

# EVALUACIÓN DEL ESTADO DE PREPARACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

# EL SALVADOR



A menos que se especifique lo contrario, el material de esta publicación puede usarse, compartirse, copiarse, reproducirse, imprimirse o almacenarse libremente, siempre que se reconozca adecuadamente a IRENA como fuente y titular de los derechos de autor. El material contenido en esta publicación que se atribuye a terceros puede estar sujeto a condiciones de uso y restricciones independientes, y deberán obtenerse los permisos adecuados de dichos terceros antes de hacer cualquier uso de ese material”.

### Cita de referencia:

ISBN: 978-92-9260-294-9

IRENA (2020), Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables: El Salvador, Agencia Internacional de Energías Renovables, Abu Dabi.

El reporte es traducido en base a “Renewables Readiness Assessment: El Salvador” ISBN: 978-92-9260-293-2 (2020). En caso de discrepancia entre esta traducción y el original en inglés, prevalecerá el texto en inglés.

### Acerca de IRENA

“La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés) es una organización intergubernamental que apoya a los países en su transición hacia un futuro energético sostenible y actúa como la principal plataforma de cooperación internacional, centro de excelencia y repositorio de conocimiento sobre políticas, tecnologías, recursos y conocimientos financieros de las energías renovables. IRENA promueve la adopción generalizada y el uso sostenible de todas las formas de energía renovable, entre ellas la bioenergía y las energías geotérmica, hidráulica, oceánica, solar y eólica para lograr el desarrollo sostenible, el acceso a la energía, la seguridad energética y la prosperidad y el crecimiento económicos bajos en carbono. [www.irena.org](http://www.irena.org)”

### Agradecimientos

El presente informe fue preparado por IRENA en estrecha colaboración con el Gobierno de la República de El Salvador, representado por la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) y el Consejo Nacional de Energía (CNE). Especial agradecimiento merecen otros tantos funcionarios, en particular los de la Compañía Eléctrica Cucumacayán (CECSA), la Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL), Geotérmica Salvadoreña (LaGeo), el Ministerio de Economía y la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET).

Este informe se benefició de los aportes de varios expertos, entre los que se destacan Víctor Hugo Ventura (CEPAL), Isabel Griesheim, Tatiana Orellana y Rigoberto Salazar (GIZ), Lorena Di Chiara (BID) y Medardo Cadena (OLADE). También contribuyeron con orientación y aportes valiosos colegas de IRENA, que incluyen a Arjun Guha, Carlos Fernandez, Imen Gherboudj, Jack Kiruja, Paul Komor, Rafael Ferreira (anteriormente de IRENA), Ricardo Gorini, Rodrigo Leme, Vanessa Interiano (anteriormente de IRENA) y Salvador Rivas (consultor).

### Autores contribuyentes:

José Torón (IRENA), Fabian Barrera (IRENA), Gürbüz Gönül (IRENA), Binu Parthan (IRENA), Chris Marshall (anteriormente de IRENA) y Juan Estrada (IRENA).

El informe está disponible para su descarga: [www.irena.org/publications](http://www.irena.org/publications)

Para obtener más información o proporcionar comentarios: [publications@irena.org](mailto:publications@irena.org)

### “Exención de responsabilidad

Esta publicación y el material que figura en ella se presentan en el estado en que se encuentran. IRENA ha tomado todas las precauciones razonables para verificar la fiabilidad del material presentado en esta publicación. Sin embargo, ni IRENA ni ninguno de sus funcionarios, agentes, proveedores de datos u otros contenidos de terceros ofrecen ninguna garantía, ya sea explícita o implícita, ni aceptan responsabilidad u obligación alguna por consecuencias derivadas del uso de la publicación o el material que contiene.

La información aquí contenida no representa necesariamente los puntos de vista de todos los miembros de IRENA. La mención de empresas específicas o ciertos proyectos o productos no significa que IRENA los respalde o recomiende con preferencia sobre otros de naturaleza similar que no estén mencionados. Las denominaciones empleadas y la presentación de material en la presente publicación no implican la expresión de ninguna opinión por parte de IRENA sobre la condición jurídica de ninguna región, país, territorio, ciudad o zona, ni de sus autoridades, ni en relación con la delimitación de sus fronteras o límites”.

Evaluación del Estado  
de Preparación de las  
Energías Renovables:

**EL SALVADOR**



## Prólogo

### del Presidente de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa

Desde hace 75 años, la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), se ha posicionado como referente en la generación de eléctrica en El Salvador, creando proyectos importantes de energía tanto hidroeléctrica como geotérmica, que han permitido por varios años, no sólo impulsar la economía sino mejorar la calidad de vida de millones de salvadoreños.

Desde su creación, CEL ha canalizado sus esfuerzos en el desarrollo del país a través de la energía, producida por cuatro centrales hidroeléctricas que cubren una amplia zona del territorio nacional. Estas centrales permitieron a lo largo de la historia, electrificar al país, dando pie a la industrialización de la nación y resultar en el constante crecimiento que vemos hoy.

A lo largo del tiempo, CEL ha creado programas que ayudan a la conservación del medio ambiente, mejorando los paisajes, cuidando los ecosistemas y desarrollando iniciativas sociales para potenciar las capacidades de los más vulnerables; principios que siempre deben tenerse en cuenta, a la hora de explorar y desarrollar nuevos proyectos energéticos sostenibles. CEL ha diversificado sus negocios permitiendo impulsar proyectos renovables tales como los geotérmicos, a través de su empresa LaGeo, la que se ha constituido como un referente internacional, capacitando a profesionales de países latinoamericanos que buscan explorar y promover este llamado “oro blanco”.

Bajo el gobierno del Presidente Nayib Bukele, CEL junto a sus empresas han tomado un rol clave, enfocándose en crear proyectos que permitan abaratar el precio de la energía eléctrica para el pueblo salvadoreño y dinamizar la economía, incluso en medio de la pandemia por COVID19. Es por ello que están trabajando en explorar, crear y potenciar la generación de energías renovables a través de proyectos geotérmicos, fotovoltaicos, eólicos e hidroeléctricos.

Un proyecto emblemático en curso es la construcción de la nueva central hidroeléctrica 3 de febrero, un proyecto eficiente y transparente, que permitirá inyectar más recursos a la matriz energética salvadoreña, además de beneficios adicionales que traerá como la generación de empleo y el desarrollo turístico, una vez esté terminado, producto del futuro embalse.

Los esfuerzos de CEL y demás instituciones en iniciar la transición energética, se ven claramente beneficiados por el apoyo de la Agencia Internacional para las Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés), con quien venimos trabajando desde hace algunos años de forma coordinada y sinérgica, lo que permitirá llevar a un mejor nivel, todos los esfuerzos que estamos desarrollando para el aprovechamiento de las energías renovables.

La Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables (RRA por sus siglas en inglés) en El Salvador, se constituye como un hito clave, que busca el surgimiento de nuevas iniciativas o instrumentos, que permitan el mejoramiento de las políticas públicas y regulaciones eficientes en materia energética, que den como resultado un ambiente propicio para el despegue definitivo y consistente de las energías renovables en El Salvador, incluso en medio de una pandemia.

En consecuencia, las recomendaciones van en la misma línea con la política energética del gobierno, que plantea un aumento en la inversión pública enfocada a proyectos de generación y explotación de nuevas fuentes de energía renovable y la revisión y recomposición de la matriz energética del país. Quiero aprovechar esta oportunidad para agradecer en nombre de nuestro Presidente y el gobierno de El Salvador, el valioso apoyo de IRENA en todo momento y el honor conferido a la República de El Salvador, de ejercer la Vicepresidencia de la Asamblea de IRENA en 2020.

**Daniel Alejandro Álvarez Campos**  
Presidente de la CEL  
República de El Salvador



# PRÓLOGO

## del Secretario Ejecutivo del Consejo Nacional de Energía

En El Salvador, los principales recursos renovables utilizados en la producción de energía eléctrica son geotérmicos e hidroeléctricos. Actualmente el uso de energías renovables variables para generación eléctrica está creciendo considerablemente; sin embargo, existe aún mucho más potencial de recursos renovables ya sea para producción de electricidad o usos directos. En este sentido y con el apoyo de la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA) se realizó el presente documento identificando las condiciones que permitan incrementar y ampliar el uso de la energía renovable en el territorio nacional.

La participación de múltiples actores del sector energético salvadoreño ha sido clave para identificar las necesidades prioritarias de acción, en sectores relevantes, como la agricultura, industria, turismo, salud y otros a través del aprovechamiento del recurso solar, geotérmico y biomasa, generando desarrollo económico descentralizado, beneficios ambientales y sociales en el corto, mediano y largo plazo.

El Salvador está alineado con los compromisos ambientales definidos en acuerdos internacionales. En uno de sus retos, la Política Energética de El Salvador pretende profundizar más en la transición energética lo cual garantizará beneficios a la población salvadoreña, tales como un suministro sostenible de energía, el fortalecimiento de nuestra economía y resiliencia al cambio climático.

El Consejo Nacional de Energía continúa trabajando en la actualización de marcos institucionales y normativos que propicien el óptimo aprovechamiento del potencial de los recursos autóctonos, y la implementación de tecnologías apropiadas de manera eficiente.

Reiteramos nuestro agradecimiento a IRENA, así como a todas las personas involucradas en la realización de la evaluación y reafirmamos nuestro compromiso para desarrollar iniciativas que permitan el despliegue de las energías renovables en todos los sectores y que posicionen a El Salvador como un referente importante en el uso de energías renovables.

**José Salvador Handal Candray**  
**Secretario Ejecutivo del Consejo Nacional de Energía**  
**República de El Salvador**



# Prólogo

del Director General  
de IRENA

La República de El Salvador, al igual que otros países de Centroamérica, la región de América Latina y el resto del mundo, enfrenta desafíos sanitarios y socioeconómicos sin precedentes ante la pandemia de COVID-19. Más allá de las medidas de recuperación a corto plazo, la respuesta nacional ha empezado a centrarse en medidas a más largo plazo, como garantizar la seguridad energética, alinear las inversiones nuevas con los compromisos climáticos y crear una economía resiliente.

La descarbonización del sector energético de El Salvador puede sentar las bases para un desarrollo socioeconómico, sostenible, de base amplia en los próximos años. Por ahora, la creciente demanda energía se sigue satisfaciendo, fundamentalmente, mediante importaciones de petróleo. Sin embargo, las energías renovables de procedencia autóctona empiezan a asumir un papel más destacado.

La nueva Política Energética Nacional 2020-2050 tiene por objeto diversificar la combinación energética de El Salvador y aprovechar el importante potencial de energía renovable del país. Al mismo tiempo, esta política destaca la necesidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar el impacto del cambio climático. Esto implica la adopción del almacenamiento de la energía, medidas de eficiencia, la digitalización y otras tecnologías innovadoras, así como promover las renovables más allá del sector eléctrico.

Esta Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables (RRA, por sus siglas en inglés), elaborada mediante un proceso consultivo de base amplia en estrecha cooperación con la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) y el Consejo Nacional de Energía (CNE), examina el sector energético de El Salvador de un modo holístico. El informe identifica acciones clave para ampliar el desarrollo de las energías renovables a corto y mediano plazo. Los debates con las partes interesadas también han realizado el intercambio de conocimientos y han impulsado la cooperación internacional para promover unas tecnologías de energías renovables limpias y autóctonas.

El informe examina la planificación y las operaciones, el marco normativo existente y los mecanismos de financiamiento que podrían ser necesarios para alcanzar las ambiciones nacionales a largo plazo relacionadas con las energías renovables. La evaluación subraya la función del mercado eléctrico centroamericano y la integración energética regional en curso, en línea con la iniciativa de IRENA del Corredor Centroamericano de Energía Limpia (CECCA, por sus siglas en inglés).

Desde 2011, casi cuarenta países, repartidos entre América Latina y el Caribe, África, Oriente Medio, Asia y el Pacífico, han realizado RRA, intercambiando conocimientos e impulsando la cooperación internacional para acelerar la implementación de las renovables. Cada proceso ha estado liderado por el país e IRENA ha proporcionado experiencia técnica y ha destacado las percepciones regionales y globales, y también ha facilitado las consultas con las partes interesadas nacionales.

IRENA desea agradecer a la CEL, el CNE y todas las instituciones salvadoreñas del sector de la energía su aportación y su colaboración, que han sido esenciales. También agradecemos las valiosas contribuciones de los numerosos organismos gubernamentales y partes interesadas nacionales. Esperamos trabajar con todos ellos, así como con las instituciones regionales y los socios para el desarrollo, para transformar estas recomendaciones en iniciativas prácticas sobre el terreno que promuevan las renovables como un elemento clave para el desarrollo socioeconómico sostenible y equitativo.

Espero sinceramente que este informe y sus recomendaciones refuercen la apuesta de El Salvador por las renovables y la mejora de la acción climática. IRENA está lista para ayudar a en la transición del país hacia un futuro energético sostenible.

**Francesco La Camera**  
Director General de IRENA

# Índice

---

<b>Figuras</b>	<b>9</b>
<b>Tablas</b>	<b>9</b>
<b>Recuadros</b>	<b>9</b>
<b>Abreviaturas y acrónimos</b>	<b>10</b>
<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>12</b>

## **1** **Introducción** **15**

---

Antecedentes del país	15
Evaluación del estado de preparación de energías renovables (RRA) en El Salvador	18

## **2** **Contexto de energía** **19**

---

Panorama general del sector energético	19
Sector eléctrico	21
Instituciones del sector energético y la gobernanza	26
Políticas energéticas y marco normativo	28
Comercio transfronterizo de electricidad	29

## **3** **Desarrollos de energías renovables** **33**

---

Factores impulsores de la implementación de energías renovables	33
Recursos de energía renovable	35
Plan maestro de energías renovables	38
Mecanismos de apoyo a las energías renovables en el sector eléctrico	40
Procedimientos y permisos de proyectos de energías renovables	44
Cartera de proyectos de energías renovables	46
Financiamiento de energías renovables	48

<b>4</b>	<b>Recomendaciones para afrontar las principales barreras que obstaculizan la implementación de energías renovables</b>	<b>50</b>
	Mejorar la planificación y la política a largo plazo para el sector de las energías renovables	50
	Crear condiciones propicias para el desarrollo de la energía geotérmica	52
	Establecer coordinación y marcos institucionales claros	54
	Evaluar la implementación de la generación distribuida de electricidad	55
	Fomentar el desarrollo y el financiamiento de proyectos de energías renovables	56
<b>5</b>	<b>Referencias</b>	<b>58</b>
<b>6</b>	<b>Apéndices</b>	<b>62</b>
	Apéndice 1. Descripción de las entidades del sector energético	62
	Apéndice 2. Capacidad instalada y disponible de las centrales eléctricas, 2018	64
	Apéndice 3. Ubicación de los generadores eléctricos conectados a la red, 2018	65
	Apéndice 4. Proyectos certificados de generación eléctrica con recursos renovables, 2017	66
	Apéndice 5. Pequeños proyectos que obtuvieron una concesión para generar energía hidroeléctrica, 2017	66

# Figuras

<b>Figura 1</b>	Crecimiento poblacional anual (%) (AF 2000 y 2019)	15
<b>Figura 2</b>	PIB per cápita, PPA (USD internacionales corrientes) (AF 2000 y AF 2019)	16
<b>Figura 3</b>	Proporción de la población con acceso a la electricidad	17
<b>Figura 4</b>	Suministro total de energía por fuente	19
<b>Figura 5</b>	Suministro total de energía, 2019 [%]	20
<b>Figura 6</b>	Consumo final de energía por sector, 2019	20
<b>Figura 7</b>	Consumo de electricidad por sector económico, 2019 (%)	20
<b>Figura 8</b>	Consumo de electricidad per cápita	21
<b>Figura 9</b>	Capacidad total de energía instalada por fuente, 2019	21
<b>Figura 10</b>	Evolución de la demanda de electricidad (demanda mínima y máxima por año)	22
<b>Figura 11</b>	Generación bruta de electricidad por tipo de recurso	23
<b>Figura 12</b>	Suministro eléctrico neto por recurso, 2018 (%)	23
<b>Figura 13</b>	Sistema de generación y transmisión, 2018	24
<b>Figura 14</b>	Estructura del mercado eléctrico mayorista	25
<b>Figure 15</b>	Estructura institucional del sector energético	27
<b>Figure 16</b>	Sistema eléctrico regional (línea SIEPAC)	30
<b>Figura 17</b>	Importaciones y exportaciones en el mercado regional, por país	31
<b>Figura 18</b>	Tarifas de electricidad residencial de algunas de las principales empresas distribuidoras del SICA, para consumos de 50, 100, 200 y 400 kWh - Diciembre de 2018	34
<b>Figura 19</b>	El Salvador: Irradiación horizontal global, kWh/m <sup>2</sup> , 1 km 1994/1999/2007-2015	37
<b>Figura 20</b>	El Salvador: Velocidad media del viento a 100 m de altura de buje	37
<b>Figura 21</b>	Etapas de permisos	44

# Tablas

<b>Tabla 1</b>	Indicadores económicos	16
<b>Tabla 2</b>	Capacidad instalada adicional por fuente para 2026	39
<b>Tabla 3</b>	Instrumentos de apoyo para promover las energías renovables	41
<b>Tabla 4</b>	Resumen de resultados de las subastas de energías renovables realizadas en el mercado mayorista en El Salvador	43
<b>Tabla 5</b>	Resumen de resultados entre las subastas de generación distribuida renovable realizadas en El Salvador	43
<b>Tabla 6</b>	Proyectos candidatos de centrales eléctricas	46

# Recuadros

<b>Cuadro 1</b>	El Corredor Centroamericano de Energía Limpia	32
<b>Cuadro 2</b>	Tarifas de electricidad	34
<b>Cuadro 3</b>	El Centro de Excelencia en Geotermia en El Salvador	36
<b>Cuadro 4</b>	Servicios de evaluación geoespacial y de sitios de IRENA Global Atlas	38
<b>Cuadro 5</b>	REmap regional de IRENA y FlexTool	39
<b>Cuadro 6</b>	Plataforma de Inversión Climática (CIP, por sus siglas en inglés)	49

# Abreviaturas

<b>ANDA</b>	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados	<b>GJ</b>	Gigajulio
<b>BANDESAL</b>	Banco de Desarrollo de El Salvador	<b>GLP</b>	Gas licuado de petróleo
<b>BCIE</b>	Banco Centroamericano de Integración Económica	<b>GNL</b>	Gas natural licuado
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo	<b>GW</b>	Gigavatio
<b>CD-MER</b>	Consejo Director del Mercado Eléctrico Regional	<b>GWh</b>	Gigavatio hora
<b>CECCA</b>	Corredor Centroamericano de Energía Limpia (siglas en inglés)	<b>INE</b>	Inversiones Energéticas
<b>CECSA</b>	Compañía Eléctrica Cucumacayán	<b>IPC</b>	Índice de precios al consumidor
<b>CEL</b>	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa	<b>IRENA</b>	Agencia Internacional de Energías Renovables
<b>CER</b>	certificados de emisiones reducidas (siglas en inglés)	<b>IVA</b>	impuesto al valor agregado
<b>CIP</b>	Plataforma de Inversión Climática (siglas en inglés)	<b>JICA</b>	Agencia de Cooperación Internacional de Japón (siglas en inglés)
<b>CLP</b>	contrato de largo plazo	<b>KfW</b>	Banco Alemán de Desarrollo
<b>CNE</b>	Consejo Nacional de Energía	<b>kV</b>	Kilovoltio
<b>CRIE</b>	Comisión Regional de Interconexión Eléctrica	<b>kWh</b>	Kilovatio hora
<b>DC</b>	Defensoría del Consumidor	<b>kWh/kWp/año</b>	Kilovatio hora por kilovatio pico por año
<b>DRHM</b>	Dirección Reguladora de Hidrocarburos y Minas	<b>LaGeo</b>	Geotérmica Salvadoreña
<b>EDP</b>	Energía del Pacífico	<b>LAIF</b>	Fondo para Inversión en América Latina (siglas en inglés)
<b>EOR</b>	Ente Operador Regional	<b>LCOE</b>	Costo nivelado de la electricidad (siglas en inglés)
<b>EPR</b>	Empresa Propietaria de la Red	<b>m/s</b>	Metros por segundo
<b>ERV</b>	Energía renovable variable	<b>MARN</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>ETESAL</b>	Empresa Transmisora de El Salvador	<b>MDL</b>	Mecanismo de Desarrollo Limpio
<b>FINET</b>	Fondo de Inversión en Electricidad y Telefonía	<b>MER</b>	Mercado Eléctrico Regional
<b>FISDL</b>	Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local	<b>MH</b>	Ministerio de Hacienda
<b>FMO</b>	Compañía para el Financiamiento del Desarrollo (Holanda)	<b>MICULTURA</b>	Ministerio de Cultura
<b>FV</b>	Fotovoltaico	<b>MINEC</b>	Ministerio de Economía
<b>GCF</b>	Fondo Verde para el Clima (siglas en inglés)	<b>MINSAL:</b>	Ministerio de Salud
<b>GDF</b>	Fondo de Desarrollo Geotérmico para Latinoamérica (siglas en inglés)	<b>MJ</b>	megajulio
		<b>MOP</b>	Ministerio de Obras Públicas y de Transporte
		<b>MRS</b>	Mercado Regulador del Sistema
		<b>MW</b>	Megavatio
		<b>MWh</b>	Megavatio hora

---

<b>MWp</b>	Megavatio pico	<b>TJ</b>	Terajulios
<b>NDC</b>	Contribución nacionalmente determinada (siglas en inglés)	<b>UE</b>	Unión Europea
<b>O&amp;M</b>	Operación y mantenimiento (siglas en inglés)	<b>UT</b>	Unidad de Transacciones
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sostenible	<b>VMDU</b>	Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano
<b>OLADE</b>	Organización Latinoamericana de Energía		
<b>PAE</b>	Producción anual de energía (PAE)		
<b>PIB</b>	Producto interno bruto		
<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo		
<b>PPA</b>	Contrato de compra de energía (siglas en inglés)		
<b>PYMES</b>	Pequeñas y medianas empresas		
<b>RRA</b>	Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables (siglas en inglés)		
<b>RTL</b>	Línea de transmisión regional (siglas en inglés)		
<b>SC</b>	Superintendencia de Competencia		
<b>SE4All</b>	Energía Sostenible para Todos (siglas en inglés)		
<b>SIEPAC</b>	Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central		
<b>SIGET</b>	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones		
<b>tC/ha/año</b>	Toneladas de carbono por hectárea por año		

# RESUMEN EJECUTIVO

El Salvador depende en gran medida de los combustibles fósiles para satisfacer las necesidades energéticas de la industria, el transporte y, en cierta medida, la generación eléctrica. Cada vez más, el país también importa electricidad de países vecinos para satisfacer su demanda interna. Por lo tanto, el uso de energía renovable, como ya se ha demostrado en proyectos de energía hidroeléctrica y geotérmica, podría incrementarse aún más y de forma más rápida en el país centroamericano.

De manera alentadora, en la última década la política energética nacional ha reconocido los beneficios del desarrollo de la energía solar, eólica y bioenergética, y que una amplia gama de tecnologías de energía renovable puede ayudar a diversificar la matriz energética, ampliar el acceso a la electricidad y fortalecer la integración energética regional.

La economía de El Salvador, que se basa principalmente en los servicios, la industria y la agricultura, creció aproximadamente un 2,4 % en 2019, con de una tasa de crecimiento anual promedio moderada de su producto interno bruto (PIB) per cápita de 3,9 % en los últimos 20 años. A pesar de los desafíos persistentes, El Salvador ha logrado un progreso social y económico sustancial en las últimas dos décadas, y las políticas nacionales se alinean cada vez más en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible.

El país carece de recursos nacionales de petróleo, gas o carbón, y por lo tanto, depende completamente de la importación de los combustibles fósiles, que representaron el 69 % de su suministro total de energía en 2019. Sin embargo, el sector energético sigue siendo reconocido como un importante contribuyente al desarrollo económico y social, y en consecuencia, el país ha priorizado el desarrollo de energías renovables para mitigar la dependencia de las importaciones y así mejorar la seguridad energética. También se espera que las energías renovables estimulen el comercio y la industria locales, ayuden a reducir las tarifas de electricidad y mejoren el bienestar de la población.

La Ley General de Electricidad de 1996 que liberalizó el sector energético, también permitió al sector privado tener mayor participación en el desarrollo de energías renovables, y facilitó una promoción más activa de las fuentes de energía renovable por parte del gobierno.

La Política Energética Nacional 2010-2024 se convirtió entonces en una herramienta clave en la implementación de energías renovables, especialmente en el sector eléctrico. De hecho, desde 2013 no se han agregado nuevos generadores eléctricos proveniente de combustibles fósiles. Para 2019, las energías renovables, incluidas la energía hidroeléctrica, la biomasa, la energía solar fotovoltaica (FV) y la geotérmica, alcanzaron un 64,3 % de la capacidad instalada total del país, llevándola a un total de 2,2 gigavatios (GW). Desde 2015, la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica se ha multiplicado casi diez veces, alcanzando los 273 megavatios (MW) en 2019.

Asimismo, El Salvador está conectado al Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC), convirtiéndolo en un participante activo en el Mercado Eléctrico Regional (MER). Las importaciones de electricidad, provenientes principalmente de Guatemala, representaron alrededor del 21% del suministro eléctrico del país en 2019.

El Consejo Nacional de Energía (CNE) se encuentra actualmente desarrollando la Política Energética Nacional 2020-2050, que tiene como objetivo reducir la tarifa de electricidad mediante el aumento de generación eléctrica renovable, facilitando así la eventual eliminación de los subsidios de electricidad hacia el final de ese período. Esta nueva estrategia también va más allá del sector eléctrico, estableciendo objetivos en el uso de tecnologías de energía limpia dentro de los sectores de uso final y eficiencia energética. Además, la nueva política nacional busca promover proyectos piloto de uso directo de energías renovables en los sectores industrial y agroalimentario.

El proceso de Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables del país (RRA, por sus siglas en inglés) ha destacado acciones clave a corto y mediano plazo que podrían crear condiciones más favorables para la implementación de las energías renovables. La evaluación es liderada por el país y facilitada por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) y tiene como objetivo ayudar a liberar el potencial de las energías renovables en El Salvador. Las acciones identificadas se agrupan en cinco áreas, donde se han identificado los principales desafíos.

## Desafíos y recomendaciones clave

### 1. Mejorar la planificación y política de largo plazo para el sector de las energías renovables

Los procesos de licitación competitivos, así como los diversos incentivos fiscales para la electricidad renovable han ayudado a crear buenas condiciones comerciales para las energías renovables en El Salvador, lo que ha dado como resultado una adopción significativa de tecnologías de energía renovable.

Sin embargo, el rápido desarrollo de las energías renovables ha evidenciado la falta de coordinación en términos de planes energéticos a largo plazo en el país. El Salvador podría diseñar un plan energético nacional más completo, que abarque todas las tecnologías, proveedores y consumidores de energía a través de un análisis integrado de las condiciones actuales del mercado. El plan también debe tener en cuenta la integración de tecnologías de energía renovable para usos finales en edificios, calefacción y transporte, y al mismo tiempo establecer objetivos claros que contribuyan al aumento continuo de las energías renovables.

El Salvador se benefició enormemente de la integración energética regional y juega un papel activo en el MER. Por lo tanto, el país debe incorporar la Estrategia Energética Regional 2030 en sus esfuerzos nacionales de planificación a largo plazo. Esto está en armonía con la estrategia general de desarrollo del país y asegurando la participación de los sectores público y privado.

### 2. Crear condiciones propicias para el desarrollo de la energía geotérmica

A pesar de tener una larga tradición de uso de energía geotérmica, el desarrollo de esta tecnología en El Salvador se ha estancado en los últimos años, con un número limitado de nuevos proyectos para la generación eléctrica geotérmica o de sus usos para aplicaciones de calefacción.

El potencial geotérmico de El Salvador también podría utilizarse para aplicaciones de uso directo, pero el marco normativo existente solo abarca las aplicaciones de electricidad. Es necesario establecer clasificaciones para los recursos geotérmicos por temperatura, incluido su diverso potencial para usos directos. Una revisión más profunda del marco normativo también podría ayudar a superar los desafíos con el esquema de remuneración existente, y reducir así el riesgo al solicitar licencias para proyectos geotérmicos.

Asimismo, los desarrolladores de proyectos geotérmicos tienen dificultades para acceder a instrumentos de financiamiento a nivel local, lo que subraya la necesidad de desarrollar en las instituciones financieras locales y con los desarrolladores de proyectos geotérmicos, capacidades para el desarrollo y financiamiento de proyectos, con el fin de mejorar la comprensión del financiamiento para estos proyectos y sus riesgos asociados.

### 3. Establecer coordinación y marcos institucionales claros

Actualmente, las responsabilidades entre las instituciones del sector energético del país siguen estando descentralizadas, lo que está afectando el desempeño del sector y se refleja claramente en la ausencia de una coordinación a largo plazo de los planes de acción por parte de sus diferentes actores. El Salvador puede considerar varias opciones para mejorar esta condición, incluida la creación de una entidad que centralice el desarrollo y las directivas del sector energético del país.

Además, el desarrollo del sistema de transmisión nacional y de las instalaciones de nueva generación son tareas que se realizan por separado. Por lo tanto, los nuevos generadores eléctricos renovables no son incluidos de manera consistente en los planes de expansión de la red de transmisión, especialmente porque esta planeación tiende a pasar por alto los cortos tiempos de construcción necesarios para las instalaciones de energía solar y eólica (energía renovable variable).

Se necesitan medidas para garantizar una colaboración más estrecha entre las entidades responsables de desarrollar dichos planes. Por ejemplo, la identificación de zonas de energía renovable en las áreas más adecuadas para el desarrollo de proyectos podría servir para informar a los planificadores de transmisión y generación, y facilitar un esfuerzo de planificación coordinado.

### 4. Evaluar la implementación de la generación distribuida

La implementación del esquema de “medición neta” en 2017 ha dado como resultado una promoción exitosa de la implementación de módulos solares fotovoltaicos de techo. Sin embargo, todavía no existe una comprensión clara de los efectos de esta creciente autogeneración para la confiabilidad del sistema eléctrico y el mercado energético en general.

Para mejorar esta situación, primero se debe registrar todo el uso actual de la autogeneración, teniendo en

cuenta tanto el autoconsumo como la posible inyección de energía a la red eléctrica procedente de proyectos existentes. Este ejercicio podría proporcionar una mejor evaluación del marco normativo existente al considerar la estabilidad de la red y el actual mercado de distribución, además de facultar a los usuarios finales para una gestión de energía relativamente flexible.

