriz energética diversificada.
- Incentivar la participación de los usuarios en su propia gestión energética para generar beneficios al sistema eléctrico y de los propios usuarios.
- Desarrollar capacidades a nivel nacional sobre redes eléctricas inteligentes.

En este camino, las empresas de distribución del país se han enfocado en sustituir los equipos de medición actual por dispositivos inteligentes. Con esta forma se habilita un conjunto de oportunidades para reducir costos y tiempos de atención de averías, generación de datos, una gestión más digital del consumo de los clientes, nuevos modelos de negocio como energía prepago e, inclusive, interacción con otros servicios públicos como agua potable.

En la actualidad, el ICE y sus empresas han logrado colocar más de 500 mil medidores inteligentes y algunas distribuidoras han logrado migrar al 100% de sus clientes a este tipo de tecnología. La experiencia acumulada por el país en esta materia está en línea con las oportunidades identificadas en el apartado de transformación digital del servicio eléctrico.

En materia de digitalización, la revisión bibliográfica del entorno internacional identificó como oportunidades la implementación exitosa de modelos de negocios no tradicionales para comercialización de energía, facilitados por la digitalización, como plataformas digitales para la comercialización de energía, comunidades energéticas, agregación de energía y otras; así como la transformación tecnológica de las empresas eléctricas adoptando nuevas formas de trabajo digital, atracción de talento, modernización de la infraestructura de los sistemas eléctricos en toda la

cadena de valor y diseño de ofertas innovadoras para sus clientes basadas en la tecnología. Además de políticas e instrumentos de ciberseguridad para la protección del suministro eléctrico. En este aspecto, si bien Costa Rica ya cuenta con experiencia en la instalación de medidores inteligentes, dicha transformación se encuentra en una etapa muy temprana como para identificarlo como una oportunidad que se pueda aprovechar en el entorno internacional.

5. Generación distribuida

La generación distribuida para autoconsumo en Costa Rica mostró sus inicios formales en el año 2010, con el Plan Piloto para Autoconsumo de Generación Distribuida, cuyos objetivos eran estimular la instalación de pequeños sistemas de generación distribuida, identificar barreras, así como el potencial de clientes interesados (Salazar, 2013). En el año 2011, con la directriz 14 del MINAE, se instó a las instituciones públicas a elaborar planes piloto para el desarrollo de la generación distribuida. Sin embargo, con la finalización del plan piloto del ICE, el país se quedó sin un marco de acción para continuar con la generación distribuida.

En el 2015, Costa Rica adoptó el *Reglamento generación distribuida para autoconsumo con fuentes renovables modelo de contratación medición neta sencilla*. Al 14 de diciembre del 2021, el país contaba con 72 MW de capacidad instalada, para un total de 2.434 sistemas registrados, lo que equivale al 2% de la capacidad instalada en placa de generación a gran escala del país. La mayor cantidad de sistemas están instalados en clientes comerciales (467) y residencial (655), seguido del sector industrial (71) y media tensión (19) (MINAE, 2021) .

Adicionalmente, en el 2021, el país adoptó una ley para regular la generación distribuida en el país (Ley 10.086, Ley para la Promoción y Regulación de los Recursos Energéticos Distribuidos a partir de Fuentes Renovables). Este nuevo marco regulatorio representa un importante cambio para la regulación de esta temática en el país. En primera instancia, porque amplía el concepto de generación distribuida al incorporar otros recursos energéticos que puedan estar interconectados o no la red eléctrica. A la vez que migra del sistema de medición neta sencilla hacia el reconocimiento económico de los excedentes.

En términos de política pública, las prioridades en esta materia están enfocadas en la actualización de la normativa que regula la actividad, así como la actualización de los esquemas tarifarios. Por consiguiente, no se vislumbran mayores oportunidades para Costa Rica, más allá de la atracción de inversión en una industria en desarrollo. En términos de oferta, el país acumula una experiencia importante en la aplicación de instrumentos regulatorios desde el año 2010, lo que podría ofrecerse como parte de la oferta de cooperación técnica, especialmente para países de la región que no hayan incursionado todavía de forma agresiva en este tema.

6. Transporte eléctrico en Costa Rica

El 25 de enero de 2018, Costa Rica aprobó la Ley N.º 9518 *Incentivos y promoción para el transporte eléctrico*. La iniciativa tiene como propósito fortalecer el marco normativo para impulsar la electrificación del transporte. La legislación crea una serie de responsabilidades de instituciones públicas, crea o amplifica una serie de incentivos fiscales y otros no económicos para los vehículos eléctricos; establece mandatos de sustitución de flota para el transporte público y la administración central, a la vez que regula la instalación de centros de carga. Para los efectos de esta investigación, es importante señalar que el artículo 20 de la citada normativa exoneró del pago total del impuesto de ventas, por un periodo de diez años, los equipos para ensamblaje y producción de vehículos eléctricos, en tanto el valor agregado nacional sea por lo menos de un 20%.

En línea con las prioridades establecidas en el PND y el VII PNE, el país también cuenta con una *Política Nacional de Transporte Eléctrico*, cuyo propósito es consolidar la electrificación del transporte a nivel nacional. Para esto, se establecieron como objetivos estratégicos reemplazar la flota de vehículos convencionales por eléctricos, incorporar vehículos eléctricos en la flota del Estado y electrificación del transporte público. Además, implementando los centros de carga.

Para alcanzar estos objetivos, se busca ampliar la red de recarga, proveer información al consumidor, adoptar incentivos económicos y no-económicos para

facilitar la adquisición de vehículos, promocionar el transporte eléctrico en el sector turismo, generar capacidades, desarrollar la industria de producción y ensamblaje en el país, fomentar la compra de vehículos en el Estado, promover proyectos pilotos en el transporte público, incorporar el remplazo de buses en las concesiones de transporte público, desarrollar el tren eléctrico en la Gran Área Metropolitana, definir tarifas para el servicio público y la recarga de vehículos (MINAE, 2019b).

La legislación costarricense y el trabajo técnico desarrollado a la fecha están en línea con los principales desafíos y cursos de acción técnicos para la incorporación de vehículos eléctricos identificados en el diagnóstico internacional: metas, estándares técnicos, incentivos y regulaciones. Por lo tanto, para efectos de una agenda de política energética internacional para Costa Rica, será valioso recopilar la experiencia del país en la implementación de incentivos a la electrificación del transporte, a fin de que puedan ser ofertados como parte de la agenda de cooperación técnica o venta internacional de servicios.

El capítulo anterior identificó como una oportunidad para Costa Rica el posicionarse como uno de los países líderes, especialmente en la región latinoamericana, en la incorporación del transporte eléctrico, especialmente en materias como adopción de políticas para su incentivo, regulación técnica, construcción de redes de recarga, fijación de tarifas y otros. Además, existen posibilidades de aprovechar nuevas oportunidades en la medida en la que el país avance en otros modos de transporte adicional al privado, estimación del impacto de la recarga de vehículos en las redes eléctricas, mecanismos de financiamiento, disposición de residuos asociados a la industria, atracción de inversión para incorporarse en la cadena global de valor, entre otros.

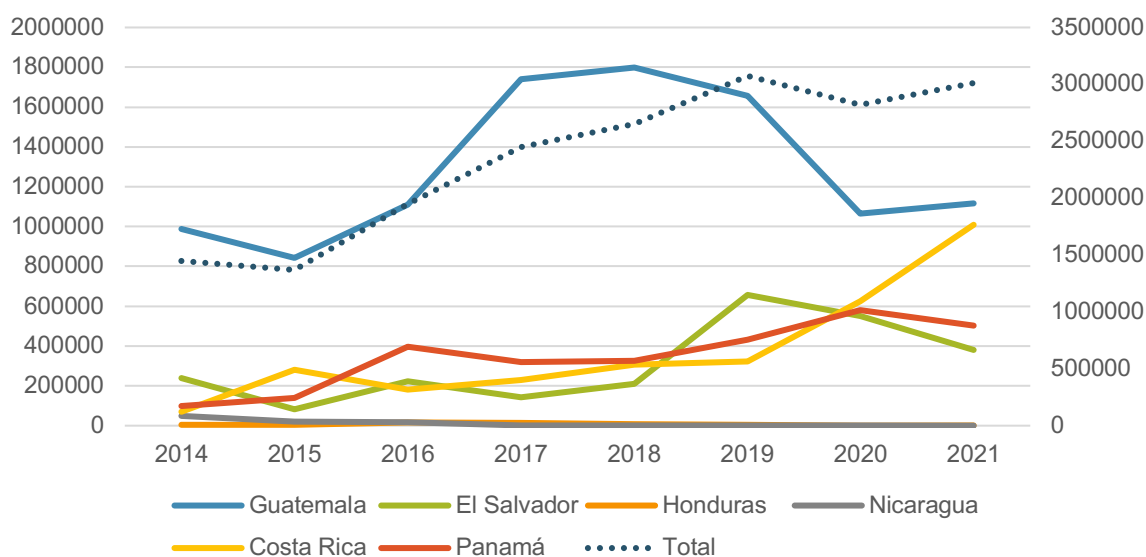
7. Integración eléctrica regional

El MER entró en operación el 1 de junio de 2013, tras décadas de acuerdos políticos y el desarrollo de la infraestructura para interconectar los sistemas eléctricos de Centroamérica. En el caso de Costa Rica, Echevarria et al. (2017) concluyen que, en el periodo de junio de 2013 a diciembre de 2015, Costa Rica obtuvo beneficios netos por más de 12 millones MUSD, que lo convierten en el cuarto país con los

mayores beneficios de la región, después de Guatemala, Honduras y Panamá.

