

The background of the entire page is a repeating pattern of stylized human figures. Each figure is composed of a simple grey silhouette with its arms raised in a 'V' shape. Above the head of each figure are three small grey dots, suggesting a group or a collective. The figures are arranged in a regular grid across the entire page.

DOCUMENTOS

PROSPECTIVA ENERGÉTICA EN COSTA RICA: ANÁLISIS DE SITUACIÓN, RETOS Y OPORTUNIDADES

*Investigador**
Dr. José Rodrigo Rojas M.

*Investigador: Rojas, J. Doctor en Ciencias de la Universidad Austral de Chile. Investigador y académico en el área de planificación de proyectos de generación de energía.

Correo electrónico:
RRojasM@ice.go.cr

Recibido: 24 de octubre del 2016
Aceptado: 27 de octubre del 2016

Resumen

Se presenta un estudio de prospectiva energética cuyo objetivo es exponer los principales esfuerzos, resultados y retos que enfrenta Costa Rica. Se han reunido y sintetizado publicaciones nacionales e internacionales, así como una serie de documentos que vinculan el ejercicio de la planificación con el desarrollo eléctrico, proyecciones de demanda de energía y aportes que discuten el modelo de planificación del sector. El punto central de este análisis es básico, cada desafío del país, en desarrollo sostenible, en el cambio climático o impulsar la economía, es en esencia un desafío energético. Será fundamental saber para dónde vamos, tener claro cuál es la visión país y la imagen energética objetivo de las próximas décadas. El reto de la prospectiva cobra especial relevancia en una sociedad donde predominan dogmas y paradigmas energéticos, donde son escasas las propuestas de planificación de largo plazo y difíciles los acuerdos entre sectores involucrados.

Palabras claves

Estudios de prospectiva, energía, planificación energética, Costa Rica.

Abstract

The main goal of this research is to show the milestones of energetic foresight and the principal attempts, results and challenges facing in Costa Rica. Has been brought together and synthesized national and international publications, as well as a collection of papers connecting the planning actions with electric growth, forecast of energy demand and a compiling of contributions discussing the model of the energetic sector. The central point of this analysis is basic, without exception country's challenge on sustainable development, climate change and the economy impulse, is essentially an energy demanding task. Urge invest in collective electric transport, new sources of energy, smart grids, internet of things and strengthen initiatives on innovation and cutting edge energy technologies. The challenge of foresight is especially important in a present day society dominated by dogmas and energy paradigms, where is common the limited course of action for long-term planning and is complex to get agreements between sectors involved.

Key words

Foresight studies, energy, energy, planning Costa Rica

Introducción

Esta investigación tiene como objeto de estudio la prospectiva del sector energético de Costa Rica, de forma específica el proceso de planificación relacionado con la producción y administración, de mediano y largo plazo, de la energía para generar electricidad y la que se usa en transporte. Mediante revisión y análisis bibliográfico se analizan, resumen y contextualizan varias décadas y diversos actores que han mantenido en la agenda pública la necesidad de los planes energéticos futuros. La investigación propone dejar de lado la inmediatez y el cortoplacismo y establece, con carácter de urgencia, el desafío país por promover el pensamiento prospectivo.

1. Ideas motor sobre el futuro y el valor del pensamiento de largo plazo

En 1957 Gastón Berger, crea la voz prospectiva en oposición a la palabra retrospectiva, para llamar la atención sobre la necesidad de mirar hacia adelante cuando se toman las decisiones, especialmente aquellas de alto impacto para instituciones, empresas o la sociedad (Berger, 1957). Posteriormente, en 1959 Berger decía que mediante la prospectiva se debía observar lejos, ampliamente y profundamente, pensar en el hombre y asumir los riesgos (Berger, 1959). Algunos años después, en 1966 aparece la Sociedad del Mundo Futuro (por sus siglas en inglés la World Future Society), una asociación básicamente norteamericana y sin ánimo de lucro, cuyo objetivo era contribuir a la toma de conciencia mundial sobre la necesidad de estudiar y de prepararnos para el futuro (Rojas & Portilla, 2016).

Bell (1997), Von Nederveen (2000) y Godet (2007) amplían la visión de la prospectiva en el estudio del futuro y la exploración sistemática de los porvenires posibles a fin de mantener y/o mejorar la libertad, el bienestar y el desarrollo humano y sostenible, ahora y en el futuro. Mediante este proceso de reflexión estos autores desafían el intelecto con una serie de hipótesis sobre los hechos actuales, los escenarios posibles según las diversas condiciones, los futuros alternativos

deseables; y qué es lo que las personas individual y colectivamente pueden hacer para evitar las consecuencias de un futuro no deseable. Por tanto, en su propósito fundamental la prospectiva no repara en predecir eventos específicos que puedan acaecer en el futuro, más bien se trata de reflexionar para comprender las consecuencias de determinadas situaciones o bien crear alternativas contingentes a nuestras acciones y accesibles a nuestras escogencias, para percibir mejor el rol que podemos desempeñar en el presente, estas son las premisas que caracterizan los alcances de la prospectiva.

1.1 La prospectiva en el mundo

Conocida como *prospective* en lengua francesa, *foresight* en inglés o *prospecção* en lenguaje portugués, es el término seleccionado para resumir el estudio de ecosistemas (ambientales, políticos, económicos, energéticos) que permiten conocer mejor la situación presente, identificar tendencias, visualizar escenarios futuros y analizar el impacto del desarrollo científico y tecnológico en la sociedad (Godet, 2007 y Cordeiro, 2016). Como lo plantean Medina & Rincón (2006) y Cárdenas (2008), la prospectiva es un encuentro entre la oferta científica y tecnológica con las necesidades actuales y futuras de la civilización. Al mismo tiempo y en interpretación de Georghious & Keenan (2004), esta escuela de pensamiento moviliza a los diferentes actores y redes sociales a forjar visiones compartidas de futuro, orientar políticas de largo plazo y tomar decisiones estratégicas en el presente, dadas las condiciones y posibilidades locales, nacionales y globales.

Sin duda, la prospectiva avanza sobre un interesante proceso de reflexión y madurez y es rica por su variedad de prácticas y formas que se alejan de dogmas, paradigmas y del tradicionalismo histórico, teórico y metodológico. Tal como lo señalan Medina & Ortigón (2006) cada cultura ha generado su propio enfoque de acuerdo con los problemas y características que ha enfrentado su contexto histórico e institucional (detalles en Cuadro 1). Estos mismos autores destacan que en Norteamérica la tendencia es hacia el pronóstico tecnológico por escenarios e incentivar los "think tanks" o tanques de pensamiento dentro de las organizaciones que llevan el peso sobre la reflexión estructurada. En Francia, se creó y desarrolló la prospectiva a lo largo de tres generaciones, hoy las grandes instituciones

públicas siguen liderando como agentes activos en la transformación de metodologías y modalidades de trabajo futurista (Godet, 2007). En el Japón, ha primado el pronóstico tecnológico, conducido de la mano por el Ministerio de Industria y Tecnología, gracias al interés de los grandes consorcios industriales (Cuhls, 2006). En Escandinavia, ha primado el trabajo en red, con énfasis en los aspectos locales y regionales y los estilos participativos. En la India, las universidades han acaparado el foco de la reflexión prospectiva. En Australia, el núcleo de interés ha sido el sector educativo y los centros de estudios del futuro, las universidades han llevado a cabo una labor significativa (Porter, 2000 y Godet, 2007). En Costa Rica, existen las condiciones para generar escenarios de planificación reposados en análisis sistémicos, razonamientos disruptivos y similares con tanques de pensamiento que nos alejen de los dogmas o paradigmas, en el tema energético este es un reto con carácter de urgencia.

1.1 Alcances del estudio

El alcance de este estudio es un ejercicio de investigación teórica que utiliza resultados de investigaciones y lecciones derivadas de tres enfoques prospectivos. El primero aplica prospectiva tecnológica (*sensu* UNIDO, 2005) para identificar tecnologías emergentes que probablemente generarán mayores beneficios económicos y sociales para el país. Para aportar en la construcción de las visiones de la ciencia y la tecnología y su papel en la competitividad y el desarrollo de Costa Rica, se incluye los resultados de la prospectiva estratégica (Medina & Ortegón, 2006) y finalmente para priorizar aquellas acciones institucionales del país, se utilizarán las recomendaciones sobre prospectiva de las políticas públicas desarrollada por Jiménez (2009).

Cuadro 1: Resumen de enfoques sobre prospectiva.

País	Enfoque	Instituciones en vanguardia
Estados Unidos	Desarrollo tecnológico e innovación de la agenda pública	Tanques de pensamiento, universidades y centros de investigación
Francia	Desarrollo territorial	Empresas públicas, agencias gubernamentales
Japón	Desarrollo tecnológico	Ministerio de Industria y Comercio Exterior
Países Escandinavos	Desarrollo sostenible a escala local y regional	Gobierno y ciudadanos organizados
Australia	Educación	Centros de Estudio
India	Reflexión sobre el desarrollo	Universidades
América Latina	Construcción de futuros	Agencias y Ministerios de Planificación
Costa Rica	Desarrollo sostenible, energías renovables, sociedades descarbonizadas	Agenda pública, universidades, ministerios de planificación y de ambiente

Fuente: Modificado de Medina & Ortegón (2006)

2. Antecedentes: Sinopsis histórica de la institucionalidad en la construcción del futuro energético.

Como punto de partida, en Costa Rica la planificación de largo plazo y los análisis de la realidad nacional, según la ley No. 5525 de Planificación Nacional, le corresponden al Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). Recientemente, este ministerio concluye que en los últimos años el país demanda, con mayor frecuencia, la definición de horizontes de desarrollo nacional basados en el largo plazo (MIDEPLAN 2013, 2014). Escapar a la cotidiana gestión gubernamental, donde los resultados son exigidos con inmediatez, es a juicio de esta institución, lo que impide percibir el progreso del país hacia objetivos de desarrollo que, aunque urgentes no pueden aspirar a una completa concreción de corta duración, el tema energético no es la excepción. Siguiendo esa lógica, la visión energética de largo plazo, así como cualquier campo de la planificación, es necesaria para que nuestras decisiones actuales nos permitan avanzar con menos incertidumbre y siguiendo propuestas robustas de desarrollo.