##### **5. Fomentar el desarrollo y el financiamiento de proyectos de energías renovables**

Han habido logros y avances significativos en la regulación para el desarrollo de energías renovables en El Salvador. Sin embargo, los desarrolladores de proyectos aún enfrentan desafíos con los trámites administrativos y permisos, ya que estos no se encuentran centralizados y los tiempos de procesamiento provocan retrasos en los tiempos previstos para la terminación de dichos proyectos. La regulación en esta área debe garantizar procesos transparentes y plazos bien definidos para la obtención de permisos. Se podría establecer una oficina nacional unificada (o “ventanilla

única”) para manejar todas las licencias y los permisos aplicables para proyectos de energías renovables, y reducir así retrasos y costos de desarrollo.

La implementación a largo plazo de energía renovable en El Salvador, también dependerá de evaluar la disponibilidad, junto con el potencial de mejora y la expansión, de los instrumentos de financiamiento existentes. Los mecanismos y condiciones existentes para el financiamiento y la mitigación de riesgos por parte de instituciones privadas, de manera similar, deben ser claros para garantizar que los desarrolladores de proyectos puedan hacer uso de los mismos. De igual forma, las instituciones privadas locales deberán estar familiarizadas con el mercado de energías renovables para atraer su interés hacia el financiamiento de este tipo de proyectos.

La implementación de estas acciones en estrecha colaboración con todas las partes interesadas nacionales y regionales del sector público y privado, ayudará a El Salvador a atraer inversiones que contribuyan a formar un camino de desarrollo de bajas emisiones y de resiliencia climática.



Planta de energía solar, Acajultla, El Salvador

Créditos de la imagen: Shutterstock

# 1. Introducción

## Antecedentes del país

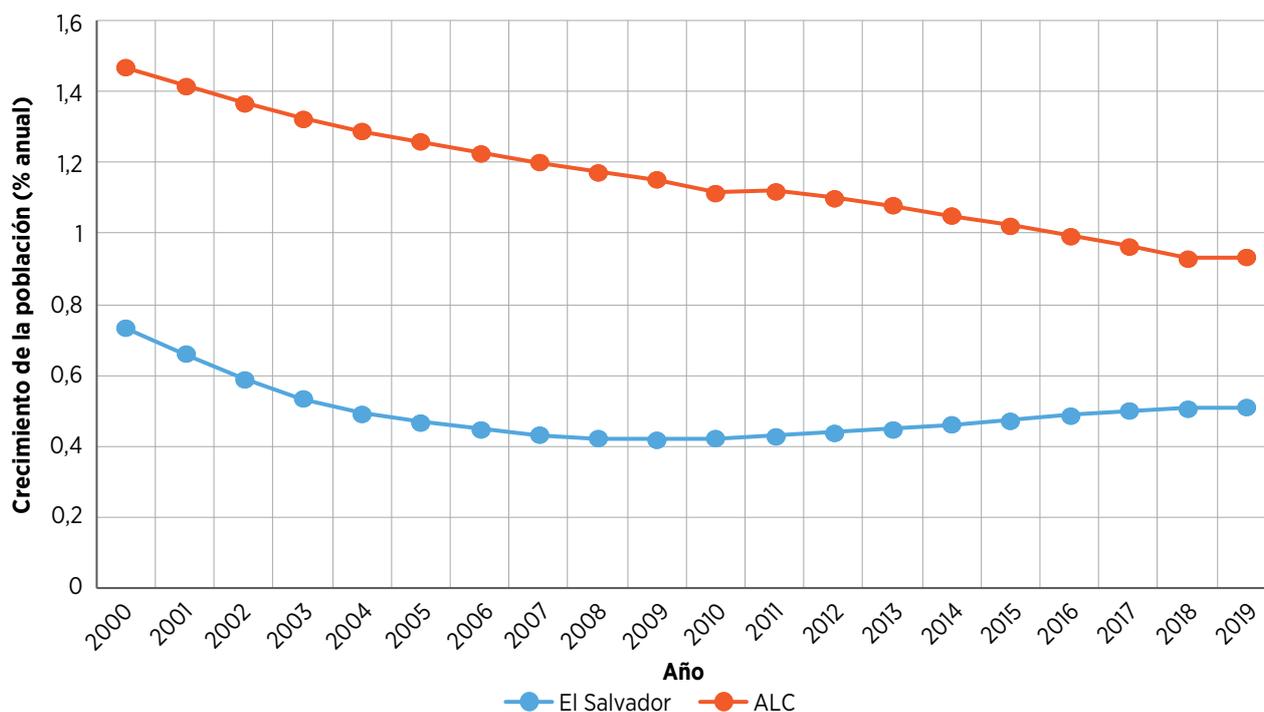
Con una superficie terrestre que cubre solo 21 040 kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>), El Salvador es el país más pequeño de Centroamérica. Limitando con Guatemala al oeste, Honduras al este y el Océano Pacífico al sur, en 2018, El Salvador tenía una población aproximada de poco más de 6,4 millones. Esto supone una alta densidad de población, de 309,4 habitantes por km<sup>2</sup> (ONU, 2018).

El crecimiento poblacional anual en el país fue bajo entre 2000 y 2019, en comparación con el promedio regional en América Latina y el Caribe, con una tasa que cayó entre 2000 y 2010. Sin embargo, desde 2010,

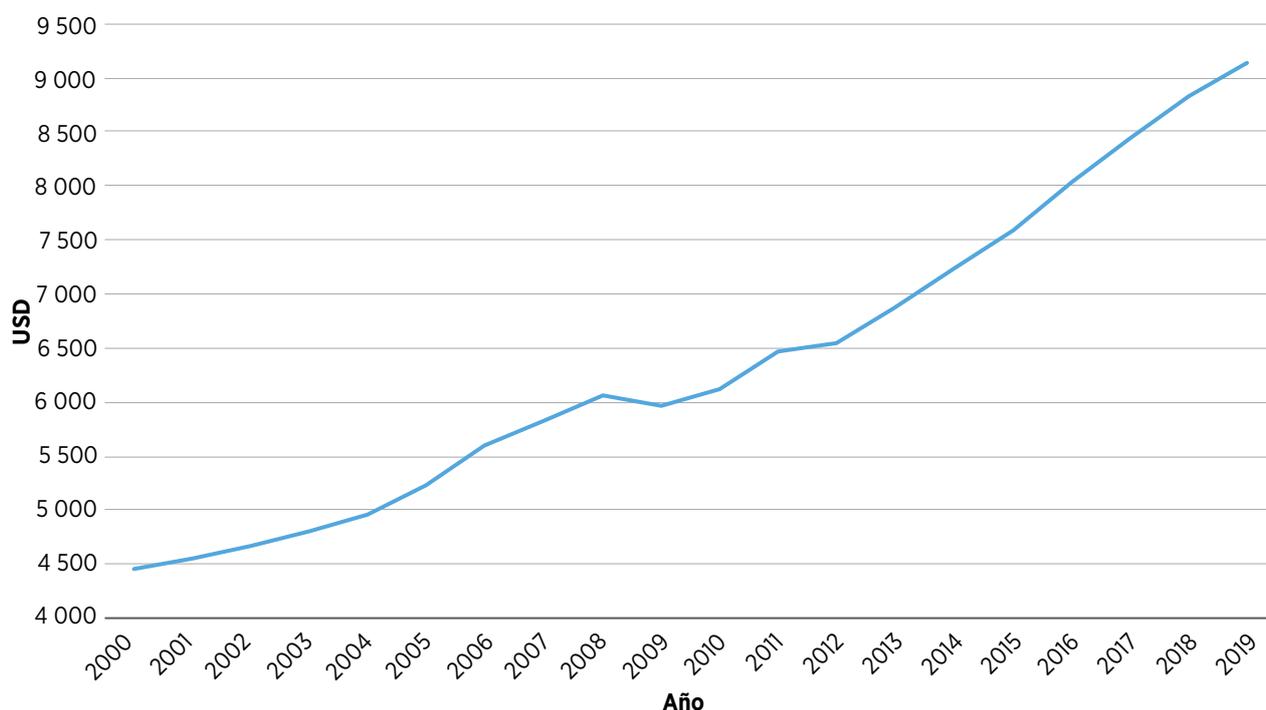
la tasa de crecimiento ha aumentado lentamente (ver Figura 1).

En el año fiscal (AF) 2019, el producto interno bruto (PIB) per cápita de El Salvador a paridad del poder adquisitivo fue de alrededor de 9 140 USD. Como se muestra en la Figura 2, esta cifra ha aumentado en los últimos años, con una tasa de crecimiento anual promedio del 3,9 % desde el año fiscal 2001 al año fiscal 2019. Sin embargo, esta fue una de las tasas de crecimiento más bajas de Centroamérica (Banco Mundial, 2020b). El mayor consumo privado y un pico en la inversión bruta impulsaron el crecimiento promedio anual a 4,3 % en el año fiscal 2006, mientras que el PIB se contrajo 2,1 % en el año fiscal 2009, luego de la crisis financiera mundial.

Figura 1. Crecimiento poblacional anual (%) (AF 2000 y 2019)



Con base en: Banco Mundial (2020a)

**Figura 2. PIB per cápita, paridad del poder adquisitivo (USD internacionales corrientes) (AF 2000 y AF 2019)**

Con base en: Banco Mundial (2020c)

**Tabla 1. Indicadores económicos**

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Crecimiento del PIB (% anual)</b>	1,71	2,40	2,51	2,31	2,54	2,40
<b>Agricultura, silvicultura y pesca, valor agregado (% del PIB)</b>	5,87	5,53	5,63	5,04	4,88	5,10
<b>Industria (incluida la construcción), valor agregado (% del PIB)</b>	26,01	25,29	24,80	25,16	25,35	25,60
<b>Manufactura, valor agregado (% del PIB)</b>	16,08	16,39	16,23	16,27	16,18	15,80
<b>Servicios, valor agregado (% del PIB)</b>	59,42	60,01	60,46	60,67	60,34	59,50

Fuente: Banco Mundial (2020d)

En el año fiscal 2018 y el año fiscal 2019, la economía salvadoreña experimentó un crecimiento anual del PIB de 2,5 % y 2,3 % respectivamente. La mayor contribución al PIB del país proviene tradicionalmente del sector de servicios, seguido de la industria, la manufactura y la agricultura. En la Tabla 1 se puede encontrar una descripción general de los indicadores económicos clave de 2014 a 2019.

La economía también se ha beneficiado de una mejora en los salarios reales, mayores flujos de remesas de trabajadores y un aumento del consumo privado, incluidos los préstamos personales (ONU CEPAL, 2017). Esto se reflejó en la tasa de pobreza

nacional, que disminuyó del 38,8 % en 2000 al 29,2 % en 2017 (DIGESTYC, 2018). La tasa de pobreza, aun relativamente alta, es el resultado del bajo crecimiento económico general del país y de las tendencias en la migración a las zonas urbanas.

El déficit nacional se situó en aproximadamente el 2 % del PIB en 2017, frente al 3,6 % en 2015 (ONU CEPAL, 2017). Esta disminución se debe a una reducción de la factura petrolera nacional, dado que El Salvador importa todos sus productos derivados del petróleo y, por lo tanto, depende en gran medida de los precios internacionales del petróleo.

El Banco Central de Reserva de El Salvador no tiene completa autonomía monetaria. Esto se debe a la adopción del dólar estadounidense como unidad monetaria formal, una política en vigor desde 2001, así como a la libre movilidad de capitales. Como resultado, la oferta y la demanda de dólares estadounidenses entre los intermediarios financieros locales es el principal determinante de las tasas de interés a corto plazo. Estos intermediarios reportaron condiciones de liquidez estables en 2016. (ONU CEPAL, 2017).

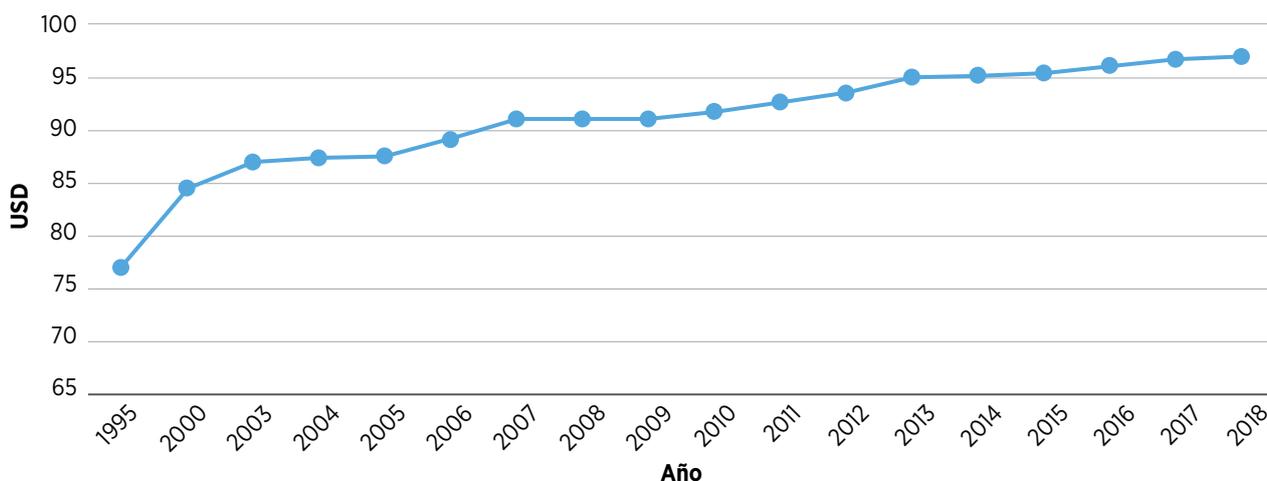
Durante las últimas dos décadas, El Salvador ha logrado avances sustanciales en su desarrollo social y político. El país ha ampliado el acceso a sus servicios públicos, lo que ha contribuido directamente a mejorar las condiciones de vida, incluidos mejores servicios energéticos. Sin embargo, a pesar de este progreso, el desarrollo sostenible a largo plazo del país continúa enfrentando desafíos, incluidas

las amenazas de eventos naturales adversos, la degradación ambiental y el cambio climático (Banco Mundial, 2020b).

El Salvador está siguiendo la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible al incluirla como parte de su estrategia nacional de desarrollo. La coordinación de acciones relacionadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) está liderada por la Presidencia, con el apoyo del Ministerio de Relaciones Exteriores (Plataforma de conocimiento sobre los ODS - ONU, s.f.).

Con respecto al ODS 7, garantizar el acceso a energía asequible, confiable, sostenible y moderna para todos, El Salvador ha logrado un progreso impresionante. La Figura 3 presenta el acceso de la población a la energía eléctrica, que alcanzó alrededor del 97 % en 2018, en comparación con el 95,4 % en 2015.

**Figura 3. Proporción de la población con acceso a la electricidad**



Con base en: UN ECLAC (2020)



## **Evaluación del estado de preparación de energías renovables (RRA) en El Salvador**

La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) ha desarrollado su Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables (RRA, por sus siglas en inglés) como una herramienta para llevar a cabo una evaluación integral de las condiciones para la implementación de energías renovables en un país determinado.

La RRA es un proceso consultivo dirigido por el país, que proporciona un lugar para el diálogo de múltiples partes interesadas en la identificación de desafíos en la implementación de energías renovables, y así mismo intenta encontrar soluciones a las barreras existentes.

La RRA presenta recomendaciones a los gobiernos a corto y mediano plazo para ayudar a guiar la formación de nuevas políticas y reglamentos, o para reformar los existentes. El objetivo es crear un entorno más propicio para la implementación de energías renovables. La RRA también consolida los esfuerzos existentes y moviliza recursos para acciones prioritarias.

Para la República de El Salvador, el proceso de RRA ha sido liderado por la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), en coordinación con el Consejo Nacional de Energía (CNE), con apoyo técnico de IRENA. El proceso involucró consultas exhaustivas con un amplio grupo de partes interesadas de la energía, tanto públicas como privadas, incluidos los ministerios, el regulador, las empresas de generación, las empresas de transmisión y distribución, los desarrolladores de

proyectos, los operadores del mercado energético, las instituciones financieras, los socios para el desarrollo, las organizaciones regionales, la sociedad civil y la academia, entre otros.

El proceso consultivo se inició durante una reunión de expertos celebrada en la capital del país, San Salvador, en diciembre de 2018. Esto se basó en un documento de antecedentes, en el que se describieron los desafíos y oportunidades para el desarrollo de las energías renovables. Los resultados de estas deliberaciones facilitaron la identificación de varios desafíos que dificultan la implementación de energías renovables en el país, así como posibles soluciones a estos impedimentos.

Los desafíos identificados se agruparon y evaluaron en una serie de borradores de recomendaciones a corto y mediano plazo. Posteriormente se presentaron en un taller de validación de seguimiento celebrado en octubre de 2019 organizado en conjunto por CEL e IRENA, con el apoyo del CNE. El principal resultado de la deliberación en esta reunión fue la validación de los desafíos identificados, junto con las recomendaciones propuestas, que se recopilan en el informe final de la RRA. Este proceso también se benefició de entrevistas bilaterales con partes interesadas clave.

El enfoque coordinado que se empleó en la elaboración de esta RRA, contó con consultas con instituciones gubernamentales, organismos de cooperación bilateral y multilateral, instituciones financieras, el sector privado, organizaciones regionales, la sociedad civil y la academia ayudó a establecer prioridades para implementar las acciones recomendadas.

## **Las energías renovables y la recuperación pos COVID-19**

El brote de COVID-19 ha llevado a los países de todo el mundo a una crisis económica, sanitaria y social sin precedentes. El Fondo Monetario Internacional (FMI) estima una contracción resultante de las economías de Centroamérica de alrededor del 3,5 por ciento en promedio durante 2020. Estas nuevas condiciones regionales están socavando el crecimiento económico de El Salvador, sin embargo, la nueva Política Energética Nacional 2020-2050 y los esfuerzos en curso para la revisión de las NDC por parte del país, están creando una oportunidad para posicionar el sector energético salvadoreño en el centro de la recuperación posterior al COVID, enfocando sus esfuerzos para lograr una recuperación verde. La energía renovable sirve como una oportunidad para aumentar la seguridad energética, atraer inversiones al país y también como una fuente de empleo a largo plazo para sus habitantes. Además, invertir en infraestructura nacional de energía renovable ofrece el potencial de impulsar la capacidad sanitaria y desarrollar la resiliencia climática. También puede fortalecer en gran medida los esfuerzos de recuperación posteriores al COVID de El Salvador.

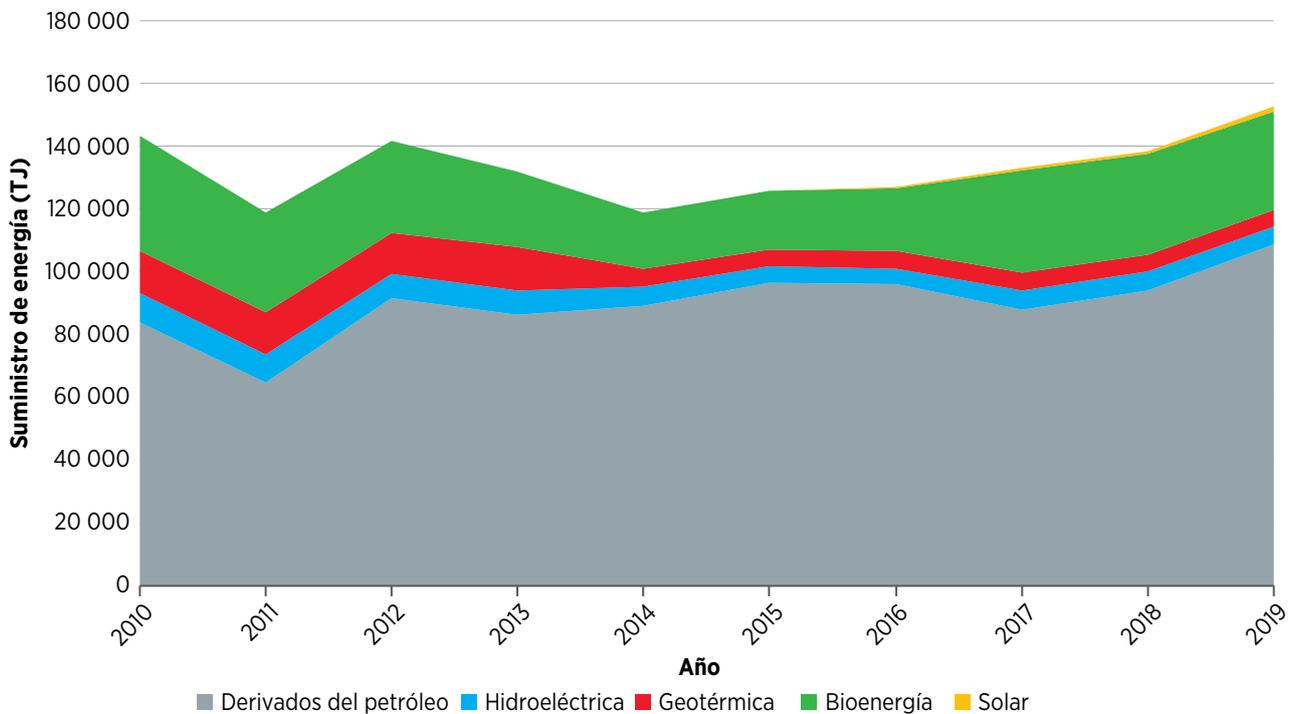
## 2. Contexto energético

### Panorama general del sector energético

La mayor parte de la energía primaria de El Salvador proviene de combustibles fósiles. Como se muestra en la Figura 4, las fuentes del suministro total de energía desde 2010 han sido principalmente derivadas del petróleo, como gasolina, diésel, gas licuado de petróleo (GLP), queroseno y combustible marino (CNE, 2020). El suministro total de combustibles fósiles representó un total de 108 721 terajulios (TJ) en 2019, o el 69 % del suministro total de energía.

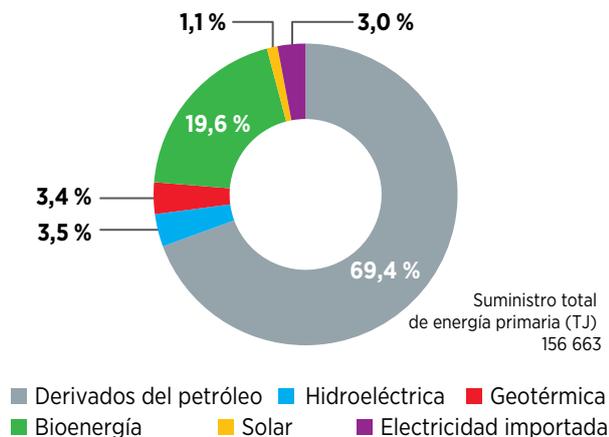
El diésel tiene un alto nivel de consumo, principalmente en los sectores de transporte e industria. La gasolina se utiliza exclusivamente para el sector del transporte, mientras que el combustóleo o el combustible marino se utiliza para la generación de electricidad. El gas natural aún no tiene un papel relevante en la combinación de energía del país. Sin embargo, en 2021 se espera la puesta en servicio de una central eléctrica de gas natural licuado (GNL), lo que le da a este recurso un papel más prominente en el sector energético (ver Sección 3).

Figura 4. Suministro total de energía por fuente



Con base en: CNE (2020)

**Figura 5. Suministro total de energía, 2019 [%]**

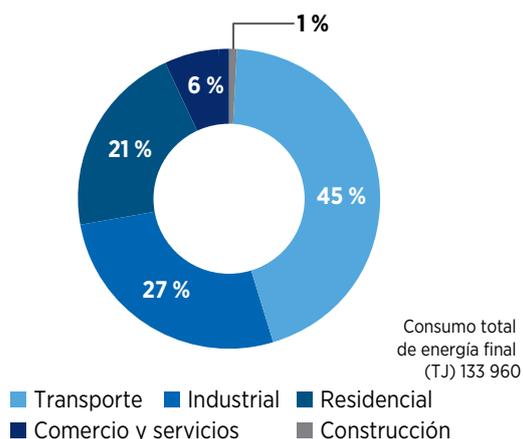


Con base en: CNE (2020)

En 2019, el suministro total de energía en El Salvador alcanzó alrededor de 156 600 TJ (ver Figura 5). Ese año, la fuente de energía renovable con mayor participación como parte del suministro de energía primaria fue la bioenergía (19,6 %), seguida de la energía hidroeléctrica (3,5 %), la energía geotérmica (3,4 %) y la energía solar (1,1 %) (CNE, 2020).

Por el lado del consumo de energía, el sector del transporte representa la mayor participación, seguido por los sectores industrial y residencial (Figura 6). El consumo de energía final en el sector del transporte aumentó de 43 126 TJ en 2010 a 60 710 TJ en 2019, y la participación general del sector aumentó del 42 % al 45 % durante el mismo periodo. Entre 2010 y 2019, la participación de los sectores residencial y comercial cayó, alcanzando 21 % y 6 % respectivamente, en 2019 (CNE, 2020).

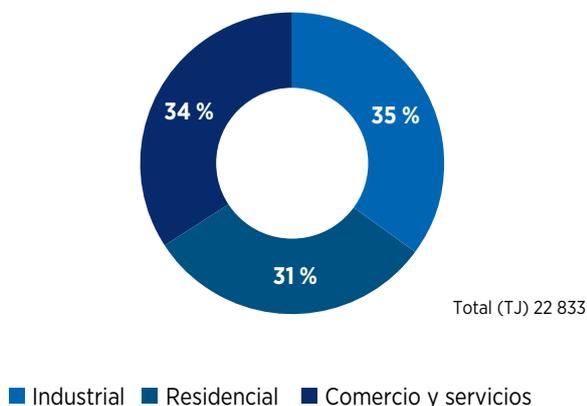
**Figura 6. Consumo final de energía por sector, 2019**



Con base en: CNE (2020)

En términos de consumo de electricidad, en 2019, el total fue de 22 833 TJ. Como se muestra en la Figura 7, el sector industrial es el de mayor consumo (35 %), seguido por los sectores comercial, de servicios y público (34 %) y el sector residencial (31 %).

**Figura 7. Consumo de electricidad por sector económico, 2019 (%)**



Con base en: CNE (2020)



### Sector eléctrico

#### Suministro y demanda de electricidad

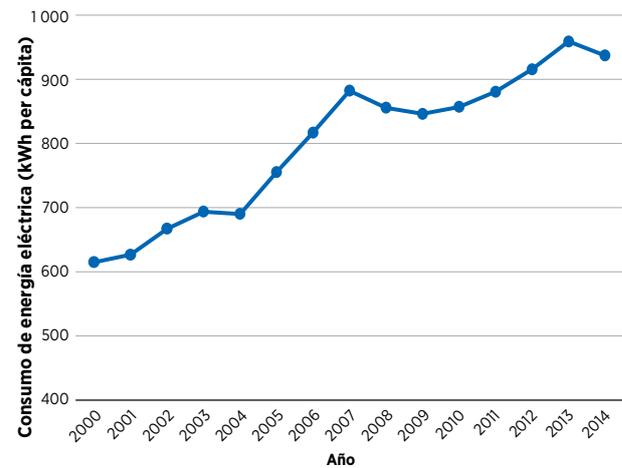
Considerando que en el 2018 se logró una tasa de acceso a la electricidad del 97 %, El Salvador está cerca del acceso universal en todo el país (ONU CEPAL, 2020). La población restante sin acceso a la electricidad se encuentra en zonas rurales muy dispersas.

De 2000 a 2014, el consumo de electricidad per cápita aumentó de aproximadamente 615 a 937 kilovatios hora (kWh), siguiendo la misma tendencia que el PIB per cápita (Figura 8).

Como se muestra en la Figura 9, en 2019, la capacidad instalada total en El Salvador alcanzó 2,2 gigavatios (GW) (incluida la generación no conectada a la red). En los últimos cinco años, la tasa de crecimiento anual promedio de la capacidad instalada total ha sido de alrededor del 6 %. Sin embargo, desde 2013 no ha habido nuevas adiciones de capacidad térmica convencional (que en El Salvador ha correspondido tradicionalmente a combustóleo o combustible de caldera). Sin embargo, este tipo de generación de energía sigue teniendo la mayor participación entre todas las fuentes de energía.

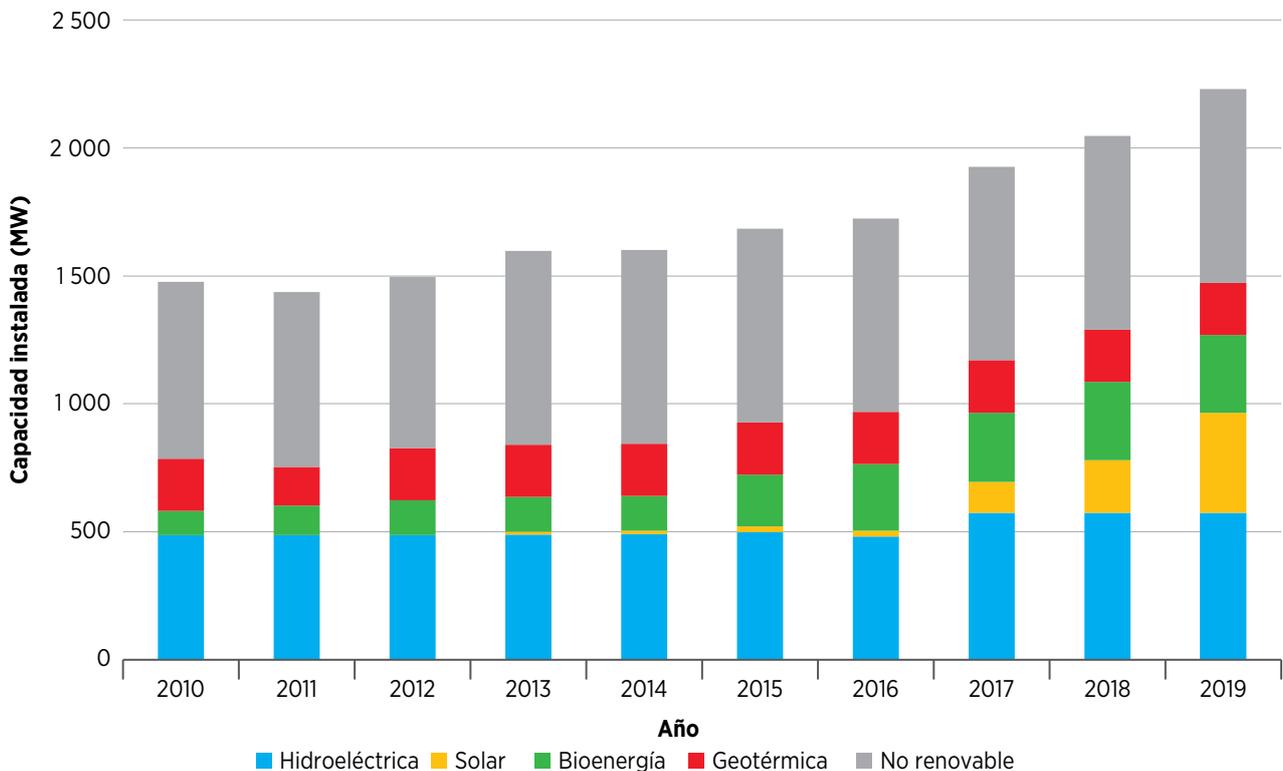
En 2019, la capacidad térmica convencional se situó en el 35,7 %, seguida de la energía hidroeléctrica (26,9 %), la energía de biomasa (14,9 %), la energía solar fotovoltaica (FV) (12,9 %) y la energía geotérmica (9,6 %). Desde 2015, la capacidad de energía solar fotovoltaica se ha multiplicado casi por diez veces, alcanzando los 273 MW en 2019 (incluida la generación no conectada a la red). Además, se espera que la capacidad de energía solar fotovoltaica y eólica aumente en los próximos años, ya que hay múltiples proyectos en trámite.