Como se aprecia en el Gráfico 7, Guatemala ha sido el principal vendedor de energía en el MER. Sin embargo, su participación relativa de mercado se ha reducido desde el año 2018. Guatemala pasó a inyectar el 68% de la energía del MER en el 2014, a solo el 37% en el 2021. Por su parte, Costa Rica, cuyos aportes históricamente han sido tan solo del 10% de la energía del MER, inyectó al mercado regional el 34% del total de la energía transada en el 2021, producto de condiciones muy particulares de la demanda local y el comportamiento hidrológico; que si bien se espera no se repitan en el futuro cercano, consolidan una participación creciente del país en la exportación de energía.

Gráfico 7. *Inyección de energía eléctrica al Mercado Eléctrico Regional por país, 2014-2021, en MWh*

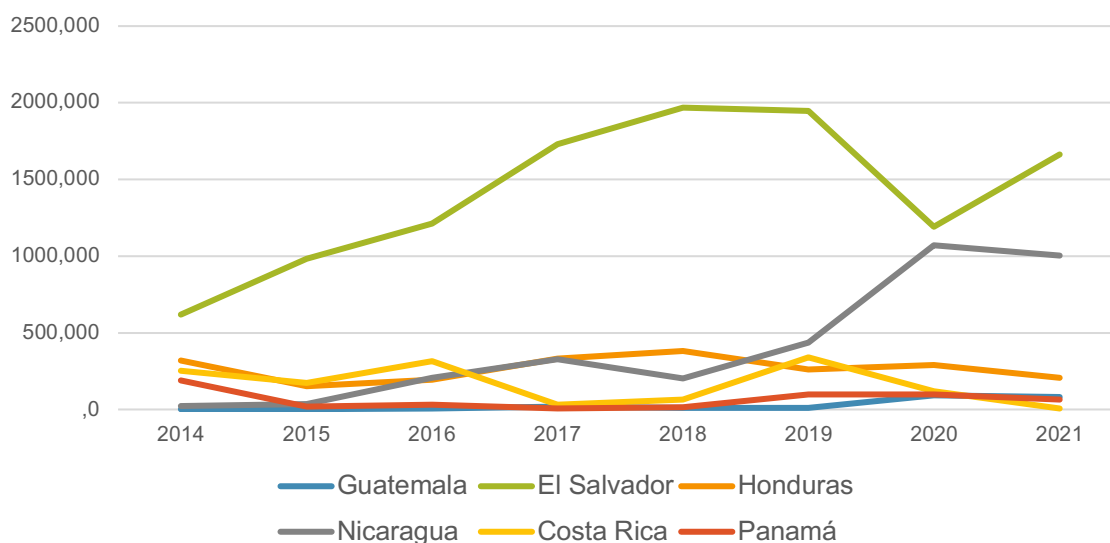


Fuente: de elaboración propia con datos del Ente Operador Regional (EOR).

En el caso de las compras de energía, El Salvador y Nicaragua se han convertido en los principales clientes del MER, pues juntos compran más del 80% de la energía transada. En el caso de Costa Rica, si bien el comportamiento de la demanda y la hidrología de los últimos años ha permitido acudir menos al mercado regional, como se aprecia en el

Gráfico 8, en algunos años ha sido el segundo o tercer comprador más importante de energía, lo que demuestra la importancia del mecanismo de intercambio de energía regional para el país.

Gráfico 8. Retiro de energía al Mercado Eléctrico Regional por país, 2014-2021, en MWh



Fuente: de elaboración propia con datos del Ente Operador Regional (EOR).

En este tema, se identificaron como oportunidades, mantener o ampliar la participación de Costa Rica en el mercado, concretar la interconexión Panamá-Colombia, compartir la experiencia de la integración regional con otras regiones y analizar a fondo las implicaciones positivas que podría tener una futura salida de Guatemala del MER. Por lo tanto, parece que la posición que ha ocupado el país en los últimos años en el mercado, así como futuros cambios regulatorios en términos de los agentes nacionales que en él participan, pueden ser factores que propicien ampliar el liderazgo político y comercial de Costa Rica en el MER.

8. Hidrógeno verde

El Plan Nacional de Descarbonización incluyó como parte de sus actividades la elaboración de una hoja de ruta para la consolidación de clúster en hidrógeno,

elaborar un plan piloto de buses que operen con esta tecnología, propiciar el uso del hidrógeno en el transporte, realizar estudios de factibilidad de proyectos claves, compartir lecciones en materia de costos, rendimientos e infraestructura asociados a esta fuente de energía.

En el año 2020, la Alianza por el Hidrógeno publicó un análisis del mercado global de hidrógeno verde y el potencial de participación de Costa Rica (Hinicio, 2021). Entre las principales conclusiones destacan que:

- El país tiene capacidad de producir 6 millones de toneladas de hidrógeno verde, equivalente al 8,5% de la demanda mundial en el año 2020.
- El hidrógeno producido del excedente de generación hidroeléctrica puede convertirse en una fuente de apalancamiento para las etapas tempranas en el desarrollo de esta industria.
- La producción de hidrógeno verde puede propiciar una demanda adicional de energía eléctrica de 326 TWh de energía renovable al 2050, por lo que se requiere que, en paralelo, se promuevan iniciativas para la producción de mayor energía eléctrica con fuentes renovables.
- Los mercados más importantes para exportación son Europa, Corea del Sur y Japón; y se comparó a Costa Rica con respecto a siete países con capacidad de exportación: México, Colombia, Chile, Marruecos, Arabia Saudita y Australia.
- Costa Rica, a pesar de tener una menor producción que Chile, podría competir en precios con ese país.
- Es importante identificar de forma temprana los compradores de hidrógeno verde, crear alianzas y asegurar que el país pueda colocar el producto en el futuro.

El análisis del capítulo anterior concluye que una oportunidad para Costa Rica es posicionarse como un destino para la producción de hidrógeno verde, considerando la importancia de las fuentes renovables en la matriz eléctrica y las condiciones para el desarrollo de nueva capacidad renovable. Así como las condiciones de estabilidad del país y su ventaja desde la geografía económica que lo ubica con

acceso a los futuros mercados del hidrógeno verde. En esa dirección, desde la perspectiva de la política exterior en materia energética, resulta importante considerar, no solo el posicionamiento internacional del país como futuro productor de hidrógeno verde y la atracción de inversión; también resulta importante el aporte que desde la perspectiva diplomática se pueda brindar sobre las acciones que realizan otros países, así como empezar a identificar futuros compradores de hidrógeno verde, establecer alianzas y crear las condiciones adecuadas que faciliten la futura exportación.

Entre las principales debilidades de Costa Rica para tomar ventaja de esta oportunidad en el entorno internacional, se encuentra que el tamaño del SEN es pequeño en comparación con la escala de generación eléctrica requerida para hacer viable la producción de hidrógeno verde en el corto y mediano plazo, por la escala requerida para que sea competitivo en términos de precio y flujo de transporte. Además, en Costa Rica la generación eléctrica opera en un mercado regulado con el ICE como comprador único, lo que limita la instalación de plantas eléctricas por parte de terceros dedicadas exclusivamente a la producción de hidrógeno verde como opera en otros países. Además, el precio de la electricidad es regulado, lo que representa un desafío para dar certeza a los inversionistas sobre el precio futuro de la energía.

Fortalezas y debilidades para una propuesta de política exterior en materia energética

La generación de electricidad casi 100% renovable le ha dado a Costa Rica un lugar en la discusión de la transición energética global. En el marco de la adopción del Acuerdo de París sobre cambio climático, donde la reducción de las emisiones del suministro eléctrico se ha convertido en una prioridad para los Estados, el nivel de ambición de la NDC del país y el hito de suministrar casi la totalidad de la energía con fuentes renovables le ha generado reconocimiento internacional. Este trabajo de investigación partió de una hipótesis implícita sobre que este elemento puede constituir una oportunidad para la política exterior de Costa Rica en materia energética.

De la revisión, es posible concluir que la formulación de lineamientos estratégicos para una política exterior en materia energética es consistente con el eje estratégico de promoción del desarrollo sostenible. Adicionalmente, el PNDIP estableció como una intervención estratégica la diplomacia ambiental y de cambio climático. Los analistas de política exterior confirman que los esfuerzos del país en los últimos años han estado en función de la sostenibilidad ambiental y la promoción de Costa Rica como laboratorio mundial de la descarbonización. Sin embargo, a la fecha, el único sustento para dicha formulación ha sido el Plan Nacional de Descarbonización. En términos específicos, la política energética ha estado presente en la política exterior, pero de manera esporádica y sin que exista un direccionamiento estratégico; por lo que este trabajo de investigación constituye un aporte significativo al trabajo del MREC y otras instituciones vinculadas al sector energía de Costa Rica.