Bajo esta premisa, un hecho histórico significativo ocurrió en 1974, cuando la antigua Oficina de Planificación Nacional (OFIPLAN) convocó a diferentes sectores a discutir sobre el futuro del país, incluyendo la matriz energética. Los resultados fueron expuestos en la obra Costa Rica 2000 (MIDEPLAN, 2013 y 2014). Unos años después, en la Administración 2006-2010 y con el apoyo del PNUD, se desarrolló el Proyecto Bicentenario, un ejercicio de identificación de objetivos, metas e indicadores a los que el país podría aproximarse en ocasión del segundo centenario de vida independiente. Le siguió la iniciativa Visión de Largo Plazo, desarrollada por MIDEPLAN en el 2011 con el apoyo de la CEPAL, que arrancó de un proceso de consulta pública para identificar áreas de prioridad nacional (MIDEPLAN, 2013). La Auditoría Ciudadana de la Calidad de la Democracia, del Proyecto Estado de la Nación, el informe del Proyecto Costa Rica Siglo XXI, dedicado al campo de la ciencia y la tecnología, el Acuerdo para una Sociedad Inclusiva y Solidaria (CRISOL) de un grupo de intelectuales y activistas, el informe Desafíos

de la Democracia convocada por el PNUD y FLACSO en 2006, recapitulan una serie de esfuerzos de pensamiento prospectivo que convergen en la urgencia de proporcionar una visión dinámica del país.

Sobre los avances de estas iniciativas, los resultados demuestran que el pensamiento prospectivo es incipiente, que existen una serie de cuellos de botella estructurales, de planificación y de gestión pública que impiden la ejecución o puesta en marcha de soluciones a los grandes problemas nacionales, entre ellos el energético. Hay desarticulación de acciones, impera el cortoplacismo y falta de continuidad de los programas y proyectos que ejecutan diferentes instituciones. En general hay un desperdicio de recursos, un lujo que un país pequeño como Costa Rica no se puede permitir. Ante este escenario, el análisis a largo plazo adquiere un papel fundamental en el proceso de planificación. Planificar a largo plazo no significa dejar de lado las acciones y los planes actuales del Gobierno, sino complementar, articular, concertar y dar sostenibilidad a las soluciones duraderas de los grandes temas y retos del país, que trascienden los períodos de gobierno. La inclusión de la visión energética implica trazar una ruta para Costa Rica, es un ejercicio necesario si se desea mejorar el nivel de desarrollo y avanzar en la consolidación de una agenda para las políticas públicas en los años venideros, lo que será posible en la medida en que se cambie el paradigma actual del cortoplacismo como referente principal de los gobiernos. Parece que seguimos gobernando para administrar crisis y recursos escasos, atender necesidades básicas insatisfechas y resolver problemas urgentes. Pensar en prospectiva requiere alternativas importantes en la gestión estratégica del Estado, nuevos liderazgos capaces de interpretar las transformaciones globales en curso y el cambio de la cultura política cortoplacista que ha imperado en nuestro país.

3. Sobre la energía en Costa Rica: Acciones del pasado consolidan el presente y afirman el futuro.

Lo que Costa Rica está percibiendo actualmente en el campo energético, según Godet (2007), es el resultado de una serie de acciones del pasado que desencadenaron cambios técnicos, económicos, políticos, so-

ciales y ambientales en la dinámica y direccionamiento del país. El liderazgo que esta pequeña nación centroamericana ha logrado, es un ejemplo de la visión de prospectiva que iniciaron un grupo de pioneros desde finales del siglo XIX. Documentado en el libro *Un siglo de actividad eléctrica* el cronista narra la historia del Ing. Manuel Víctor Dengo y el señor Luis Batres, dos hombres que fundaron la primera Compañía Eléctrica de Costa Rica, ya de por sí un hecho inusitado para la región centroamericana (Fernández, 2000). Ambos emprendieron y ejecutaron el primer proyecto de electrificación del país, a solo dos años después de que lo hiciera la ciudad de Nueva York. Aunque solo fueron iluminados algunos cuadrantes del centro de San José, lo relevante y significativo fue el impulso energético del cual gozamos hoy y que arrancó la revolución energética más importante que experimentó esta nación desde finales del siglo XIX hasta la fundación de la Segunda República en 1948 (Fernández, 2000).

Poco tiempo después, en 1949, se fundó el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), institución insigne en la construcción de la soberanía energética que actualmente disfrutamos. Dicha ordenanza constitutiva, visionaria, oportuna, encomendó al ICE el aprovechamiento de las fuerzas hídricas para la generación de energía hidroeléctrica como ruta del fortalecimiento de la economía nacional y la promoción del bienestar de sus habitantes (Amador, 2002). Adicionalmente, con el ICE se inició la planificación, construcción y puesta en marcha de importantes obras de generación utilizando geotermia, el viento, el sol, la biomasa y las plantas térmicas de respaldo. Desde que se encendieron esas primeras 25 luminarias, ya hace 132 años, la sociedad costarricense goza de un modelo energético afirmado en la sostenibilidad, solidaridad, acceso igualitario y con visión de futuro (Amador & Fallas 1993).

3.1 Sistema Eléctrico de Costa Rica

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) está conformado por la Generación, Transmisión y Distribución y organizado en torno al Instituto Costarricense de Electricidad, la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL, S.A.), la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH, S.A.), la Junta Administrativa del Servicio Eléctrico de Cartago (JASEC, S.A.), las Cooperativas de Electrificación Rural (COOPEGUANACASTE, R.L., COOPELESCA,

R.L., COOPESANTOS, R.L. y COOPEALFARO, R.L.) y los generadores privados (Jiménez, 2013). De acuerdo con Jiménez (2009, 2010), todos están interconectados y operados por el Centro Nacional de Control de Energía del ICE, institución que funge como un administrador y planificador de las necesidades del sistema eléctrico, siendo además un comprador único y dueño de las líneas de transmisión eléctrica. Tal modelo de electricidad, según Ventura (2012), está basado en el principio de un monopolio estatal y regulado por la Ley 7593 del 09 de agosto de 1996. Actualmente es un monopsonio donde el ICE produce y compra energía eléctrica para venderla o usarla en el segmento de distribución de forma directa o bien mediante empresas distribuidoras o cooperativas de electrificación rural, cada una de las cuales tiene una zona geográfica asignada, correspondiéndole al ICE las regiones no concesionadas (Jiménez, 2012). Las tarifas son definidas por la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP) con base en el principio de servicio al costo.

Sobre la rectoría, el sector energía es competencia del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), y el encargado de elaborar el Plan Nacional de Energía (PNE) que orienta las acciones de largo plazo, así como la expansión de la generación, transmisión y distribución eléctrica. En el segmento de producción de electricidad es donde se da mayor participación de actores, el ICE es dominante y antes de las leyes 7200 (Generación Eléctrica Autónoma o Paralela, 1990) y 7508 (1995), no había limitación para que empresas de diverso tipo pudieran participar, estas leyes restringieron y establecieron estímulos a la generación privada.

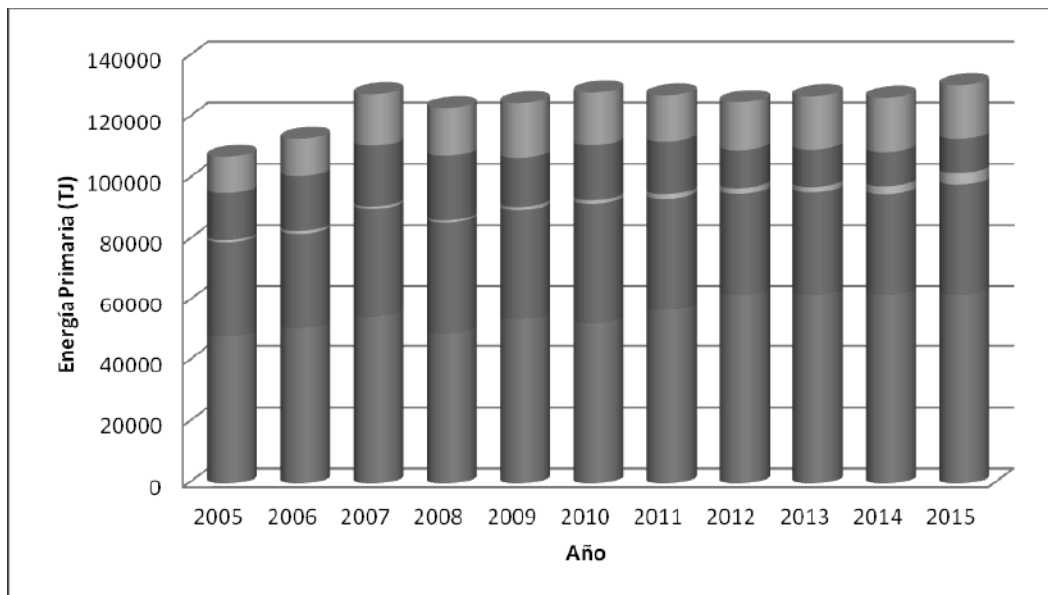
Respecto al Sistema de Transmisión, este se extiende desde Peñas Blancas (frontera con Nicaragua) hasta Paso Canoas (frontera con Panamá) y desde Puerto Limón en el Caribe hasta Santa Cruz, en la Península de Nicoya. Dispone de un total de 1 083 km de líneas de transmisión de 230 kV y 727 km de 138 kV. La capacidad total de transformación de las 41 subestaciones del sistema asciende a 7 606 MVA, con 2 633 MVA de capacidad elevadora, 3 494 MVA de capacidad reductora, 1 399 MVA de auto transformación y 80 MVA en reactores. Desde 1996 el Sistema Nacional Interconectado (SNI) abarca el 100% del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

3.2 Situación energética de Costa Rica

La Dirección Sectorial de Energía (DSE, 2016) y Herrera (2016) coinciden que en el año 2015, el país registró una oferta interna de energía primaria de 113 122 TJ, las contribuciones más importantes provienen de la geo-

térmica (48 654 TJ) con un 43% seguida de la hidráulica (31 542 TJ) la cual representa un 27,9%. La tendencia de producción de energía primaria del país (Figura 1) tiene un incremento de 3,1% respecto al año anterior y un crecimiento, de 2,06% más acelerado que el promedio registrado en los últimos 10 años.