**Figura 8. Consumo de electricidad per cápita**

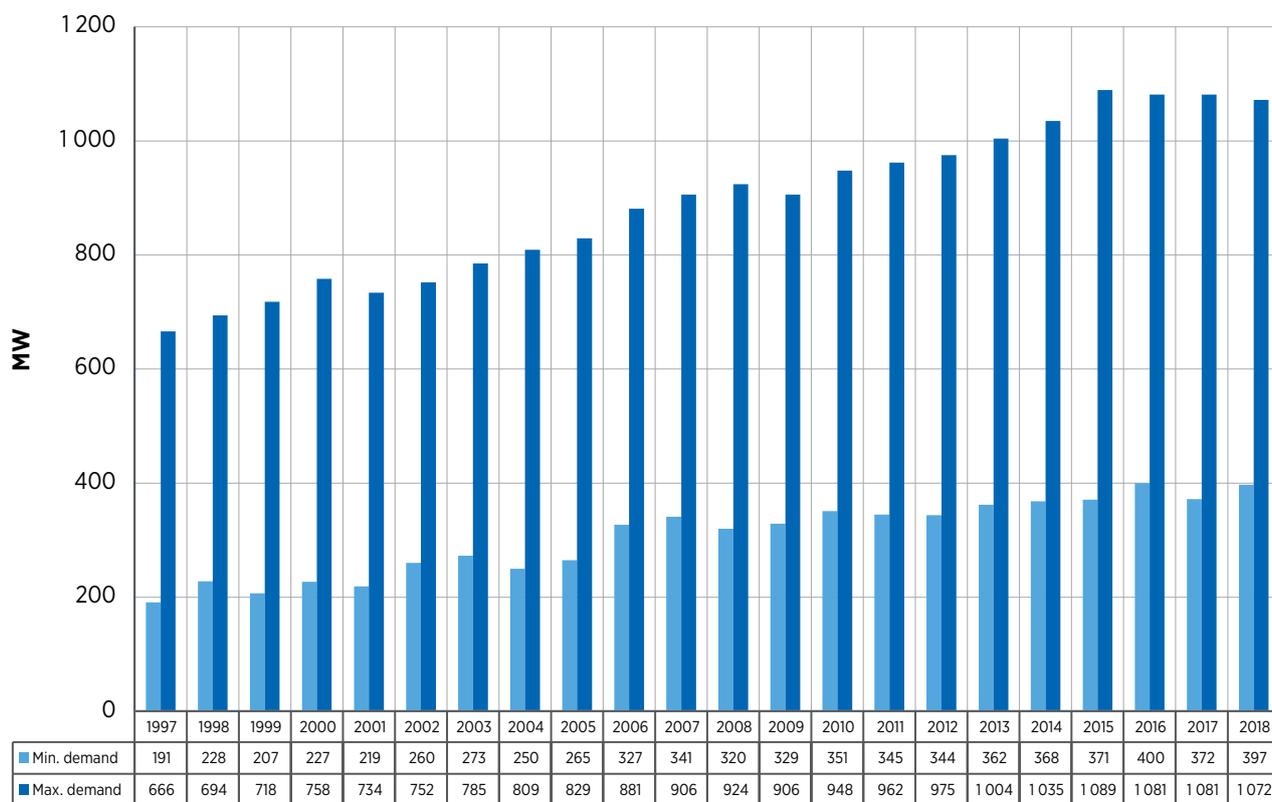


Con base a: Banco Mundial (2020e)

**Figura 9. Capacidad total de energía instalada por fuente, 2019**



Fuente: IRENA (2020a)

**Figura 10. Evolución de la demanda de electricidad (demanda mínima y máxima por año)**

Fuente: SIGET (2019)

A partir de 2018, el sistema eléctrico de El Salvador constaba de 25 centrales eléctricas ubicadas en todo el país (Apéndice 2). Estas están interconectadas con el sistema de transmisión eléctrica y operan en el mercado mayorista. Esta flota generadora está compuesta por cuatro centrales hidroeléctricas operadas por CEL (552,7 MW); dos centrales geotérmicas operadas por LaGeo (204,4 MW), diez centrales térmicas (757,1 MW), siendo una de propiedad estatal y operada por Inversiones Energéticas (INE); cinco centrales de biomasa (293,6 MW)<sup>1</sup> y una planta solar fotovoltaica (60 MW). En total, el 45,9 % de la capacidad total de generación de energía en El Salvador es de propiedad estatal. Se puede encontrar una descripción más detallada en el Apéndice 3.

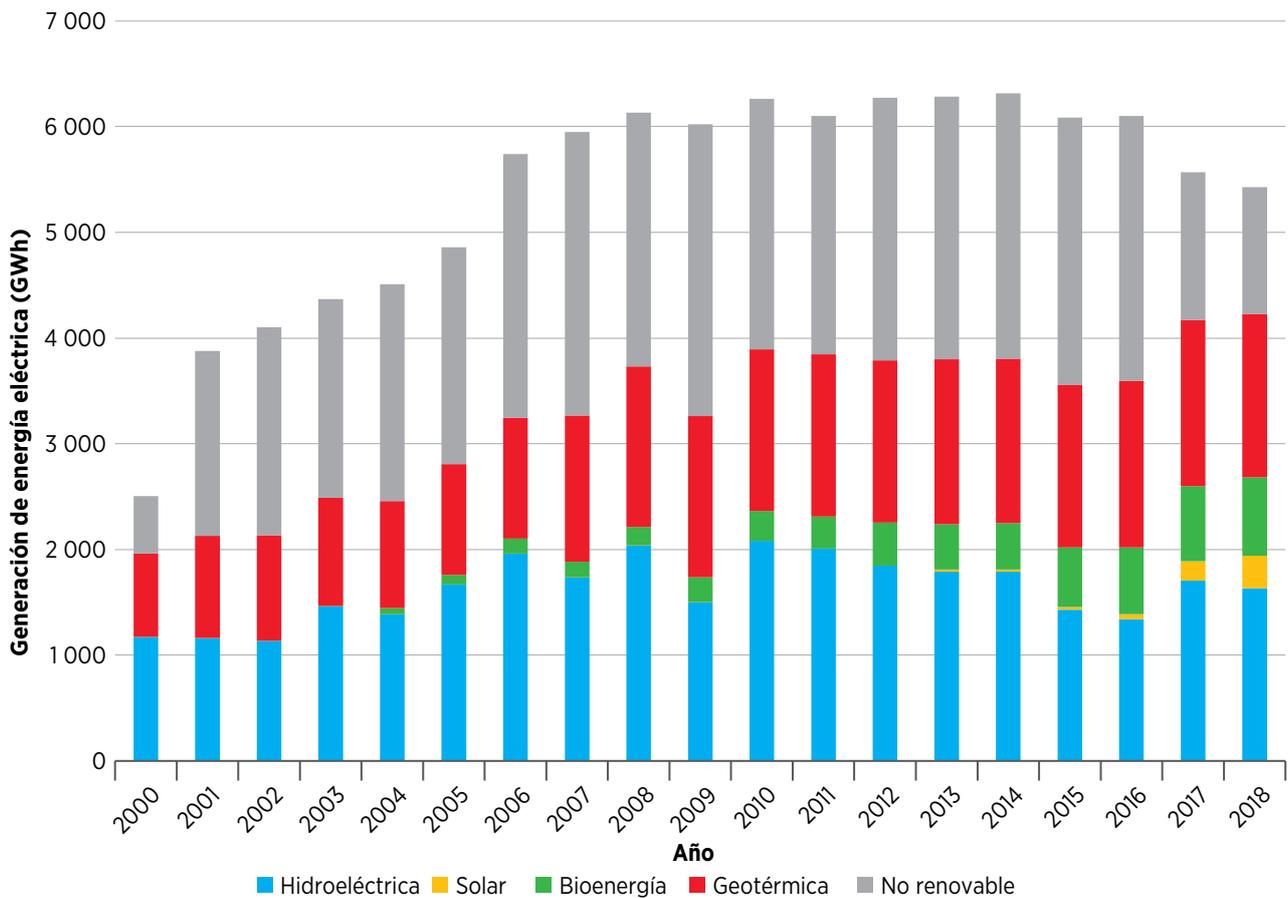
La Figura 10 muestra la evolución de la demanda final de electricidad de 1997 a 2018. Para cubrir la tasa de crecimiento anual promedio de la demanda, que se sitúa entre el 2 y el 3 %, se ha incrementado la capacidad de energía instalada. La diferencia entre la capacidad instalada que se muestra en la Figura 9 y la demanda pico en la Figura 10 se determina por

la capacidad instalada nominal y la confiabilidad de generación. Las centrales térmicas se utilizan en la actualidad como respaldo para la generación de energía renovable variable (ERV). Sin embargo, la producción de electricidad térmica en El Salvador es a veces más costosa que importar electricidad dentro del mercado regional, como se presentará en la sección siguiente.

La evolución de la generación de electricidad en El Salvador entre 2000 y 2018 se muestra en la Figura 11. Desde la década de 1990, el sector eléctrico salvadoreño ha dependido principalmente de la generación de energía térmica, seguido de la energía hidroeléctrica y geotérmica. La generación de energía geotérmica alcanzó más de 1 500 gigavatios hora (GWh) en 2008 y se ha estancado desde entonces. La generación de energía solar fotovoltaica alcanzó los 309 GWh en 2018, mientras que la generación de bioenergía superó los 700 GWh. Ese mismo año, la participación de generación de energía no renovable alcanzó uno de sus valores más bajos de la última década, 1 200 GWh (IRENA, 2020a).

<sup>1</sup> Las cinco centrales eléctricas de biomasa no están disponibles todo el año (SIGET, 2019). En su mayoría están disponibles durante el periodo de cosecha de mayo a octubre.

Figura 11. Generación bruta de electricidad por tipo de recurso



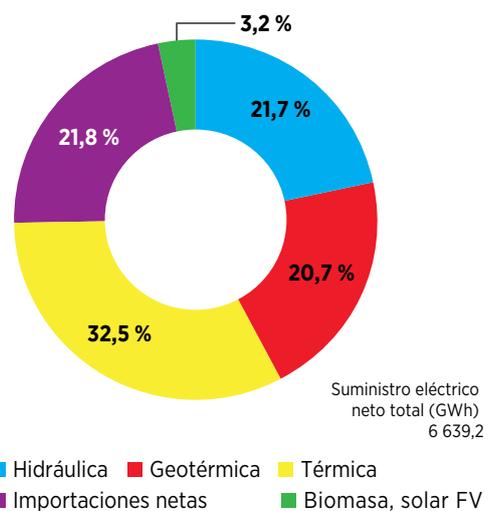
Fuente: IRENA (2020a)

En los últimos años, ha habido una disminución en la generación de electricidad nacional, principalmente debido a las crecientes importaciones de electricidad, cuya mayoría proviene de Guatemala. La Figura 11 refleja una clara reducción en la generación nacional desde 2014, con una generación neta total de electricidad de 5 426 GWh en 2018.

La Figura 12 muestra el suministro eléctrico neto (incluidas las importaciones) por recurso de generación en 2019, lo que representa un total de 6 639,2 GWh. Los combustibles fósiles tuvieron la mayor participación, con un 32,5 %, seguidos de las importaciones netas, con un 21,8 %, la energía hidroeléctrica con un 21,7 %, la energía geotérmica con un 20,7 % y otras fuentes de energía renovable (biomasa, solar fotovoltaica, etc.) con un 3,3 %.

Existe un alto grado de interacción entre el Mercado Eléctrico Regional (MER) y el mercado eléctrico nacional, como lo demuestra la considerable participación de las importaciones netas. Además, con un 20,7 %, la participación de la energía geotérmica en el suministro eléctrico neto es una de las más altas del mundo.

Figura 12. Suministro eléctrico neto por recurso, 2018 (%)



Fuente: UT (2019)

**Figura 13. Sistema de generación y transmisión, 2018**



Fuente: SIGET (2019)

### Sistema de transmisión

El sistema de transmisión de electricidad salvadoreño cuenta con líneas centrales de 230 kilovoltios (kV) que también dan servicio a la interconexión con Guatemala y Honduras, como parte del Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC). La línea de transmisión regional (RTL, por sus siglas en inglés) de este sistema tiene una capacidad de transferencia en todas las fronteras en la región de 300 MW en un circuito.

Las líneas centrales se complementan con líneas de 1372 km de longitud, compuestas por 40 líneas de transmisión a 115 kV (1072 km) y cuatro líneas de interconexión a 230 kV (299 km). La UT administra el mercado eléctrico del país y es responsable de la operación del sistema de transmisión (SIGET, 2019).

### Mercado energético mayorista

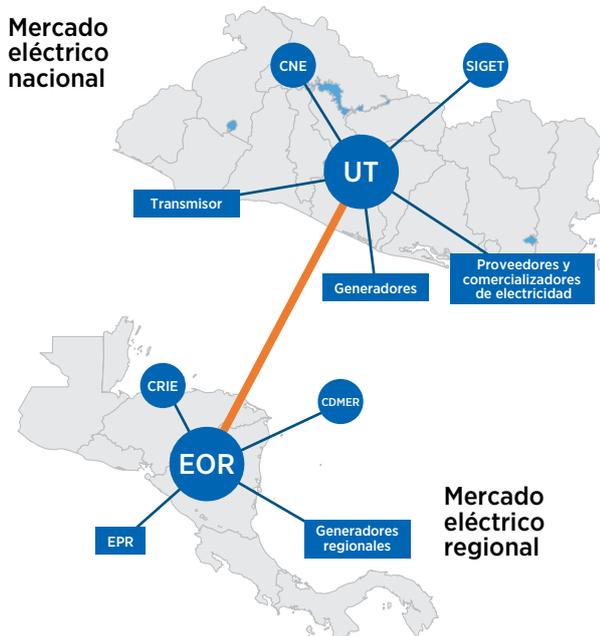
El mercado de la electricidad en El Salvador comprende actores del sector público y privado (Figura 14).

Además del CNE, que está a cargo de desarrollar la política energética nacional, la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) es responsable de regular el sector eléctrico.

El mercado energético salvadoreño también incluye empresas de generación y distribución; un propietario del sistema de transmisión, la Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL); un operador de mercado y sistema a cargo de los intercambios de energía (la UT); proveedores y comercializadores de electricidad. Todos estos actores están sujetos a la regulación eléctrica a nivel nacional y del MER.

Los actores clave del MER son: la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE), que es el regulador regional; el Ente Operador Regional (EOR), que es el operador del sistema y administrador del mercado; la Empresa Propietaria de la Red (EPR); el Consejo Director del Mercado Eléctrico Nacional (CD-MER), que es el órgano encargado de las políticas regionales; las empresas generadoras regionales; y otros participantes del mercado.

**Figura 14. Estructura del mercado eléctrico mayorista**



Fuente: CNE-PROESA (2016)

**Exención de responsabilidad:** Los límites y los nombres que se muestran en este mapa no implican ningún respaldo o aceptación por parte de IRENA.

El Sistema de Transmisión y Operación del Mercado Eléctrico Mayorista basado en el Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista basado en Costos de Producción (ROBCP) es el régimen normativo para el mercado de El Salvador. Al establecer normas claras, el ROBCP tiene como objetivo proporcionar a los inversionistas ganancias garantizadas y a los usuarios finales tarifas asequibles, y al mismo tiempo recompensar la eficiencia. Los costos de producción variables son la base para el despacho de generación de cada generador, lo que significa que el operador del mercado también tiene la responsabilidad de realizar una auditoría de costos obligatoria por cada generador, con el fin de verificar sus costos. (CNE-PROESA, 2016).

El mercado eléctrico se compone de dos áreas comerciales principales: el mercado de contratos de largo plazo (CLP) y el Mercado Regulador del Sistema

(MRS). El CLP se estableció en 2011 y es donde las empresas distribuidoras suscriben los contratos a largo plazo, mediante un proceso de licitación competitiva. Esto se lleva a cabo bajo la supervisión de la entidad reguladora, SIGET. El MRS, por su parte, opera en base al costo de producción y permite la comercialización de energía a precios variables, dependiendo de las particularidades del sector. Los factores aquí pueden incluir la demanda nacional, las tasas de indisponibilidad y las potencias máximas para cada planta, entre otros (CNE-PROESA, 2016).

### Costos y tarifas de generación de electricidad

Cada tres meses, la SIGET revisa el cargo por energía dentro de la tarifa eléctrica y puede modificar las tarifas para cada empresa distribuidora (SIGET, 2017a). Los precios de la electricidad en los contratos de compra de energía (PPA, por sus siglas en inglés) que ya se establecieron a través del proceso de adquisición competitiva forman la base para cualquier revisión, ya que reflejan los costos actuales de generación de energía del mercado mayorista.

La tarifa de usuario final considera el cargo por comercio, transmisión, distribución y energía, los cuales se revisan cada cinco años, con la última revisión realizada en 2017. Dentro de las revisiones, estas tarifas se pueden ajustar anualmente de acuerdo con los cambios en el Índice de Precios al Consumidor (IPC) para el mes de septiembre.

Las tres categorías de tarifas eléctricas están segmentadas según la demanda máxima. En primer lugar, hay usuarios de pequeña escala, aquellos con una demanda inferior a 10 kW, mientras que, en segundo lugar, hay usuarios de mediana escala, que tienen una demanda que va desde los 10 a los 50 kW. Finalmente, se considera usuarios a gran escala aquellos con una demanda superior a 50 kW. Para los usuarios residenciales de pequeña escala que hayan consumido entre 1 y 105 kWh en los seis meses anteriores al periodo de cálculo, el gobierno otorga un subsidio continuo y se paga a través del Fondo de Inversión en Electricidad y Telefonía (FINET) (Asamblea Legislativa de la República de El Salvador, Decreto Ejecutivo N.º 38, 2018).

## Instituciones del sector energético y la gobernanza

El panorama institucional de El Salvador en el sector energético está evolucionando, luego de pasar por una serie de procesos de reestructuración, enfocados principalmente en el sector eléctrico.

### Instituciones clave

El CNE se creó mediante un decreto legislativo de 2007 y se estableció como la autoridad rectora del sector energético. Es responsable de desarrollar la estrategia y política energética nacional con el fin de promover aún más el desarrollo de la energía renovable, el uso racional de la energía, la integración de los mercados energéticos regionales y la creación de marcos normativos propicios.

Antes de la creación de la CNE, el Ministerio de Economía (MINEC) estaba a cargo del sector y operaba a través de dos direcciones para su gestión y coordinación. Estas eran: la dirección de electricidad y la dirección reguladora de hidrocarburos y minas. Esta última todavía existe como parte del MINEC, pero como la entidad reguladora del sector de petróleo y gas únicamente (MINEC, s.f.).

Las principales funciones del CNE destacadas en el decreto legislativo son (BID, 2013):

- planificación y diseño de la política energética nacional
- promoción de marcos normativos para la creación de inversiones y condiciones competitivas en el sector energético
- promoción de un uso adecuado de la energía
- promoción del desarrollo e implementación de recursos de energía renovable
- promoción de la integración de los mercados energéticos regionales.

El CNE cuenta con una junta directiva integrada por representantes de sus cinco instituciones miembro: MINEC, que actúa como presidente de la junta; el Ministerio de Hacienda (MH); el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN); el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte (MOP); el Viceministerio de Transporte; y el Presidente de la Defensoría del Consumidor (DC).

La junta directiva tiene la responsabilidad de: supervisar la implementación de políticas y estrategias que se encuentran en los planes energéticos nacionales; promover la aprobación de leyes y reglamentos del sector energético a nivel nacional; preparar el balance energético nacional; desarrollar e implementar

subsidios para el sistema eléctrico y supervisar el buen uso de los recursos energéticos, así como el acceso a la energía en la población salvadoreña (BID, 2013).

Además, el CNE cuenta con un comité consultivo, que incluye: representantes de asociaciones comerciales del sector privado (industrial y comercial); representantes de colegios profesionales vinculados a la energía; representantes de instituciones académicas y de investigación; representantes de organizaciones vinculadas a la protección del consumidor; representantes de organizaciones vinculadas a la protección del medio ambiente y representantes de sindicatos de la industria eléctrica.

Como se mencionó anteriormente, la autoridad reguladora en el sector de hidrocarburos es el MINEC, que opera a través de la Dirección Reguladora de Hidrocarburos y Minas. El MINEC también supervisa la infraestructura y el manejo del transporte de hidrocarburos. Se permite la participación de empresas privadas en la comercialización e importación de subproductos del petróleo. El regulador fija los precios del gas licuado de petróleo (GLP) y establece un precio de referencia para todos los productos derivados del petróleo. La Superintendencia de Competencia (SC) supervisa el seguimiento de los mercados con el fin de promover y proteger la competencia, aumentar la eficiencia económica y el bienestar del consumidor.

Recientemente, el gobierno de El Salvador creó varios órganos ejecutivos, o gabinetes, para la coordinación institucional y la planificación estratégica en áreas clave de políticas nacionales (Asamblea Legislativa de la República de El Salvador, Decreto Ejecutivo N.º 14, 2019).

Entre ellos, se creó el Gabinete de Energía para llevar a cabo la planificación estratégica de las inversiones en generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, así como para realizar una revisión de la combinación energética del país. Esto debe hacerse con el fin de lograr energía asequible y más barata a partir de recursos renovables para la población. El Gabinete de Energía está integrado por la Comisionada Presidencial para Operaciones y Gabinete de Gobierno, el MINEC, el CNE, la CEL, la SIGET y la DC.

### Estructura del sector eléctrico

Hasta la década de 1990, El Salvador mantuvo una estructura verticalmente integrada en su sector eléctrico, con la CEL como la única generadora estatal del país. Con el Decreto Legislativo N.º 137, de fecha 18 de octubre de 1948, se constituyó la CEL como una empresa eléctrica pública independiente encargada

de desarrollar, conservar, administrar y utilizar los recursos energéticos del país (SIGET, 2017a).

Antes de la aprobación de la Ley General de Electricidad y en preparación para la reforma, el Decreto Legislativo N.º 808, de septiembre de 1996, estableció a la SIGET como la institución reguladora del sector eléctrico y de telecomunicaciones. Como regulador, la SIGET tiene la tarea de aplicar y hacer cumplir el marco legal del país tanto en los sectores de electricidad como de telecomunicaciones. La SIGET también garantiza los derechos de usuario y operador, mientras actúa para desarrollar un mercado competitivo y más inversión mediante el establecimiento de un marco legal sólido. Las tarifas al consumidor final están reguladas por la SIGET, mientras que el FINET se encarga de la administración y asignación de subsidios a los usuarios de bajos ingresos, así como de la ampliación de la cobertura eléctrica y la electrificación rural.

Tras la promulgación de la Ley General de Electricidad y el Decreto Legislativo N.º 843, de fecha 10 de octubre de 1996, El Salvador inició la liberalización de su mercado eléctrico y la descentralización de la

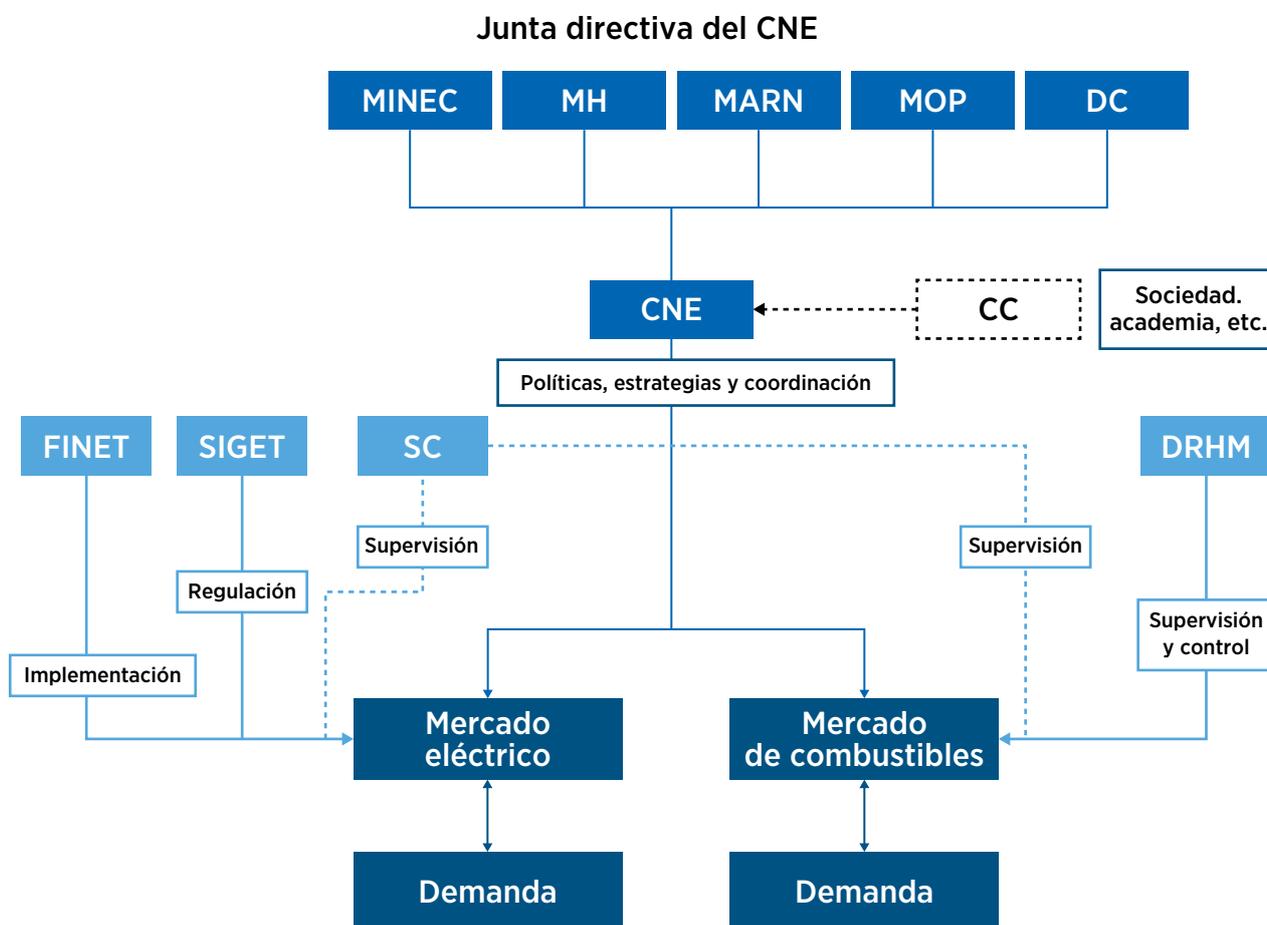
CEL integrada verticalmente. La ley abrió tanto la generación como la distribución a la participación del sector privado, y para 2018, había 25 plantas de generación eléctrica del sector privado operando en el mercado mayorista (ONU CEPAL, 2020).

La ley también mantuvo la presencia de la CEL en el sector de generación y, con el tiempo, se crearon empresas de generación subsidiarias de la CEL. Estas incluyen a LaGeo en el sector geotérmico, la Compañía Eléctrica Cucumacayán (CECSA) en el sector hidroeléctrico e Inversiones Energéticas (INE) en el sector térmico.

La propiedad y el mantenimiento del sistema de transmisión pasó a la empresa ETESAL, mientras que a la UT, una sociedad anónima, se le asignó operar el sistema de transmisión y el mercado eléctrico nacional.

En la Figura 15 se puede encontrar un esquema simplificado del marco institucional del sector energético en El Salvador, mientras que en el Apéndice 1 se puede encontrar una descripción más detallada de las instituciones del sector energético.

**Figura 15. Estructura institucional del sector energético**



Con base en: CNE (2012)

## Políticas energéticas y marco normativo

La Política Energética Nacional 2020 – 2050 de El Salvador aún estaba siendo desarrollada por el CNE al momento de la publicación de este informe, con una fecha de publicación posterior en 2020. En el momento de redactar este informe, la política energética nacional existente seguía siendo la publicada por el Consejo en 2010 (CNE, 2010). Esto tuvo como objetivo servir como guía estratégica para el desarrollo del sector energético nacional durante el periodo 2010 – 2024.

La política de 2010 – 2024 incluye:

- promoción de recursos de energía renovable y diversificación de la combinación energética
- protección de los usuarios finales con el fortalecimiento de los marcos institucionales del sector
- la implementación de tecnologías que ahorran energía y el desarrollo de una cultura de eficiencia energética
- mayor acceso a la energía en todo el país y la adopción de tarifas preferenciales
- el desarrollo de la innovación y el desarrollo tecnológico
- mayor integración energética de El Salvador a nivel regional.

La entidad principal para implementar esta política energética es la CEL y sus empresas subsidiarias. Estas asumen un rol estratégico en la investigación energética, ejecución de proyectos y generación de energía renovable, además de mantener un alto grado de coordinación con el CNE en el desarrollo del sector energético de El Salvador.

El gobierno también ha desarrollado diversas acciones para desarrollar las energías renovables en el país y para fomentar la participación del sector privado.