La política exterior en materia energética tiene como propósito contribuir a la consecución de los objetivos de la política doméstica por medio de la acción exterior. Por su parte, la política doméstica enfoca sus esfuerzos hacia mantener una matriz eléctrica renovable, y superar la dicotomía que ha imperado hasta la fecha, en la que dos terceras partes del consumo energético aún dependen de los combustibles fósiles. Por lo tanto, se concluye que las prioridades nacionales a las que puede contribuir la política energética están orientadas a consolidar un sistema eléctrico renovable y más digital, así como un transporte más sostenible, en distintas modalidades y ámbitos de acción.

En el capítulo anterior, se identificaron ocho temáticas de la transición energética global que pueden representar oportunidades para una política exterior en materia energética para Costa Rica. Estos temas se contrastaron con las fortalezas identificadas, que permiten concluir lo siguiente. En los últimos años, el país no ha requerido de adiciones de capacidad de generación, pero en el periodo 2024-2035 se requerirán 450MW, en lo que la política exterior podría jugar un papel importante en la identificación de potenciales interesados.

En términos de las oportunidades que ofrece el entorno energético internacional, resalta la experiencia de Costa Rica en la incorporación de energías

renovables, especialmente en el desarrollo de fuentes no convencionales como solar y geotérmica. A la fecha, el país ya cuenta con un portafolio de venta de servicios, pero es necesario fortalecer el proceso de diplomacia económica y las capacidades nacionales para aprovecharlas, así como buscar socios estratégicos que faciliten la internacionalización de los servicios que ofrece el país.

Las otras temáticas identificadas que representan tanto una oportunidad para la política doméstica como la política exterior están relacionadas con digitalización en términos de acceder a experiencias y transferencia tecnológica, transporte eléctrico como oportunidad para la venta de servicios y cooperación técnica, integración eléctrica regional como oportunidad para mayor comercialización de energía y posicionamiento de Costa Rica en la región, hidrógeno verde como destino y atracción de inversión. Las fortalezas y debilidades de Costa Rica en cada uno de estos temas se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2. Fortalezas y debilidades para la definición de lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética

	Oportunidad identificada	Fortalezas	Debilidades
Energías renovables	Atracción de inversión	Costa Rica cuenta con un marco regulatorio exitoso desde 1990 para la incorporación de generación renovable privada. En el periodo 2024-2035, el país requerirá la inclusión de 450 MW de nueva capacidad instalada.	La participación del sector privado en Costa Rica está restringida a las ofertas de compra de energía que publique el ICE como comprador único del SEN. Además, dicha participación no puede superar el 30% de la capacidad instalada. La Ley 7200 establece una restricción a la participación privada, pues el artículo 3 indica que las centrales eléctricas que ofrezcan energía al ICE deben contar al menos con un 35% del capital social que pertenezca a costarricenses. Inclusive, la OCDE ha recomendado a Costa Rica eliminar esta restricción al capital extranjero en el sector eléctrico.
	Acceso a capital	El país ha desarrollado importantes capacidades para la gestión de capital, especialmente con la banca multilateral. Además, recientemente el ICE ha incursionado en la emisión de bonos verdes y bonos ligados a la sostenibilidad para el financiamiento del sector	La experiencia del país está concentrada mayoritariamente en empresas públicas, que suelen operar con esquemas de financiamiento al desarrollo con respaldo soberano.

		eléctrico, lo que podría complementar la oferta de servicios en términos de energías renovables.	
Incorporación de energías renovables a precios competitivos		La experiencia pública y privada de Costa Rica en el desarrollo de proyectos acumula una experiencia importante en los principales componentes que inciden en los costos finales de los proyectos.	La generación eléctrica pública y privada en Costa Rica está regida por un sistema de tarifas regulado, orientado por el principio de servicio al costo. Por lo tanto, no se cuenta con experiencia en la incorporación de energías renovables en esquemas de competencia que permita compartir experiencias exitosas con otros países sobre esta temática.
Adaptación de la infraestructura a eventos meteorológicos		No se identificaron fortalezas en este campo.	
Políticas públicas		El marco de políticas públicas y regulatorio en Costa Rica ha sido exitoso en garantizar que la inversión se haya orientado principalmente al desarrollo de plantas con fuentes renovables.	Costa Rica es de los pocos países de América Latina que aún opera en un modelo eléctrico de comprador único, por lo tanto, no se cuenta con experiencia en el diseño de políticas públicas en mercados de competencia.
Operación de sistemas eléctricos		La planificación de corto, mediano y largo plazo de Costa Rica está sustentada en importantes capacidades de modelación y pronóstico meteorológico.	El porcentaje de penetración de fuentes renovables variables en Costa Rica todavía es incipiente, en comparación con otros países.
Modelación y pronóstico		El país cuenta con capacidades comprobadas en diseño, recolección y análisis de datos vinculados.	
Mercados eléctricos regionales		Costa Rica cuenta con experiencia sobre el rol de los mercados regionales como alternativa para lidiar con la variación estacional de la producción de energía con fuentes renovables.	
Planificación y mejora en las redes de transmisión y distribución		En el caso del ICE, se cuenta con recurso humano y experiencia para la venta de servicios asociados a este tipo de requerimientos.	La experiencia internacional de las empresas públicas en la venta de servicios asociados a la planificación, construcción, supervisión u operación de plantas de generación eléctrica es incipiente o casi nunca. Esta situación dificulta la venta de servicios que demandan como parte de sus requisitos el contar con mayor experiencia internacional.
Planificación, construcción y operación de plantas despachables		El país ya cuenta con un portafolio de servicios en temas como los siguientes: Operación y mantenimiento de	Las empresas públicas no cuentan con una estructura organizacional orientada a la venta de servicios en el exterior. El personal comercial y técnico para la venta de servicios no cuenta, en su

	<p>infraestructura eléctrica.</p> <p>Planificación y desarrollo de obras de transmisión eléctrica. Estudios, diseño, construcción, supervisión y gestión de obra de ingeniería eléctrica.</p> <p>Acompañamiento técnico para la transformación energética.</p> <p>Estimación de potencial de generación de energías renovables.</p> <p>Estimación de inventarios de gases de efecto invernadero del suministro eléctrico.</p>	<p>mayoría, con competencias en el idioma inglés que faciliten la venta de servicios en regiones como el Caribe África, Medio Oriente o Asia; lo que reduce las posibilidades de ampliar la venta de servicios.</p> <p>La experiencia internacional de las empresas públicas en la venta de servicios asociados a la planificación, construcción, supervisión u operación de plantas de generación eléctrica es incipiente o casi nunca. Esta situación dificulta la venta de servicios que demandan como parte de sus requisitos el contar con mayor experiencia internacional.</p>	
	<p>Sistemas de control avanzados de la red y almacenamiento</p>	<p>No se identificaron fortalezas en este campo.</p>	<p>El desarrollo del país en este campo es incipiente, por lo que no se visualiza una fortaleza clara en este campo.</p>
	<p>Agenda bilateral de transformación energética, transferencia de conocimientos y tecnología</p>	<p>El país cuenta con importantes alcances en materia de transición energética, así como un alto nivel de ambición en materia climática, que facilita la interacción y el intercambio bilateral en estas materias.</p>	<p>No se cuenta con una estructura organizacional, ni estrategia o capacidades que permitan aprovechar estas oportunidades de manera más proactiva.</p>
	<p>Aprovechar las plataformas internacionales existentes para posicionar a Costa Rica como un país líder en materia de energías renovables</p>		
	<p>Venta de servicios y cooperación técnica regional</p>		
	<p>Venta de servicios y cooperación internacional con la región de CARICOM</p>		

Acceso a la energía	Experiencias exitosas de electrificación	El país ha desarrollado programas de electrificación rural, pero no son iniciativas novedosas de acuerdo con los requerimientos de países que operan con esquemas de mercado.	Costa Rica no cuenta con experiencia suficiente en la implementación de sistemas de microrredes o nuevos esquemas de distribución eléctrica que permitan mayores niveles de acceso en zonas con redes disponibles. Por ejemplo, la modalidad de energía prepago fue introducida hasta en el año 2021, por lo que a la fecha no se cuenta con experiencia suficiente que permita ofrecerla como una práctica exitosa en el país.
	Medición multidimensional del acceso a la energía	No se identificaron fortalezas en este ámbito, más allá de la aplicación de las metodologías existentes para estimación del acceso eléctrico.	Al igual que otras latitudes, Costa Rica no ha migrado a una medición más integral del acceso a la energía, pues el indicador de cobertura solamente incorpora la disponibilidad del suministro eléctrico, y no la capacidad de acceder a él, ni la calidad del servicio. .
Eficiencia energética	Políticas e instrumentos regulatorios	La única oferta del país en este campo está relacionada con el servicio de ensayos de desempeño y eficiencia energética y aplicación de la norma ISO-50001 de gestión de la energía.	El marco jurídico de Costa Rica es bastante obsoleto y no responde a las tendencias internacionales.
Digitalización de la energía	Modelos de negocio facilitados por la digitalización	Costa Rica ya inició la transición hacia redes eléctricas más inteligentes y acumula experiencias incipientes en temas como medición inteligente.	El modelo eléctrico de Costa Rica es de comprador único y cuenta con bastantes restricciones de acceso, por lo que no promueve la generación de modelos innovadores para la comercialización de energía por agentes externos.
	Transformación tecnológica de las empresas eléctricas		
Generación distribuida	Experiencia en marcos regulatorios dinámicos	El país acumula una experiencia importante en la aplicación de instrumentos regulatorios desde el año 2010, lo que podría ofrecerse como parte de la oferta de cooperación técnica, especialmente para países de la región que no hayan incursionado todavía de forma agresiva en este tema.	Los esquemas utilizados por Costa Rica se consideran obsoletos en algunas latitudes, como el mecanismos de medición neta sencilla, y la aplicación de esquemas más novedosos no se han desarrollado a la fecha.