Figura 1: Distribución de la producción de energía primaria por fuente en Costa Rica. 2005-2015.



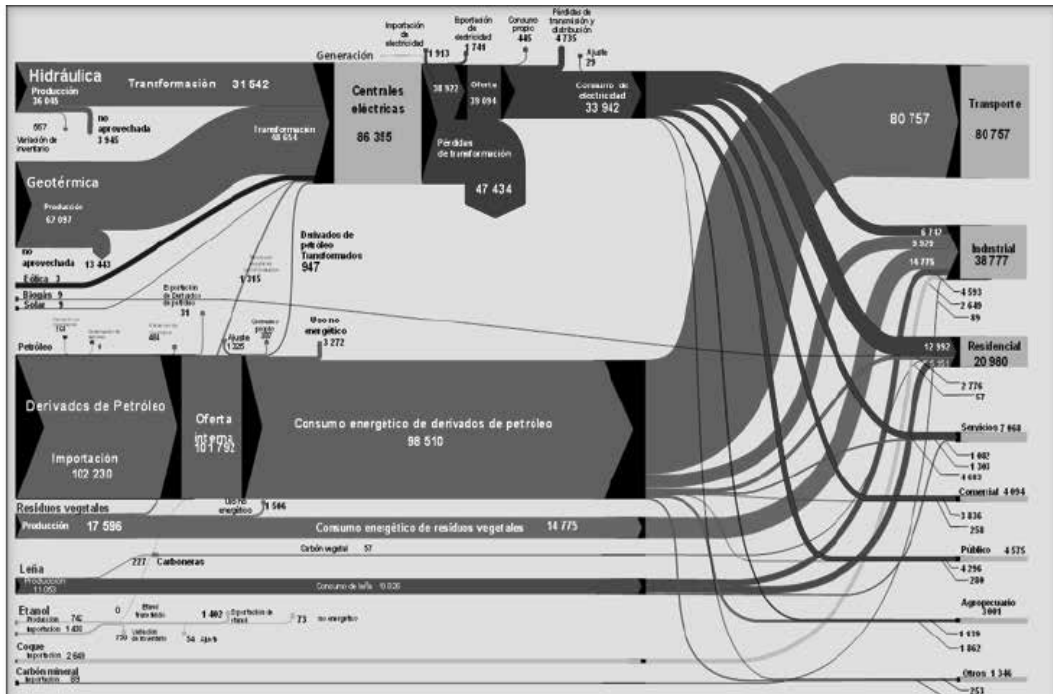
Tomado de Herrera (2016).

3.3 Consumo de energía

Datos de Herrera (2016) señalan que el consumo final de energía en el año 2015 fue de 165 702 TJ, de los cuales 27 198 TJ corresponden al aporte primario (16,4%) y 138 504 TJ (83,6%) al secundario. El sector industrial utilizó el 71,5% de la energía primaria durante el 2015. El consumo registrado de energía sin transformar proveniente de fuentes naturales 100% renovables disminuyó un 1,9% mientras que para la secundaria se registró un crecimiento de 5,8% con respecto al año 2014 (Herrera, 2016). El balance energético de Costa Rica fundamentalmente se centra en dos fuentes comerciales de energía los hidrocarburos importados y electricidad a partir de fuentes locales. Esta última basada en un alto porcentaje en fuentes de energía renovable, con una tendencia decreciente a expensas de una menor generación termoeléctrica en los últimos años y nula durante la mayor parte del 2016 (ICE, 2016 b y c).

Los hidrocarburos, principalmente diésel y gasolina, se incrementan en el transporte vehicular. Esto hace que la matriz energética siga siendo altamente dependiente de los hidrocarburos y, por ende, vulnerable ante las variaciones del precio del barril de petróleo en los mercados internacionales. Se complementa el apartado con la figura 2, que representa un diagrama Sankey sobre el balance energético del transporte y electricidad (DSE, 2015), en el se destacan los aspectos más relevantes tanto a nivel de sectores y actividades de la cadena energética como de las diferentes fuentes de energía primaria y secundaria.

Figura 2. Balance energético nacional de referencia, año 2010.

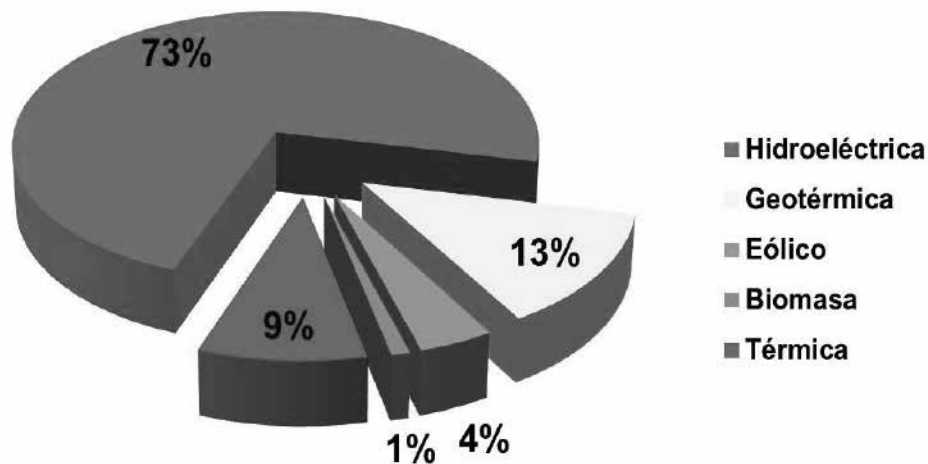


Fuente: Tomado de Dirección Sectorial de Energía, 2010

3.4. Matriz eléctrica

La matriz de generación eléctrica es la estructura de participación de las diferentes fuentes de energía en la producción de electricidad. En el caso de Costa Rica, estas fuentes son tomadas en su mayoría de recursos naturales renovables, que son transformados en electricidad mediante los diferentes tipos de centrales que operan en el país (Herrera, 2016). En la figura 3 se resumen los componentes y participación de la generación eléctrica del 2016.

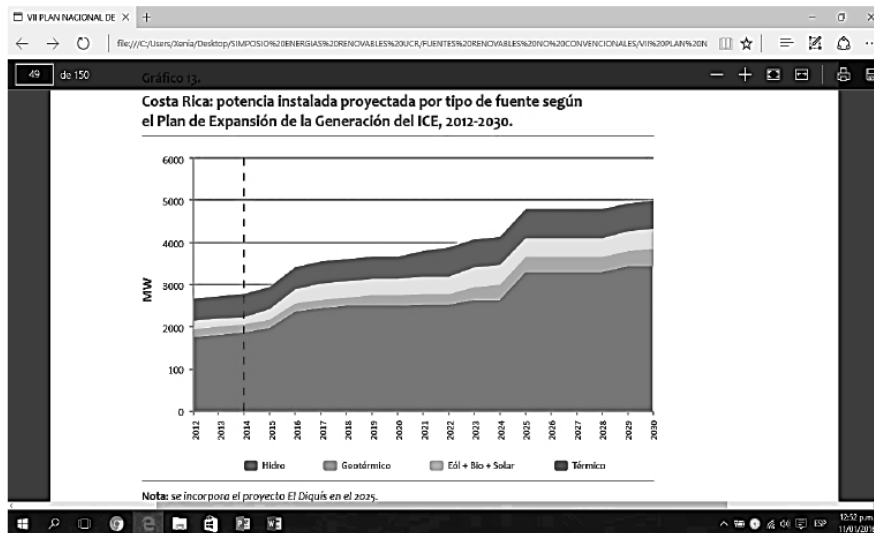
Figura 3. Matriz eléctrica de Costa Rica.



Tomado de ICE 2016.

Uno de los logros del país más reconocidos a nivel mundial es el alto nivel de energía renovable utilizado para la generación eléctrica que se ha mantenido a lo largo de su historia, como se puede observar en el Figura 4.