Estas incluyen el desarrollo de incentivos fiscales para el desarrollo de proyectos de energías renovables propuestos por el MINEC y aprobados por la Asamblea Legislativa de El Salvador (Asamblea Legislativa de la República de El Salvador, Decreto Ejecutivo N.º 462, 2007). El CNE ha estado desarrollando estándares para los PPA de energías renovables (CNE-PROESA, 2016), la medición neta y el despacho prioritario en el mercado mayorista de generadores de energías renovables no convencionales (centrales de energía eólica, solar y de biomasa), entre otros.

### La Ley General de Electricidad

Además de servir de base para la liberalización del sector energético salvadoreño, la Ley General de Electricidad establece que las subastas son el mecanismo preferido para la adquisición de nueva capacidad eléctrica y la

asignación de concesiones para proyectos que utilizan energía geotérmica e hidroeléctrica.

Para los proyectos geotérmicos e hidroeléctricos de menos de 5 MW, existe un proceso de concesión más simplificado que involucra licitaciones adjudicadas directamente reguladas por la SIGET.

La SIGET emite un convenio para un proyecto aprobado, que puede otorgarse en concesiones de recursos geotérmicos e hidroeléctricos para fines de generación de energía. Los desarrolladores del proyecto también deberán presentar el convenio a trámite de la Asamblea Legislativa, que deberá otorgar concesiones para el uso de los recursos naturales correspondientes.

### Normas para las actividades comerciales de electricidad

El mercado minorista de electricidad se rige por un marco normativo que promueve la comercialización de la electricidad. Los reglamentos permiten una amplia diversidad de proveedores de electricidad. Esto permite opciones más competitivas a nivel minorista, de modo que los usuarios finales puedan elegir su proveedor de energía eléctrica. Este reglamento estipula que un participante o comercializador del mercado eléctrico puede:

- suscribir contratos de suministro, transmisión y distribución de energía eléctrica
- comprar y vender energía eléctrica en redes de baja tensión
- comprar y vender energía eléctrica en el mercado mayorista.

Respecto al primero de estos puntos, los precios y condiciones de los contratos de suministro pueden ser los mismos, o pueden diferir de los contenidos en las tarifas aprobadas por la SIGET para las distribuidoras que operan como comercializadoras en las áreas donde se ubican sus redes (SIGET, 2017b).

Este reglamento también permite conectar pequeñas centrales eléctricas directamente al sistema de distribución, lo que permite transacciones entre generadores y distribuidores, distribuidores y comercializadores, distribuidores y usuarios finales.

### Ley de Estabilidad Jurídica para las Inversiones

Con el fin de atraer y promover inversiones, El Salvador promulgó la Ley de Estabilidad Jurídica para las Inversiones en 2014. Esto proporciona un marco para garantizar la seguridad jurídica al inversionista, a través de la implementación de contratos de estabilidad jurídica (Asamblea Legislativa de la República de El

Salvador, Decreto Ejecutivo N.º 905, 2015). Esta ley se puede aplicar a inversionistas nacionales o extranjeros que estén desarrollando nuevos proyectos, o ampliando proyectos existentes, dentro de sectores estratégicos de El Salvador, incluido el sector energético.

Los inversionistas amparados por esta ley tienen asegurada la estabilidad de las condiciones tributarias y de repatriación de capitales, entre otros beneficios. Según la ley, los desarrolladores deben comprometerse a realizar trabajos de desarrollo en el territorio del municipio donde se ubica su proyecto. Esta obra debe tener un valor mínimo del 3 % de la inversión total contratada. También hay un límite de tiempo de dos años desde el inicio de la operación del proyecto para desembolsar el financiamiento del trabajo de desarrollo.

Sin embargo, a pesar de los beneficios de la ley, varios desarrolladores de proyectos han experimentado retrasos en la implementación del proyecto debido a su implementación. No obstante, en 2019, el MINEC suscribió el primer contrato de estabilidad jurídica para las inversiones, entre el gobierno de El Salvador y la empresa Ventus S.A. de C.V., que está desarrollando el Parque Eólico Ventus en Metapán, en la provincia de Santa Ana.

### Ley de Incentivos Fiscales para el fomento de las energías renovables

Esta Ley para el fomento de las energías renovables describe los beneficios destinados a la inversión en la construcción o ampliación de centrales de energías renovables. Las tecnologías cubiertas por la Ley incluyen biomasa, energía geotérmica, energía hidroeléctrica, energía solar fotovoltaica y eólica.

De acuerdo con la ley, las inversiones en nuevos proyectos gozarán de los siguientes beneficios e incentivos fiscales (Asamblea Legislativa de la República de El Salvador, Decreto Ejecutivo N.º 462, 2007):

- Durante los primeros diez años de la vida útil del proyecto, los equipos de generación de energía importados están exentos de impuestos.
- El proyecto está exento del impuesto sobre la renta durante los primeros cinco años de la vida útil del proyecto, si el proyecto es mayor de 10 MW, o si el proyecto es inferior a 10 MW tendrá esta excepción por durante diez años.,
- Cualquier venta realizada bajo los certificados de reducción de emisiones (CER, por sus siglas en inglés, que se realizan en virtud del Mecanismo de Desarrollo Limpio), o a través de mercados similares de compensación de carbono, obtiene una exención total de impuestos.

- El Impuesto al Valor Agregado (IVA) no se aplica si de alguna otra manera es responsable como parte de los esfuerzos realizados para la inversión o pre-inversión en la construcción de centrales eléctricas.

### Regulación de generación distribuida

En 2013, con el Acuerdo N.º 120-E-2013, la SIGET aprobó una nueva norma, conocida como Procesos de Libre Concurrencia para Contratos de Largo Plazo Respaldados con Generación Distribuida Renovable. Esto permite el desarrollo de subastas de generación distribuida renovable de hasta 20 MW. En este marco, el proceso de adquisición lo lidera una empresa distribuidora dispuesta a comprar energía de un auto-generador para la red de distribución.

En 2017, mediante Acuerdo N.º 367-E-2017, la SIGET aprobó la Norma para Usuarios Finales Productores de Energía Eléctrica con Recursos Renovables. En él se establecieron los procedimientos, requisitos y responsabilidades aplicables a la conexión, operación, control y comercialización de excedentes de energía de unidades de generación renovable distribuida. Además, este reglamento también regula las relaciones entre el generador de electricidad para autoconsumo y la empresa distribuidora que va a recibir las inyecciones del excedente de energía.

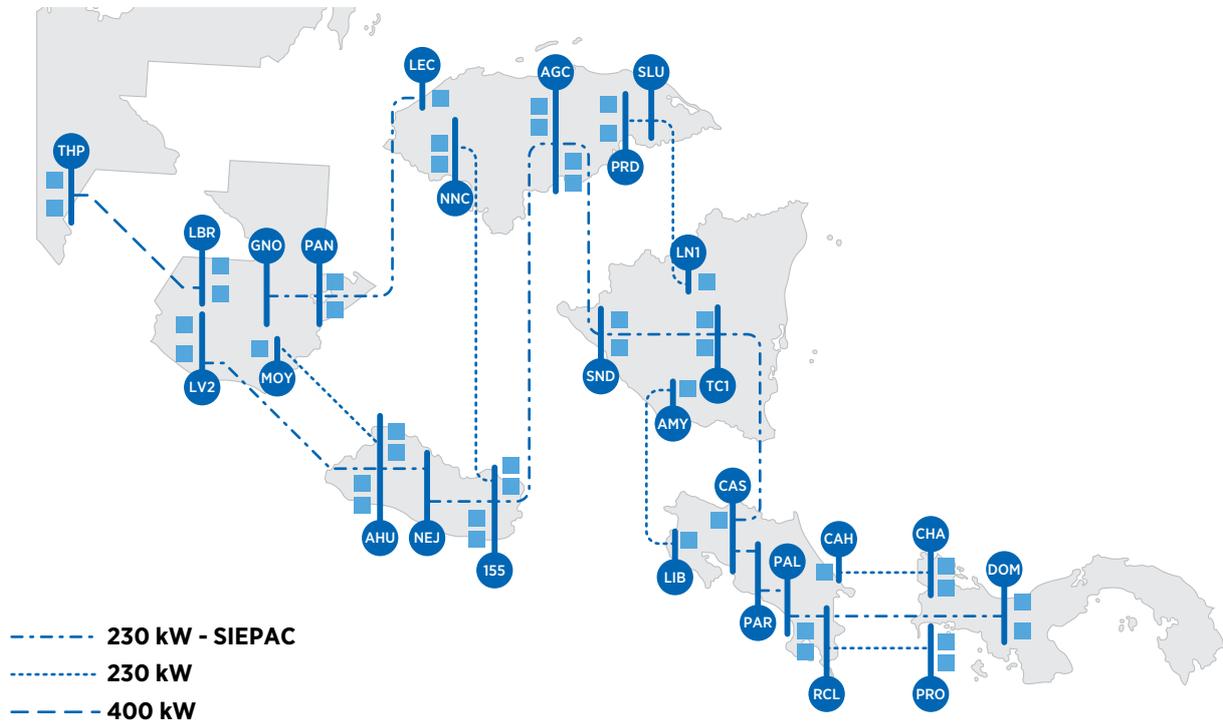
Este procedimiento para vender electricidad a la red se suele denominar “medición neta”. Con este esquema, los usuarios finales (generalmente clientes residenciales y comerciales) que generan su propia electricidad pueden devolver el exceso de generación a la red. Este productor usuario final se compensa en términos de energía (es decir, crédito en kWh), y el crédito puede aplicarse para compensar el consumo de electricidad dentro del periodo de facturación actual (por ejemplo, un mes).

### Comercio transfronterizo de electricidad

La línea de transmisión regional actual, conocida como SIEPAC (Figura 16), conecta seis países diferentes y se desarrolló a partir de una serie de acuerdos bilaterales entre países de la región. En esas primeras etapas, las transferencias de energía se limitaron a cantidades que variaban entre 5 y 50 MW y se llevaron a cabo de conformidad con acuerdos específicos.

Tales transferencias contaron con un apoyo político considerable entre los países centroamericanos, lo que condujo al Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central de 1996, que entró en vigor en 1999. Esta fue la piedra angular del MER, que utiliza la infraestructura establecida por el SIEPAC. En el momento de redactar este informe, además de El

**Figura 16. Sistema eléctrico regional (línea SIEPAC)**



Fuente: EOR (2017)

**Exención de responsabilidad:** Los límites y los nombres que se muestran en este mapa no implican ningún respaldo o aceptación por parte de IRENA

Salvador, los miembros del MER son Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

### El Tratado Marco

La interconexión SIEPAC establecida por el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central es propiedad de la EPR, que el Tratado también estableció, junto con el regulador regional, la CRIE y un operador del mercado regional, el EOR (Reinstein et al., 2011)<sup>2</sup>.

La CRIE tiene su sede en Guatemala y comenzó a trabajar en 2000, está dirigida por su junta de comisionados y la secretaria ejecutiva. La junta cuenta con un representante de cada estado miembro, y este representante suele ser también miembro de la junta reguladora nacional de su país.

### Transacciones regionales de electricidad

Los organismos de los estados miembros del MER realizan transacciones entre sí de tres maneras: transacciones al contado, contratos firmes o no

firmes. (Reinstein et al., 2011). El EOR entonces genera un registro mensual de transacciones económicas regionales que detalla todas las transacciones realizadas en forma resumida. Para los organismos que tienen deudas, el registro mensual también proporciona un plazo para que realicen transferencias de crédito al banco liquidador regional. Como condición para participar en el MER, los agentes deben entregar una garantía de pago a esta institución financiera. Con el fin de asegurarse de que siempre exista la garantía diaria suficiente para respaldar las transacciones realizadas, el EOR realiza una deducción equivalente al monto del crédito del valor de esta garantía de pago.

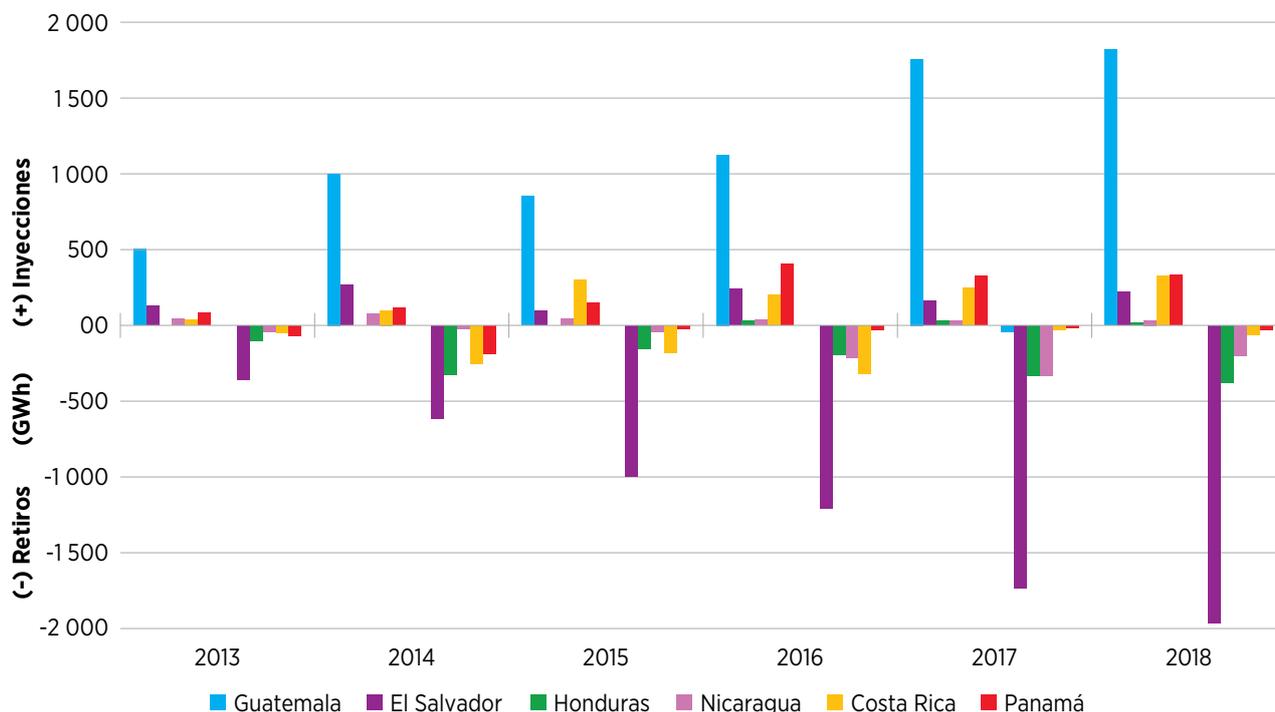
Dado el creciente volumen de importaciones de electricidad de la región, el mercado eléctrico nacional de El Salvador se ha vuelto muy dinámico. Al 2017, el país contaba con 47 agentes autorizados para realizar transacciones en el MER: ocho generadores, siete distribuidores, 31 comercializadores y un gran usuario (CRIE, 2018). La mayoría de las transacciones de importación de El Salvador provienen de Guatemala, que representó más del 67 % de las inyecciones de electricidad al SIEPAC en 2018.

<sup>2</sup> Los derechos de transmisión (DT) son un sistema de comercio de los derechos de utilizar las líneas de transmisión.

<sup>3</sup> La entidad de transmisión (el EOR en este caso) emitirá los derechos para el uso de la línea regional (SIEPAC) y la pondrá a disposición de los compradores y vendedores de electricidad en la región. El comprador o vendedor de energía regional comprará entonces estos derechos de transmisión, a fin de utilizar la línea para transmitir o transportar la energía a través de la región para sus necesidades.

<sup>4</sup> Con frecuencia, la línea de transmisión regional está restringida y se requiere que las entidades de transmisión planifiquen con antelación para gestionar el sistema. El sistema de derechos de transmisión les permite planificar y ofrecer un sistema de precios transparente para los usuarios.

Figura 17. Importaciones y exportaciones en el mercado regional, por país



Fuente: CRIE (2019)

El Salvador cumple con los requisitos y disposiciones de interconexión regional en la planificación de la expansión de la transmisión a nivel nacional. Esto se debe al creciente número de transacciones tanto en el mercado regional como en el sistema eléctrico nacional integrado dentro del SIEPAC.

Dado que El Salvador tiene la oportunidad de utilizar la infraestructura del SIEPAC para satisfacer la demanda nacional de electricidad, existen oportunidades que pueden crear un sistema de transmisión nacional más robusto. Una de esas oportunidades es la construcción de líneas adicionales de 230 kV entre el Puerto de Acajutla, El Pedregal y las subestaciones 15 de Septiembre, que, cuando se complementa con la línea de 230 kV que construirá Energía del Pacífico (EDP) entre Acajutla y Ahuachapán (ver Figura 13), formarían un anillo circular y, por lo tanto, crearían una red más robusta (CRIE, 2018).

Por otro lado, la construcción de una línea de transmisión entre Acajutla y Ahuachapán también está ligada a la construcción de una central eléctrica de gas natural en la región de Sonsonate.

Tales consideraciones están incluidas en el plan de expansión de la red de transmisión de ETESAL. Este tipo de red también facilitaría el despacho de electricidad, cuya generación se espera se realice por

nuevas centrales eléctricas (incluidas las instalaciones generadoras de energía renovable), las cuales estarían estratégicamente ubicadas para la interconexión con la red de transmisión.

En noviembre de 2018, la CRIE publicó la RESOLUCIÓN-CRIE-95-2018, que establece los requisitos técnicos mínimos para conectar y operar plantas solares fotovoltaicas y eólicas en el sistema eléctrico regional.

Esta resolución se aplicará a las nuevas solicitudes de integración de estas tecnologías renovables en la red regional. (CRIE, 2018) La Secretaría Ejecutiva de la CRIE trasladó la resolución y los requisitos técnicos mínimos a los organismos reguladores nacionales de la región, para evaluar la posibilidad de incluirlos en sus normativas nacionales, en el corto plazo. Por lo tanto, los reguladores nacionales de los estados miembros participantes, así como los desarrolladores de proyectos de energía solar fotovoltaica y eólica también prevén actividades de consulta y capacitación.

La resolución estipula además que los operadores del sistema y los operadores del mercado adopten las medidas necesarias para coordinar el funcionamiento de la generación distribuida de plantas de energía eólica y solar fotovoltaica conectadas a niveles de baja o media tensión, o el almacenamiento de energía a nivel de distribución (CRIE, 2018).

### **Cuadro 1. El Corredor Centroamericano de Energía Limpia**

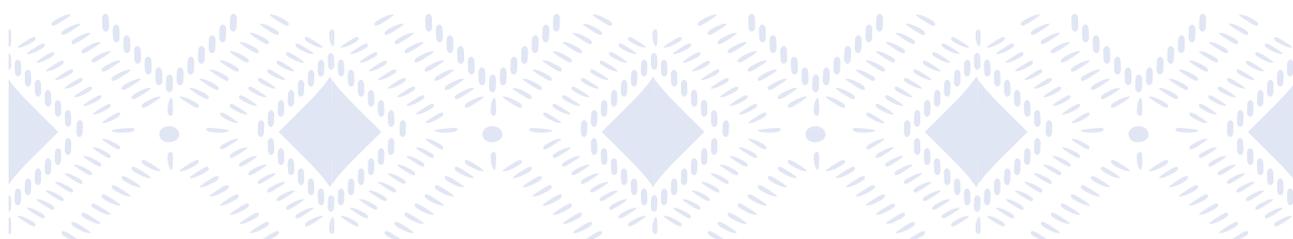
IRENA lanzó la iniciativa Corredor Centroamericano de Energía Limpia (CECCA, por sus siglas en inglés) en 2015. Esto fue para apoyar la implementación acelerada de energías renovables a nivel regional. También se realizó en el contexto de la línea SIEPAC que interconecta a Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, y para fomentar el comercio transfronterizo de energía renovable en la región.

El CECCA se basa en los pilares clave de implementación: operaciones del sistema eléctrico y marcos normativos para aumentar la participación de ERV; planificación del sistema eléctrico nacional y regional con energías renovables; zonificación y evaluación de recursos renovables; y creación de capacidad y difusión de información.

La implementación del CECCA comenzó en su país piloto, Panamá, en 2016. Allí, se realizó una evaluación de los PPA de energía solar y eólica, como parte del componente normativo de la iniciativa. Asimismo, IRENA ha realizado una serie de actividades de desarrollo de capacidades para los operadores de redes nacionales y regionales de Centroamérica, con el objetivo de integrar las ERV en sus sistemas eléctricos, en línea con el componente técnico del CECCA.

Además, IRENA inició recientemente la Hoja de Ruta para la Energía Renovable (REmap) regional y la evaluación de la flexibilidad de los sistemas eléctricos de todos los países del CECCA, un esfuerzo que forma parte del pilar de planificación del sistema eléctrico nacional y regional de la iniciativa. Se prevé que este pilar se ampliará mediante la implementación de una serie de talleres. Estos serán sobre la planificación energética a largo plazo, la promoción e identificación de las mejores prácticas de planificación y el intercambio de experiencias entre los países de Centroamérica al planificar con fuentes de energía renovable.

Los socios regionales han apoyado al CECCA en su desarrollo, convirtiendo la iniciativa en un hito y un punto de referencia para la región centroamericana. También se ha incluido como parte de otros esfuerzos regionales, ya que constituye la base de la estrategia energética 2030 de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)-SICA (Sistema de la Integración Centroamericana).



# 3. Desarrollos de energías renovables

## Factores impulsores de la implementación de energías renovables

La República de El Salvador está realizando un esfuerzo concertado para impulsar el crecimiento económico y el bienestar de sus habitantes. En este sentido, el gobierno considera que el sector energético es un fuerte contribuyente al desarrollo económico y social (CNE, 2010). Por ejemplo, un trabajo reciente de IRENA estima que el sector de las energías renovables creó más de 2 millones de puestos de trabajo en América Latina y el Caribe en 2017. Potencialmente, esto podría llegar a más de 3 millones de puestos de trabajo para 2030, dado un escenario en el que el aumento de las temperaturas globales se mantengan muy por debajo de los 2 °C y más cerca de los 1,5 °C, durante este siglo (IRENA, 2020b).

A nivel mundial, la energía renovable ha experimentado una rápida disminución de costos en los últimos años. Entre 2010 y 2019, el promedio global ponderado del costo nivelado de electricidad (LCOE, por sus siglas en inglés) de la energía solar fotovoltaica cayó un 82 %, a 68,40 USD por megavatio hora (MWh), mientras que el costo de la electricidad proveniente de la energía eólica terrestre disminuyó un 45 %, a 52,8 USD/MWh (IRENA, 2020b). Sin embargo, los costos de generación de energía de El Salvador se han visto fuertemente influenciados por la volatilidad de los precios del petróleo y del gas, debido a la dependencia de los combustibles fósiles en el sector energético del país. El costo de esta energía ha ejercido presión sobre el presupuesto estatal y tiene un impacto negativo en sus usuarios finales (ver el Cuadro 2).

Además, El Salvador es vulnerable al cambio climático, y se pronostica que las temperaturas aumentarán entre 1,4 °C y 2 °C para 2050. Durante este periodo, el nivel del mar puede aumentar unos 18 centímetros (cm), mientras que también se espera que aumenten en frecuencia e intensidad los “fenómenos meteorológicos extremos”, como tormentas tropicales, inundaciones y sequías (USAID, 2017). Todas estas condiciones afectarán diferentes aspectos del país, incluida la infraestructura energética y la generación de energía. La generación de energía hidroeléctrica a lo largo de la cuenca del río Lempa, por ejemplo, podría disminuir entre un 33 y un 53% para fines de siglo (USAID, 2017).

Enfrentar estos desafíos se ha convertido en el principal impulsor del fomento de las energías renovables en El Salvador. Con la implantación de la Política Energética Nacional 2010-2024, el país priorizó la diversificación de la combinación energética, como punto de partida para mejorar el suministro energético. Esto también se consideró una herramienta para aumentar el acceso a la electricidad entre la población.

Con la adopción del acuerdo de París, El Salvador también ha priorizado la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético. Esto se logrará al aumentar la penetración de fuentes de energía limpia, junto con la mejora de la eficiencia energética a lo largo de toda la cadena energética.

Con un buen progreso en las tasas de acceso a la energía y la penetración de la energía renovable en el sector eléctrico, la nueva Política Energética Nacional 2020-2050 está ahora en desarrollo. En ella se elabora una estrategia energética a largo plazo para el país, y se destaca la importancia de mitigar la dependencia de los combustibles fósiles y los efectos del cambio climático, con el fomento y uso de energías renovables más allá del sector eléctrico.

La nueva política energética apoya el desarrollo de aplicaciones de uso directo a partir de fuentes de energía renovables, como la energía geotérmica y la solar térmica, lo que facilita la penetración de tecnologías limpias en el sector industrial y agrícola. Este es el resultado de la implementación exitosa en los últimos años de proyectos piloto de energías renovables, que involucran a comunidades locales y vulnerables. Estos han proporcionado claros beneficios al impulsar las economías locales, promover el desarrollo del sector agroalimentario e incluir a las mujeres en las actividades comerciales.

Además, El Salvador prevé el uso de tecnologías innovadoras como vehículos eléctricos, el blockchain y la digitalización. Esto es con el objetivo de crear un sector energético moderno, como una prioridad en el camino hacia lograr los objetivos de desarrollo sostenible del país y atraer inversión extranjera para impulsar la economía.

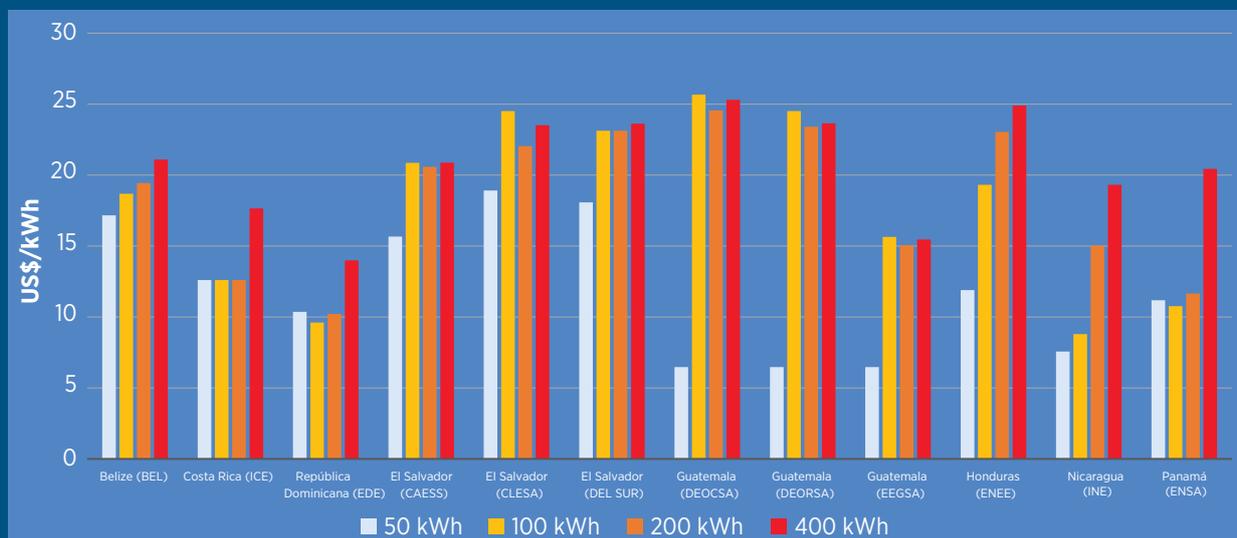
**Cuadro 2. Tarifas de electricidad**

Durante la década de 1990, la cartera de generación de energía del país fue testigo de una afluencia de unidades térmicas convencionales, lo que llevó a una mayor dependencia de los combustibles fósiles. Esto fue a pesar del papel tradicionalmente significativo de la generación de energía hidroeléctrica y geotérmica en el sistema eléctrico.

Durante las siguientes décadas, la volatilidad de los precios del mercado mundial del petróleo provocó un aumento en las tarifas de electricidad, lo que otorgó a El Salvador una de las tarifas residenciales más altas de Centroamérica (ver Figura 18). Entre 1998 y 2015, la tarifa promedio de electricidad en El Salvador aumentó en un 53,5 %, debido al aumento de los precios internacionales del petróleo. Los costos de generación (incluidos los costos de combustible y transmisión) corresponden a aproximadamente el 80 % del precio final de la electricidad, mientras que el 20 % restante corresponde principalmente a cargos de distribución y comercialización. Sin embargo, este último disminuyó drásticamente en 2015 debido a la entrada de nuevos actores en el mercado de distribución del país (Superintendencia de Competencia de El Salvador, 2017).

El gobierno de El Salvador cree que las fuentes de energía renovable son la clave para mitigar la dependencia de los combustibles fósiles en la generación eléctrica y su uso también contribuye a la reducción de las tarifas eléctricas (CNE, 2010). Además, los altos costos actuales de la electricidad requieren el uso de subsidios para brindar servicios a todos los habitantes, lo que genera un alto gasto para el país. Por tanto, entre los principales objetivos de la nueva Política Energética Nacional 2020-2050 se encuentra la reducción de la tarifa eléctrica mediante la promoción de la generación de energía renovable, lo que facilitará la eliminación de los subsidios a la electricidad hacia el final del periodo de la política.

**Figura 18. Tarifas de electricidad residencial de algunas de las principales empresas distribuidoras del SICA, para consumos de 50, 100, 200 y 400 kWh - Diciembre de 2018**



Con base en: (UN ECLAC, 2019)

#### Recursos de energía renovable

La gama de recursos de energía renovable disponibles en las regiones de América Latina y el Caribe es amplia, aunque gran parte de este potencial aún no se ha realizado. Si bien más de una cuarta parte del suministro total de energía primaria en la región provino de energías renovables en 2017, el doble del promedio mundial, la generación total de energías renovables de la región representa solo el 6 % de su potencial general de energía renovable.

Una capacidad instalada de energía renovable de 50 GW de bioenergía, 186 GW de energía hidroeléctrica, 108 GW de energía solar fotovoltaica y 93 GW de energía eólica se puede alcanzar para 2030, y de conformidad con el Acuerdo de París (IRENA, 2020b). Estas estimaciones no consideran el potencial de recursos de energía geotérmica u oceánica, que también jugarán un papel importante en el futuro en el suministro de energía de la región.