Transporte eléctrico	<p>Líder en la incorporación del transporte eléctrico</p>	<p>Desde el 2018, el país adoptó una ley de incentivos y promoción para el transporte eléctrico que ha sido catalogada por organismos regionales como exitosa.</p> <p>El Plan Nacional de Transporte Eléctrico ha permitido avanzar en regulación clave como estandarización, códigos, tarifas, estudios de impacto en las redes eléctricas, entre otros.</p> <p>El país cuenta con la red de recarga de vehículos eléctricos muy robusta y de alcance nacional que lo han posicionado como un líder regional en esta materia.</p>	<p>En áreas de gran interés como la electrificación del transporte público, el país apenas cuenta con proyectos piloto para la evaluación de la tecnología, en tanto países como Colombia se espera que, para el año 2022, estén en operación más 1.500 buses con esta tecnología, lo que les genera una ventaja competitiva en términos de posicionamiento y oferta de servicios asociados.</p>
Integración eléctrica regional	<p>Ampliar el liderazgo político y comercial de Costa Rica en el MER</p>	<p>Costa Rica se ha posicionado, en los últimos años, como uno de los principales exportadores de energía en el MER. Además, el país cuenta con plantas de generación renovable que podrían prestar servicios auxiliares al MER.</p> <p>La Asamblea Legislativa tramita un proyecto de ley que permitirá mayores actores del SEN como agentes en el MER.</p>	<p>La denuncia del Tratado del MER por parte de Guatemala pone en riesgo la operación del mercado regional en el mediano plazo.</p> <p>La entrada en operación de plantas de generación firme de gas natural en El Salvador y Nicaragua (principales compradores del MER) reducirá los intercambios de energía en el mercado, reduciendo las posibilidades de exportación por parte de Costa Rica.</p>

<p style="text-align: center;">Hidrógeno verde</p>	<p style="text-align: center;">Destino para la producción de hidrógeno verde</p>	<p>Costa Rica cuenta con un suministro eléctrico casi 100% renovable, por lo que resulta muy atractivo aprovechar esta condición para atraer compañías interesadas en la producción de hidrógeno verde que requiere un suministro eléctrico completamente renovable.</p> <p>En el año 2021, se publicó una política para el aprovechamiento de excedentes del SEN para la producción de hidrógeno verde.</p> <p>La posición geográfica de Costa Rica y la facilidad para acceder a puestos en el océano Pacífico y el mar Caribe constituyen una ventaja competitiva para acceder a los principales mercados del hidrógeno verde ubicados en Asia, Europa y Estados Unidos.</p>	<p>El tamaño del SEN (3.4 GW de capacidad instalada) es pequeño en comparación con la escala de generación eléctrica requerida para hacer viable la producción de hidrógeno verde en el corto y mediano plazo, por la escala requerida para que sea competitivo en términos de precio y flujo de transporte.</p> <p>La generación eléctrica opera en un mercado regulado con el ICE como comprador único, lo que limita la instalación de plantas eléctricas por parte de terceros dedicadas exclusivamente a la producción de hidrógeno verde, como opera en otros países.</p> <p>En Costa Rica, el precio de la electricidad es regulado, lo que representa un desafío para dar certeza a los inversionistas sobre el precio futuro de la energía.</p> <p>A la fecha, no se cuenta con un marco jurídico claro que establezca las bases mínimas de regulación para la producción de hidrógeno verde, ni una política pública clara sobre el tema; aunque ambos instrumentos se encuentran en trámite legislativo y elaboración por parte del Poder Ejecutivo.</p>
---	---	---	---

Capítulo 5. Lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética

El objetivo de este TFIA es proponer lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética, que contribuyan a la consecución de los objetivos de la política doméstica en esta materia y fortalezcan el posicionamiento internacional del país en la promoción del desarrollo sostenible. En este capítulo, se desarrollan los objetivos estratégicos, áreas temáticas y acciones de política doméstica y política exterior propuestas para la internacionalización de la política energética de Costa Rica tras la entrada en vigor del Acuerdo de París.

De acuerdo con Rana (2011), la toma de decisiones en la formulación de la política exterior está determinada por tres elementos principales: recolección de información, análisis, consolidación de la información y presentación de alternativas. Por lo que propone una matriz de análisis sobre la toma de decisiones que contempla: el tema en cuestión, partes interesadas, evolución prevista del tema, implicaciones para el país o más extensas. Por lo que, para la propuesta de lineamientos estratégicos de política exterior, se adopta este enfoque metodológico, pues brinda los elementos que pueden ser de mayor relevancia para los tomadores de decisiones que analizarán esta propuesta.

Contexto para una política exterior en materia energética

La energía es vital para la sociedad, por lo tanto, un asunto de Estado. El crecimiento económico y poblacional vaticinan que la demanda de energía continuará creciendo a una tasa anual superior al 1%, lo que representa un desafío para los Estados. En primer lugar, porque el 80,9% del consumo energético proviene de tres fuentes: petróleo, carbón y gas natural. Las reservas probadas de estos recursos se ubican en un puñado de países, y el nivel de consumo es superior a la tasa de nuevos descubrimientos; por lo que es posible concluir que dichas reservas se encuentran en franco decrecimiento.

Consecuentemente, los Estados tienen la responsabilidad de asegurar la disponibilidad ininterrumpida de energía, pues no hacerlo pone en riesgo su

seguridad; pero no todos tienen acceso en sus territorios a estos recursos. Por ende, la política energética tiene intrínseca una dimensión transfronteriza y los Estados deben condicionar su comportamiento. Las teorías realistas de las RRII han concluido, incluso, que la capacidad de poseer recursos energéticos determina la posición relativa de los Estados en el sistema internacional. Con el propósito de garantizar la seguridad energética, la política exterior juega un papel preponderante, no solo por las características propias de la oferta y demanda de energía, sino en especial porque cada vez más factores internacionales intervienen en la agenda energética, y porque cada vez es más complejo separar la frontera entre lo doméstico y lo exterior.

Históricamente, las relaciones energéticas entre Estados han estado marcadas por la relación entre grandes productores y consumidores de energía, lo que algunos autores han denominado diplomacia energética o diplomacia del petróleo, ejercida principalmente por grandes países o productores de hidrocarburos. Sin embargo, cada vez son más los Estados pequeños que participan en estas discusiones. Además, la agenda del desarrollo sostenible, enmarcada principalmente por los ODS y el Acuerdo de París, le ha dado a la política energética un rol más preponderante e inclusivo en la esfera internacional.

La política exterior en materia energética no se circunscribe únicamente al campo de la guerra como ha sido abordado por la mayoría de las investigaciones académicas sobre este campo. Existe un conjunto de instrumentos más allá de la acción militar, como el comercio internacional, la inversión extranjera, la cooperación internacional, la integración regional, los mercados o la diplomacia corporativa.

Adicionalmente, el sector energético también afronta un proceso de transición, enmarcado por la necesidad de reducir emisiones, diversificar las fuentes de energía para mejorar la seguridad de los Estados y la transformación tecnológica que ha hecho económicamente viable la producción de energía con otras fuentes. En dicha transición energética, existen al menos ocho temáticas identificadas: incorporación de energías renovables, acceso, eficiencia, digitalización, generación distribuida y almacenamiento, transporte eléctrico, integración regional e hidrógeno

verde. Para cada una de estas temáticas, se identificó un conjunto de oportunidades de acuerdo con las principales necesidades o compromisos de los países. Asimismo, se identificaron amenazas que pretenden nutrir las acciones para que cada una de estas materias se desarrolle en el marco de los lineamientos estratégicos de política exterior.

A manera general, se puede concluir que la demanda por conocimientos y experiencias prácticas en temas como integración de fuentes renovables variables, de manera competitiva y que no pongan en aprietos la seguridad de los sistemas eléctricos, constituye la principal demanda de conocimiento en el futuro cercano. Aunque Costa Rica posee un porcentaje de generación renovable, en países desarrollados como pocos en el mundo, la incorporación de fuentes renovables variables como solar y eólica en mayor escala le restan ventaja en comparación con otras jurisdicciones. Sin embargo, sí se identificaron fortalezas en materia de modelación y pronóstico de este tipo de fuentes, así como en el desarrollo de obras de transmisión, aunque no se vislumbran en el portafolio existente de cooperación técnica y venta de servicios.