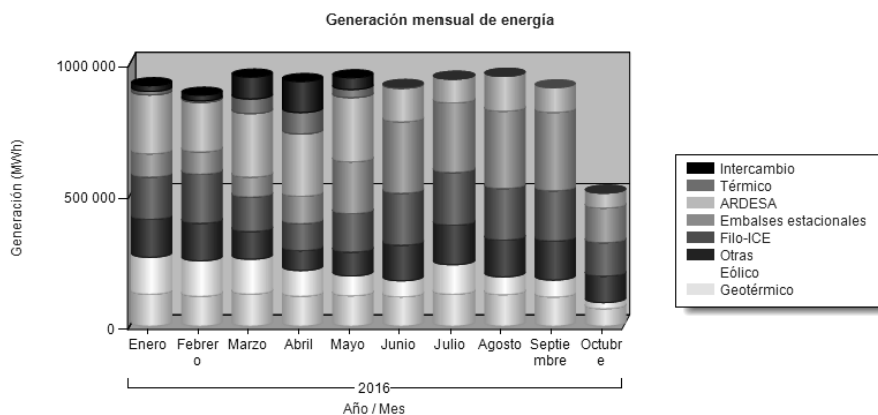
Figura 4. Tendencia de la participación de energía renovable.



Fuente: MINAE, 2015

De acuerdo con el ICE (2015a) el año pasado Costa Rica cerró con 99% de generación eléctrica renovable. El comunicado señala que del 01 de enero al 17 de diciembre se acumularon 285 días con generación 100% en hidrocarburos. La energía hidráulica aportó 75% de la electricidad, sumada a la geotermia, superaron 88% de la producción con fuentes limpias y firmes. El viento, la biomasa y el sol representaron 11% de energías limpias variables. En la figura 5 se resume la generación eléctrica por consumo nacional en 2015. En lo que respecta a 2016, el país lleva 150 días con electricidad 100% renovable, el comunicado de prensa emitido el 02 de setiembre (ICE, 2016c) indica que el 16 de junio fue el último día en que necesario encender una planta térmica para respaldo.

Figura 5. Generación eléctrica por consumo nacional, 2015



Fuente. Tomado de ICE, 2016a.

Para mantener este modelo altamente renovable, Costa Rica cuenta con gran cantidad de recursos naturales energéticos, como se ilustra en el Cuadro 2. La energía solar es teóricamente el recurso doméstico con mayor potencial de aprovechamiento, su potencial teórico de 576 747 MW, seguido de la energía hidroeléctrica con 7 871 MW y, en menor proporción, la energía biomásica y geotérmica.

Cuadro 2. Potencial de recursos energéticos comerciales.

Fuente	Potencial teórico técnico (MW)	Potencial proyectos identificados (incluye instalado) (MW)	Capacidad Instalada (MW)	%Instalado/ teórico-técnico)	%Instalado/ Identificado)
Hidroeléctrico	7 871	5689,5	1 768	22,4	31,0
Eólico terrestre	2400	894	144	6,0	16,1
Geotérmico	865	360	195	22,5	54,1
Biomasa	635	122	38	5,98	31,14
Solar	576 747	126	12,69	0,0022	10,0
Marino	2 032,7	0	0	0	0

Tomado de ICE, 2016.

4. Prospectiva energética: breve escenario mundial

La prospectiva energética consiste en la determinación y análisis de escenarios probables para un determinado sistema energético (Rojas, 2016). Es una herramienta que ayuda a identificar tendencias y necesidades futuras y lo inminente de la transformación del sistema energético mundial hacia clústeres diversos, eficientes, resilientes y de bajo costo (Mesa, 2010). La ciencia de la prospectiva energética está en los balances y flujos de energía, en ese contexto, Somoza & Álvarez (2005) señalan que el 80% de la energía primaria que se utiliza en el mundo fluye con la quema de carbón, petróleo y gas natural, combustibles fósiles.

Nadie discute la insostenibilidad de un sistema energético con base fósil, pero hay peso de evidencia científica de que el mundo evoluciona hacia un nuevo paradigma económico y que ofrecerá oportunidades extraordinarias para aprovechar las fuentes de energía renovables a costos casi marginales de cero. Los promotores del cambio serán las nuevas generaciones, el internet y un nuevo sistema de energía distribuida captada del sol, el viento, la tierra y el agua (Riffkin, 2011). La revolución industrial impulsada por el petróleo,

y otros combustibles fósiles, está llegando a su final (Roberts, 2004). El sector energético se enfrenta a un cambio de rumbo entre las formas de producción energética tradicional y las alternativas renovables que, además, permiten una mayor participación de la ciudadanía. Sin embargo la lucha se mantiene, el agotamiento de los combustibles fósiles baratos ha hecho que la industria petroquímica mundial se embarque en perpetuar la dependencia de los hidrocarburos y seguir fomentando una in-cultura de despilfarro energético (Roberts, 2004).

5. Prospectiva energética en Costa Rica: una aproximación

Cada desafío que enfrenta Costa Rica (sobre desarrollo sostenible, climático, económico) es en esencia un desafío energético. El país se mueve gracias a la energía y aunque se cuenta con una matriz eléctrica casi 100% renovable, en el sector transporte se depende de energía primaria (70% derivada de hidrocarburos). Sin duda, se requiere de una verdadera economía nacional descarbonizada, resiliente y baja en emisiones. Ante este panorama, es ineludible la planificación y construcción de un modelo de desarrollo nacional con visión de prospectiva que responda a las aspiraciones

de una sociedad energéticamente eficiente. Aunque se han dado pasos incipientes en el diseño y planificación estratégica de un modelo país eco-competitivo, que cuenta con una norma nacional y un mercado doméstico de carbono. A ocho años de la declaratoria de la carbono neutralidad se fue lo seductor de convertir al país en carbono neutro, los tiempos de efervescencia y la agitación internacional, que generó la iniciativa, se esfumaron (Rojas, 2016). Por lo tanto, el abastecimiento y uso sostenible de la energía constituyen no solo un elemento estratégico para el desarrollo país, sino también implicaciones ambientales, sociales y económicas.

El suministro energético constituye un elemento fundamental para el funcionamiento del país, por lo tanto, el uso de herramientas de prospectiva energética facilitará la evaluación y modelación de diferentes escenarios de precios, tendencias tecnológicas, de amenazas y del efecto del ingreso o no de nuevos proyectos para satisfacer la demanda de energía. En concordancia con lo que señala Mesa *et al.*, (2010), es imperativo anticiparse en la toma de decisiones correctas sobre los recursos energéticos de Costa Rica. La complejidad creciente que está adquiriendo el sector impone la necesidad de adoptar un enfoque sistémico que contemple las fuentes, los usuarios, los costos, los impactos y las regulaciones.

Es urgente considerar la proyección de largo plazo, de anticipar transformaciones estructurales, políticas, económicas y ambientales que demanda la sociedad costarricense en temas energéticos. Por lo tanto, el ejercicio de la prospectiva requiere abandonar los catalejos del corto plazo. El futuro al que se aspira será posible solo si se deja de ver el árbol, se mira hacia el bosque y se anticipa en la construcción del país que se desea en los próximos 50 o 100 años. Es necesario derribar el convencionalismo y la hegemonía del petróleo y migrar hacia un nuevo ecosistema que fluya con el aporte de energías renovables no convencionales (del sol, del mar y/o bioenergías).

¿Está Costa Rica preparada para el salto prospectivo? Se han hecho algunos intentos por anticipar el futuro, sin embargo aún falta. Para ese salto, no son suficientes las aspiraciones (como el proyecto Costa Rica siglo XXI), los informes (Estado de La Nación) o los planes (Plan Nacional de Desarrollo, Plan Nacional de Energía). Se requiere mucho más, es necesario desarrollar es-

cenarios de prognosis y predicción científica sobre el uso de los recursos energéticos. Será fundamental saber para dónde se va, tener claro cuál es la visión país y la imagen energética objetivo de las próximas décadas. Dicha hoja de ruta necesita financiamiento, precisa el apoyo de las instituciones del Gobierno, de las universidades e institutos de investigación para consolidar un portafolio de energías renovables convencionales y emergentes. Urge invertir en autonomía, eficiencia y gobernanza energética, en redes inteligentes y en robustecer iniciativas de innovación y tecnologías de punta. Se debe generalizar el uso de autos y trenes eléctricos y en general la electrificación del transporte. Es inminente el crecimiento exponencial del uso de internet de las cosas, el incremento de sistemas de generación distribuida, de la autogeneración y con ellos la revolución de los prosumers como agentes del cambio capaces de generar contenido, opiniones y exigencias para un futuro energético sostenible.

En prospectiva, Costa Rica experimentará una profunda transformación económica, social, demográfica, tecnológica y ecológica. Por lo tanto, la planificación energética de largo plazo no es una opción, es una obligación, es un desafío complejo que requiere diálogo y acuerdos que trasciendan, incluso, los periodos de Gobierno. No es una tarea sencilla, pero el costo de no hacerlo alejaría el país de toda aspiración de avanzar con sustentabilidad. Sin prospectiva, ineludiblemente, el país quedará anclado y a merced de los dogmas y paradigmas del cortoplacismo (Rojas, 2016). En los siguientes apartados se presentan los instrumentos de política más importantes con las que cuenta el país para avanzar en prospectiva energética.

6. Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018: visión de corto plazo

Es mandatorio hacer referencia del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2015-2018, ya que marca el derrotero del actual gobierno, del país y por lo tanto del sector energético. Por su contenido e implicaciones resulta cita obligatoria y condición ineludible para la correcta formulación de planes, programas y proyectos en la función de avanzar en las aspiraciones de una Costa Rica energéticamente sostenible, resiliente e integralmente desarrollada. El plan contempla una serie de pilares es-

tratégicos, prioridades y objetivos indispensables, así como una hoja de ruta sobre la gestión pública para una sociedad cimentada en la equidad, el conocimiento, la innovación, la competitividad, la transparencia y el desarrollo energético renovable y limpio (PND, 2015).