El Salvador no es una excepción a estas características regionales. Dada su posición geográfica, el potencial de energía renovable del país es abundante y diverso, e incluye bioenergía, energía geotérmica, hidroeléctrica, oceánica, solar y eólica. Si bien el país ha logrado avances significativos recientemente en la diversificación de su suministro de energía, gran parte de su potencial de recursos renovables permanece sin explotar.

#### Bioenergía

En términos de capacidad de energía instalada, para 2019, la biomasa sólida de El Salvador había alcanzado los 298 MW mientras que el biogás sumaba casi 7 MW (IRENA, 2020a). La producción primaria neta estimada de bioenergía en El Salvador es de alrededor de 10,5 toneladas de carbono por hectárea por año (tC/ha/año), que está muy por encima del promedio mundial de entre 3 y 4 tC/ha/año. (IRENA, 2019). En 2018, la bioenergía (bagazo de caña de azúcar y leña) representó más del 18 % del suministro de energía primaria.

Una variedad de factores rigen la cantidad de residuos disponibles para el sector de la bioenergía, incluido el nivel general de actividad en la economía. Este es también en gran medida el caso de los residuos sólidos de las zonas urbanas y los residuos de aserraderos, que quedan fuera del alcance de este informe.

#### Energía geotérmica

La explotación de recursos geotérmicos en El Salvador comenzó en la década de 1960 con la identificación de 18 sitios geotérmicos potenciales en el país. La primera central de energía geotérmica se puso en servicio en 1975 en Ahuachapán.

Esta historia relativamente larga en el sector le ha dado a El Salvador un papel de liderazgo dentro del sector geotérmico regional. En la actualidad, hay una cantidad significativa de científicos y técnicos experimentados disponibles en el país, que a menudo comparten su experiencia a través del Centro de Excelencia en Geotermia en El Salvador (Cuadro 3). Esto brinda a jóvenes profesionales del país y de América Latina y el Caribe cursos de capacitación y talleres en muchos aspectos de la energía geotérmica.

Hoy en día, la empresa generadora LaGeo opera aproximadamente 200 MW de capacidad de energía geotérmica en dos campos geotérmicos. Tras una licitación pública en 2001, Enel Green Power compró una participación de 9 % de LaGeo, incrementándola gradualmente a 36 %, y el gobierno de El Salvador en posesión de las acciones restantes. En 2008, el gobierno obtuvo la propiedad absoluta de LaGeo, después de que Enel Green Power vendiera su participación (Sanyal et al., 2016).

En cuanto al uso directo de la energía geotérmica, se estima una capacidad instalada de 3,36 MWt para 2015, incluyendo una variedad de aplicaciones para turismo y baños termales, así como proyectos piloto en el sector agroalimentario, como calentadores de invernadero, piscicultura y secado de alimentos (Lund y Boyd, 2015).



### **Cuadro 3. El Centro de Excelencia en Geotermia en El Salvador**

Bendecido con vastos recursos geotérmicos, El Salvador tiene la suerte de tener una historia de desarrollo de energía geotérmica que ahora se remonta a la década de 1950. Esto le ha otorgado un nivel de experiencia en el campo sin precedentes dentro de la región, un factor que ahora capitaliza el Centro de Excelencia en Geotermia en El Salvador.

Un proyecto conjunto entre LaGeo y el Programa de Capacitación en Geotermia GRÓ GTP de Islandia (anteriormente conocido como Programa de Capacitación en Geotermia de la Universidad de las Naciones Unidas), el Centro ha establecido al país como un lugar líder para la capacitación en la industria geotérmica.

Jóvenes profesionales de El Salvador, otros países de América Latina y el Caribe han podido compartir la amplia experiencia y los conocimientos técnicos, científicos y de gestión acumulados por el Centro a través de una serie de talleres y cursos.

El Diplomado en Geotermia para América Latina de cinco meses es el programa insignia, que ayuda a El Salvador a establecer el estándar para la capacitación en geotermia en la región. El Diplomado reúne a expertos de El Salvador e Islandia, otro país clave en la industria geotérmica mundial, gracias a un acuerdo de operación conjunta entre LaGeo y GRÓ GTP.

Hasta ahora, el Centro ha impartido el Diplomado, y otros programas de capacitación más breves, a más de 700 profesionales. Además de los salvadoreños que se han inscrito en estos cursos, los estudiantes han incluido profesionales de Montserrat, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y las Granadinas en el Caribe, y Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá y Perú de otras partes de América Latina.

Fuente: GGA (n.d.)

### **Hidroeléctrica**

La energía hidroeléctrica sigue teniendo la mayor participación de energías renovables en la combinación de electricidad de El Salvador.

En los últimos años, la CEL ha llevado a cabo un proyecto de ampliación de 80 MW en la central hidroeléctrica 5 de Noviembre, y el 2 de enero de 2017 entraron en operación comercial las dos nuevas unidades generadoras de 40 MW de la central. Esto les permite aprovechar el exceso de agua que acompaña a la temporada de lluvias. En tanto, la central hidroeléctrica El Chaparral se encuentra en construcción y tendrá una capacidad de generación instalada de 65,7 MW una vez concluida. Se espera que comience a operar en 2021.

### **Energía oceánica**

Se ha realizado una investigación preliminar en la playa de Mizata (Departamento de La Libertad) para determinar el potencial de energía de las olas marinas. (LaGeo, s.f.). La unidad de energía renovable de LaGeo, la entidad que realizó el estudio, recopiló los

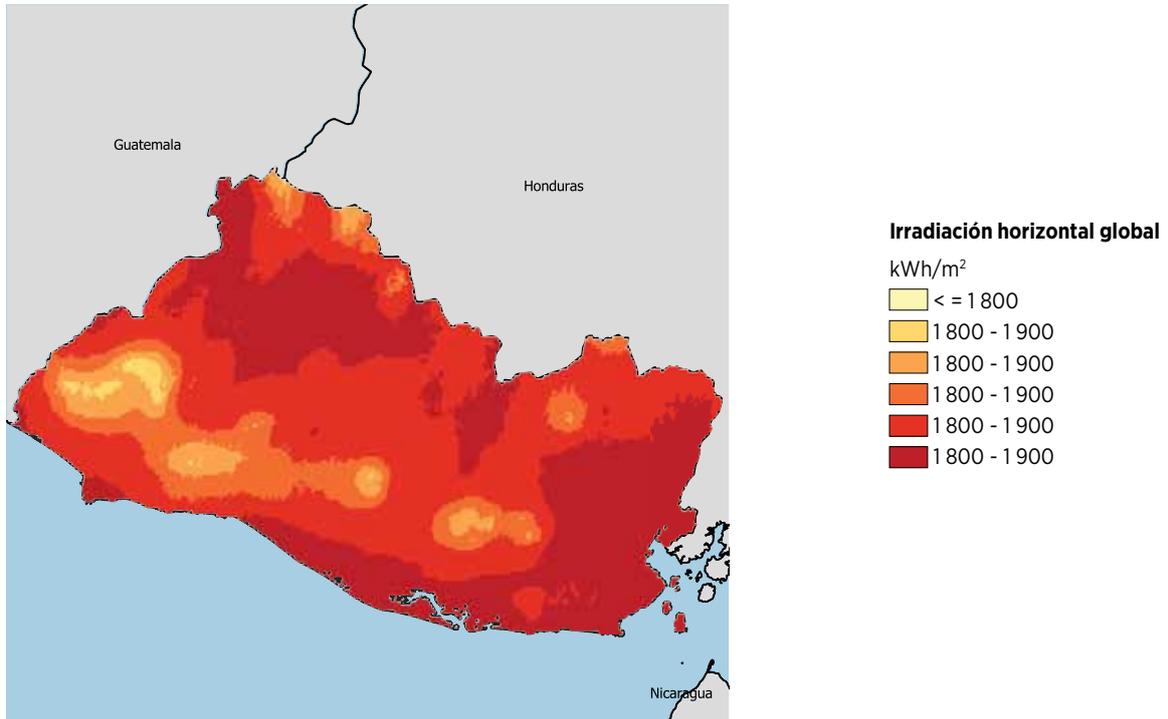
datos necesarios utilizando un sensor que midió: (i) la altura, velocidad, temperatura, dirección y el flujo de la energía contenida en un metro de frente de ola; y (ii) la variación de altura de las mareas.

### **Energía solar**

La Figura 19 presenta una descripción general de la irradiación solar para El Salvador, según el Atlas Global de IRENA. La irradiación solar en el país es uniformemente consistente en todo el territorio, con un intervalo entre 5,29 y 6,27 kWh/m<sup>2</sup>/día. Asimismo, más del 80 % del territorio salvadoreño presenta una generación anual estimada por unidad de capacidad fotovoltaica instalada en el rango de 1600 kilovatios hora por kilovatio pico por año (kWh/kWp/año) y 1800 kWh/kWp/año (IRENA, 2019).

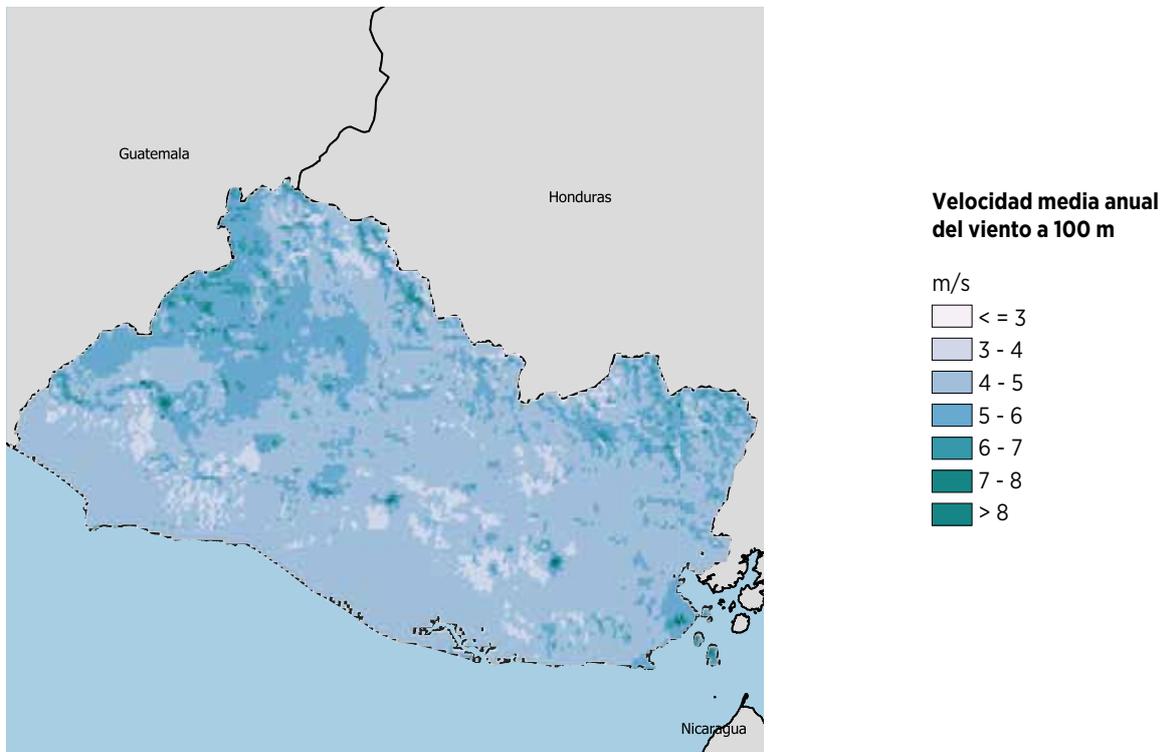
Varios proyectos de energía solar fotovoltaica han entrado en funcionamiento en los últimos años, sumando más de 166 megavatios pico (MWp) de capacidad de energía instalada, en 2018. La irradiación solar en El Salvador es alta, lo que brinda excelentes rendimientos y condiciones rentables favorables para el desarrollo de plantas solares fotovoltaicas.

**Figura 19. El Salvador: Irradiación horizontal global, kWh/m<sup>2</sup>, 1 km 1994/1999/2007-2015**



Fuente: IRENA: Global Atlas, datos del mapa: ESMAP, 2019, [2019] colaboradores de OpenStreetMap

**Figura 20. El Salvador: Velocidad media del viento a 100 m de altura de buje**



Fuente: IRENA: Global Atlas, datos del mapa: DTU, 2019, [2019] colaboradores de OpenStreetMap

#### **Cuadro 4. Servicios de evaluación de la idoneidad de recursos renovables y de sitios de IRENA Global Atlas**

La cartografía de recursos es la primera fase en la planificación de un proyecto de energía renovable rentable para su desarrollo posterior. Los servicios de evaluación de la idoneidad de recursos renovables de IRENA tienen como objetivo identificar áreas y zonas (y atributos) en un país que son apropiadas para implementar proyectos de energía eólica y solar fotovoltaica a escala comerciales. La metodología combina mapas de recursos y datos auxiliares, como líneas de transmisión y redes de carreteras, áreas protegidas, cobertura del suelo, topografía y crecimiento de la población. Estos factores se evalúan para identificar áreas y zonas que tienen buena disponibilidad de recursos, están dentro de una proximidad razonable a la infraestructura necesaria y tienen un bajo impacto ambiental y social, según las condiciones locales. Además, en la evaluación se calcula la capacidad máxima instalable, se identifica el potencial de generación de energía y se sugieren posibles oportunidades de almacenamiento para cada zona. Dicha información respalda la planificación adecuada de la expansión de la generación y la transmisión, reduce el riesgo de invertir en áreas inadecuadas, ayuda a los países a tomar decisiones estratégicas sobre seguridad energética y aumenta la proporción de fuentes sostenibles de generación de electricidad.

El servicio de evaluación de sitios de IRENA tiene como objetivo evaluar la viabilidad técnica y financiera de los sitios para desarrollar proyectos de energía solar fotovoltaica y eólica. La metodología utiliza datos de recursos de series de tiempo de alta resolución específicos del sitio, características del sitio y parámetros tecnológicos para calcular la producción anual de energía (PAE) con diferentes probabilidades de excedencia para cada sitio. Además, simula los costos y tarifas nivelados en los que los sitios serían viables para una mayor inversión en mediciones in-situ y su desarrollo posterior. Esta información es de valor crítico para las autoridades locales, que pueden analizar estos sitios al comparar las tarifas pro forma o los costos nivelados con un punto de referencia, y asegurarse de que los recursos se inviertan solo en ubicaciones ideales.

### **Energía eólica**

A pesar del interés del país en promover las plantas eólicas, los precios alcanzados en la primera subasta de El Salvador en 2014 superaron los precios máximos, por lo que no se adjudicaron proyectos de energía eólica. Durante la segunda subasta del país, se adjudicó un proyecto, pero en 2019, aún no se encontraba en operación.

Varios estudios de mediciones de estaciones meteorológicas han detectado velocidades del viento de entre 1,1 metros por segundo (m/s) y 4,3 m/s (MARN y UCA, 2005). La Figura 20 presenta una descripción general de la velocidad media del viento a una altura de buje de 100 m, lo que muestra que esto promedia entre 4 y 5 m/s. Asimismo, alrededor del 70 % del territorio salvadoreño tiene una densidad potencial de energía eólica (a 100 m de altura) inferior a 260 vatios por metro cuadrado ( $W/m^2$ ) (IRENA, 2019). Pocas zonas han mostrado velocidades de viento altas y relativamente constantes. Un sitio que ha demostrado tener altas velocidades de viento es el proyecto de 54 MW desarrollado por Ventus en Metapán, que tiene una velocidad promedio de 6,6 m/s a 50 metros de altura.

### **Plan maestro de energías renovables**

En 2012, en colaboración con la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA, por sus siglas en inglés), el CNE desarrolló el Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables de El Salvador. Este plan identifica las fuentes de energía renovable que tienen potencial en el país y destaca una hoja de ruta indicativa para el desarrollo de esos recursos hasta el 2026. Las adiciones de capacidad potencial estimadas para entonces, según cada fuente de energía, se proporcionan en la Tabla 2.

Este plan maestro tiene como objetivo promover la diversificación de la combinación energética al adoptar fuentes de energía limpia. El desarrollo de este plan también alentó la implementación de otros mecanismos de apoyo para las energías renovables, como subastas, contratos de largo plazo, entre otros.



**Tabla 2. Capacidad instalada adicional por fuente para 2026**

Fuente de energía	Hidroeléctrica pequeña (< 20 MW)	Eólica	Solar FV	Solar Térmica*	Geotérmica	Biomasa	Biogás
Capacidad instalada (MW) en 2012	35	-	0,5	-	204,4	109,5	6,3
Capacidad instalada adicional hasta 2026 (MW)	162,7	60	90	200	60-89	45	35

Fuente: CNE y JICA (2012)

\* Estimación de la capacidad de generación eléctrica.

#### Cuadro 5. REmap y FlexTool regional de IRENA

IRENA está desarrollando actualmente un estudio REmap (Hoja de ruta para las energías renovables) regional para Centroamérica. Esto incluirá a los países de Belice, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Guatemala, Nicaragua y Panamá y se complementará con una evaluación de la flexibilidad del sistema eléctrico utilizando la herramienta FlexTool de IRENA. Esta es una herramienta de acceso público y gratuito que analiza la flexibilidad del sistema eléctrico en detalle.

El estudio regional REmap explora opciones tecnológicas que permiten una transición energética a nivel regional, a través del desarrollo acelerado de energías renovables en la matriz energética. El estudio cubre la generación de electricidad, los sectores de uso final (transporte, industria y edificios) y la eficiencia energética. Además, con FlexTool, los escenarios energéticos resultantes del análisis REmap se analizan en términos de flexibilidad del sistema eléctrico, con el fin de verificar su viabilidad técnica y proporcionar retroalimentación al equipo de REmap.

El proyecto comenzó en mayo de 2019, y su primer paso fue un gran esfuerzo para involucrar a las contrapartes e instituciones de los países y ampliar la visión para el análisis. Esto implicó varias conferencias telefónicas, incluso con países miembros e instituciones de la región, con el objetivo de asegurar su interés y participación en el proyecto. Como culminación de este primer paso, IRENA organizó el Primer Taller Regional: una hoja de ruta para las energías renovables y una evaluación de la flexibilidad para Centroamérica, que organizó la Secretaría Nacional de Energía de Panamá y se llevó a cabo en la Ciudad de Panamá entre el 4 y el 5 de septiembre de 2019.

Durante el taller, los países involucrados en el estudio, las instituciones asociadas e IRENA evaluaron los objetivos y prioridades de las políticas a nivel nacional y regional, junto con el estado del sistema eléctrico en cada país. El taller también sirvió para evaluar el estado actual del desarrollo de las energías renovables, los modelos de planificación existentes y la visión de integración regional. Las instituciones regionales que participaron en el taller fueron la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), la CEPAL, el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la CMNUCC, el SICA, la EPR y el EOR.

Como seguimiento del primer taller, se enviaron solicitudes de datos individuales a cada país y se organizaron conferencias telefónicas para analizar la entrada de datos para el estudio. Tras recopilar la mayoría de los datos necesarios para el análisis, el proyecto se encuentra actualmente en la fase de desarrollo de la referencia del sistema eléctrico y los escenarios REmap que luego servirán como base para la evaluación de flexibilidad.

Se programó un segundo taller para la última semana de marzo de 2020 para que ayude en el desarrollo del escenario de referencia. El taller se confirmó con la participación de todos los países e instituciones regionales, pero tuvo que cancelarse debido a la pandemia de coronavirus. Llamadas bilaterales con los países sustituirán al taller. Las convocatorias deberían tener lugar durante el segundo semestre de 2020, y se espera que los resultados finales generales del proyecto concluyan y se presenten a finales de ese año.

## Mecanismos de apoyo a las energías renovables en el sector eléctrico

El Salvador utiliza una variedad de mecanismos de apoyo para incentivar el desarrollo de energías renovables en el sector eléctrico. Los principales instrumentos, como se muestra en la Tabla 3, se pueden segmentar en las siguientes categorías: a) incentivos fiscales; b) acceso a la red de transmisión de electricidad; c) instrumentos normativos; d) instrumentos financieros; y e) otros (IRENA, 2016).

### Incentivos fiscales

- **Impuesto sobre el valor agregado (IVA, 13 %):** disposiciones para la exención del IVA relacionadas con obras de pre-inversión e inversiones en la construcción de proyectos de energías renovables (Asamblea Legislativa de la República de El Salvador, Decreto Ejecutivo N.º 462, 2007).
- **Impuesto sobre la renta:** para proyectos de más de 10 MW de tamaño, existe una exención del impuesto sobre la renta de cinco años. Para los más pequeños, la exención es de diez años.
- **Impuesto de importación (5 %):** beneficios fiscales por la importación de equipos, servicios o productos destinados a proyectos de energías renovables.
- **Certificados de reducción de emisiones (CER, por sus siglas en inglés):** en virtud del marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto, y otros mercados de carbono similares, los ingresos derivados de la venta de CER están completamente exentos de impuestos.

### Acceso a las redes de transmisión eléctrica

- **Acceso a la red:** los generadores tienen acceso garantizado a la red, incluidos los generadores de energía renovable.
- **Prioridad de despacho:** el artículo 67-E, que se incluye entre las reformas realizadas a la Ley General de Electricidad, establece que las plantas de generación de energías renovables (desde energía solar, eólica y biomasa) tienen prioridad de despacho, por lo que su costo marginal se considera cero (Asamblea Legislativa de la República de El Salvador, Decreto Ejecutivo N.º 80, 2012).

### Instrumentos normativos

- **Subastas de energías renovables:** se implementan subastas de tecnología específica para adquirir capacidad de energía renovable que resulta en contratos de compra de energía (PPA, por sus siglas en inglés) a largo plazo.
- **Generación distribuida:** las regulaciones de medición neta permiten a los autoprodutores elegibles de energía renovable inyectar el excedente de producción en la red de distribución local (SIGET, 2017a). Asimismo, existen reglas establecidas para las subastas de generación distribuida renovable en el Acuerdo N.º 120-E-2013.

### Instrumentos financieros

- **Fondo dedicado:** un fondo público (FINET) financia proyectos relacionados con la generación de energía o la mejora de la infraestructura energética en las zonas rurales.
- **Fondo de elegibilidad:** un fondo público del Banco de Desarrollo de El Salvador (BANDESAL) proporciona financiamiento para proyectos de energías renovables.

### Otros

- **Requisitos de apoyo social:** los proyectos de energías renovables deben asignar un porcentaje de sus ingresos para apoyar directamente proyectos de la comunidad local o para apoyar el financiamiento general del desarrollo comunitario. (REN21, 2017).

### Subastas de energías renovables

La reforma de la Ley General de Electricidad en 2007 estableció los procedimientos y regulaciones para el uso de procesos de licitación para la adquisición de capacidad eléctrica. En virtud de estos, los licitadores ganadores celebran PPAs de largo plazo con el comprador, una empresa de distribución.

Hay dos tipos de subastas de energías renovables en El Salvador, para generadores conectados a la red y para proyectos de generación distribuida.



**Tabla 3. Instrumentos de apoyo para promover las energías renovables**

	Instrumentos de apoyo	Instrumentos de apoyo de las empresas
<b>Incentivos fiscales</b>	Exención del IVA	Sí
	Exención del impuesto sobre la renta	Sí
	Beneficio fiscal por la importación	Sí
	Exención fiscal de la venta de CER	Sí
	Exención nacional de los impuestos loca-les	No
	Depreciación acelerada	No
<b>Red</b>	Acceso a la red	Sí
	Despacho preferencial de energía	Sí
<b>Regulador</b>	Subastas de PPA	Sí
	Tarifa regulada	No
	Medición neta	Sí
<b>Finanzas</b>	Fondo dedicado	Sí
	Fondo elegible	Sí
	Apoyo pre-inversión	Sí
<b>Otros</b>	Requisitos sociales	Sí
	Energías renovables en programas de acceso rural	Sí

Con base en: BNEF (2012)

Algunos de los aspectos más relevantes de la metodología de subastas en El Salvador son los siguientes (USAID, 2018):

- Las cantidades que se contratan por subasta se distribuyen proporcionalmente entre todas las empresas distribuidoras, en función de su participación en el mercado mayorista.
- Las subastas tienen como objetivo ser transparentes y, por lo tanto, se anuncian públicamente mediante un proceso de divulgación pública que se puede visualizar en el sitio web de la empresa de distribución que dirige el proceso de subasta.
- Con base en el resultado del proceso de planificación energética, el CNE y la SIGET acuerdan programar el proceso de licitación. Sin embargo, no existe un cronograma establecido para la implementación de subastas a largo plazo.
- Las subastas son de tecnología específica con cuotas definidas y un mecanismo de reasignación. Si no se cumple el objetivo de una tecnología, se pueden contratar cantidades adicionales de otras tecnologías para cubrir la brecha.
- Las subastas se basan en los precios ofertados en las licitaciones. Los ganadores de la subasta reciben un precio igual al ofertado en las licitaciones.
- Los precios máximos se divulgan después de que se abren las ofertas presentadas. La SIGET es responsable de establecer los precios máximos para cada tecnología y aprobar los documentos de licitación.
- No hay una ubicación específica para el desarrollo del proyecto y los licitadores pueden proponer sitios para el proyecto.
- Los ganadores del proceso de licitación están obligados a entregar la cantidad total de generación eléctrica que se les adjudique en virtud de un PPA que se ejecuta por un periodo de 20 años. El PPA garantiza que las empresas distribuidoras comprarán toda la energía producida por el generador a una tarifa establecida, como un compromiso de compra en firme (*take or pay*). Para

la generación distribuida, el proceso de licitación ofrece los PPA por un periodo de cinco a 20 años, pero la mayoría de los PPA otorgados hasta ahora han sido por 15 años.

- El PPA establece una tarifa determinada para la energía en dólares estadounidenses, incluida la indexación anual. El pago de la energía se realiza mensualmente.
- El PPA incluye compromisos para los generadores relacionados con el periodo de construcción y puesta en servicio de la central eléctrica. Los retrasos en la puesta en servicio pueden dar lugar a la ejecución de una garantía de cumplimiento.

### Subastas del mercado mayorista

En el primer proceso de subasta de energía, que se implementó en diciembre de 2012, se adquirieron 355 MW de generación de GNL en agosto de 2013 (para obtener más información, ver Sección 3). Posteriormente, en septiembre de 2013, la distribuidora de electricidad DELSUR inauguró la primera subasta de energías renovables de El Salvador. Este proceso de licitación tenía como objetivo adquirir una capacidad total de 100 MW de proyectos de energías renovables no convencionales, con la estipulación de que estos debían tener al menos 5 MW de capacidad. En esta subasta, los PPA se establecieron con plazos de 20 años. Los precios máximos para las ofertas, revelados después de la licitación, fueron de 123,41 USD/MWh para proyectos de energía eólica y 165,53 USD/MWh para proyectos de energía solar fotovoltaica.

Esta primera subasta contrató 94 MW de capacidad solar fotovoltaica en virtud de los PPA de 20 años, mientras que no se asignaron proyectos de energía eólica, ya que las ofertas excedieron el precio máximo. Las empresas ganadoras también debían destinar el 3 % de las ganancias del proyecto a programas de desarrollo social en las ciudades sede de los proyectos.

La segunda subasta de energía renovable de El Salvador comenzó en 2016, cuando DELSUR abrió un proceso de licitación para adquirir una capacidad total de hasta 170 MW de energías renovables no convencionales (70 MW de energía eólica, 100 MW de energía solar fotovoltaica). Los contratos PPA se establecieron para una duración de 20 años, y las normas de la subasta estipularon que los proyectos de energía solar fotovoltaica debían estar conectados y en funcionamiento en abril de 2019, mientras que los proyectos de energía eólica debían estar conectados en abril de 2020. Además, los proyectos de energía solar fotovoltaica y eólica tenían requisitos de capacidad de entre 5 y 50 MW.

DELSUR volvió a representar a un grupo de las mismas siete empresas distribuidoras que participaron en el primer y segundo proceso de subasta, con 62 empresas registradas para participar en esta tercera licitación. DELSUR recibió 29 ofertas de 19 empresas, lo que resultó en cuatro proyectos de energía solar fotovoltaica y un proyecto de energía eólica que obtuvo el PPA, por una capacidad total adjudicada de 169,9 MW (ver Tabla 4).

La reducción de precio en el transcurso de las dos rondas de generación conectada a la red refleja una curva de aprendizaje en el desarrollo de proyectos locales. Se identificaron varios obstáculos durante la primera ronda de subasta y luego se mejoraron. Estas mejoras incluyeron: una mayor capacidad de los proyectos pequeños para negociar precios de equipos más competitivos; mayor experiencia en bancos comerciales salvadoreños con financiamiento de proyectos de energía renovable; y un mayor interés de los bancos multilaterales de inversión y de desarrollo en el financiamiento de pequeños proyectos en El Salvador.

### Subastas de generación distribuida

Las empresas distribuidoras de El Salvador, junto con el CNE y la SIGET, abrieron entonces la primera subasta de energía renovable distribuida del país, para contratar una capacidad total de hasta 15 MW. De estos, 4 MW debían provenir de pequeñas centrales hidroeléctricas, 6 MW de energía solar fotovoltaica, 4 MW de biogás y 1 MW de clientes residenciales con sistemas de autogeneración de energía renovable de hasta 5 kW.

En esta primera subasta, la SIGET recibió ofertas para 58 proyectos de energías renovables de pequeña escala, principalmente de desarrolladores de proyectos nacionales, de los cuales la SIGET seleccionó un total de 35 proyectos para los compradores, compuestos por siete empresas distribuidoras. En esta primera subasta, los PPA tenían un plazo de contrato de 15 años, fijados en dólares estadounidenses, con precios indexados al IPC para todos los consumidores urbanos de EE. UU. El desarrollador del proyecto debía presentar una garantía de mantenimiento de la oferta y una garantía de cumplimiento del contrato. En esta subasta, muchos licitadores no pudieron llegar al cierre financiero de sus proyectos. Como resultado, la mayoría de estos desarrolladores vendieron su PPA a una firma de capital privado con sede en EE. UU.

### 3. DESARROLLOS DE ENERGÍAS RENOVABLES

En 2018, el CNE lanzó un nuevo proceso de licitación para fuentes distribuidas de energía renovable. Este proceso de licitación de tecnología específica se centró en las siguientes tecnologías con la respectiva capacidad subastada: energía

solar fotovoltaica en la azotea (10 MW), biogás (8 MW) y energía solar fotovoltaica en tierra (10 MW) (CNE, s.f.). Los resultados de esta subasta se publicaron en marzo de 2019 y se pueden encontrar en la Tabla 5.