En términos geográficos, el país debe apostar por incrementar sus relaciones bilaterales en estas materias con países líderes como China, Alemania o Estados Unidos; a la vez que tiene la oportunidad de brindar su experiencia y servicios en regiones como Centroamérica y el Caribe. En esa tarea, se requiere mayor planificación estratégica, agresividad, acompañamiento y socios comerciales para concretar las oportunidades que se presenten.

En el caso de Costa Rica, se evidenció que la política exterior ha girado en torno a la promoción de la sostenibilidad y las negociaciones internacionales en materia de cambio climático. Este mandato está expreso tanto en las prioridades del PNDIP como en los ejes de trabajo del MREC; en consecuencia, la política exterior de Costa Rica de los últimos años ha tenido este eje como principal temática. En términos de la política doméstica, también se evidencia un alineamiento con los temas relacionados a la sostenibilidad, pues se definió como la orientación central de la política energética de largo plazo, priorizando incluso sobre otras áreas como la seguridad o la asequibilidad. En el ejercicio de estas

aspiraciones, la política doméstica está enmarcada por el Plan Nacional de Energía, el Plan Nacional de Descarbonización, así como las Estrategias de Transporte Eléctrico o Redes Inteligentes.

Análisis de partes interesadas

En la formulación y ejecución de política exterior, es relevante considerar a las partes interesadas y afectados. En la matriz de análisis para la toma de decisiones, (Rana, 2011, p. 171) recomienda considerar una gama amplia de partes interesadas, considerando las más obvias y las menos visibles, para tener una mejor comprensión de los choques y convergencias de intereses que estén en la raíz del problema o asunto a tratar. En la siguiente tabla, se realiza un análisis de los principales actores, grado de interés, poder de influencia y principales intereses en el marco de una formulación de política exterior en materia energética.

Tabla 3. Análisis de partes interesadas para la definición de lineamientos estratégicos para una política exterior en materia energética

Organización	Interés (1-10)	Influencia (1-10)	Principal interés
Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto (MREC)	10	10	La promoción del desarrollo sostenible y la coordinación y representación política en las negociaciones ambientales internacionales.
Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)	8	9	Garantizar los objetivos del sector energético definidos en la política doméstica.
Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)	9	10	Ampliar la venta de servicios profesionales en el exterior para generar nuevos ingresos.
Cámara de Empresas de Distribución de Energía y Telecomunicaciones (CEDET)	6	6	Explorar la venta de servicios profesionales en el exterior para generar nuevos ingresos y lograr un espacio para participar en el MER.
Agencia de Promoción de Inversión de Costa Rica (CINDE)	5	7	Atraer inversión extranjera a Costa Rica en el sector energético.
Asociación Costarricense de Productores de Energía (ACOPE)	4	5	Ampliar la participación del sector privado en la generación eléctrica en Costa Rica y lograr un espacio para ampliar su participación en el MER.

Alianza por el Hidrógeno	8	5	Convertirse en un mecanismo de coordinación del ecosistema del hidrógeno en Costa Rica, cuantificar los beneficios del hidrógeno en el país.
Cámara Costarricense de Generación Distribuida	2	1	Formar e impulsar el uso de las energías limpias y accesibles a la población costarricense.
Organismos internacionales	8	6	Apoyar a Costa Rica en la concesión de sus objetivos energéticos y ambientales. Ampliar el financiamiento a Costa Rica utilizado en el sector energético del país. Fomentar el intercambio de experiencias en la transición energética de los países.
Consejo Director del Mercado Eléctrico Regional	2	4	Funcionar como mecanismos de articulación política para la consolidación del MER.

Propuesta de lineamientos estratégicos para una política exterior en materia energética

Para los efectos de este TFIA, la política exterior en materia energética se entiende como el conjunto de planes y políticas que emplean los Estados, a través de la interacción internacional, con el fin de garantizar los objetivos del sector energético definidos en la política estatal para asegurar la seguridad nacional e internacional, por medio de un papel más influyente del Estado en el ámbito internacional.

Por lo tanto, el objetivo propuesto para una política exterior del país en materia energética es **contribuir a la consecución de los objetivos de la política energética de Costa Rica y ampliar la influencia del país en la escena regional e internacional en materia ambiental y energética, promoviendo la venta de servicios y el intercambio de experiencias de acuerdo con los lineamientos estratégicos adoptados para tal fin.** En la

Tabla 4, se muestra el detalle de los lineamientos estratégicos para alcanzar este objetivo.

Tabla 4. Propuesta de lineamientos estratégicos para una política exterior de Costa Rica en materia energética

Lineamiento estratégico	Instrumentos de política exterior	Acciones
Posicionar a Costa Rica como laboratorio del mundo para la descarbonización de la economía	Diplomacia multilateral Diplomacia bilateral Cooperación técnica	Construir, en conjunto con las partes interesadas nacionales, una propuesta más específica sobre el significado de posicionar a Costa Rica como laboratorio para la descarbonización.
Atracción de inversión para el desarrollo de plantas de generación eléctrica renovable	Diplomacia económica	Coordinar con el MINAE, ICE y CINDE, una oferta para la atracción de inversionistas extranjeros interesados en someter a consideración del ICE proyectos de generación eléctrica que cumplan con la normativa nacional. Dar seguimiento al proyecto de Ley 22601 para la eliminación de barreras a la inversión extranjera en el sector eléctrico.
Promover la venta de servicios del ICE y otras empresas del país en temáticas asociadas a la transformación energética: ingeniería, construcción, asesoría técnica.	Diplomacia económica Cooperación técnica Diplomacia corporativa	Ajustar el portafolio de venta de servicios y la oferta de cooperación técnica del ICE de acuerdo con los resultados de este TFIA. Identificar capacidades en las empresas municipales, cooperativas de electrificación rural y el sector privado para consolidar un portafolio de servicios nacional en materia energética. Desarrollar una metodología para que las embajadas de Costa Rica contribuyan a la identificación de oportunidades de venta de productos y servicios asociados a la transformación energética. Fortalecer las capacidades organizacionales y del personal nacional para la venta de servicios de transformación energética en el

		<p>exterior, así como consolidar una oferta de diplomacia corporativa.</p> <p>Identificar potenciales socios estratégicos que le permitan a las empresas públicas costarricenses superar las barreras que les impiden tener una mayor participación de ventas de servicios en el extranjero, como experiencia internacional comprobada, capital de riesgo, elaboración de ofertas, conocimiento del mercado, capacidades idiomáticas, entre otros.</p> <p>Iniciar un acercamiento estratégico hacia la región del Caribe posicionando una oferta de servicios de transición energética.</p>
<p>Promover el intercambio de conocimientos y atracción de inversión extranjera para el desarrollo de nuevos modelos de negocio asociados a la digitalización de la energía y los recursos energéticos distribuidos</p>	<p>Diplomacia económica</p> <p>Cooperación técnica</p>	<p>Identificar países socios o interesados en compartir experiencias y transferencia tecnológica en digitalización de la energía.</p> <p>Promover el intercambio de experiencias en redes inteligentes e implementación de políticas públicas para la digitalización de la energía.</p> <p>Dar seguimiento a la implementación de la Ley 10086 sobre recursos energéticos distribuidos para identificar potenciales oportunidades de atracción de inversión en áreas como almacenamiento de energía, gestión de demanda y otros.</p>
<p>Posicionar a Costa Rica como un líder regional en la implementación de políticas públicas para la incorporación del transporte eléctrico</p>	<p>Diplomacia económica</p> <p>Diplomacia corporativa</p>	<p>Promover el intercambio de experiencias internacionales en la electrificación del transporte, especialmente del transporte masivo y de carga.</p> <p>Identificar potenciales socios estratégicos para desarrollar la industria de la manufactura y el ensamble de vehículos eléctricos en Costa Rica.</p> <p>Atraer cooperación técnica no reembolsable para el desarrollo de proyectos piloto en Costa Rica, especialmente del transporte masivo y de carga.</p> <p>Identificar potenciales socios estratégicos para el desarrollo de proyectos de electrificación del transporte público y de carga.</p>
<p>Ampliar el liderazgo político y comercial de Costa Rica en el MER</p>	<p>Diplomacia multilateral</p> <p>Diplomacia bilateral</p>	<p>Dar seguimiento al proyecto de Ley 22561 que autoriza a las empresas privadas de generación eléctrica para la venta de energía en el Mercado Eléctrico Regional.</p>

<p>Promover la atracción de inversiones para la generación de hidrógeno verde</p>	<p>Diplomacia económica</p>	<p>Identificar empresas interesadas en instalarse en Costa Rica para el desarrollo de la industria de hidrógeno verde.</p> <p>Identificar potenciales mercados para la exportación del hidrógeno y formalizar acuerdos estratégicos para asegurar una futura demanda al hidrógeno verde que se pueda producir en Costa Rica.</p> <p>Fomentar el intercambio internacional de experiencias en el desarrollo de la industria del hidrógeno verde.</p>
--	-----------------------------	---

Implicaciones esperadas para Costa Rica

La política exterior y la política ambiental de Costa Rica tienen un estrecho vínculo. En el marco de la política ambiental, especialmente con la adopción del Acuerdo de París que es, en esencia, un acuerdo sobre energía, esta temática ocupa cada vez más preponderancia en la agenda multilateral del desarrollo. En la medida en la que Costa Rica logre posicionarse como laboratorio para la descarbonización de la economía, permitirá potenciar las oportunidades y lineamientos estratégicos identificados en este TFIA.