La formulación del PND 2015–2018 enruta la visión de desarrollo de corto plazo. Este referente de la realidad, acompañado por orientaciones políticas emanadas del Programa de Gobierno, es una base para las propuestas programáticas y la definición de la estrategia establecida en el PND (MIDEPLAN, 2014). El análisis de la realidad nacional científica, tecnología y de las telecomunicaciones evidencia que además de los bajos montos presupuestarios asignados, existen grandes desafíos. La planificación prospectiva coadyuva en esta tarea, ya que permite fortalecer la toma de decisiones públicas y fortalecer la gestión institucional. La visión prospectiva sitúa el horizonte, más allá del período de gobierno y establece una perspectiva de análisis y de acción más estratégica, de mayor temporalidad, donde el tiempo de gobierno se convierte en una fase necesaria y sustantiva, pero cuyo impacto dependerá de prolongar resultados en el tiempo. Este PND 2015–2018, intenso en planteamientos y acciones, alcanza para una mirada de corto aliento.

7. VII Plan nacional de energía: Cómo se visualiza Costa Rica en el 2030?

El VII Plan Nacional de Energía 2015–2030 (PNE) propone una mirada energética para las próximas décadas. Está organizado en pos de un desarrollo energético sostenible y bajo en emisiones. Sigue las orientaciones del Plan Nacional de Desarrollo 2015–2018 en dos objetivos sectoriales: Objetivo sectorial 2: *“Fomentar las acciones frente al cambio climático global, mediante la participación ciudadana, el cambio tecnológico, procesos de innovación, investigación y conocimiento para garantizar el bienestar, la seguridad humana y la competitividad del país”* y el Objetivo sectorial 3: *“Suplir la demanda de energía del país mediante una matriz energética que asegure el suministro óptimo y continuo de electricidad y combustible promoviendo el uso eficiente de energía para mantener y mejorar la competitividad del país”* (PND, 2015).

El PNE considera de manera unificada los sectores de energía y transporte. Para el sector electricidad, las principales orientaciones son:

- Introducir cambios en el Sistema Eléctrico Nacional para elevar la eficiencia energética, el ahorro y lograr un mejor manejo de la demanda eléctrica.
- Estimular el desarrollo de la generación distribuida y el autoconsumo de electricidad.
- Actualizar el marco jurídico e institucional especializado en promover la eficiencia energética.
- Mejorar los métodos de cálculo de las tarifas de electricidad y elevar la eficiencia de la gestión de las entidades públicas del sector electricidad.

Relacionadas con el sector de transporte, la política energética incorpora las siguientes orientaciones:

- Promover sistemas eficientes de transporte colectivo que sean ambientalmente más limpios y mitiguen los efectos del calentamiento global.
- Promover el uso de combustibles alternativos en el sistema de transporte para disminuir la dependencia de los hidrocarburos y la emisión de gases contaminantes.
- Mejorar las normas para la importación de vehículos nuevos y usados para estimular el rendimiento energético y la reducción de la contaminación.
-

El PNE 2015–2030 se sustenta en una visión comprensiva e integrada de las dimensiones que impactan la realidad energética nacional. El plan aspira a enfrentar los retos más apremiantes en materia energética que enfrenta actualmente el país y a provocar transformaciones profundas en los procesos de producción, distribución y consumo de energía. Importante enfatizar que este plan lanza el desafío de dar un salto cualitativo hacia un horizonte con predominancia de un bajo nivel de emisiones en la economía nacional, el desarrollo de procesos de generación y uso de energía más respetuosos de los límites del entorno natural, la construcción de una matriz energética capaz de sostener la competitividad de las industrias nacionales y una mayor contribución del sector de energía a la calidad de vida de la población.

Desde la visión de prospectiva, el nuevo PNE aspira a que el país consiga:

- Un nivel cualitativamente superior de eficiencia energética, tanto en lo que respecta al consumo de energía como a su generación, transmisión y distribución.

- Una economía nacional con un nivel de emisiones de gases de efecto invernadero significativamente menor al actual, debido a la reducción de la dependencia de los hidrocarburos para generar electricidad
- Aumento de la eficiencia energética de los vehículos movidos por hidrocarburos, así como la incorporación de vehículos eléctricos e híbridos en la flota vehicular
- Una sociedad costarricense con mayor capacidad para evitar y mitigar los impactos ambientales de los procesos relacionados con los servicios de electricidad y transporte.
- Una matriz eléctrica nacional capaz de satisfacer de manera sostenida el aumento en el tiempo de la demanda de energía.
- Un sector de electricidad en condiciones de aprovechar y adaptar los cambios tecnológicos mundiales para mantener y aumentar la participación de las fuentes de energía renovables en la matriz eléctrica nacional
- Ofrecer precios de la electricidad que sean lo más competitivos posibles en el contexto internacional.
- Un sector de transporte con reducción significativa de los tiempos de transporte de personas y mercancías, costos unitarios de transporte público y privado y el aumento en la calidad de vida derivado de la mejora sustancial de los procesos de transporte.

8. Plan de expansión eléctrica 2014-2035: Una hoja de ruta fundamental

El Plan de Expansión de la Generación (ICE, 2014) es el marco de referencia para los propósitos de planeamiento, de mediano y largo plazo, del sector eléctrico del país (ICE, 2014). El PEG 2014-2035 esquematiza las estrategias de desarrollo eléctrico, las posibilidades tecnológicas y las necesidades de recursos en el futuro. Unifica a todos los participantes en el sector electricidad, en temas tan amplios como determinación de inversiones, fijación de tarifas y estudios de mercado (ICE, 2014). Según se indica en ICE (2014), el PEG se alinea con las políticas nacionales sobre energía en los siguientes seis aspectos: Ambiente y Desarrollo, Dependencia del Petróleo, Fuentes Renovables, Mercado

Eléctrico Regional, Inversiones en Generación y Costos de la Energía.

El plan es un instrumento basado en prospectiva energética, una apuesta de oferta eléctrica de las próximas décadas. Cumple con una serie de criterios estadísticos, económicos y ambientales, dentro del marco de las políticas nacionales e institucionales en materia energética. Cubre el horizonte de planeamiento 2014-2035, dentro del cual se diferencian tres períodos. El primero es sobre obras en construcción y abarca hasta el año 2017, ahí sobresale el proyecto hidroeléctrico Reventazón de 305 MW, que entró en operación este año. El período intermedio va del 2018 al 2025 y un período de referencia que llega hasta el 2035 y cuyo propósito es servir como guía sobre las necesidades futuras de recursos energéticos (ICE, 2014).

Dentro de las novedades de Plan de Expansión recomendado resaltan la introducción del gas natural en el 2025, para ser utilizado en ciclos combinados de alta eficiencia. Adicionalmente, en el corto plazo (2019) aparece la ejecución del proyecto geotérmico Pailas II, de 55 MW, y la adición de nueva capacidad renovable del orden de 50 MW en el 2018. Es importante destacar la nueva capacidad térmica en el 2021, para minimizar el costo total de inversión y operación del sistema. La capacidad térmica es necesaria para reducir el costo de la energía, y para servir de primer paso para la introducción del gas natural. Si el país decide avanzar con el gas natural, estas plantas se usarán como base para instalar un ciclo combinado y la infraestructura de importación y almacenamiento del gas. Es importante indicar que en todos los planes resalta el beneficio de disponer de nueva capacidad geotérmica. Los tres primeros proyectos, Pailas II, Borinquen I y Borinquen II, se encuentran fuera de parques nacionales y tienen estudios de factibilidad positivos. Posteriores desarrollos requerirán estudios y en algunos casos, podrían no ser ejecutables, por estar en zonas protegidas (ICE 2014).

9. Plan de electricidad recomendado 2014-2035: Un plan en prospectiva

En el cuadro 3 se presenta el plan de expansión recomendado. Este corresponde al programa de obras

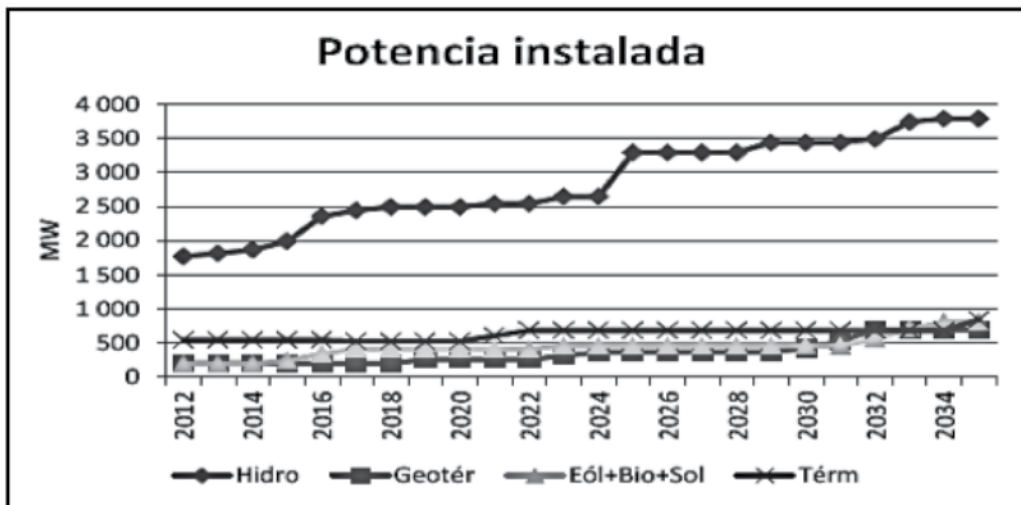
para atender el escenario medio de demanda. El valor presente para el período 2014–2035 es \$5 586 millones. El crecimiento esperado de la capacidad instalada puede verse en la Figura 6. Hacia el final del período la capacidad instalada alcanza los 6 124 MW, con una tasa de crecimiento anual del 4.0% entre el 2011 y el 2024. La generación esperada del período 2014–2035, por fuente de energía, será 74% hidroeléctrica, 15% geotérmica y un 9% de fuentes eólicas, biomásicas y solares (Figura 7). El térmico, usado solo como complemento de las renovables, cubrirá el 2% de la generación total (ICE, 2014).