**Tabla 4. Resumen de resultados de las subastas de energías renovables realizadas en el mercado mayorista en El Salvador**

Fecha de subasta	Capacidad objetivo	Capacidad otorgada	Precios medios
2014	• 100 MW de energía renovable no convencional	• 94 MW de energía solar fotovoltaica (4 proyectos)	• 109,68 USD/MWh
2016	• 100 MW de energía solar FV • 70 MW de energía eólica	• 119,9 MW de energía solar FV (4 proyectos) • 50 MW de energía eólica (1 proyecto)	• 61,44 USD/MWh

Con base en: USAID (2018); CNE (n.d.)

**Tabla 5. Resumen de resultados entre las subastas de generación distribuida renovable realizadas en El Salvador**

Fecha de subasta	Capacidad objetivo	Capacidad otorgada	Precios medios
2013	• 15 MW	• 12,36 MW de energía solar FV (31 proyectos) • 500 kW de hidroeléctrica pequeña (2 proyectos) • 450 kW de biogás (2 proyectos)	• 179,47 USD/MWh
2019	• 10 MW de módulos solares FV de techo • 8 MW de biogás • 10 MW de energía solar FV en tierra	• 2 MW de biogás (2 proyectos) • 8,48 MW de energía solar FV en tierra	• 93,17 USD/MWh

Con base en: USAID (2018); CNE (n.d.)



Proyecto eólico Ventus en Metapán, El Salvador

Créditos de la imagen: CEL

## Procedimientos y permisos de proyectos de energías renovables

El desarrollo de proyectos de energías renovables en El Salvador requiere que se sigan una serie de procedimientos y se adquieran varios permisos. Una variedad de oficinas gubernamentales se ocupan de

estos en diferentes etapas del ciclo de vida del desarrollo del proyecto. Estos trámites se llevan a cabo y los permisos se obtienen de forma secuencial, comenzando con la formulación del perfil del proyecto y el estudio de prefactibilidad. En la etapa de pre-inversión se realizan los estudios eléctricos, de factibilidad y de impacto ambiental hasta concluir el diseño final del proyecto.

**Figura 21. Etapas de permisos**

Institución	Fase de preinversión				Fase de inversión (construcción)	Fase de operación	Fase de dosificación de la operación
	Factibilidad de acceso	Solicitud de interconexión	Contrato de interconexión	Permiso de construcción	Registro del proyecto	Procedimiento de desconexión del contrato	
Distribuidor	Factibilidad de acceso	Solicitud de interconexión	Contrato de interconexión				Procedimiento de desconexión del contrato
Ayuntamiento	Factibilidad de construcción			Permiso de construcción	Registro del proyecto		
Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU)	Factibilidad de construcción			Permiso de construcción	Registro del proyecto		
Ministerio de Salud (MINSAL)		Inst. y func. Autorización					
Ministerio de Cultura (MICULTURA)		Solicitud de inspección técnica					
Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)		Factibilidad AN y AP Asimismo, envío de carta de no afectación					
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)		Permiso ambiental para la construcción del proyecto			Liberación de la fianza de cumplimiento ambiental	Informe operativo anual y auditoría ambiental	Plan de abandono
SIGET		Inscripción en el registro	Certificación de incentivos fiscales			Renovación del registro	Baja del registro de generadores
Ministerio de Hacienda (MH)			Autorización de los incentivos fiscales				
Sistema financiero			Solicitud de financiación		Supervisión y desembolso del crédito	Supervisión del crédito	

■ Interconexión con el sistema eléctrico ■ Construcción ■ Evaluaciones del impacto ambiental ■ Incentivos fiscales

Fuente: CNE (2013)

### 3. DESARROLLOS DE ENERGÍAS RENOVABLES

Los trámites indicados en la Figura 21 son llevados a cabo por diferentes organismos dentro del sector eléctrico, incluidos:

- empresas de distribución: responsables de la viabilidad del acceso a la red, la aplicación de interconexión, el acuerdo de interconexión
- ETESAL: responsable de la viabilidad de acceso a la red, la aplicación de interconexión, el contrato de interconexión
- Operador del sistema y mercado: responsable de la solicitud para firmar el contrato de interconexión
- SIGET: responsable de la solicitud de estudios, registro, solicitud de concesión de proyectos de energía hidroeléctrica y geotérmica, certificación de incentivos fiscales.

Los trámites enumerados anteriormente se realizan por las siguientes instituciones gubernamentales:

- la alcaldía para permisos de construcción
- el Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMDU) para estudios factibilidad y permisos de construcción
- el Ministerio de Salud (MINSAL) para la autorización del permiso del proyecto
- el Ministerio de Cultura (MICULTURA) para solicitudes de inspección técnica
- la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados para estudios de factibilidad
- el MARN para permisos ambientales de construcción
- el MH para las aprobaciones de incentivos fiscales.

Durante la etapa de inversión para la construcción del proyecto, se realizan los trámites de inscripción catastral en la alcaldía, recepción de obra por parte del VMVDU y liberación de la fianza de cumplimiento ambiental. Una vez que el proyecto esté en condiciones operativas, el generador deberá realizar un pago a la SIGET por la actualización del registro, que considera la cantidad de electricidad generada (MWh) e inyectada a la red durante el año anterior. Además, es fundamental presentar al MARN informes anuales de auditoría operativa y ambiental. Al finalizar

las operaciones de un proyecto, se llevan a cabo los trámites de desconexión, el plan de abandono y la baja del registro de generadores en la SIGET.

La Ley General de Electricidad establece que los proyectos de energía geotérmica e hidroeléctrica requieren diferentes procedimientos de concesión. Una vez que un desarrollador de proyecto desarrolla los estudios de factibilidad para la explotación del recurso en una zona determinada, la concesión debe pasar por un proceso de licitación abierta, donde se adjudica al licitador de menor precio, a menos que ocurra lo siguiente después de la subasta:

- El desarrollador de energía hidroeléctrica que asumió los costos del estudio de factibilidad ofrece una oferta de al menos el 90 % de la oferta ganadora.
- El desarrollador de energía geotérmica que asumió los costos del estudio de factibilidad ofrece una oferta de al menos el 85 % de la oferta ganadora.

Además, la Ley General de Electricidad agiliza los procedimientos de licencia para proyectos de energía hidroeléctrica y geotérmica por debajo de 5 MW de capacidad instalada, los cuales se especifican en la Ley Reguladora para el Otorgamiento de Concesiones de Proyectos de Generación Eléctrica en Pequeña Escala.

Según funcionarios del sector privado y varios desarrolladores de proyectos, los procedimientos del proyecto y los procesos de permisos actualmente en vigor han creado implicaciones de costos desfavorables, demoras e incertidumbre para los proyectos de energías renovables. A pesar de cierto grado de aprendizaje y mejora en la documentación de los trámites, se ha sugerido que en varias oficinas públicas sigue habiendo insuficiencia de conocimientos técnicos que les permita llevar a cabo los trámites de permisos de manera eficaz. El papeleo necesario también se encuentra disperso en varias instituciones, con falta de claridad en las responsabilidades.



## Cartera de proyectos de energías renovables

Además de ser la empresa estatal que históricamente ha estado a cargo del desarrollo de energías renovables y recursos de energía fósil en El Salvador, la CEL también formuló el Plan Nacional de Desarrollo Energético Integrado (1988 – 2000). Después de esto, se crearon varios estudios de factibilidad y planes de inversión para delinear el desarrollo futuro de la generación a partir de recursos de energías renovables, incluida la energía hidroeléctrica, geotérmica, solar fotovoltaica, eólica y de biogás, así como la introducción de energía oceánica (energía de las mareas).

Como se mencionó anteriormente, en los últimos años, la CEL ha llevado a cabo una ampliación de 99,4 MW de la central hidroeléctrica 5 de Noviembre, con la incorporación de dos nuevas unidades generadoras de 40 MW cada una. Estas se conectaron en 2017. Estas adiciones permitirán que la planta aproveche el exceso de agua que se produce durante la temporada de lluvias. La central hidroeléctrica El Chaparral de 65,7 MW de la CEL también está en construcción y se espera que comience a operar en 2021.

LaGeo ha avanzado la investigación en dos yacimientos geotérmicos con potencial de generación, en los sitios del proyecto conocidos como Berlín y Chinameca. El desarrollo del Proyecto II de ciclo binario de 7 MW en Berlín se concluyó y se espera que esté en funcionamiento en 2021.

Como parte de sus funciones, el CNE tiene la tarea de elaborar el Plan Indicativo de Expansión de la Generación 2018 – 2028, que identifica posibles proyectos candidatos para el desarrollo.

Este plan evalúa el estado del actual sistema eléctrico salvadoreño. Esto es para evaluar las opciones de expansión de la capacidad que pueden promover los recursos de energías renovables, respaldar la confiabilidad del sistema eléctrico y ayudar a garantizar el suministro de electricidad a precios competitivos.

Los proyectos incluidos en el plan de generación, que se muestran en la Tabla 6, han sido objeto de estudios y consultas entre la CNE y los propietarios del proyecto. El listado de proyectos no incluye los que ya se encuentran en construcción, ni los que cuentan con PPAs de largo plazo, ya que se consideran proyectos en firme que podrían formar parte del sistema de generación.

**Tabla 6. Proyectos candidatos de centrales eléctricas**

Nombre	Recurso	Fecha tentativa de operación	Potencia	Inversión (USD/kW)	O&M % de inversión
Berlín U5	Geothermal	(MW)	Inversión	6 500	1% - 2%
Wind CEL	Wind	(USD/kW)	O&M	2 631	2% - 4%
Ahuachapán U4	Geothermal	% de inversión	6	6 500	1% - 2%
Chinameca	Geothermal				
Motor 1	Bunker	1/1/2023	100	2 631	1% - 2%
Motor 2	Bunker	1/1/2023	100	2 631	1%
Motor LNG	LNG	1/1/2023	150	1 338	1% - 3%
Solar 1	PV	1/1/2023	50	700	1% - 3%
Solar 2	PV	1/1/2023	15	700	1% - 3%
Solar 3	PV	1/1/2023	60	700	1% - 3%
Solar 4	PV	1/1/2023	20	700	1% - 3%
Solar 5	PV	1/1/2023	80	700	1% - 3%
Solar 6	PV	1/1/2023	25	700	1% - 2%
San Vicente	Geothermal	1/1/2024	8	6 500	1% - 2%
Berlín U6	Geothermal	1/1/2026	28	6 500	1% - 2%
Expansion Chinameca	Geothermal	1/1/2026	34	6 500	1% - 2%
Expansion San Vicente	Geothermal	1/1/2026	14	6 500	1% - 2%

Fuente: CNE (2019)

### 3. DESARROLLOS DE ENERGÍAS RENOVABLES

El listado de proyectos del plan de generación incluye cuatro unidades de generación de energía geotérmica, por un total de 30 MW de capacidad instalada, que ya se encuentran en fase de desarrollo. También incluye un total de 76 MW de expansión de capacidad instalada en tres centrales geotérmicas existentes. Además, el plan incluye seis plantas solares fotovoltaicas, por un total de más de 250 MW de capacidad instalada. En el plan también se considera un proyecto de energía eólica de 40 MW y se incluyen varias instalaciones potenciales de generación de combustibles fósiles, entre ellas dos plantas de generación de combustóleo por un total de 200 MW de capacidad instalada, y una planta de GNL con 150 MW de capacidad instalada.

Además, en 2017, la SIGET evaluó y certificó un conjunto de nueve proyectos de energías renovables que representan un potencial de más de 150 MW de capacidad instalada de energía solar fotovoltaica y biomasa (consulte el Anexo 4). Esta certificación fue un paso necesario para el cumplimiento de la ley de incentivos fiscales a las energías renovables y, por lo tanto, la exención de los impuestos correspondientes para los propietarios de proyectos. Sin embargo, existe cierta incertidumbre sobre si estos proyectos se completarán.

También en 2017, la SIGET emitió convenios para tres proyectos de energía hidroeléctrica (consulte el Anexo 5), que se presentarán ante la Asamblea Legislativa con el fin de otorgar concesiones para el uso de recursos hídricos.

El CNE también desarrolló un portal en línea<sup>5</sup> que enumera proyectos de energías renovables en El Salvador. Además de aquellos proyectos que han obtenido PPAs en subastas, el portal presenta un conjunto de proyectos de energías renovables que incluye la generación distribuida en el mercado minorista, pequeños proyectos de energía hidroeléctrica y plantas de bioenergía.

El Salvador también tiene una experiencia considerable en la instalación de sistemas fotovoltaicos solares en el sector fuera de la red. Un registro de sistemas solares fotovoltaicos realizado por el CNE reporta 3182 sistemas solares fotovoltaicos de 75 W cada uno, instalados en 167 comunidades rurales, prestando servicio a aproximadamente 3000 familias.

Un proyecto adicional, que tendrá importantes implicaciones para el futuro del sector eléctrico, dado su tamaño de capacidad, es el proyecto de GNL de 380 MW de EDP, que se espera que entre en servicio en 2021. Este

proyecto ya cuenta con un PPA, que se adjudicó durante el primer proceso de licitación de energía en El Salvador en 2012. También cubrirá gran parte de la demanda de las empresas distribuidoras. Una vez que la planta entre en funcionamiento, la asignación de nuevos PPA para energías renovables probablemente dependerá del crecimiento de la demanda de electricidad y de la política energética futura.

El precio de la electricidad generada por EDP (según el contrato financiero del proyecto) depende del precio internacional del gas natural. En el caso del contrato de suministro de gas, este precio se indexa a su vez al petróleo Brent. Por tanto, los precios de la electricidad generada por EDP dependerán de la evolución de los precios del petróleo. Se espera que una central de gas presente un menor costo de generación variable que otras centrales térmicas. Así, siguiendo el orden de mérito, se despacharía en primer lugar la electricidad de EDP y posteriormente se despacharían aquellas centrales térmicas con base en combustóleo Bunker C, con precios más elevados.

El Plan Indicativo de la Expansión de la Generación Eléctrica de El Salvador 2018-2035 también muestra la central de EDP que desplaza a centrales térmicas con base en combustóleo Bunker C en despacho. Este Plan Indicativo muestra que el costo marginal de operación (equivalente al precio mayorista de la electricidad para un sistema basado en costos) sería menor durante los primeros años de operación de la central de EDP. En años posteriores (entre 2023 y 2035), el costo marginal tiende a estabilizarse, entre 64 USD/MWh y 117 USD/MWh.

El otro componente del precio de la tarifa es el costo del precio contractual. Este está compuesto por los costos variables de generación asociados al costo de eficiencia de combustible y maquinaria, costos de operación y mantenimiento (O&M), y el componente premium, que cubre los costos de inversión, costos fijos y la ganancia esperada por los inversionistas del proyecto (SIGET, 2012).

El precio de venta de la electricidad en el contrato debería ser similar a los costos de las centrales térmicas con base en el Bunker C. Por esta razón, no se espera que el proyecto de EDP contribuya a una disminución de los precios de la electricidad. Con base en estos supuestos, se puede esperar que los precios de mercado en el futuro permitan que las centrales de energía renovable sean económicamente viables, y que desplacen en el camino al Bunker C térmico y otras centrales térmicas a base de combustóleo.

<sup>5</sup> <http://energiasrenovables.cne.gob.sv/>

## Financiamiento de energías renovables

En la década de 1990, el proceso de reforma energética de El Salvador proporcionó un punto de partida para los futuros flujos de inversión en energías renovables en el país. La estabilidad normativa y las políticas propicias son fundamentales para el financiamiento de las energías renovables, ya que ayudan a garantizar la transparencia esencial para los esquemas de financiamiento basados en el mercado (IRENA, 2016).

En este contexto, el enfoque liberalizado de El Salvador para el sector energético proporciona la base para el marco propicio necesario para ampliar el financiamiento privado futuro dentro del sector, con el apoyo inicial del financiamiento público. Hasta el momento, las inversiones en energías renovables en el país han sido en gran parte resultado del financiamiento público.

El Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) brinda apoyo clave a la inversión para proyectos de energías renovables. El objetivo del BCIE es financiar proyectos que tengan un impacto en el desarrollo económico y social y ayuden a cumplir con la misión más amplia del banco de integración económica en la región. Como parte de sus esfuerzos de financiamiento anteriores, el banco ha proporcionado financiamiento para el proyecto del SIEPAC, iniciativas de generación de energías renovables a nivel local y regional, programas de diversificación energética y proyectos de sistemas de transmisión y distribución. En 2017, el BCIE aprobó préstamos para el sector energético por 632,3 millones de USD, lo que representa el 32,8 % de sus préstamos aprobados para el año (BCIE, 2018).

El BCIE, junto con el Banco Alemán de Desarrollo (KfW), administra un programa de financiamiento en la región bajo el Fondo para Inversión en América Latina (LAIF, por sus siglas en inglés) de la Unión Europea (UE) que comprende proyectos de energías renovables. Uno de esos proyectos que recibió apoyo financiero fue la ampliación de la central hidroeléctrica 5 de Noviembre, mencionada anteriormente.

BANDESAL, como banco nacional de desarrollo, proporciona financiamiento para apoyar estudios de factibilidad y otras actividades de pre-inversión para proyectos de energías renovables. El banco puede financiar proyectos de energías renovables ya sea directamente o mediante la banca comercial de primer piso. Más allá de BANDESAL, a nivel nacional, el banco estatal Banco Hipotecario y varios bancos comerciales en El Salvador también ofrecen líneas de financiamiento con recursos propios para la construcción de proyectos de energías renovables.

Con base en sus objetivos, el BID apoya a El Salvador en el financiamiento de proyectos para el desarrollo de energías renovables, para proyectos de investigación y el desarrollo de programas piloto para verificar la viabilidad de alternativas de energías renovables.

Junto con la Compañía para el Financiamiento del Desarrollo (FMO) de los Países Bajos y el banco de desarrollo francés, Proparco (*Société de Promotion et de Participation pour la Coopération Economique S.A.*), el BID proporcionó un paquete financiero para la construcción del proyecto de energía fotovoltaica Capella solar en El Salvador. Capella es el segundo proyecto de generación de energía solar más grande del país, con 140 MW de capacidad instalada. El paquete financiero del proyecto tiene un plazo de hasta 18 años y está compuesto por tres préstamos de 28 millones de USD cada uno (BID Invest, 2018).

Además, el BID busca nuevas oportunidades para promover la integración energética nacional y regional. Tiene como objetivo minimizar las fluctuaciones en los precios de la energía, reducir el desperdicio y las pérdidas en la transmisión y así aumentar la seguridad energética en las Américas y el Caribe. El BID es consciente que, al diversificar la combinación energética de cada país, contribuirá a reducir los efectos del cambio climático y los costos de operación del sistema (BIDa, 2018).

En los últimos años, se han realizado esfuerzos para apoyar a las pequeñas y medianas empresas (pymes), para inversiones en eficiencia energética y energías renovables. El BID, por ejemplo, otorgó un préstamo de 20 millones de USD a El Salvador para la creación de una línea de financiamiento destinada a promover la inversión de las pymes en eficiencia energética. Este programa se complementa con un componente de cooperación técnica no reembolsable, que desarrollará medidas de ahorro de energía, y un instrumento de transferencia de riesgo financiero, que favorece las inversiones en eficiencia energética (BIDb, 2018).

Recientemente, el BCIE también lanzó la iniciativa MIPYMES Verdes. Esto crea líneas de crédito para financiar inversiones de hasta 5 millones de USD en proyectos que tienen como objetivo reducir en un 15 % el consumo energético de las pymes y/o proyectos de energías renovables con una capacidad máxima instalada de 5 MW. El KfW y la UE respaldan esta línea de crédito (BCIE, 2020).

Mientras tanto, la inversión privada en la infraestructura existente en El Salvador aún es limitada. Sin embargo, el país ha facilitado el financiamiento de proyectos de energías renovables adjudicados en el marco del proceso de licitación, como es el caso de los fondos de capital privado respaldados por inversionistas institucionales. Además, las agencias de crédito a la exportación también han proporcionado financiamiento en forma de créditos a largo plazo.

El Salvador tiene mercados de capital en funcionamiento, con fondos de pensiones privados que invierten en bonos corporativos titulizados por flujos de efectivo futuros de la infraestructura pública. Esto se ha convertido en una importante fuente de financiamiento para los desarrolladores de proyectos de energías renovables en el país (USAID, 2018).

#### Cuadro 6. **Plataforma de Inversión Climática (CIP, por sus siglas en inglés)**

La CIP es una iniciativa global respaldada por IRENA, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Energía Sostenible para Todos (SE4All, por sus siglas en inglés), en cooperación con el Fondo Verde para el Clima (GCF, por sus siglas en inglés). El objetivo de la CIP es reforzar la acción climática y traducir los ambiciosos objetivos climáticos nacionales en inversiones concretas t​angibles (IRENA, s.f. a). Aunque inicialmente se centró en la transición energ​tica, el objetivo final de la iniciativa es acelerar las inversiones en energ​as renovables y permitir el ​xito de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en ingl​s).

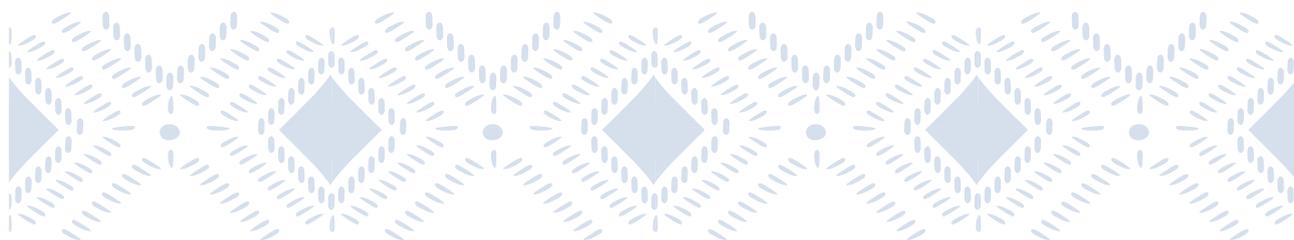
La plataforma ofrece una v​a para fortalecer la colaboraci​n existente y presenta una oportunidad para considerar nuevas formas de reunir de manera m​s efectiva a las partes interesadas para catalizar la acci​n, todo dentro de las estructuras institucionales existentes y conforme a los mandatos respectivos de las organizaciones asociadas.

En este contexto, los foros de inversi​n, un elemento clave de la estrategia de IRENA para facilitar las inversiones en energ​as renovables, ofrecen un marco organizativo eficaz para la implementaci​n de la CIP a trav​s de un enfoque subregional.

Los foros subregionales tienen dos objetivos principales: fortalecer la capacidad de los responsables de la toma de decisiones para crear un entorno propicio s​lido para las inversiones en energ​as renovables; y ayudar a los desarrolladores a preparar proyectos financiables y acceder al financiamiento. Tambi​n se proporciona soporte para proyectos despu​s del foro.

Al poner en funcionamiento la CIP, IRENA pretende trabajar en estrecha colaboraci​n con instituciones financieras multilaterales, bilaterales y locales, socios para el desarrollo y otras instituciones que est​n preparadas para proporcionar recursos financieros o t​cnicos, y/o bien apoyar la realizaci​n de proyectos, as​ como empresas e inversionistas privados.

En Am​rica Latina y el Caribe, IRENA tiene como objetivo implementar dos foros subregionales de inversi​n: uno para Centroam​rica y el Caribe y otro para Sudam​rica. Ambos eventos tienen como objetivo aumentar las inversiones en energ​as renovables en la regi​n, apoyar el desarrollo y la implementaci​n de proyectos y contribuir a la creaci​n de marcos normativos y de la pol​tica propicios para las inversiones en energ​as renovables. Las actividades clave del foro incluir​n el establecimiento de contactos entre desarrolladores de proyectos, posibles financiadores e inversionistas. Los proyectos de energ​as renovables, junto con aquellos en la red el​ctrica basados en energ​as renovables y los proyectos de eficiencia energ​tica se pueden considerar para recibir apoyo (IRENA, s.f. b).



## 4. Recomendaciones para abordar las principales barreras que obstaculizan la implementación de energías renovables

Esta sección presenta los principales desafíos para la implementación de energías renovables en El Salvador que se identificaron durante el proceso de RRA. Esto incluyó una revisión de la literatura, las percepciones de las entrevistas de los encuestados, los resultados de los grupos focales y debates en mesas redondas incluyendo múltiples partes interesadas que se llevaron a cabo durante los talleres de consulta, junto con intercambios posteriores con las partes interesadas elegidas.

Cada uno de estos desafíos se presenta a continuación, junto con un conjunto de recomendaciones correspondientes a corto y mediano plazo destinadas a abordarlos, incluidas, cuando corresponda, las medidas que está tomando el gobierno.

### **Mejorar la planificación y la política a largo plazo para el sector de las energías renovables**

La Política Energética Nacional 2010-2024 proporcionó el impulso necesario para promover el desarrollo de las energías renovables y diversificar el suministro de energía del país, después de años de generación basada en combustibles fósiles y un desarrollo lento de la energía renovable. En los últimos años, la introducción de procesos de licitación competitiva y diversos incentivos fiscales para la electricidad renovable ha contribuido a un entorno empresarial positivo para las energías renovables en El Salvador.

Sin embargo, durante el proceso de consulta de la RRA, numerosas partes interesadas destacaron el impacto negativo en el desarrollo de energías renovables debido a la falta de coordinación institucional en los planes energéticos a largo plazo. Por lo tanto, un enfoque inclusivo entre todas las partes es fundamental al desarrollar objetivos de energía renovable y planes a largo plazo. La implementación positiva puede conducir a un entorno

de inversión fortalecido para las energías renovables y mejorar la estabilidad de las políticas del país.

De hecho, un plan energético nacional a largo plazo debe adoptar un enfoque holístico para cubrir los diversos aspectos del sector energético. Este enfoque debería incluir: el uso de tecnologías limpias para el sector de la calefacción; la ampliación de la flota de generación e infraestructura de transmisión; y la integración con el mercado eléctrico regional, que es muy relevante para El Salvador, debido a su interconexión regional vía el SIEPAC.

### **Acción 1: Establecer un plan a largo plazo para el sector eléctrico.**

Durante el proceso de RRA, la consulta con las partes interesadas reveló la necesidad de contar con un plan energético nacional más completo. Este plan debe abarcar todas las tecnologías de energía, proveedores y consumidores a través de un análisis integrado de las condiciones actuales del mercado, e incluir una evaluación de la demanda de energía, disponibilidad de electricidad y calor, expansión de la red, estrategias fuera de la red y otros temas. Al emprender este plan a largo plazo, se puede buscar un enfoque más coordinado para la expansión del sistema de generación y transmisión.

El CNE elabora el Plan Indicativo de Expansión de la Generación, que analiza la evolución esperada de la demanda eléctrica en un periodo de aproximadamente 10 años y propone diferentes tecnologías para su suministro. Este estudio evalúa escenarios de crecimiento de la demanda de energía en diferentes sectores de la economía (industrial, servicios, transporte, etc.) y analiza la capacidad nacional de oferta. Asimismo, la ETESAL es responsable de llevar a cabo el plan de expansión a largo plazo de la red nacional de transmisión. Ambos informes son un aporte importante en el desarrollo de un plan energético nacional, pero requieren una

## 4. RECOMENDACIONES PARA ABORDAR LAS PRINCIPALES BARRERAS QUE OBSTACULIZAN LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

mejor coordinación entre ambas instituciones para lograr un desarrollo eficiente de la infraestructura del sector eléctrico. Asimismo, se recomienda tener una participación más estrecha de la SIGET en todo el proceso, para asegurar la adecuada aprobación del plan.

Además, los planes de expansión del sistema eléctrico deben abordar el problema de la flexibilidad operativa en el sistema eléctrico. La implementación de la generación de ERV debe acompañarse de acciones que le den al sistema la flexibilidad operativa que necesita para hacer frente a la variabilidad a corto plazo y permitir que el sistema funcione de manera confiable. Los esfuerzos de planificación deben explorar todas las opciones posibles, incluidas las inversiones en transmisión y almacenamiento, así como otras tecnologías de generación base, como la energía geotérmica y la energía hidroeléctrica, que pueden mejorar la flexibilidad. Estos esfuerzos también deben considerar la especificación de la combinación tecnológica de adiciones de capacidad de generación de energías renovables que resulte en costos generales más bajos para el sistema, junto con adiciones sin variabilidad a corto plazo, como la energía geotérmica o de biomasa.

### **Acción 2: Promover las energías renovables para usos finales en edificios, calefacción y transporte.**

El Salvador ha centrado sus esfuerzos en la penetración de energías renovables en el sector eléctrico. Esto ha llevado a una participación cada vez mayor de las energías renovables en la combinación de electricidad y a una reducción en su dependencia de los combustibles fósiles. Sin embargo, al analizar la combinación energética nacional, el consumo de electricidad en los sectores de uso final representa alrededor del 20 %, y aproximadamente el 79 % del consumo de energía final se suministra por combustibles fósiles. Por tanto, la participación de las energías renovables sigue siendo baja en estos sectores.

En la actualidad, El Salvador tampoco tiene objetivos para las energías renovables en los sectores de uso final. El establecimiento de objetivos para las energías renovables en el transporte, la calefacción y la refrigeración, la agricultura y la industria podría contribuir a una mayor ampliación de las energías renovables en el país y ayudar a alcanzar los objetivos de reducción de emisiones al tiempo que crea nuevas oportunidades de negocio. Además, la energía renovable en los sectores de uso final puede ayudar a facilitar la integración de servicios auxiliares, como las aplicaciones de almacenamiento.

Actualmente, a través de un extenso proceso de consulta con las partes interesadas, el CNE está desarrollando su Política Energética Nacional a largo plazo para el periodo 2020-2050. Esto incluye objetivos para la participación de tecnologías de energía limpia en sectores de uso final, como la industria y el transporte.

Además, la nueva Política Energética Nacional tiene como objetivo promover el desarrollo de proyectos piloto en el uso directo de recursos de energías renovables en los sectores industrial y agroalimentario.

### **Acción 3: Alinearse con la Estrategia Energética regional CEPAL-SICA 2030.**

La integración regional en Centroamérica ha jugado un papel importante en el sistema eléctrico salvadoreño. El SIEPAC actúa como columna vertebral de la red eléctrica, y el país juega un papel activo en el MER como uno de los mayores importadores de energía.