Por otra parte, ampliar la venta de productos y servicios en temas vinculados a la transformación energética, como la incorporación de fuentes renovables, le permitirá al ICE y otras entidades generar ingresos adicionales. En el caso del Instituto, por ejemplo, la reducción de la demanda eléctrica y la capacidad de satisfacer las necesidades del país con la capacidad existente ha generado una disminución en la cantidad de nuevos proyectos de generación. El desarrollo continuo de proyectos le había permitido a la entidad garantizar la retención de personal clave.

En la medida en la que se amplíe la venta de servicios por medio de un acompañamiento de la diplomacia económica, se generarán nuevos ingresos que permitan retener personal clave con experiencia y conocimiento necesario. Por otra parte, la desaceleración de la demanda eléctrica ha ocasionado una disminución de los ingresos a las empresas del sector eléctrico, por lo que alcanzar un mayor nivel de ingresos a nivel regional o internacional permitirá generar ingresos adicionales

que contribuyan a la sostenibilidad financiera del sector.

Una de las prioridades de la política energética es la necesidad de acceder al intercambio de conocimiento aplicado y tecnologías en áreas novedosas, como generación distribuida, almacenamiento de energía, hidrógeno verde, digitalización de redes o transporte eléctricos. En tanto, la política exterior pueda convertirse en un facilitador del acceso al conocimiento o experiencias exitosas de otros países, la política energética de Costa Rica podrá evolucionar más rápido hacia la adopción de nuevas tecnologías.

En el caso del hidrógeno verde, si el país logra posicionarse como un destino atractivo de inversión para promover la industria, no solo se espera que se genere mayor crecimiento económico, empleo y encadenamientos productivos. Adicionalmente, le puede permitir al país consolidar una oferta local competitiva que facilite la transición de la economía local a un mayor uso de esta fuente, en línea con los objetivos de descarbonización del país.

Además, en tanto se logre consolidar el MER con mejores regulaciones, mayor capacidad de transmisión y un respaldo político sólido, le puede permitir al país reactivar la industria de la generación eléctrica que se ha visto impactada por la desaceleración de la demanda local. Así mismo, mientras el MER opere de forma óptima, el país cuenta con un respaldo energético adicional para la incorporación de mayores fuentes renovables variables, al mismo tiempo que consolida su seguridad energética.

Capítulo 6. Conclusiones generales, limitaciones y sugerencias para trabajos futuros

Una de las principales limitaciones que enfrentó este TFIA es la poca producción científica que existe en el país sobre la política exterior y la política energética. Más allá de las políticas públicas, existe muy poco o nulo análisis independiente sobre estas. Otra de las limitaciones es el poco acceso a información pública sobre las prioridades de la política exterior de Costa Rica, más allá de la página web y las memorias institucionales del MREC.

Además, se identificó que no se cuenta con metodologías y procedimientos claros para la formulación de la política exterior en áreas específicas. La diplomacia está en un profundo proceso de cambio en el que se hace cada vez más relevante la vinculación con aspectos de la política doméstica; y la ausencia de métodos claros para integrar ambas esferas es una debilidad de la política exterior costarricense. Como señala Rana (2011), la forma como se procesa y analiza la información para la formulación de la política exterior depende del sistema y sus procedimientos; cuanto más fuerte es la organización, mejores son sus métodos y mejor es la forma en que moviliza sus activos para este propósito, para un análisis tan holístico y completo como sea posible.

La conclusión más importante de este TFIA es que la política energética de Costa Rica es un elemento diferenciador en la escena internacional, pero la falta de innovación y avance en temas de vanguardia podría debilitar esta posición frente a otros países con avances más prominentes en temas de actualidad. El trabajo partió de una hipótesis en la que se asumió que la generación casi 100% renovable de Costa Rica constituye una ventaja competitiva.

Esta aseveración es cierta, pues el país se encuentra entre los pocos que ha alcanzado este nivel de penetración de fuentes, razón por la cual el suministro eléctrico cuenta con un factor de emisión de CO₂ que corresponde con las metas del Acuerdo de París. Sin embargo, el análisis más detallado de las tendencias internacionales demostró que este aspecto no es suficiente para estar a la vanguardia de la política energética internacional. Si bien el desarrollo y experiencia

en fuentes renovables tradicionales como la hidroeléctrica y la geotérmica continúan vigentes ante la necesidad de recursos estables y de respaldo para la incorporación de fuentes variables, el país requiere fomentar más innovación y desarrollo, así como acelerar la adopción de nuevas prácticas.

Se requiere incrementar la experiencia en la incorporación de fuentes renovables variables, así como adoptar políticas públicas que permitan acelerar la experiencia en esquemas disruptivos de generación de energía que están generando la mayor demanda de conocimiento y experiencia a nivel internacional, como el almacenamiento de energía a nivel de la red, la operación integrada de la oferta y demanda eléctrica, ciberseguridad, utilización de datos y herramientas tecnológicas para el desarrollo de nuevos esquemas de negocio, entre otras.

El nivel de innovación y las debilidades encontradas en este análisis podrían estar vinculadas con las características del sistema eléctrico y la regulación del sector energía de Costa Rica. La importación de combustibles y el aprovisionamiento de electricidad son servicios públicos regulados, que operan en monopolio o monopsonios públicos. Aunque estas empresas han incorporado en su planificación estratégica la adopción de nuevos modelos de negocio, su desarrollo continúa siendo incipiente como para que pueda ser incorporado como un elemento diferenciador en el ámbito regional o internacional.

Adicionalmente, la participación del sector privado en el sector energético está circunscrita a espacios específicos; y en algunas áreas, como la generación de electricidad, cuenta con barreras importantes como las cuotas de participación o de estructura de capital analizadas anteriormente. Es decir, el modelo eléctrico y de distribución de combustibles es restrictivo para el aprovechamiento pleno que presentan las oportunidades de internacionalización de la política energética.

Asimismo, el concepto de Costa Rica como laboratorio de la descarbonización que ha funcionado como orientador de la política exterior en materia ambiental no cuenta con una visión aterrizada en términos de ofertas que pueda ser utilizada por el servicio exterior de Costa Rica de manera más proactiva. Por esa razón, se recomienda que las autoridades del MREC y el MINAE, en conjunto con otras partes interesadas, amplíen el concepto de Costa Rica como

laboratorio, para que las intervenciones de política exterior tengan mayor claridad sobre los objetivos y resultados esperados.

Por último, se recomienda a las autoridades nacionales analizar la evaluación y propuesta desarrollada en este TFIA, para que, en complemento con la generación de conocimiento y experiencia más detallada que puedan tener, se complementen las acciones con países, organismos y entidades específicas a las que el servicio exterior se pueda abocar para cumplir con los objetivos propuestos. Adicionalmente, fortalecer las capacidades, tanto del personal del MREC como de las otras instituciones involucradas, para que el país pueda continuar posicionándose en la escena internacional como un referente en la transformación energética.

Bibliografía

- Aleklett, K. (2012). *Peeking at Peak Oil*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3424-5>
- Bansal, R. (2017). *Handbook of Distributed Generation: electric power technologies, economics and environmental impacts*.
- BCCR. (2017). *Cuenta de energía y emisiones 2011-2015*. B. C. d. C. R. (BCCR). https://www.bCCR.fi.cr/indicadores-economicos/DocCuentaEnergia/Cuenta_Energia_2011_2015.pdf
- Bolaños, R. (2021). Las tres razones por las que Guatemala deja el Mercado Eléctrico Regional. <https://www.eleconomista.net/actualidad/Las-tres-razones-por-las-que-Guatemala-deja-el-Mercado-Elctrico-Regional-20210720-0015.html>
- BP. (2021). *Statistical Review of World Energy 2020*. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>
- CEPAL. (2018). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Costa Rica*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44285/1/S1800543_es.pdf
- CEPAL. (2020). *Estadísticas de producción de electricidad de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA): datos preliminares a 2019*. Publicación de las Naciones Unidas.
- Cleveland, C. J., Morris, C. (2015). *Dictionary of Energy*. Elsevier.
- Colgan, J. D. (2013). *Petro-Aggression: When Oil Causes War*. Cambridge University Press.
- Costa-Campi, M. T. (2019). VII International Academic Symposium: Smart Energy Systems from a New Energy Policy Approach. <https://ieb.ub.edu/event/vii-international-academic-symposium/>
- Costa-Campi, M. T., Rio, P. d., Trujillo-Baute, E. (2017). Trade-offs in energy and environmental policy. *Energy Policy*, 104, 415-418. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.01.053>
- Coviello, M. F., Ruchansky, B. (2017). *Avances en materia de energías sostenibles en América Latina y el Caribe*.