Cuadro 3. Plan de Expansión Recomendado

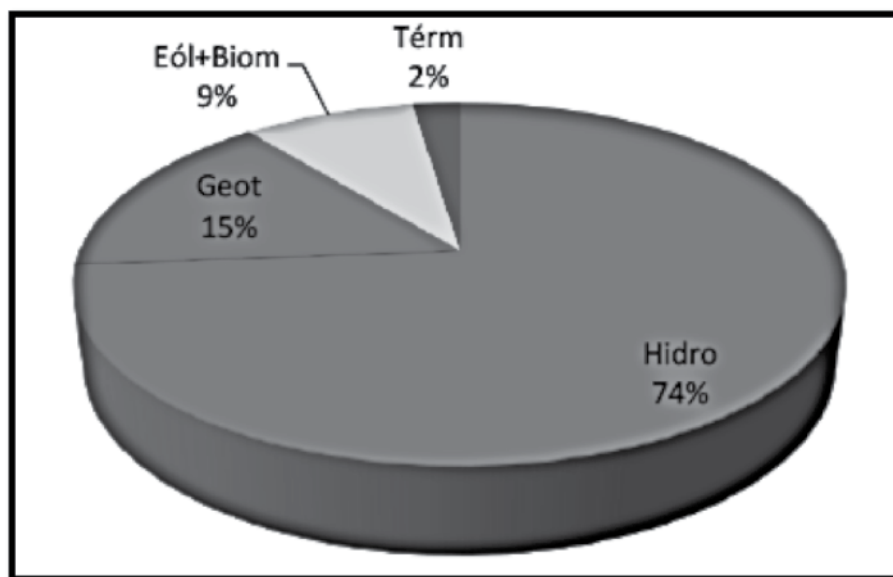
Año	CAPACIDAD INSTALADA EFECTIVA					%				
	Hidro	Geotér	Eól+Bio+Sol	Térm	Total	Hidro	Geotér	Eól+Bio+Sol	Térm	Total
2012	1 768	195	182	537	2 682	66%	7%	7%	20%	100%
2013	1 813	195	182	537	2 727	66%	7%	7%	20%	100%
2014	1 866	195	182	537	2 780	67%	7%	7%	19%	100%
2015	1 990	195	232	537	2 953	67%	7%	8%	18%	100%
2016	2 358	195	332	537	3 422	69%	6%	10%	16%	100%
2017	2 445	195	402	518	3 559	69%	5%	11%	15%	100%
2018	2 495	195	402	518	3 609	69%	5%	11%	14%	100%
2019	2 495	250	402	518	3 664	68%	7%	11%	14%	100%
2020	2 495	250	402	518	3 664	68%	7%	11%	14%	100%
2021	2 545	250	402	598	3 794	67%	7%	11%	16%	100%
2022	2 545	250	402	678	3 874	66%	6%	10%	17%	100%
2023	2 645	305	452	678	4 079	65%	7%	11%	17%	100%
2024	2 645	360	452	678	4 134	64%	9%	11%	16%	100%
2025	3 295	360	452	678	4 784	69%	8%	9%	14%	100%
2026	3 295	360	452	678	4 784	69%	8%	9%	14%	100%
2027	3 295	360	452	678	4 784	69%	8%	9%	14%	100%
2028	3 295	360	452	678	4 784	69%	8%	9%	14%	100%
2029	3 445	360	452	678	4 934	70%	7%	9%	14%	100%
2030	3 445	415	452	678	4 989	69%	8%	9%	14%	100%
2031	3 445	525	452	678	5 099	68%	10%	9%	13%	100%
2032	3 495	690	552	678	5 414	65%	13%	10%	13%	100%
2033	3 745	690	702	678	5 814	64%	12%	12%	12%	100%
2034	3 795	690	802	678	5 964	64%	12%	13%	11%	100%
2035	3 795	690	802	838	6 124	62%	11%	13%	14%	100%

Fuente: Tomado de ICE, 2014.

Figura 6. Crecimiento esperado de la capacidad instalada por fuente. 2012-2034



Fuente: Tomado de ICE, 2014.

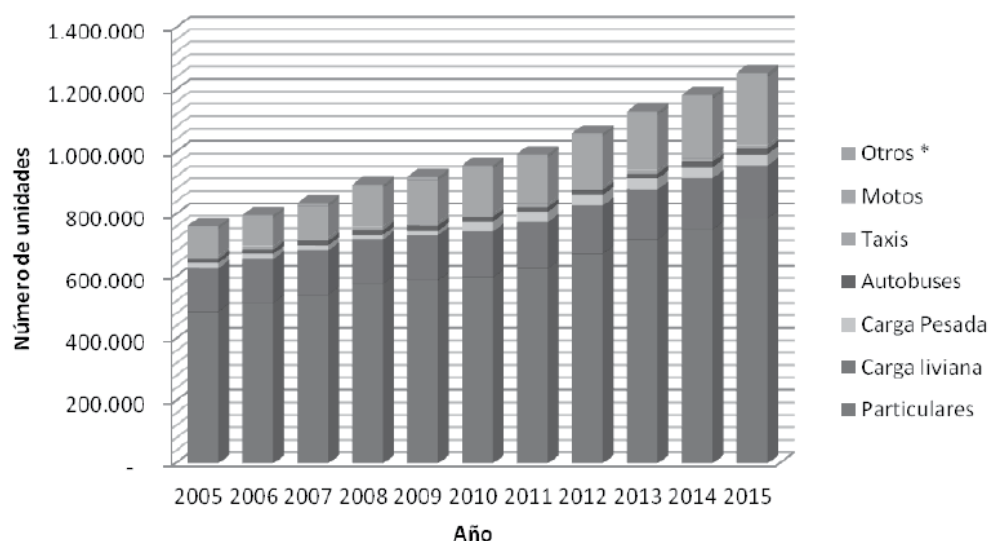


Fuente: Tomado de ICE, 2014

10 Prospectiva y Transporte.

De acuerdo con Herrera (2016), para el año 2015 el parque vehicular del país ascendió a 1 255 360 unidades, de las cuáles un 62,8% son vehículos particulares, las motocicletas y la carga liviana (17,4 y 13,5% respectivamente). La flota ha crecido a una tasa promedio sostenida cercana al 7% (Figura 8), pero en los últimos 10 años las motocicletas han aumentado a un porcentaje mayor (10%). La tasa de vehículos por cada 1 000 habitantes pasó de 204 en 2011 a 262 en 2015.

Figura 8. Evolución de la flota vehicular de Costa Rica por categoría. 2005-2015



Fuente: Tomado de Herrera, 2016.

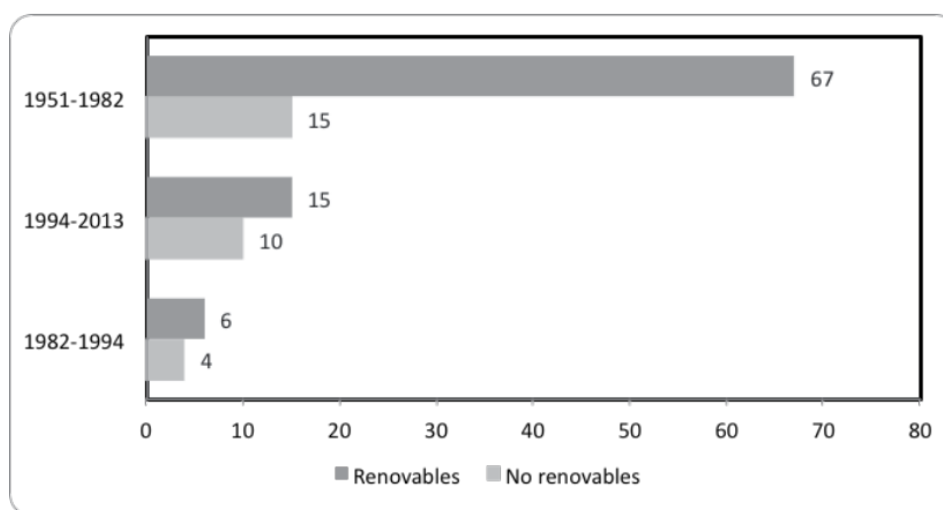
En correspondencia con Koepff (2015), Costa Rica necesita una nueva perspectiva de transporte público de largo plazo. A pesar de la importancia que reviste para la sociedad costarricense, la red de transporte público no cumple con las necesidades de una ciudad que se enfrenta al siglo XXI. El mal funcionamiento del transporte público, especialmente en la Gran Área Metropolitana (GAM) y ciudades satelitales, genera una serie de perjuicios para la salud pública, el turismo, el medioambiente y también para el sector empresarial del país. Las señales que aparecen sobre la planificación futura del transporte, ensanchan la brecha que existe entre las aspiraciones que tiene el país por liderar el desarrollo y la sostenibilidad. Hay problemas serios debidos a la burocracia, tramitología, financiamiento y decisiones políticas. Tal coctel de indecisiones ha paralizado la visión de prospectiva que debe ejercer uno de los ministerios más importante de la República.

Sin visión de planificación futura no es posible emprender propuestas con el potencial de aliviar la situación y hacer el sistema más eficiente. Sin rumbo, están paralizadas iniciativas novedosas tales como la electrificación del transporte masivo, la sectorización, la reorganización de las paradas y la construcción de un tren eléctrico. No contar con un buen sistema de transporte público moderno, dinámico y eficiente, nos empobrece, nos endeuda, perjudica el interés público, bloquea una serie de beneficios turísticos, detiene el crecimiento económico y aumenta los problemas en la salud pública.