El Salvador puede seguir beneficiándose de la integración regional al alinear sus esfuerzos con las estrategias regionales de desarrollo de electricidad. El SICA y la CEPAL han desarrollado la estrategia energética 2030 para los países del SICA, que brinda un enfoque integral para el desarrollo energético regional e identifica las prioridades para los países en busca del desarrollo energético sostenible. El Salvador debe incorporar esta estrategia en sus esfuerzos nacionales de planificación a largo plazo a fin de maximizar los recursos de energías renovables fuera del país. Esta estrategia también debe estar en consonancia con la estrategia general de desarrollo del país, y asegurar la participación de los sectores público y privado.

Ya se han logrado algunos avances en esto, al incluir la integración energética regional como uno de los componentes estratégicos de la nueva Política Energética Nacional de El Salvador 2020-2050. Sin embargo, esto también debería reflejarse como parte de un plan energético nacional más completo.

### **Acción 4: Incorporar la generación de energía distribuida en la planificación integral de la electricidad a largo plazo.**

Como es el caso en muchos países, la medición neta puede ser un instrumento eficaz para impulsar el desarrollo de la generación de energía renovable distribuida. Sin embargo, una implementación cuidadosa es fundamental para evitar poner en riesgo una recuperación de costos eficiente en el sistema y para evitar los subsidios cruzados entre los clientes que consumen lo que producen y los que no lo hacen (IRENA, IEA, REN21, 2018).

El reglamento de autogeneración de la SIGET ofrece la oportunidad de explotar la energía solar ampliamente disponible y geográficamente dispersa. Dada la importancia de la estabilidad de la red y la viabilidad financiera de las empresas de distribución, se debe seguir una estrategia nacional integral de generación de energía distribuida.

Esta estrategia debe basarse en la integración con el plan indicativo de generación de El Salvador. También debe incluir un análisis riguroso del potencial de

generación de energía distribuida y su impacto en la economía del mercado de energía. Esto es importante para alentar el autoconsumo, que puede llevar a los productores a tener un comportamiento más amigable con el sistema, al tiempo que garantiza la distribución justa de los dividendos anticipados, de modo que la medición neta pueda verse como un beneficio mutuo tanto para el comprador como para vendedor.

Esta estrategia también debe incorporar estudios sobre los niveles actuales de generación de energía renovable distribuida y los niveles futuros de penetración máxima. La obtención de estadísticas ayudaría a proporcionar a las empresas de distribución los análisis necesarios para pronosticar con precisión la demanda, así como a indicar el potencial de crecimiento del mercado de generación distribuida para las empresas de desarrollo de proyectos. La estrategia también podría considerar la implementación de nuevas tecnologías como el almacenamiento distribuido, lo que podría promover un uso más amplio del desarrollo de energías renovables distribuidas, sin la restricción de tener niveles máximos de penetración.

Además, esta estrategia debe integrarse completamente con los esfuerzos de planificación eléctrica a largo plazo. La evolución de la generación distribuida debe entenderse en el contexto más amplio de la evolución del sistema eléctrico en su conjunto. La estrategia también debe reflejar la medida en que la generación distribuida ofrece una alternativa significativa, tanto desde el punto de vista técnico como económico, para satisfacer las necesidades eléctricas del país.

### **Crear condiciones propicias para el desarrollo de la energía geotérmica**

A pesar de tener una larga tradición de uso de energía geotérmica, principalmente para la generación de eléctrica, el desarrollo geotérmico de El Salvador se ha estancado en los últimos años, con un número limitado de nuevos proyectos para la generación de eléctrica geotérmica o aplicaciones de calefacción.

Los proyectos de energía geotérmica enfrentan desafíos con el esquema de remuneración existente, y a veces se encuentran en desventaja en comparación con otras fuentes de energía renovable, especialmente en el acceso a contratos de compra de energía a largo plazo. Así mismo, los desarrolladores de proyectos geotérmicos luchan por tener acceso a instrumentos de financiamiento a nivel local. Esto se debe a que las instituciones financieras no tienen la capacidad para financiar proyectos geotérmicos ni para superar los altos costos de inversión iniciales para lograr proyectos financiables. La mayoría de los mecanismos de financiamiento que existen actualmente los proporcionan los bancos de desarrollo multilaterales y organizaciones internacionales en Centroamérica, como

el Fondo de Desarrollo Geotérmico para Latinoamérica (GDF, por sus siglas en inglés).

Además, el marco normativo existente para la energía geotérmica en El Salvador se enfoca principalmente en la generación de electricidad y no aborda las aplicaciones de uso directo del recurso. La ausencia de un marco normativo para las aplicaciones de uso directo de la energía geotérmica obstaculiza la ampliación de los proyectos piloto existentes y la provisión de un entorno de inversión adecuado para atraer el financiamiento privado al sector.

### **Acción 5: Mejorar los marcos normativos y de políticas para la energía geotérmica.**

El Salvador solo tiene un marco normativo que abarca las aplicaciones de generación eléctrica. Esto incluye procedimientos de concesión simplificados para proyectos de energía hidroeléctrica y geotérmica de pequeña escala por debajo de 5 MW. Para mejorar esta situación, se recomienda establecer una clasificación de los recursos geotérmicos por temperatura, que incluya los procedimientos adecuados para los diferentes usos potenciales del recurso geotérmico.

La definición y clasificación de los recursos en temperatura baja, media y alta podrían permitir la formulación e implementación de marcos normativos simplificados para el uso directo del calor geotérmico, y al mismo tiempo aumentar las oportunidades para la explotación de los recursos geotérmicos.

Actualmente, el uso del calor geotérmico para otros fines, como el aire acondicionado, la industria agrícola, el turismo y la medicina, solo requiere cumplir con los trámites ambientales y obtener los permisos de construcción del respectivo municipio. Por lo tanto, es necesario iniciar un proceso para diseñar un marco normativo especial para este tipo de aplicación, que brinde la oportunidad de escalar dichos proyectos a un nivel industrial. Un marco normativo claro para aplicaciones de uso directo servirá para atraer inversionistas e impulsar el financiamiento privado para proyectos de uso directo geotérmico.

Una mayor implementación de aplicaciones de uso directo también traería una variedad de beneficios a El Salvador. Dichos usos del calor geotérmico pueden crear un futuro energético más sostenible para el país, aumentar la seguridad alimentaria y reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Esta diversificación hacia el uso directo también puede incrementar los beneficios que reciben las comunidades ubicadas cerca de los recursos geotérmicos. De hecho, algunos proyectos piloto de uso directo ya implementados en el país brindan una sólida evidencia de tales beneficios para la comunidad.

Si bien El Salvador estableció un proceso de licitación para los PPA en energías renovables, este solo se ha otorgado a proyectos de bioenergía, energía solar,

## 4. RECOMENDACIONES PARA ABORDAR LAS PRINCIPALES BARRERAS QUE OBSTACULIZAN LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

eólica e hidroeléctrica de pequeña escala. Estos contratos a largo plazo proporcionan un mecanismo de remuneración seguro a través de un precio estable y garantizado, que ayudan a atraer inversiones en proyectos y permiten la recuperación de las inversiones. La utilización de una estructura de contrato similar diseñada para proyectos geotérmicos podría mejorar el entorno de inversión al garantizar la estabilidad financiera de los proyectos puestos en servicio.

El Salvador también ha realizado cuatro rondas de subastas de energías renovables para su generación como parte del mercado mayorista y generación distribuida, en las que no participó la energía geotérmica. Dado que la economía de los proyectos geotérmicos generalmente requiere una mayor inversión inicial para la fase de desarrollo inicial, en comparación con los proyectos de energía solar y eólica, pueden tener dificultades para competir en licitaciones de energía renovable basadas únicamente en una oferta de precio (dólares estadounidenses por kWh). Es recomendable iniciar una evaluación para determinar el mejor mecanismo que permita que los proyectos geotérmicos compitan por igual con otras tecnologías renovables en futuros procesos de licitación. Esto podría hacerse eventualmente al ajustar los parámetros del esquema de subasta de energías renovables de El Salvador, y al mismo tiempo considerar las ventajas asociadas con la generación de energía despachable, como brindar apoyo equilibrado y mejorar la flexibilidad del sistema.

Asimismo, se debe evaluar la regulación actual para la concesión de proyectos de energía geotérmica e hidroeléctrica para generar un entorno de confianza para los desarrolladores de proyectos, al atraer inversiones en la etapa inicial del desarrollo de proyectos geotérmicos, incluidos los estudios de factibilidad y permisos ambientales.

### **Acción 6: Generar capacidad en el desarrollo de proyectos geotérmicos.**

Existe capacidad y conciencia limitadas a nivel nacional sobre el financiamiento de proyectos geotérmicos y sobre cómo superar los altos costos iniciales de inversión para lograr proyectos financiables. Como tal, un programa de generación de capacidades de desarrollo de proyectos geotérmicos para instituciones financieras locales y desarrolladores de proyectos podría contribuir a una mayor comprensión del financiamiento y los riesgos del proyecto de energía geotérmica.

Además, la capacidad de los desarrolladores de proyectos en aspectos de financiamiento de proyectos, como los mecanismos de precios, la inflación y otros parámetros clave del proyecto, debe fortalecerse para mejorar la etapa preparatoria de los proyectos geotérmicos. Asimismo, se podría considerar la posibilidad de crear una entidad gubernamental que brinde apoyo técnico y administrativo a inversionistas y desarrolladores,

tanto para la implementación de proyectos de energía geotérmica de uso directo como para proyectos de pequeña escala de cualquier recurso renovable.

Además, los instrumentos de mitigación de riesgos disponibles están diseñados específicamente para proyectos de generación eléctrica. Por lo tanto, sigue siendo necesario identificar, o posiblemente crear, instrumentos financieros similares que respalden el desarrollo de proyectos de energía geotérmica de uso directo para aplicaciones más allá del sector eléctrico. Algunas oportunidades se pueden encontrar dentro de las plataformas existentes, como el GDF o los fondos para el desarrollo industrial.

Además, la adopción de la Clasificación Marco de las Naciones Unidas (CMNU-2009) como metodología estandarizada para informar las estimaciones del potencial geotérmico podría contribuir a desbloquear el financiamiento para proyectos geotérmicos. Esta metodología proporciona transparencia en la evaluación de la percepción favorable de las condiciones sociales y económicas en el país necesarias para apoyar el establecimiento de proyectos geotérmicos. También evalúa la madurez de los estudios y compromisos del proyecto relevantes en la implementación del proyecto, además de analizar el nivel de confianza en el recurso potencialmente recuperable. Por lo tanto, mediante la aplicación de esta metodología, los inversionistas pueden comparar diferentes proyectos geotérmicos en diferentes países, y con otros recursos energéticos, antes de tomar decisiones de inversión.

### **Acción 7: Promover la innovación en tecnología geotérmica a través de alianzas académicas y la cooperación internacional.**

La asociación entre la industria y la academia ha contribuido a la promoción de la investigación y el desarrollo en El Salvador. Los estudiantes han preparado proyectos geotérmicos en su año de graduación, entre los que se abordan los desafíos actuales para la industria.

Sin embargo, si bien esta cooperación ha tenido buenos resultados en el pasado, no se ha establecido como una actividad habitual. La investigación realizada por las universidades tiene un potencial importante en el desarrollo de la tecnología local, especialmente en el área de uso directo geotérmico. Chile y México ofrecen buenos ejemplos de otras partes de la región. Allí, las universidades tienen un papel importante en la innovación, al desarrollar nuevos equipos para la industria geotérmica que también pueden, potencialmente, ampliarse para su uso en una amplia variedad de aplicaciones. Se deben promover alianzas entre la industria geotérmica y las universidades, y garantizar una colaboración continua entre ambos actores.

Para promover el uso directo de los recursos geotérmicos, El Salvador también podría aprender de países con más experiencia. Esta cooperación puede ser financiera o técnica, o bien incluir transferencia de tecnología para muchas aplicaciones geotérmicas de uso directo. La cooperación puede tener lugar utilizando las plataformas existentes, gracias a la presencia de organismos multilaterales en la región que promueven los intercambios entre instituciones educativas en la investigación de la energía geotérmica. Estos incluyen el Centro de Excelencia en Geotermia de El Salvador (consulte el Cuadro 3), así como proyectos de cooperación creados bajo modalidades de cooperación Sur-Sur/triangular.

### **Acción 8: Aumentar la conciencia pública sobre el potencial de la energía geotérmica.**

El gobierno de El Salvador, junto con la industria geotérmica, debe garantizar la continuidad de las campañas de concientización pública, con el fin de comunicar activamente las diversas ventajas socioeconómicas de la energía geotérmica al público, especialmente a nivel local. Al hacerlo, se podría promover el potencial para ampliar los usos directos de la energía geotérmica, al tiempo que se podría satisfacer la necesidad de involucrar a las comunidades locales en el desarrollo de estos recursos, un factor particularmente importante al emitir o renovar licencias para el desarrollo geotérmico.

Actualmente, hay campañas en El Salvador que tienen como objetivo crear conciencia pública sobre el potencial de la energía geotérmica. Estas campañas son importantes, no solo para mostrar cómo la energía geotérmica puede ayudar a enfrentar los desafíos macroeconómicos claves relacionados con la seguridad energética y el cambio climático, sino también para ofrecer oportunidades y beneficios económicos locales. Además, como recurso de generación de carga base, la energía geotérmica puede contribuir a la integración eficiente de un nivel creciente de ERV en el sistema eléctrico al actuar como un recurso de equilibrio.

### **Establecer coordinación y marcos institucionales claros**

Actualmente, las responsabilidades entre las instituciones del sector energético siguen estando descentralizadas. Aunque las funciones de planificación y coordinación se asignaron al CNE en 2009, el desempeño actual del sector energético sugiere que el gobierno puede considerar diferentes opciones para mejorar la coordinación y distribución de responsabilidades en el sector energético salvadoreño. Tales consideraciones pueden incluir la creación de una entidad que centralice el desarrollo y las directivas del sector. Para ello, es necesaria una revisión del marco legal y normativo en respuesta a las necesidades del sector energético.

El desarrollo estratégico de ese sector también se ve obstaculizado por la ausencia de una coordinación a largo plazo de los planes de acción de los diferentes participantes. Mejorar estos marcos institucionales es fundamental para crear un camino claro hacia un futuro energético sostenible, que vaya más allá del sector eléctrico al incluir las energías renovables en el transporte, la calefacción, la refrigeración y el uso directo.

### **Acción 9: Mejorar la coordinación de la planificación de expansión para la transmisión y generación.**

Actualmente, el desarrollo del sistema de transmisión nacional y de las instalaciones de nueva generación son tareas que se realizan por separado. Además, la estructura de planificación de la transmisión no toma en consideración los cortos periodos de construcción de las fuentes de ERV, como la energía solar fotovoltaica, que a menudo solo requieren alrededor de dos años para su puesta en servicio. Como resultado, los planificadores de generación y transmisión en El Salvador deben revisar y actualizar los planes con frecuencia, mientras que la nueva generación renovable potencial no se incluye en los planes de expansión de la transmisión.

Por lo tanto, ETESAL y el CNE deberían coordinarse más estrechamente en esos planes de expansión para garantizar que los proyectos de energía renovable no se abandonen arbitrariamente debido a los desfases temporales en la expansión. Una de esas medidas para superar este desafío es embarcarse en la identificación de zonas de energía renovable para las áreas más adecuadas para el desarrollo de proyectos. Estas zonas informarían a los planificadores de transmisión y generación y se facilitaría un esfuerzo de planificación coordinado.

La coordinación interinstitucional será fundamental para llevar a cabo una planificación eficaz. Además, la participación de la SIGET en todo el proceso de planificación acelerará el proceso de aprobación y mejorará la difusión del ejercicio de planificación.

### **Acción 10: Mejorar la flexibilidad del sistema eléctrico.**

Además de garantizar que los esfuerzos de planificación aborden el tema de la flexibilidad para adaptarse a las crecientes participaciones de tecnologías de generación de ERV, la regulación y el diseño del mercado deben ajustarse para desbloquear todas las fuentes posibles de flexibilidad en el sistema eléctrico.

El país creó un sólido marco normativo y de políticas para promover la penetración de las energías renovables en el sector eléctrico. No obstante, las medidas adicionales pueden incluir: adaptar los

## 4. RECOMENDACIONES PARA ABORDAR LAS PRINCIPALES BARRERAS QUE OBSTACULIZAN LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

procedimientos de despacho y fijación de precios para garantizar que los generadores controlables brinden toda la flexibilidad operativa posible; ajustar los requisitos de rendimiento técnico del código de red de los generadores variables conectados al inversor para garantizar que no aumenten innecesariamente la demanda sistémica de flexibilidad; obtener respuesta a la demanda; promover un mercado de servicios auxiliares (a través de sistemas que brinden flexibilidad); entre otros.

El ritmo al que se implementarán tales medidas depende de la tasa de aumento de la participación de la generación de ERV en el sistema. En este sentido, el esfuerzo de planificación debe servir para informar a los reguladores y encargados de formular políticas, y permitirles implementar dichas medidas de manera oportuna, adaptando el marco normativo a los nuevos requerimientos. Considerar la posibilidad de abordar las necesidades de flexibilidad a través de mejoras en la regulación y el diseño del mercado puede complementar las estrategias basadas en nuevas inversiones y, por lo tanto, representar ahorros para los usuarios de electricidad.

Se han dado algunos primeros pasos dentro de los ajustes normativos para incentivar la penetración de ERV en el sistema eléctrico nacional. Estos ajustes han incluido diversas modificaciones en la normativa de operación del sistema de transmisión y del mercado mayorista, en función de los costos de producción para el despacho. También incluyen la realización de estudios de la reserva rodante con miras a una mayor integración de ERV.

### **Evaluar la implementación de la generación distribuida**

A pesar de la efectividad del esquema de medición neta implementado en 2017,<sup>6</sup> también se necesitan informes periódicos sobre la energía generada por los usuarios finales, que generalmente son clientes residenciales y comerciales, quienes pueden generar su propia electricidad renovable y devolver el excedente de generación a la red. La falta de medición centralizada para estos sistemas crea un problema de distorsión en las estadísticas globales sobre el crecimiento de la demanda. A su vez, esto puede distorsionar los datos macroeconómicos, al tiempo que tiene un impacto negativo en los programas de expansión y desarrollo de generación planificados para las redes de transmisión y distribución. La importancia de esto también se hace evidente cuando se tiene en consideración que los autogeneradores reciben crédito en kWh que luego se puede usar para reducir su costo de consumo de electricidad durante su periodo de facturación particular.

La implementación de este esquema de medición neta ha tenido resultados mixtos. Si bien la generación renovable usando módulos solares fotovoltaicos de techo ha aumentado desde la introducción de la regulación, aún no se han realizado estudios para establecer los niveles actuales de generación distribuida en la red, o los niveles máximos de penetración de ERV en la red de distribución.

Como tal, varias empresas de distribución han expresado su preocupación por el impacto de la creciente generación distribuida en la confiabilidad del sistema eléctrico. Además, aunque el crecimiento de la autogeneración aumentaría la capacidad general de generación renovable en El Salvador, es probable que la instalación excesiva de una capacidad de generación distribuida altere el perfil de demanda de las empresas de distribución y desafíen su liquidez financiera.

Simultáneamente, varios desarrolladores de proyectos expresaron su preocupación que actualmente existan condiciones desiguales en el desarrollo de proyectos de generación distribuida, dado que las subsidiarias de las compañías de distribución también compiten en el mercado. Es posible que estas compañías ya tengan una relación comercial con los clientes y, por lo tanto, tengan acceso a información del cliente que no está disponible para otros desarrolladores de proyectos. Además, los desarrolladores de proyectos pueden enfrentar obstáculos y retrasos en la realización de proyectos de módulos solares fotovoltaicos de techo, ya que las empresas de distribución no quieren perder la demanda de electricidad de un cliente (y por lo tanto los ingresos).

### **Acción 11: Evaluar el impacto de los sistemas de generación distribuida.**

Con la implementación de la Norma para Usuarios Finales Productores de Energía Eléctrica con Recursos Renovables, el uso de sistemas de módulos solares fotovoltaicos de techo se ha incrementado en El Salvador, especialmente en el sector comercial.

Medir el impacto de esto en el mercado energético con precisión requiere algunos pasos importantes. Estos incluyen el registro de todos los paneles solares de autogeneración existentes en uso, en este registro se incluyen los detalles de la cantidad potencial de electricidad que pueden inyectar a la red y cuánta de la electricidad generada es para uso propio. Este primer paso puede brindar información importante para evaluar el impacto que la implementación de la generación distribuida puede tener en los diferentes actores del sector, como operadores de redes, empresas de distribución, usuarios finales, entre otros. Esta primera evaluación de la generación distribuida no debe centrarse únicamente en las tecnologías

<sup>6</sup> Acuerdo N.º 367-E-2017 Norma para Usuarios Finales Productores de Energía Eléctrica con Recursos Renovables.

de módulos solares fotovoltaicos de techo, sino también debe incluir otros sistemas de generación de energía existentes en el país, como biogás y energía hidroeléctrica de pequeña escala.

Comprender mejor el impacto que tiene implementar la generación distribuida en El Salvador entre los diferentes actores clave del sector energético puede contribuir a la evaluación del marco normativo existente para el uso de la autogeneración.

Los aspectos normativos para la generación distribuida deben tomar en consideración la estabilidad de la red y el mercado de distribución existente. También deben capacitar al usuario final con la flexibilidad de la gestión energética. Esto puede verse reflejado en la comercialización del mercado de generación distribuida, las condiciones de los contratos de largo plazo y la aplicación de tecnologías innovadoras, como la digitalización y el blockchain, que facilitan las transacciones entre los actores de la distribución. El Salvador podría aprovechar la experiencia de otros países en la aplicación de dichas tecnologías y evaluar una estrategia de implementación más adecuada, basada en el crecimiento del mercado.

### **Fomentar el desarrollo y el financiamiento de proyectos de energías renovables**

Ha habido logros y avances significativos en el ajuste de la regulación para el desarrollo de energías renovables en El Salvador. Sin embargo, es necesario profundizar las reformas a la Ley General de Electricidad para garantizar que los beneficios de la introducción de energías renovables lleguen a todos los consumidores finales.

Además, en El Salvador, los trámites administrativos y permisos para el desarrollo de proyectos de energías renovables siguen siendo una barrera importante. Estos no están centralizados, diferentes organismos del sector eléctrico llevan a cabo las solicitudes de registro, los estudios y acuerdos de factibilidad e interconexión, así como las solicitudes de concesión. Entre tales organismos se encuentran empresas de distribución, la ETESAL, la UT y el regulador. Además, los permisos de construcción, los estudios de factibilidad de construcción, las inspecciones técnicas, los permisos ambientales y las aprobaciones de incentivos fiscales son competencia de las oficinas municipales, el VMVDU, el MINSAL, el MICULTURA, la ANDA, el MARN y el MH.

Si bien estos procedimientos y permisos se llevan a cabo en un orden secuencial, a menudo existe una repetición entre las oficinas de permisos, una capacidad técnica limitada en las agencias emisoras y una falta de claridad legal con respecto a las respuestas emitidas a los desarrolladores de proyectos. Al mismo

tiempo, las estructuras fiscales municipales para los proyectos son inestables y, a menudo, están sujetas a cambios a solicitud de la alcaldía, una vez aprobadas por la Asamblea Legislativa. Además, según el sector privado, el cumplimiento de la Ley de Estabilidad Jurídica y la Ley contra el Lavado de Dinero ha dado lugar a casos de solicitudes de documentos excesivos y el requerimiento de información irrelevante de los proyectos.

De hecho, representantes del sector privado han indicado que esta falta de coordinación en el proceso actual de obtención de permisos tiene implicaciones negativas en los costos y crea retrasos e incertidumbre en torno al desarrollo de proyectos de energías renovables.

En lo que respecta al financiamiento de estos proyectos, las instituciones financieras públicas, incluidas las organizaciones de desarrollo nacionales e internacionales, son los principales actores en el mercado de deuda de energías renovables. Por otro lado, a través de la implementación de garantías y otras herramientas de mitigación de riesgos, las instituciones financieras privadas juegan un papel clave en el financiamiento de proyectos de energías renovables. Sin embargo, la disponibilidad de dicho financiamiento privado sigue siendo limitada. En el país es necesario realizar una evaluación completa de la suficiencia de las fuentes actuales de instrumentos públicos y privados en el financiamiento de la transición hacia un futuro energético sostenible, con alternativas que amplíen la participación del financiamiento privado identificado e implementado.

### **Acción 12: Optimizar los procedimientos administrativos y facilitar su aplicación.**

La optimización de estos trámites administrativos es un paso importante para eliminar una barrera clave para el desarrollo de proyectos de energías renovables en El Salvador. La regulación en esta área debe garantizar que los procedimientos sean transparentes y que se hayan definido claramente los plazos para diversos procesos de permisos. Además, debe mejorarse la coordinación entre las diversas oficinas gubernamentales que participan en la emisión de permisos, a fin de reducir los retrasos en los proyectos y los costos de desarrollo.

Un mecanismo de este tipo que se utiliza en muchos países para consolidar las responsabilidades de los trámites administrativos y la concesión de permisos de proyectos es desarrollar una oficina única (una “ventanilla única”) para manejar y resolver la mayoría de las licencias y permisos aplicables para proyectos de energías renovables. Esta entidad puede crearse como un organismo legal independiente o adjunta

## 4. RECOMENDACIONES PARA ABORDAR LAS PRINCIPALES BARRERAS QUE OBSTACULIZAN LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

a una oficina gubernamental ya existente, y puede ser un mecanismo importante para fomentar las inversiones en energías renovables y acelerar los plazos de desarrollo de proyectos.

Además, varios desarrolladores de proyectos expresaron la necesidad de desarrollar un certificado de cumplimiento único para la Ley contra el Lavado de Dinero, válido para todas las instituciones. El uso de este enfoque de certificación podría ayudar a reducir los retrasos de los proyectos y proporcionar claridad a los propietarios de los mismos.

### **Acción 13: Evaluar la suficiencia de los instrumentos financieros predominantes.**

La suficiencia de las alternativas existentes para financiar las energías renovables en El Salvador debe evaluarse a la luz de los planes para implementar energías renovables en el país. Si bien los bajos costos de financiamiento de las instituciones públicas ciertamente pueden tener un impacto positivo en la combinación de capital de los proyectos de energías renovables, en las limitaciones de disponibilidad de dichos instrumentos también se deben tener en cuenta los volúmenes necesarios para alcanzar las ambiciones de implementación de energías renovables a largo plazo en El Salvador. Es necesario hacer una evaluación realista para el largo plazo, debido al tiempo que generalmente se necesita para que las medidas finalmente se implementen para ampliar la gama de fuentes financieras.

Por otro lado, los mecanismos y condiciones que existen para el financiamiento y la mitigación de riesgos que proporcionan las instituciones privadas también deben ser claros, para garantizar que los desarrolladores de proyectos puedan hacer uso de estos instrumentos para proyectos de energías renovables. Los instrumentos financieros que existen en El Salvador deben evaluarse con el fin de mejorarlos y maximizarlos. Esto incluiría una evaluación de las mejoras que se podrían realizar en las condiciones normativas y contractuales que tienen un impacto en la remuneración de los proyectos de energías renovables, así como en la reorientación parcial del financiamiento público a instrumentos de

reducción de riesgos que permitan la participación de prestamistas privados.

También debería realizarse una evaluación de otros tipos de instrumentos financieros que podrían utilizarse para financiar proyectos de energías renovables en el país, como los bonos verdes.

En la actualidad, los organismos de desarrollo nacionales o internacionales, como el Banco Mundial, el BID, KfW, el BCIE y BANDESAL, concentran el grueso de los instrumentos financieros que se implementan para financiar las estructuras de capital de los proyectos de energías renovables de El Salvador. Sin embargo, los instrumentos financieros que proporcionan las instituciones privadas también han sido importantes en la provisión de financiamiento para la transición energética en el país, especialmente los relacionados con préstamos y los mecanismos de mitigación de riesgos que brindan las garantías.

### **Acción 14: Crear capacidad para el financiamiento privado local de proyectos de energías renovables.**

Una incertidumbre adicional que existe para las agencias financieras cuando se trata de proyectos de energías renovables en El Salvador es la relativa falta de experiencia que estas agencias tienen en financiar proyectos de este tipo. Esto limita la participación incluso de aquellas instituciones financieras privadas que sí emprenden la mitigación de riesgos en el ámbito de las energías renovables. Por lo tanto, también se deben desarrollar las capacidades de los financiadores privados locales para eliminar la barrera del conocimiento para entrar al mercado de las energías renovables.

Hacer que las instituciones privadas locales estén más familiarizadas con este mercado puede generarles mayor interés en financiar proyectos del sector. Al mismo tiempo, la familiaridad puede mejorar la capacidad de los mecanismos existentes para facilitar el acceso a los desarrolladores de proyectos. Además, la mejora de la capacidad financiera local también puede promover la creación de mecanismos nuevos y potencialmente innovadores y hacer que el mercado de las energías renovables de El Salvador sea más atractivo para los inversionistas.