- Ding, D., Vittorio, F. D., Lariau, A., Zhou, Y. (2021). *Chinese Investment in Latin America: Sectoral Complementarity and the Impact of China's Rebalancing*.
- Drezner, D. W. (2009). *Avoiding Trivia: the rol of strategic planning in America Foreign Policy*. Brookings.
- Du, P., Baldick, R., Tuohy, A. (2017). *Integration of Large Scale Renewable Energy into Bulk Power Systems*.
- Echevarria, C., Jesurun-Clements, N., Mercado, J., Trujillo, C. (2017). *Integración Eléctrica Centroamericana: génesis, beneficios y prospectiva del proyecto SIEPAC* (Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Issue.
- Elisha, F., Lin, R., Shah, S. (2021). *Opportunities for Achieving Universal Energy Access through the Energy Transition in the Least Developed Countries*. RMI.
- Erazo, O. G. (2012). Diplomacia, estrategia e internacionalización de la política energética de Brasil en Suramérica, 2000-2011. *Papel Político*, 17, 551 - 576.
- ESMAP. (2015). *Beyond connections: energy access redefined* (Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), Issue.
- Estado de la Nación. (2017). *Estado de la nación en desarrollo humano sostenible*.
- Evans, M. Building Energy Efficiency and the NDC. *Building Energy Efficiency and the National Determined Contributions*. <https://ndcpartnership.org/building-energy-efficiency-and-nationally-determined-contributions>
- Francesco, F. N., Julia, T., Seng, T. L., Iwona, B., Priti, P., Mairi, B., Aiduan, B., Catalina, S., Vanesa, C. B., Gabriel, A., Ben, M., & Yacob, M. (2018). Mapping synergies and trade-offs between energy and the Sustainable Development Goals. *Nature Energy*, 3(1), 10-15. <https://doi.org/10.1038/s41560-017-0036-5>
- GIZ. (2019). *Potencial de Expansión de Tecnologías Eficientes en Centroamérica (2019-2030)*. https://www.sica.int/documentos/potencial-de-expansion-de-tecnologias-eficientes-en-centroamerica-2019-2030_1_126168.html
- Goldthau, A., Witte, J. M. (2010). *Global energy governance: the new rules of the game*. Global Public Policy Institute & Brookings Institution Press.
- Harari, Y. (2015). *De animales a dioses: breve historia de la humanidad*. Random House Mondadori.
- Hinicio. (2021). *Análisis del mercado global de hidrógeno verde (H2V) y el potencial de participación de Costa Rica en dicho mercado y estimaciones asociadas a su impacto macroeconómico*. https://alianzaporelhidrogeno.cr/aph/wp-content/uploads/2021/12/211008_HINICIO_Estudio-Mercado-H2_Informe-

[Extendido.pdf?x27163](#)

- ICE. (2019a). *Índice de Cobertura Eléctrica 2019*. P. y. D. E. Proceso de Expansión del Sistema. <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/10261169-f251-465d-9b95-0b17c7baa49e/Índice+de+Cobertura+Eléctrica+2019.pdf?MOD=AJPERES&CVID=n1u6RVf>
- ICE. (2019b). *Plan de Expansión de la Generación Eléctrica 2018-2034*. Dirección Corporativa de Electricidad- Planificación y Desarrollo Eléctrico. <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/d91d6f4f-6619-4a2f-834f-6f5890eebb64/PLAN+DE+EXPANSION+DE+LA+GENERACION+2018-2034.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mleNZKV>
- ICE. (2020a). *Catálogo oferta de cooperación técnica Costa Rica 2021-2023*.
- ICE. (2020b). *Plan de Expansión de la Generación Eléctrica 2020-2035*. https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/741c8397-09f0-4109-a444-bed598cb7440/PLAN+DE+EXPANSIÓN+DE+LA+GENERACIÓN+ELÉCTRICA+2020-2035_compressed.pdf?MOD=AJPERES&CVID=nJADNyi
- ICE. (2021). *Generación y Demanda: informe anual 2020*. Instituto Costarricense de Electricidad - Centro Nacional de Control de Energía (CENCE). <https://apps.grupoice.com/CenceWeb/documentos/3/3008/13/Bolet%C3%A9n%20CENCE%202020.pdf>
- IEA. (2017). *Status of Power System Transformation 2017 - system integration and local grids*. IEA Publications. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/77a3086e-5cbd-424f-b06c-09ebae6abbfc/StatusofPowerSystemTransformation2017.pdf>
- IEA. (2019a). *World Energy Balances 2019 (2518-6434)*. International Energy Agency.
- IEA. (2019b). *World Energy Outlook 2019*. International Energy Agency.
- IEA. (2020). *World energy balances 2020: Overview*. International Energy Agency.
- IEA. (2021a). *Global EV Outlook 2021: Accelerating ambitions despite the pandemic*. International Energy Agency. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ed5f4484-f556-4110-8c5c-4ede8bcba637/GlobalEVOutlook2021.pdf>
- IEA. (2021b). *Greenhouse Gas Emissions from Energy: Overview*. <https://www.iea.org/reports/greenhouse-gas-emissions-from-energy-overview>
- IEA. (2021c). *Hydrogen in Latin America: From near-term opportunities to large-*

- scale development.* International Energy Agency.
https://iea.blob.core.windows.net/assets/65d4d887-c04d-4a1b-8d4c-2bec908a1737/IEA_HydrogeninLatinAmerica_Fullreport.pdf
- IEA. (2021d). *Renewables: analysis and forecast to 2026*. International Energy Agency.
- IEA. (2021e). *World Energy Balances: Overview*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview>
- IEA. (2021f). *World Energy Investment 2021*. International Energy Agency.
<https://iea.blob.core.windows.net/assets/5e6b3821-bb8f-4df4-a88b-e891cd8251e3/WorldEnergyInvestment2021.pdf>
- IEA. (2021g). *World Energy Outlook 2020*. International Energy Agency.
- IEA. (2021h). *World Energy Outlook 2021. World Energy Outlook*.
<https://doi.org/10.1787/14fcb638-en>
- IEA Hydropower. (2019). *Flexible hydropower providing value to renewable energy integration*. I. E. A.-T. C. P. o. Hydropower.
https://www.ieahydro.org/media/51145259/IEAHydroTCP_AnnexIX_White%20Paper_Oct2019.pdf
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: Climate Change 2021 The Physical Science Basis*. I. P. o. C. Change.
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf
- IRENA. (2016). *Unlocking Renewable Energy Investment: The Role of Risk Mitigation and Structured Finance*. International Renewable Energy Agency.
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_Risk_Mitigation_and_Structured_Finance_2016.pdf
- IRENA. (2017). *REthinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation*. International Renewable Energy Agency.
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/IRENA_REthinking_Energy_2017.pdf
- IRENA. (2019a). *NDCS 2020: Advancing renewables in the power sector and beyond*. International Renewable Energy Agency. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Dec/IRENA_NDCs_in_2020.pdf
- IRENA. (2019b). *Regional Markets: innovation landscape brief*. International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/>

[/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Feb/IRENA_Regional_market_s_Innovation_2019.pdf?la=en&hash=CEC23437E195C1400A2ABB896F814C807B03BD05](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Feb/IRENA_Regional_market_s_Innovation_2019.pdf?la=en&hash=CEC23437E195C1400A2ABB896F814C807B03BD05)

- IRENA. (2019c). *Renewable power-to-hydrogen: innovation*. International Renewable Energy Agency. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Power-to-Hydrogen_Innovation_2019.pdf
- IRENA. (2020). *Global Renewables Outlook: Energy Transformation 2050*. International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020>
- IRENA. (2021a). *Renewable Energy Statistics 2021*. International Renewable Energy Agency. <https://irena.org/publications/2021/Aug/Renewable-energy-statistics-2021>
- IRENA. (2021b). *Renewable Power Generation Costs in 2020*. International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2020>
- IRENA. (2021c). *World Energy Transitions Outlook: 1.5C pathway*. International Renewable Energy Agency. <https://irena.org/publications/2021/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook>
- IRENA. (2022). *Geopolitics of the Energy Transformation: the hydrogen factor*. International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/publications/2022/Jan/Geopolitics-of-the-Energy-Transformation-Hydrogen>
- Jones, L. E. (2017). *Renewable Energy Integration: Practical Management of Variability, Uncertainty, and Flexibility in Power Grids*.
- Kalicki, J. H., Goldwyn, D. L. (2005). *Energy & Security: towards a new foreign policy strategy*.
- Katusa, M. (2014). *The Colder War*. John Wiley & Sons Inc.,.
- Klare, M. (2008). *Rising Powers, Shrinking Planet: how scarce energy is creating a new world order*.
- Krishna-Hensel, S. F. (2012). *New Security Frontiers*. <https://doi.org/10.4324/9781315598109>
- Lawrence E. Susskind, Saleem H. Ali. (2017). *Environmental Diplomacy: negotiating more effective global agreements*. Oxford University Press.