El sector transporte, por definición, está asociado con un consumo intensivo de energía que es de naturaleza creciente y singularmente perjudicial para el medio ambiente, debido al incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, humo y ruido. Un servicio público con estas características, no sólo perjudica la calidad de vida de quienes lo utilizan a diario, sino que invita a las personas –que tienen opción– a buscar en su vehículo particular el transporte cotidiano (González, 2013 y Koepff, 2015).

Las políticas públicas en transporte emanan obra gris, infraestructura y redes de conectividades. En un segundo plano está el imperativo de atender el mayor desafío energético del país, reducir la factura petrolera, las emisiones y las externalidades asociadas al uso indiscriminado de vehículos particulares. Este sector viaja en dirección contraria a las pretensiones y objetivos de desarrollo sostenible que ha marcado y caracterizado el rumbo del país. Como lo indica Abarca (2014) el actual modelo es energéticamente "insostenible" y su evolución está sujeta a transformaciones estructurales y de funcionamiento. El país no podrá desprenderse del uso de hidrocarburos, por las necesidades del sector transporte, en al menos tres décadas, por lo que la clave es mejorar la calidad de los combustibles (Seminario Universidad, Octubre 2015).

Figura 9. Número de leyes por sub período según tipo de fuente



Fuente: Tomado de Betrano, 2015.

El marco normativo es la tercera tendencia, su contenido y evolución parecen limitar las aspiraciones país en cuanto a incursionar en fuentes renovables emergentes. De un reciente estudio, presentado por Betrano (2016), sobre 117 leyes en materia de energía aprobadas entre 1950 y 2014, concluye que es recurrente la habilitación legal por el uso de hidrocarburos e hidroelectricidad, y es menos prolijo en la promoción de otras fuentes renovables, como la solar, eólica o biomasa (Figura 9). El marco normativo crea un cuello de botella que, combinado con los patrones de comportamiento de la población, refuerzan al sector transporte como el gran consumidor de combustibles.

Es claro que se han hecho esfuerzos por modificar el sistema de transporte hacia uno más eficiente, sostenible y bajo en emisiones. Sin embargo es necesario incluir la prospectiva en el proceso de planificación del transporte. Es urgente acoplar el transporte con la demanda de energía. Es imprescindible satisfacer permanentemente las necesidades básicas de la sociedad en términos de movilidad y accesibilidad. Una red de infraestructura de transporte, individual y colectivo, correctamente planificada, es un prerrequisito para cualquier sociedad que pretenda ahorrar energía y garantizar el acceso a las actividades económicas y servicios a nivel mundial.

En concordancia con el Foro Económico Mundial (2011), la planificación futura del transporte reducirá el consumo de energía, bajará las emisiones de gases de efecto invernadero y permitirá a los usuarios cumplir en forma segura y a tiempo sus actividades. Planificar el futuro de los sistemas de transporte es una condición imperativa en el cometido de disminuir la factura petrolera de nuestra matriz. Bajo esa premisa, el ejercicio de prospectiva contribuye con instrumentos de análisis y estudios inter/multi-disciplinarios orientados a pronosticar el comportamiento, a largo plazo, del transporte de personas y bienes, con el fin de identificar aquellas opciones capaces de generar los mayores beneficios económicos y sociales en un entorno energéticamente eficiente.

Allen (2011) señala que la prospectiva para el sector transporte debe partir de un proceso de reflexión y análisis de múltiples criterios. Destaca que la eficiencia no es solo obra gris, sino de la energía que se requiere para transitar eficientemente por buenas carreteras, en

ahorrar tiempo y en crear condiciones de calidad de vida de los actuales y futuros usuarios. Tal pronóstico lanza el desafío de que el sistema de transporte futuro diversifique las opciones de movilización mediante nuevos puentes, carreteras, túneles, puertos, estaciones de ferrocarril y pistas de aeropuerto que acorten distancias, tiempos y energía (Allen, 2011). Bajo el marco prospectivo debe estimularse el transporte colectivo (bicicleta y a pie), evitar el automóvil, el taxi y la motocicleta.

El Plan Nacional de Transportes de Costa Rica 2011-2035 del MOPT, es un buen intento de planificar, a corto, medio y largo plazo, el desarrollo de infraestructura vial. Es un avance hacia la modernización y adecuación de las redes de transporte con las necesidades actuales y futuras del país (MOPT, 2011). La política se ha enfocado en invertir la mayor cantidad de dinero en carreteras y vehículos. Sin embargo, es omiso de los temas energéticos y ambientales. El plan no considera factores relacionados con la quema de combustibles fósiles, eficiencia energética o emisiones de gases de efecto invernadero. Le falta acoplamiento con la realidad nacional respecto a la sostenibilidad ambiental. Por lo tanto, no alcanza las pretensiones de ser la hoja de ruta que requiere Costa Rica en transporte y eficiencia energética. De acuerdo con González (2013), los y las costarricenses merecen un sistema de transporte público moderno y eficiente, que mejore las condiciones de uso actuales. La discusión pública debe estar centrada en propuestas concretas; porque Costa Rica tiene ideas, pero carece de compromisos y decisiones políticas para mejorar el sistema de transporte público.

La prospectiva de modernización del transporte público busca alternativas de movilidad, convenientes, cómodas y accesibles. Planificar el futuro del sistema de transporte de personas, bienes y servicios proporcionará una variedad de beneficios, reducirá los impactos ambientales, la congestión vehicular, la contaminación sónica, el consumo de hidrocarburos y aprovechará mejor la red vial existente (Mezger, 2016). Pensar en prospectiva no es una opción es una obligación, el aumento del parque automotor y el caos vial diario se mueve en dirección contraria de la independencia del petróleo, de la des-carbonización y de la meta país de llegar a la carbono neutralidad. Es mandatorio modernizar e innovar el sistema de transporte en Costa Rica. Es necesario implementar la sectorización y las rutas

troncales para facilitar el traslado rápido en autobuses, ejecutar la integración de los modos de transporte, las tarifas unificadas y el cobro electrónico (Abarca, 2014).

10.1 Acciones de prospectiva para el transporte público

Existen alternativas para mejorar el transporte en Costa Rica. A continuación se resumen algunas iniciativas:

1. Transporte eléctrico de personas (buses eléctricos)
2. Electro-movilidad individual (carros eléctricos)
3. Tren interurbano, metros, tranvías y trolebuses que conecten la Gran Área Metropolitana (GAM)
4. Programa de Adquisición de Vehículos Eficientes (PAVE)
5. Ciclo-vías que atraviesen la GAM.
6. Incentivos como el impuesto selectivo de consumo a los vehículos híbridos y eléctricos.
7. Masificación de la infraestructura de operación, mantenimiento y recarga de vehículos 100 % eléctricos.
8. Sectorización e integración de rutas en la GAM
9. Mejoramiento de la calidad de los combustibles
10. Actualización de la legislación para favorecer el uso de las mejores tecnologías automotrices. Por ejemplo la Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico, No. 19744.
11. Mejoramiento de la infraestructura de transporte y almacenamiento de combustibles del país.
12. Regulaciones estrictas, principalmente para la importación de vehículos usados.
13. Mejorar la gestión de las instituciones e implementar un modelo tarifario que sustente las inversiones empresariales.

11. Prospectiva de las energías renovables no convencionales

De acuerdo con Jara (2006) las energías renovables no convencionales (ERNC) son un conjunto de fuentes energéticas que por razones económicas, disponibilidad, limitaciones tecnológicas o por barreras de ingreso no forman parte de las opciones que tradicionalmente son incorporadas a escala significativa en los sistemas de generación. Son una oportunidad para la diversificación de la matriz energética, ya que

permitirán reducir las necesidades y dependencia de desarrollo de las fuentes convencionales. Actualmente, existen diferentes grados de utilización y de conocimiento acerca de estas fuentes, por lo que se requiere planificar de manera integral su desarrollo (PNE, 2015). Según Rojas & Portilla (2016), las crecientes necesidades energéticas globales y la gravedad de los efectos ambientales, económicos y sociales derivados del fenómeno de mega-escala del calentamiento global, exigen promover e impulsar en forma significativa nuevas fuentes de energía renovable y sostenible que aseguren el suministro energético del planeta, de la mano con la conservación. En los albores del siglo XXI la sociedad reconoce el problema del uso de los combustibles fósiles, de su inminente agotamiento y de los impactos ambientales asociados. Por esta razón son cada vez más los esfuerzos que se suman para evitar, reducir, mitigar o compensar tales afectaciones.

Tal como lo indica Jara (2003, 2006), los países desarrollados han comenzado a inclinarse por una agenda energética que promueva y fomente la expansión de las ERNC, como uno de los pilares fundamentales, para disminuir la dependencia energética de los combustibles fósiles y, a su vez, cumplir con sus cuotas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero suscritas por la mayoría de naciones en el Protocolo de Kioto y ratificadas en la COP21. Bajo el enfoque de prospectiva, Cordeiro (2016) recomienda incentivar las ERNC, su incorporación en la matriz energética acelera el progreso y madurez tecnológica, canaliza la pre-ocupación general de la sociedad por los problemas globales derivados por el uso de los hidrocarburos y administra gradualmente la independencia energética. Además y en concordancia con lo señalado por Jara (2003 y 2006) las ERNC dinamizan encadenamientos productivos, aumentan los beneficios económicos y promueven nuevas oportunidades de empleo.