Planta de energía hidroeléctrica 15 de Septiembre en San Vicente, El Salvador

Créditos de la imagen: CEL

# Referencias

- Banco Mundial (2020a)**, World Development Indicators: Population growth (annual %) – El Salvador and Latin America and the Caribbean (Indicadores del desarrollo mundial: Crecimiento de la población [% anuales] - El Salvador y América Latina y el Caribe), <https://data.worldbank.org/indicador/SP.POP.GROW?end=2018&locations=ZJ&start=2000> (consultado en julio de 2020).
- Banco Mundial (2020b)**, The World Bank in El Salvador (El Banco Mundial en El Salvador), <http://www.worldbank.org/en/country/elsalvador/overview> (consultado en julio de 2020).
- Banco Mundial (2020c)**, World Development Indicators: GDP per capita, PPP (current international \$) – El Salvador (Indicadores del desarrollo mundial: PIB per cápita, PPA [\$ internacional corriente] - El Salvador), <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.PCAP.PP.CD?locations=SV> (consultado en junio de 2020).
- Banco Mundial (2020d)**, World Development Indicators – El Salvador (Indicadores del desarrollo mundial - El Salvador), <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#> (consultado en abril de 2020).
- Banco Mundial (2020e)**, World Development Indicators: Electric power consumption (kWh per capita) - El Salvador (Indicadores del desarrollo mundial: Consumo de energía eléctrica [kWh per cápita] - El Salvador), <https://data.worldbank.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC?locations=SV> (consultado en junio de 2020).
- BANDESAL (Banco de Desarrollo de El Salvador) (2019)**, Programa renovable, [www.bandesal.gob.sv/wp-content/uploads/2016/08/Empresa-Renovable-02.jpg](http://www.bandesal.gob.sv/wp-content/uploads/2016/08/Empresa-Renovable-02.jpg) (consultado en marzo de 2020).
- BCIE (2018)**, Memoria Anual de Labores 2017, [www.bcie.org/en/news-and-media/publications/publication/cabei-annual-report-2017](http://www.bcie.org/en/news-and-media/publications/publication/cabei-annual-report-2017) (consultado en junio de 2020).
- BCIE (Banco Centroamericano de Integración Económica) (2020)**, Iniciativa MIPYMES Verdes, <https://www.bcie.org/modalidades-e-instrumentos-financieros/intermediacion-financiera/programas-de-mipyme/iniciativa-mipymes-verdes> (consultado en agosto de 2020).
- BID (2013)**, Dossier Energético – 04 El Salvador, <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Dossier-energ%C3%A9tico-El-Salvador.pdf> (consultado en mayo de 2020).
- BID (2018b)**, El Salvador to offer greater investment in energy efficiency with IDB support (El Salvador ofrecerá mayor inversión en eficiencia energética con apoyo del BID), <https://www.iadb.org/en/news/el-salvador-offer-greater-investment-energy-efficiency-idb-support> (consultado en agosto de 2020).
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (2018a)**, Energy Sector Framework Document – Energy Division (Documento del Marco Sectorial de Energía - División de Energía), <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=EZSHARE-715548541-11> (consultado en junio de 2020).
- BID Invest (2018)**, IDB Invest finances 140MW Capella solar project in El Salvador (BID Invest financia proyecto solar Capella de 140 MW en El Salvador), [www.idbinvest.org/en/news-media/idb-invest-finances-140mw-capella-solar-project-el-salvador](http://www.idbinvest.org/en/news-media/idb-invest-finances-140mw-capella-solar-project-el-salvador) (consultado en marzo de 2020).
- BNEF (Bloomberg New Energy Finance) y MIF (Fondo Multilateral de Inversiones) (2012)**, Climatescope 2012: Assessing the climate for climate investing in Latin America and the Caribbean (Evaluación del clima para atraer la inversión climática a América Latina y el Caribe)
- CNE (2010)**, Política Energética Nacional 2010-2024, [www.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2017/09/politica\\_nacional\\_de\\_energia.pdf](http://www.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2017/09/politica_nacional_de_energia.pdf) (consultado en febrero de 2020).

- CNE (2012)**, Training and Dialogue Program Energy Policy – Country Report of El Salvador (Programa de Capacitación y Diálogo en Política Energética - Informe de país de El Salvador), <https://eneken.iej.or.jp/data/4472.pdf> (consultado en julio de 2020).
- CNE (2013)**, Portal para proyectos con Energías Renovables: Proyecto Fotovoltaico, [http://energiasrenovables.cne.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7&Itemid=38](http://energiasrenovables.cne.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=38) (consultado en julio de 2020).
- CNE (2019)**, Plan Indicativo de la Expansión de la Generación Eléctrica de El Salvador 2019-2028, <http://estadisticas.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2019/03/Plan-indicativo-de-la-generaci%C3%B3n-de-la-expansi%C3%B3n-2019-2028.pdf> (consultado en febrero de 2020).
- CNE (Consejo Nacional de Energía) (2020)**, Balances energéticos, [http://estadisticas.cne.gob.sv/?page\\_id=182](http://estadisticas.cne.gob.sv/?page_id=182) (consultado en septiembre de 2020).
- CNE (s.f.)**, Autoridades de El Salvador y Distribuidoras de Energía eléctrica dan a conocer, [www.cne.gob.sv/?ittrans-slider=autoridades-de-el-salvador-y-distribuidoras-de-energia-electrica-dan-a-conocer-proceso-de-licitacion-para-28-mw-de-energia-renovable](http://www.cne.gob.sv/?ittrans-slider=autoridades-de-el-salvador-y-distribuidoras-de-energia-electrica-dan-a-conocer-proceso-de-licitacion-para-28-mw-de-energia-renovable) (consultado en marzo de 2020).
- CNE-PROESA (Organismo Promotor de Exportaciones e Inversiones de El Salvador) (2016)**, Sector Eléctrico de El Salvador, [www.proesa.gob.sv/investment/documentation](http://www.proesa.gob.sv/investment/documentation) (consultado en diciembre de 2019).
- CNE/JICA (Agencia de Cooperación Internacional de Japón) (2012)**, Proyecto del Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables – Informe final, [http://open\\_jicareport.jica.go.jp/pdf/12057295\\_01.pdf](http://open_jicareport.jica.go.jp/pdf/12057295_01.pdf) (consultado en febrero de 2020).
- CRIE (2018)**, Resolución-CRIE-95-2018 - Modificación al RMER del Procedimiento para el Trámite de Solicitudes de Conexión a la Red de Transmisión Regional (RTR) y del SIEPAC, [www.crie.org.gt/wp/BIGFILES/RESOLUCION-CRIE-95-2018.pdf](http://www.crie.org.gt/wp/BIGFILES/RESOLUCION-CRIE-95-2018.pdf) (consultado en febrero de 2020).
- CRIE (Comisión Regional de Interconexión Eléctrica) (2019)**, Supervisión y Análisis del Mercado Eléctrico Regional Año 2018, <https://crie.org.gt/wp/wp-content/uploads/2019/11/Informe-anual-2018.pdf> (consultado en junio de 2020).
- DIGESTYC (Dirección General de Estadística y Censos) (2018)**, <http://www.digestyc.gob.sv/index.php/novedades/noticias/832-dia-internacional-de-erradicacion-de-la-pobreza.html> (consultado en febrero de 2019).
- EOR (Ente Operador Regional) (2017)**, Nodos de Enlace Operativo, <https://www.enteoperador.org/mer/informacion-general/nodos-de-enlace-operativo/> (consultado en julio de 2020).
- GGA (Global Geothermal Alliance) (s.f.)**, Regional and International Training Centres (Centros de capacitación regionales e internacionales), <https://www.globalgeothermalalliance.org/Themes/International-Training-Centres> (consultado en junio de 2020).
- IRENA (2015)**, Renewable energy in Latin America 2015: An overview of policies, (La energía renovable en América Latina 2015: resumen de las políticas), IRENA, Abu Dabi, [www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA\\_RE\\_Latin\\_America\\_Policies/IRENA\\_RE\\_Latin\\_America\\_Policies\\_2015.pdf](http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA_RE_Latin_America_Policies/IRENA_RE_Latin_America_Policies_2015.pdf) (consultado en febrero de 2020).
- IRENA (2016)**, Renewable energy market analysis: Latin America (Análisis del mercado de energías renovables: América Latina), IRENA, Abu Dabi, [www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA\\_Market\\_Analysis\\_Latin\\_America\\_2016.pdf](http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_Market_Analysis_Latin_America_2016.pdf) (consultado en febrero de 2020).
- IRENA (2019)**, Statistics Country Profile: El Salvador (Perfil estadístico de país: El Salvador), [https://www.irena.org/IRENADocuments/Statistical\\_Profiles/Central%20America%20and%20the%20Caribbean/El%20Salvador\\_Central%20America%20and%20the%20Caribbean\\_RE\\_SP.pdf](https://www.irena.org/IRENADocuments/Statistical_Profiles/Central%20America%20and%20the%20Caribbean/El%20Salvador_Central%20America%20and%20the%20Caribbean_RE_SP.pdf) (consultado en julio de 2020).

**IRENA (2020b)**, Global renewables outlook: Energy transformation 2050 (Perspectivas Mundiales de las Energías Renovables: Transformación Energética al 2050), IRENA, Abu Dabi, [www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020](http://www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020) (consultado en mayo de 2020).

**IRENA (Agencia Internacional de Energías Renovables) (2020a)**, Data & Statistics (Datos y Estadísticas), <https://www.irena.org/publications/2020/Jul/Renewable-energy-statistics-2020> (consultado en diciembre de 2019).

**IRENA (s.f. a)**, IRENA for CIP (IRENA para la CIP), [www.irena.org/irenaforcip](http://www.irena.org/irenaforcip) (consultado en mayo de 2020).

**IRENA (s.f. b)**, Investment forums in Central America (Foros de inversión en Centroamérica), [www.irena.org/irenaforcip/Central%20America](http://www.irena.org/irenaforcip/Central%20America) (consultado en mayo de 2020).

**IRENA, IEA y REN21 (2018)**, Renewable energy policies in a time of transition, IRENA, OECD/ IEA and REN21 (Políticas de energías renovables en época de transición, IRENA, OCDE/IEA y REN21), [www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA\\_IEA\\_REN21\\_Policies\\_2018.pdf](http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_IEA_REN21_Policies_2018.pdf) (consultado en marzo de 2020).

**LaGeo (Geotérmica Salvadoreña, S.A. de C.V.) (s.f.)**, Investigación y Desarrollo, [www.lageo.com.sv/?cat=13&title=Investigaci%F3n%20y%20desarrollo&lang=es](http://www.lageo.com.sv/?cat=13&title=Investigaci%F3n%20y%20desarrollo&lang=es) (consultado en abril de 2020).

**Lund, J.W. y Boyd, T.L. (2015)**, “Direct utilization of geothermal energy 2015 worldwide review” (Uso directo de la energía geotérmica - Revisión mundial 2015), Proceedings World Geothermal Congress 2015, Melbourne, Australia, 19 al 25 de abril de 2015.

**MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales) y UCA (Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”) (2005)**, Determinación del Potencial Solar y Eólico en El Salvador, [www.academia.edu/7933524/Determinaci%F3n-del-potencial-solar-y-eolico-en-El-Salvador](http://www.academia.edu/7933524/Determinaci%F3n-del-potencial-solar-y-eolico-en-El-Salvador) (consultado en febrero de 2020).

**MINEC (Ministerio de Economía) (s.f.)**, Sitio web del Ministerio, [www.minec.gob.sv/funcionarios-3/directora-del-fondo-de-desarrollo-productivo/direcciones/](http://www.minec.gob.sv/funcionarios-3/directora-del-fondo-de-desarrollo-productivo/direcciones/) (consultado en mayo de 2020).

**ONU CEPAL (2017)**, Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2017: El Salvador; Santiago, Chile, [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42001/159/S1700700\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42001/159/S1700700_es.pdf) (consultado en febrero de 2020).

**ONU CEPAL (2019)**, Estadísticas de producción de electricidad de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). Datos preliminares a 2018. (LC/MEX/TS.2019/7), Ciudad de México, 2019.

**ONU CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2020)**, Statistics of the electrical subsector of the countries of the Central American Integration System (SICA) (Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana - SICA), 2018, LC / MEX / TS.2020 / 5, Ciudad de México, 2020.

**Osinermin (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería) (2018)** Tarifas Eléctricas Residenciales en Latino América - 4to Trimestre 2018, <http://observatorio.osinermin.gob.pe/tarifas-electricas-residenciales-latinoamerica> (consultado en marzo de 2020).

**Plataforma de conocimiento sobre los ODS - ONU (s.f.)**, El Salvador Voluntary National Review 2017 (Examen Nacional Voluntario El Salvador 2017) <https://sustainabledevelopment.un.org/memberstates/elsalvador> (consultado en marzo de 2020).

**Reinstein, D. et al. (2011)**, Regional power integration – Structural and regulatory challenges, Central America regional programmatic study for the energy sector, Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP) (Integración energética regional - Desafíos estructurales y normativos, estudio programático regional de Centroamérica para el sector energético, Programa de Asistencia para la Gestión del Sector Energético (ESMAP)), World Bank Group, Washington, DC., <http://documents.worldbank.org/curated/en/735851468242385285/pdf/589340ESWOP1100toryModule00English0.pdf> (consultado en marzo de 2020).

- REN21 (2017)**, Renewable Energy Tenders and Community [Em]power[ment]: Latin America and the Caribbean (Licitaciones de energía renovable y empoderamiento comunitario: América Latina y el Caribe) (París: Secretaría de REN21), <https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/06/LAC-Report.pdf> (consultado en julio de 2020).
- Sanyal, S.K. et al. (2016)**, Comparative analysis of approaches to geothermal resource risk mitigation: A global survey, ESMAP knowledge series O24/16 (Análisis comparativo de enfoques para la mitigación del riesgo de los recursos geotérmicos: una encuesta mundial - Serie de conocimientos ESMAP O24/16), World Bank Group, Washington, DC, <http://documents.worldbank.org/curated/en/621131468180534369/Comparative-analysis-of-approaches-to-geothermal-resource-risk-mitigation-a-global-survey> (consultado en febrero de 2020).
- sielAC - OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) (2019)** Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe, <http://sielac.olade.org/> (consultado en diciembre de 2019).
- SIGET (2006)**, Acuerdo No. 257-e-2006, "Normas aplicables al procedimiento de licitación para el otorgamiento de concesiones de recursos geotérmicos e hidráulicos con fines de generación eléctrica", Diario Oficial de La República de El Salvador No. 200, 26 de octubre, [www.diariooficial.gob.sv/diarios/do-2006/10-octubre/26-10-2006.pdf](http://www.diariooficial.gob.sv/diarios/do-2006/10-octubre/26-10-2006.pdf) (consultado en febrero de 2020).
- SIGET (2012)**, Licitación pública internacional No. DELSUR-CLP-001-2012, 12 diciembre, [www.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2017/08/bases-licitacin-pblica-internacional-delsur-clp-001-2012.pdf](http://www.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2017/08/bases-licitacin-pblica-internacional-delsur-clp-001-2012.pdf) (consultado en marzo de 2020).
- SIGET (2017a)**, Boletín Estadístico de Electricidad No 19 - año 2017, <https://www.siget.gob.sv/?wpmact=process&did=NDM4LmhvdGxpbms> (consultado en febrero de 2020).
- SIGET (2017b)**, Anexo I del Acuerdo No. 367-E-2017 - Norma para usuarios finales productores de energía eléctrica con recursos renovables, <https://www.siget.gob.sv/?wpmact=process&did=NDAwLmhvdGxpbms> (consultado en febrero de 2020).
- SIGET (Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones) (2019)**, Boletín Estadístico de Electricidad No 20 - año 2018, <https://www.siget.gob.sv/?wpmact=process&did=NDczLmhvdGxpbms> (consultado en febrero de 2020).
- Superintendencia de Competencia de El Salvador (2017)**, Evolución del precio del servicio de energía eléctrica en El Salvador 1998 2015, [www.sc.gob.sv/wp-content/uploads/Monitoreos\\_IE/Monitoreo - Evolución de precios energía eléctrica](http://www.sc.gob.sv/wp-content/uploads/Monitoreos_IE/Monitoreo_-_Evolucion_de_precios_energia_elctrica) en El Salvador.pdf (consultado en junio de 2020).
- UNStats (s.f.)**, SDG Country Profile: El Salvador (Perfil de país sobre los ODS: El Salvador), <https://country-profiles.unstatshub.org/slv> (consultado en marzo de 2020).
- USAID (2017)**, Climate change risk profile - El Salvador (Perfil de Riesgo Climático: El Salvador), [https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2017\\_USAID%20ATLAS\\_Climate%20Change%20Risk%20Profile\\_El%20Salvador.pdf](https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2017_USAID%20ATLAS_Climate%20Change%20Risk%20Profile_El%20Salvador.pdf) (consultado en mayo de 2020).
- USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional) (2018)**, Analysis of renewable energy auctions in El Salvador, Mexico, and Peru (Análisis de subastas de energía renovable en El Salvador, México y Perú), <https://d2oc0ihd6a5bt.cloudfront.net/wp-content/uploads/sites/837/2018/06/Mikell-O%E2%80%99Mealy-Analysis-of-Renewable-Energy-Auctions-in-El-Salvador-Mexico-and-Peru.pdf> (consultado en marzo de 2020).
- UT (Unidad de Transacciones) (2019)**, Información Estadística - Reportes, [https://www.ut.com.sv/reportes?p\\_auth=3oYU8gON&p\\_p\\_id=MenuReportesEstadisticos\\_WAR\\_CompletePublicReports&p\\_p\\_lifecycle=1&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&MenuReportesEstadisticos\\_WAR\\_CompletePublicReports\\_reportName=11utinyeccionesporrecurso](https://www.ut.com.sv/reportes?p_auth=3oYU8gON&p_p_id=MenuReportesEstadisticos_WAR_CompletePublicReports&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&MenuReportesEstadisticos_WAR_CompletePublicReports_reportName=11utinyeccionesporrecurso) (consultado en julio de 2020).

# Apéndices

## Apéndice 1. Descripción de las entidades del sector energético

INSTITUCIONES NACIONALES	
<b>Consejo Nacional de Energía (CNE)</b>	Como autoridad rectora del sector, el CNE tiene la responsabilidad de desarrollar políticas y estrategias de energía nacionales, con el objetivo de expandir el sector de combustibles y electricidad.
<b>Ministerio de Economía (MINEC)</b>	Antes de la creación del CNE, el MINEC estaba a cargo de la gestión y coordinación del sector energético a través de sus dos direcciones, la dirección de electricidad y la dirección reguladora de hidrocarburos y minas; esta última aún existe como parte del MINEC.
<b>Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)</b>	La institución gubernamental encargada de supervisar todos los asuntos ambientales y de recursos naturales en El Salvador. El MARN también envía un representante a la junta directiva del CNE.
<b>Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET)</b>	Como organismo regulador del sector de la electricidad y las telecomunicaciones, la SIGET tiene la responsabilidad de aplicar y hacer cumplir los marcos legales en estas áreas. También dentro de su cartera tiene la tarea de establecer un marco legal para incentivar la inversión en estos sectores, junto con el establecimiento de la competencia. Otros deberes incluyen regular las tarifas del consumidor final y garantizar los derechos de los usuarios y operadores.
<b>La Superintendencia de Competencia (SC)</b>	La SC está a cargo de dar seguimiento a los mercados para promover y proteger la competencia, y aumentar la eficiencia económica y el bienestar del consumidor.
<b>Fondo de Inversión en Electricidad y Telefonía (FINET)</b>	El FINET forma parte del Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), y está a cargo de gestionar y asignar subsidios a usuarios de bajos ingresos, así como de la expansión de la electrificación rural.
<b>Dirección Reguladora de Hidrocarburos y Minas (DRHM)</b>	La DRHM es la institución encargada de regular el sector de hidrocarburos. Supervisa las importaciones, el transporte, la distribución y comercialización, la inspección y el control, al tiempo que supervisa el cumplimiento de la legislación vigente para el comercio de hidrocarburos. Esta entidad también establece el precio de referencia semanal para la gasolina y el diésel, así como el precio de paridad del GLP importado para consumo interno.
<b>Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL)</b>	La CEL es una empresa eléctrica pública e independiente a cargo de desarrollar, conservar, administrar y utilizar los recursos energéticos de El Salvador. La energía limpia se genera en cuatro centrales hidroeléctricas ubicadas en diferentes puntos de la cuenca del río Lempa.
<b>Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL)</b>	La ETESAL propietaria del sistema de transmisión de El Salvador. La institución se creó para garantizar el suministro de electricidad seguro y sin interrupciones. Posibilita transacciones entre los participantes del mercado dentro del país, así como con otros países de la región a través del Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central.

<b>Geotérmica Salvadoreña (LaGeo)</b>	LaGeo, filial de la CEL, es una empresa dedicada a la producción de electricidad mediante recursos geotérmicos de forma racional y sostenible. La institución tiene actualmente una capacidad instalada total de 204,4 MW y una producción neta equivalente al 21,8 % de la energía eléctrica producida en El Salvador.
<b>Compañía Eléctrica Cucumacayán (CECSA)</b>	La CECSA, subsidiaria de la CEL, es una empresa dedicada a la generación de energía eléctrica a través de pequeñas centrales hidroeléctricas.
<b>Inversiones Energéticas (INE)</b>	INE, filial de la CEL, es una empresa encargada de comercializar la energía generada por la central térmica El Talnique. Fue el primer proyecto de generación térmica desarrollado por el gobierno después de las reformas hechas al sector eléctrico.
<b>Unidad de Transacciones (UT)</b>	La UT es una institución privada a cargo de las operaciones del mercado eléctrico mayorista de El Salvador. Sus funciones son operar el sistema de transmisión eléctrica y garantizar la seguridad y calidad de este servicio.

#### INSTITUCIONES REGIONALES

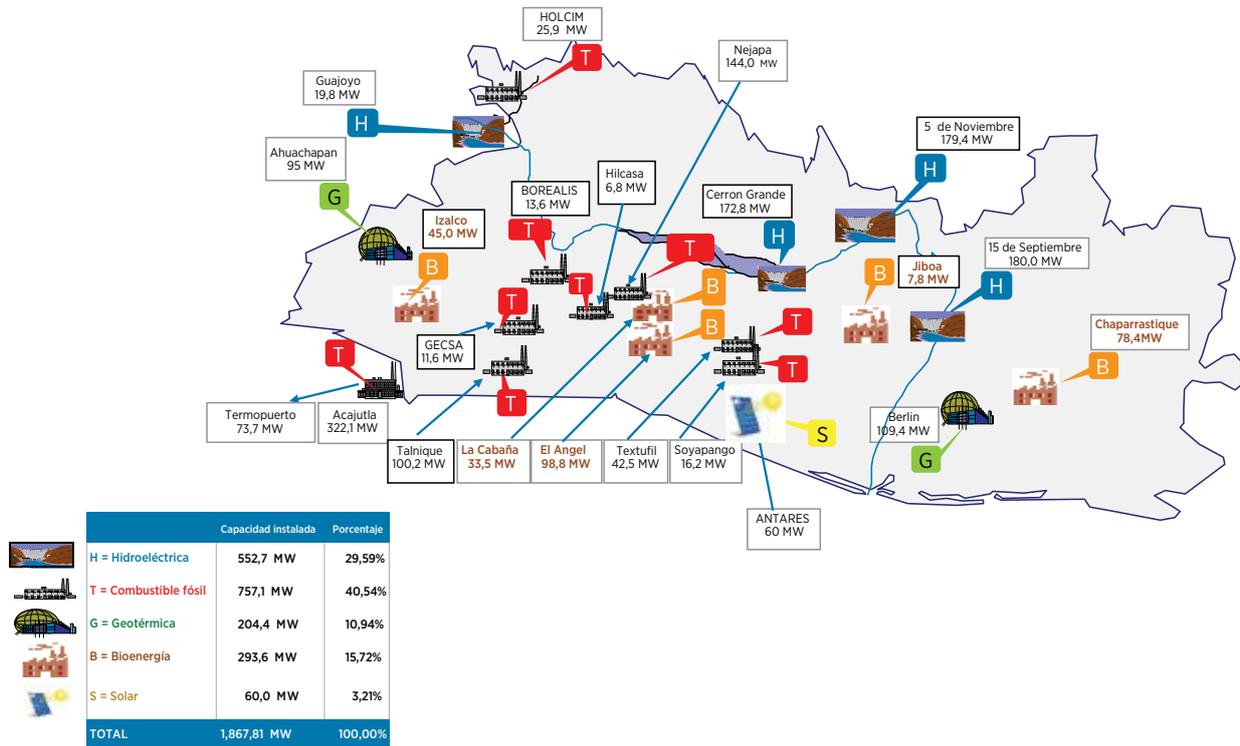
<b>Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE)</b>	La CRIE inició operaciones en 2000 como autoridad reguladora del mercado regional y su legitimidad la reconocieron todas las partes del Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, suscrito en 1996. Tiene una Secretaria Ejecutiva y una Junta de Comisionados, que consta de un representante de cada país, que a menudo es miembro de la junta reguladora nacional.
<b>Ente Operador Regional (EOR)</b>	El EOR es el operador del sistema regional y administrador del mercado. Esta entidad también se creó como parte del Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, suscrito en 1996.
<b>Empresa Propietaria de la Red (EPR)</b>	La EPR es la entidad propietaria de la línea SIEPAC. La línea de transmisión regional (RTL, por sus siglas en inglés) de SIEPAC tiene una capacidad de transferencia en todas las fronteras en la región de 300 MW en un circuito. Esta entidad regional también se creó como parte del Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, suscrito en 1996.
<b>Consejo Director del Mercado Eléctrico Nacional (CDMER)</b>	El CDMER es el organismo encargado de revisar las políticas de integración regional en Centroamérica.

**Apéndice 2. Capacidad instalada y disponible de las centrales eléctricas, 2018**

No	Nombre	Tipo	Número de unidades	Capacidad instalada		Capacidad disponible	
				(MW)	(%)	(MW)	(%)
<b>Hidroeléctrica</b>				<b>552,7</b>	<b>30%</b>	<b>530,74</b>	<b>32%</b>
1	Guajoyo	Hidroeléctrica	(1x19,8)	19,8	1%	19,8	1%
2	Cerrón Grande	Hidroeléctrica	(2x86,4)	172,8	9%	172,8	10%
3	5 de Noviembre	Hidroeléctrica	(3x20)+(1x18,0)+(1x21,40)+(2x40,07) (1x0,55)	180,09	10%	158,1	9%
4	15 de Septiembre	Hidroeléctrica	(2x90)	180	10%	180	11%
<b>Geotérmica</b>				<b>204,4</b>	<b>11%</b>	<b>175</b>	<b>10%</b>
5	Ahuachapán	Geotérmica	(2x30,00)+(1x35,00)	95	5%	74,7	4%
6	Berlín	Geotérmica	(2x 28,10)+(1x44)+(1x9,2)	109,4	6%	100,3	6%
<b>Fosil</b>				<b>204,4</b>	<b>11%</b>	<b>175</b>	<b>10%</b>
7	Orazul Acajutla	-	-	<b>322,1</b>	<b>17%</b>	<b>297,8</b>	<b>18%</b>
7.1	Acajutla	a) Vapor	(1x30,0)+(1x33,0)	63	3%	59,5	4%
7.2	Acajutla	b) Gas	(1x82,1)	82,1	4%	64	4%
7.3	Acajutla	c) Motores	(6x16,5)+(3x17)	150	8%	147,3	9%
7.4	Acajutla	d) FIAT U-4	(1x27)	27	1%	27	2%
8	Orazul Soy ap ango	Motores	(3x5,4)	16,2	1%	15,3	1%
9	Nejapa Power	Motores	(27x5,3)	143,9	8%	141,5	8%
10	Holcim	Motores	(3x6,40)+(1x6,70)	25,9	1%	25,9	2%
11	Inversiones Energéticas	Motores	(3x16,5) + (6x8,45)	100,8	5%	100,8	6%
12	Textufil /2	Motores	(2x3,4)+(2x6,8)+(1x7,1)+(2x7,5)	42,5	2%	42,5	3%
13	GECSA	Motores	(3x3,8704)	11,6	1%	11,2	1%
14	Energía Borealis	Motores	(8x1,7)	13,6	1%	11,1	1%
15	HILCASA Energy	Motores	(4x1,7)	6,8	0%	6,5	0%
16	Termop uerto Limitada	Motores	(1x1,5)+(1x2)+(1x7,5)+(1x10)	73,7	4%	71,6	4%
<b>Biomasa</b>				<b>293,6</b>	<b>16%</b>	<b>179,7</b>	<b>11%</b>
17	CASSA	-	-	<b>123,4</b>	<b>7%</b>	<b>61</b>	<b>4%</b>
17.1	Central Izalco	Turbogeneradores	(1x25)+(1x20)	45	2%	26	2%
17.2	Ingenio Chaparrastique	Turbogeneradores	(1x1,5)+(1x2)+(1x2,5)+(1x10)+(1x62,4)	78,4	4%	35	2%
18	Ingenio El Angel /1	Turbogeneradores	(1x10)+(1x12,5)+(1x25)+(1x3,5)	95,3	5%	53,8	3%
19	Ingenio La Cabaña /1	Turbogeneradores	(1x1,5)+(1x2)+(1x10)+(1x20)	30	2%	30	2%
20	Ingenio Jiboa	Turbogeneradores	(1x1,5)+(1x2)+(1x7,5)+(1x10)	44,9	2%	34,9	2%
<b>Fotovoltaica</b>				<b>60</b>	<b>3%</b>	<b>60</b>	<b>4%</b>
21	Providencia Solar	Solar FV	239,358 Paneles FV	60	3%	60	4%
-	<b>TOTAL</b>			<b>1867,81</b>	<b>100%</b>	<b>1669,7</b>	<b>100%</b>

Fuente: SIGET (2019)

Apéndice 3. Ubicación de los generadores eléctricos conectados a la red, 2018



Fuente: SIGET (2019)

**Apéndice 4. Proyectos certificados de generación eléctrica con recursos renovables, 2017**

Desarrollador de proyectos	Nombre del proyecto	Capacidad (MW)	Tipo de recurso	No. Acuerdo de la SIGET
INDUFOAM ENERGY SUPPLY, S.A. DE C.V.	Solar fotovoltaica Instalación en azotea hasta 4 MWp INDUFOAM 1	2,604	Fotovoltaica	79-E-2017
INGENIO EL ÁNGEL, S.A. de C.V.	Planta de procesamiento de caña de azúcar Cogeneración fase IV	47,80	Biomasa - Caña de azúcar Bagazo	84-E-2017
POTENZA, S.A. de C.V.	Planta fotovoltaica La Independencia	10,00	Fotovoltaica	124-E-2017
INJIBOA, S.A. DE C.V.	Planta de generación Sugar Cane Processing Plant Jiboa S.A.	34,90	Biomasa - Caña de azúcar	221-E-2017
VASES INGENIEROS, S.A. de C.V.	Planta de generación fotovoltaica Tangolona	0,475	Bagazo	244-E-2017
ACAJUTLA ENERGÍA SOLAR I, LTDA. de C.V.	Planta de energía solar Los Remedios	28,00	Fotovoltaica	260-E-2017
	PFV PASAQUINA	10,00	Fotovoltaica	384-E-2017
BOSFORO, LTDA. DE C.V.	PFV EL CARMEN	10,00	Fotovoltaica	421-E-2017
	PFV CONCHAGUA	10,00	Fotovoltaica	422-E-2017

Fuente: SIGET (2017a)

**Apéndice 5. Pequeños proyectos que obtuvieron una concesión para generar energía hidroeléctrica, 2017**

Nombre del proyecto	Capacidad (kW)	Acuerdo No.	Decreto legislativo
PCH San Simón I	230 kW	125-E-2017	693/2017
PCH San Simón II	400 kW	126-E-2017	694/2017
PCH Velesa Energy	120 kW	127-E-2017	695/2017

Fuente: SIGET (2017a)





P.O. Box 236  
Abu Dhabi, United Arab Emirates  
Tel: +971 2 4179000  
[www.irena.org](http://www.irena.org)

Copyright © IRENA