- López, A. (2021). Los retos de la política exterior costarricense | Teletica. https://www.teletica.com/de-la-a-a-la-z/los-retos-de-la-politica-exterior-costarricense_305269
- Luft, G., & Korin, A. (2009). *Energy Security Challenges for the 21st Century: A Reference Handbook*.
- Lv, P., Spigarelli, F. (2015). The integration of Chinese and European renewable energy markets: The role of Chinese foreign direct investments. *Energy Policy*, 81(c), 14-26. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.01.042>
- Mansouri, S. A., Ahmarinejad, A., Javadi, M. S., Nezhad, A. E., Shafie-Khah, M., & Catalão, J. P. S. (2021). Distributed Energy Resources in Local Integrated Energy Systems. 279-313. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-823899-8.00011-x>
- Masson, M., Ehrhardt, D., Lizzio, V. (2020). *Sustainable energy paths for the Caribbean*.
- McKinsey. (2018). *The Digital Utility: new challenges, capabilities, and opportunities*.
- MINAE. (2011). *VI Plan Nacional de Energía 2012-2030*. Ministerio de Ambiente y Energía.
- MINAE. (2015). *VII Plan Nacional de Energía (2015-2030)* (Ministerio de Ambiente y Energía, Issue. Ministerio de Ambiente y Energía. <https://minae.go.cr/recursos/2015/pdf/VII-PNE.pdf>
- MINAE. (2019a). *Plan Nacional de Descarbonización*. Ministerio de Ambiente y Energía. <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/02/PLAN.pdf>
- MINAE. (2019b). *Plan Nacional de Transporte Eléctrico*. Ministerio de Ambiente y Energía. <https://sepse.go.cr/documentos/PlanTranspElect.pdf>
- MINAE. (2021). *Estrategia Nacional de Redes Inteligentes*. Ministerio de Ambiente y Energía. <https://sepse.go.cr/wp-content/uploads/2021/08/ENREI-FINAL.pdf>
- Mintz, A., Jr, K. D. (2010). *Understanding Foreign Policy Decision Making*. Cambridge University Press.
- Morse, E. L. (2014). *Welcome to the Revolution: Why Shale Is the Next Shale*. 1 - 246.
- MREC. (2019). *Memoria Institucional 2018-2019*. Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto. <https://www.rree.go.cr/files/includes/files.php?id=1583&tipo=documentos>

- Murillo, C. (2012). *Política exterior, hegemonía y estados pequeños: el caso de los países centroamericanos y bálticos*. Editorial Universitaria, Universidad de Guadalajara.
- Murillo, C. (2019). *Relaciones exteriores de Costa Rica, 2017-2019: un periodo de incertidumbres y vaivenes*. P. E. d. L. Nación. https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/7829/Murillo_2019_Relaciones_Exteriores.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Nangia, R. (2019). Securing Asia's energy future with regional integration. *Energy Policy*, 132, 1262-1273. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.007>
- Neack, L. (2008). *The New Foreign Policy: Power Seeking in a Globalized Era*.
- OCDE. (2020). *Estudios Económicos de la OCDE Costa Rica 2020*. O. p. I. C. y. e. D. Económico.
- OECD, I. (2016a). *Re-powering Markets*. I. Publications. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/4452f4ea-59d0-497b-8736-069b4cb39851/REPOWERINGMARKETS.pdf>
- OECD, I. (2016b). *World Energy Outlook 2016*. IEA Publishing.
- OECD, I. (2017a). *Digitalization and Energy*. IEA Publications. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/b1e6600c-4e40-4d9c-809d-1d1724c763d5/DigitalizationandEnergy3.pdf>
- OECD, I. (2017b). *Getting Wind and Sun onto de Grid*. IEA Publications,. https://iea.blob.core.windows.net/assets/1b5de86e-4499-4ae7-84b6-948bc2ca2759/Getting_Wind_and_Sun.pdf
- OECD, I. (2017c). *World Energy Outlook 2017*. IEA Publications.
- ONU Ambiente. (2017). *Movilidad eléctrica: oportunidades para Latinoamérica*. Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- Oseni, M. O., Pollitt, M. G. (2016). The promotion of regional integration of electricity markets: Lessons for developing countries. *Energy Policy*, 88, 628-638. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.09.007>
- Pascual, C., Elkind, J. (2010). *Energy security: economics, politics, strategies and implications*.
- Petric, E. (2013). *Foreign Policy: From Conception to Diplomatic Practice*.
- PNUMA. (2021). *Movilidad eléctrica: avances en América Latina y el Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://moveLATAM.org/4ta-edicion/>

- Porras, R. (2022, 9/03/2022). [Interview].
- Rana, K. S. (2011). *21st Century Diplomacy: a Practitioner's Guide*. The Continuum International Publishing Group.
- REN21. (2020). *Renewables 2020: Global Status Report*. REN21 Secretariat. https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf
- Rodríguez, C., Palomo, N. (2015). Diplomacia energética: o papel do petróleo na política externa dos Estados Unidos. *Revista Científica General José María Córdova*, 14(17).
- Salazar, R. (2013). Reformar el marco jurídico para promover la generación distribuida de electricidad con energías renovables. *Ambientico*, 17-24.
- Santos, T. (2021). Regional energy security goes South: Examining energy integration in South America. *Energy Research & Social Science*, 76, 102050. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102050>
- Santos Vieira de Jesus, D. (2013). Lighting the Fire: Brazil's Energy Diplomacy, 2003–2010. *Diplomacy & Statecraft*, 24(3), 499-515. <https://doi.org/10.1080/09592296.2013.817936>
- Scholten, D. (2018). *The Geopolitics of Renewables*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-67855-9>
- Sen, A., Nepal, R., Jamasb, T. (2016). *Reforming Electricity Reforms? Empirical Evidence from Asian Economies* (Oxford Institute for Energy Studies, Issue).
- Silva, S. T. d., Dias, G. P. (2020). *Energy Efficiency in Developing Countries: policies and programs*. <https://doi.org/10.4324/9780429344541-10>
- Sioshansi, F. P. (2016). *Future of Utilities – Utilities of the Future*. Elsevier.
- Smil, V. (2010). *Energy Transitions: History, Requirements, Prospects*.
- Steinbacher, K., Röhrkasten, S. (2019). An outlook on Germany's international energy transition policy in the years to come: Solid foundations and new challenges. *Energy Research & Social Science*, 49, 204-208. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.10.013>
- The Economist. (2021). Creating the new hydrogen economy is a massive undertaking. <https://www.economist.com/briefing/2021/10/09/creating-the-new-hydrogen-economy-is-a-massive-undertaking>
- Tricoire, J.-P. (2021). Why energy efficiency is the unsung hero of the fight against climate change. <https://www.weforum.org/agenda/authors/jean-pascal->

[tricoire](#)

- Ulibarri, E. (2017). *Costa Rica Global: pilares y horizontes de nuestra acción en el mundo*. Academia de Centroamérica.
- Vandyck, T., Keramidas, K., Saveyn, B., Kitous, A., Vrontisi, Z. (2016). A global stocktake of the Paris pledges: Implications for energy systems and economy. *Global Environmental Change*, 41, 46 - 63.
- World Bank. Regional Integration Overview: Development news, research, data | World Bank. <https://www.worldbank.org/en/topic/regional-integration/overview#1>
- World Bank. (2017). *State of electricity access report 2017*. World Bank. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/364571494517675149/pdf/114841-REVISED-JUNE12-FINAL-SEAR-web-REV-optimized.pdf>
- World Bank. (2019). *Acceso a la electricidad (% de población) - Latin America & Caribbean*. Retrieved 09/03/2022 from <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=ZJ>
- World Bank. (2021). *Tracking SDG7: the energy progress report 2021*.
- World Economic Forum. (2019). *The Global Competitiveness Report 2019*.
- World Energy Council. (2015). *2015 Energy Trilemma Index*. World Energy Council. <https://www.worldenergy.org/assets/downloads/20151030-Index-report-PDF.pdf>
- World Energy Council. (2017a). *World Energy Issues Monitor 2017*. World Energy Council. <https://www.worldenergy.org/assets/downloads/1.-World-Energy-Issues-Monitor-2017-Full-Report.pdf>
- World Energy Council. (2017b). *World Energy Trilemma 2017* (World Energy Council, Issue. <https://www.worldenergy.org/assets/downloads/Energy-Trilemma-Index-2017-Report.pdf>
- World Energy Council. (2021). *World Energy Issues Monitor 2021*. World Energy Council. https://www.worldenergy.org/assets/downloads/Issues_Monitor_2021-final.pdf?v=1615977568
- Xingang, Z., Tiantian, F., Lu, L., Pingkuo, L., Yisheng, Y. (2011). International cooperation mechanism on renewable energy development in China – A critical analysis. *Renewable Energy*, 36(12), 3229-3237. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.05.035>
- Xu, Q., Zhong, M., Li, X. (2022). How does digitalization affect energy? *International*

evidence. *Energy Economics*,
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105879>

105879.