Rojas y Portilla (2016) señalan que el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha consolidado un plan estratégico 2016-2035 una propuesta de planificación visionaria de mediano y largo plazo. Su objetivo es promover el estudio, investigación, innovación y aprovechamiento de fuentes renovables no convencionales para generación eléctrica, procurando su incorporación escalonada al sistema eléctrico de Costa Rica, de modo que contribuyan a la consolidación de la matriz electro-energética nacional, a la sostenibilidad y a reforzar las políticas nacionales contra el cambio climático.

En prospectiva, el plan estratégico constituye una reflexión sobre escenarios energéticos para los próximos 20 años. El plan operativo es un clúster de fuentes energéticas que refuerzan la voluntad y visión del país en cuanto a fortalecer el actual modelo de desarrollo eléctrico, en su carácter solidario y sostenible, mejorándolo y optimizándolo. El punto de partida son los potenciales que han sido identificados en las diversas fuentes no convencionales (Cuadro 4). La energía solar, con 576 747 MW de potencial técnico, sin duda constituye por mucho el mayor recurso renovable disponible para Costa Rica. En segundo lugar la energía eólico-terrestre con 2 400 MW, incluso la energía marina (oleaje y corrientes) presenta un interesante potencial técnico de 2 032 MW (Rojas & Portilla 2016).

Cuadro 4. Potenciales electro-energéticos de energías renovables no convencionales.

Fuente	Potencial teórico bruto (MW)	Potencial teórico técnico (MW)
Solar fotovoltaico	8 403 094	576 747
Eólico terrestre	1 226 400	2 400
Marino	2 111	2 032
Biomasa	15 643	635

Fuente: Tomado de Rojas & Portilla (2016).

Para las acciones de corto plazo hay un plan operativo 2016–2019 (Rojas & Portilla, 2016). Es una selección priorizada de programas y proyectos que reúnen una serie de características para el impulso de este tipo de fuentes de energía en el corto plazo. Actualmente el portafolio cuenta con 32 proyectos priorizados para ser ejecutados entre el 2016 y el 2019. La calendarización considera el carácter estratégico, cierre de brechas, abundancia y costos de energía. Rojas & Portilla (2016) concluyen que tanto el plan estratégico como el operativo resultan instrumentos adecuados para la planificación, de mediano y largo plazo, de fuentes de energía renovable no convencional de Costa Rica. Ambos constituyen mecanismos efectivos para ejecutar programas y proyectos hacia la diversificación y consolidación de la actual matriz energética. El futuro electro-energético de Costa Rica debe continuar siendo renovable. Los recursos con que contamos y las características de nuestra matriz actual nos acercan a las pretensiones de ser una sociedad energéticamente eficiente.

Bibliografía

- Abarca, P. 2014. El transporte público en la GAM y el turismo en Costa Rica. Entrevista, 26 de octubre de 2014.
- Allen, J. 2011. Planificación del Transporte. Boletín PITRA, Programa de Infraestructura y Transporte. Vol. 2 (19):
- Amador, J. & C. Fallas. 1993. La creación del ICE en tres documentos históricos. Colección Patrimonio y futuro # 1. ICE.
- Amador, J. 2002. El ICE: Un símbolo, cincuenta años después. San José, Costa Rica: GEDI-ICE.
- Bell, W. 1997. Foundations of futures studies, Transaction Publishers, London.
- Berger, G. 1957. Sciences Humaines et prévision. Revue des Deux Mondes, 1er Fevrier.
- Berger, G. 1959. L'attitude prospective. De la Prospective. Textes fondamentaux de prospective française (1955-1966).
- Betrano, S. 2016. Evolución y efectos de la legislación energética en Costa Rica (1950–2014). Servicios Parlamentarios de la Asamblea Legislativa de Costa Rica. Informe *Técnico*. 90 p.
- Cárdenas, M. 2008. Prospectiva: hipótesis y diseño del futuro. Tesis para optar al grado de Magister en Gestión, Comunicación y Marketing. Universidad UNIACC, Santiago de Chile, Chile, 102 p.

- Cordeiro, J. 2016. La Prospectiva en Iberoamérica: Pasado, Presente y Futuro. Instituto de Prospectiva, Innovación y Conocimiento. Reporte para Project Red Milenium. Documento Técnico. 150 p.
- Cuhls, K. 2006. Japanese S+T Foresight 2035. The European Foresight Monitoring Network. Foresight Brief No. 35: 1-4 p.
- Fernández, J. 2000. Cien años de actividad eléctrica en Costa Rica. Segunda Edición. Publicación Logística, ICE, 2000. 540 p.
- García, A. & M. Cañizares. 2008. Usos de la energía en el transporte Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Grupo Gestor del Proyecto Ener-Trans. Fundación de los Ferrocarriles Españoles <http://www.enertrans.es>
- Godet, M. 2007. La Caja de Herramientas de la prospectiva estratégica. España. Laboratorio de investigación en prospectiva estratégica, CNAM, Paris, Instituto Europeo de Prospectiva estratégica.
- González, E. 2013. Transporte público en Costa Rica: desafío en la Gran Área Metropolitana Hacia un sistema sectorizado, moderno, intermodal y bajo en emisiones. Perspectivas FES Costa Rica, 2: 2013.
- Herrera, J. 2016. Situación energética de Costa Rica, 2015. Vigésimosegundo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Informe Técnico. 19 p.
- ICE, 2014. Plan de expansión de la generación eléctrica. Periodo 2014-2035. Centro Nacional de Planificación Eléctrica. Proceso Expansión Integrada. 154 p.
- ICE, 2015a. Instituto Costarricense de Electricidad. Costa Rica cierra 2015 con 99% de generación eléctrica renovable. Comunicado de Prensa. 18 de diciembre de 2015.
- ICE, 2015b. Plan estratégico para la promoción y desarrollo de fuentes de energía renovables no convencionales. Planificación y Desarrollo Eléctrico, ICE. San José, Costa Rica.
- ICE, 2016a. Plan operativo para la promoción y desarrollo de fuentes de energía renovables no convencionales. Planificación y Desarrollo Eléctrico, ICE. San José, Costa Rica.
- ICE, 2016b. Instituto Costarricense de Electricidad. Costa Rica cerró primer semestre con 96,36% de generación eléctrica renovable. Comunicado de Prensa. 14 de julio de 2016.
- ICE, 2016c. Instituto Costarricense de Electricidad. Costa Rica llega a 150 días con electricidad 100% renovable en 2016. Comunicado de Prensa. 02 de Septiembre de 2016.
- Informe Estado de La Nación, 2015. Capítulo 4 Armonía con la Naturaleza. 50 p.
- Jara, T. 2003. Estudio del desarrollo de las energías renovables no convencionales en países de interés para Endesa Chile. Documento interno Endesa Chile, octubre 2003.
- Jara, T. 2006. Introducción a las energías renovables no convencionales. Empresa Nacional de Electricidad S. A., Chile. Primera edición.
- Jiménez, R. 2006. Generación eléctrica con fuentes renovables: un reto para el desarrollo sostenible. Revista Vida, Sector Electricidad, Costa Rica. 17-19 p.
- Jiménez, R. 2009. Análisis del proceso de formulación de políticas para la reforma del sector eléctrico y su potencial incidencia en el marco institucional y la producción con fuentes renovables. Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Gobierno y Políticas Públicas para optar al grado de Doctor en Gobierno y Políticas Públicas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Jiménez, R. 2010. Sector eléctrico de Costa Rica: aplicación del Análisis Estructural para definir variables claves de una reforma neoclásica. Cuadernos de Investigación UNED. Vol. 2(2): 205-230.
- Jiménez, R. 2013. El plan de fuentes renovables no convencionales, retos y oportunidades. Revista Vida, Sector Electricidad, Costa Rica. 3-11 p.

- Koepff, J. 2015. El Transporte Público en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica. Perspectivas 1: 2015.
- Medina V., & Ortegón, E. 2006. Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: ILPE-CEAPAL/MINAE, 2015. Ministerio de Ambiente y Energía. Plan Nacional de Energía 2015–2030. Documento técnico. 150 p.
- Mesa, N., Cortegoso, J. & Saravia-Mathon, L. 2010. La prospectiva como una herramienta para orientar la planificación estratégica del sistema energético. IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVII- SPES), Cusco, 1 –5.11.2010.
- Mezger, T. 2015. El modelo de ciudad presente en la Gran Área Metropolitana, su sostenibilidad e implicaciones para el desarrollo humano. Vigésimo Segundo Informe. Estado de La Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Informe Técnico, 27 p.
- MIDEPLAN, 2013. Ministerio de Costa Rica. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. Costa Rica 2030. Objetivos de Desarrollo Nacional. Documento técnico. 45 p.
- MIDEPLAN, 2014. Ministerio de Costa Rica. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. Plan Nacional de Desarrollo 2015–2018 "Alberto Cañas Escalante" /Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica.
- MINAE, 2015. Plan Nacional de Energía 2015–2030. Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). Informe Técnico, 150 p.
- MOPT, 2011. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Plan Nacional de Transporte 2011–2035. Informe Técnico. 256 p.
- PND, 2015. Plan Nacional de Desarrollo 2015–2018 "Alberto Cañas Escalante". Gobierno de la República de Costa Rica. 560 p.
- PNE, 2015. Plan Nacional de Energía 2015–2030. Ministerio de Ambiente y Energía, Gobierno de la República de Costa Rica. 150 p.
- Porter, M. 2000. Location, competition and economic development: local clusters in a global economy. Economic Development Quarterly, Vol. 14. No.1: 15–34.
- Rifkin, J. 2011. La Tercera Revolución Industrial: Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo.
- Roberts, P. 2004. The End of Oil. Boston: Houghton, Mifflin. 269 p.
- Rojas, J. & R. Portilla. 2016. Promoción y Desarrollo de Fuentes de Energía Renovables No Convencionales en Costa Rica: Desde lo Estratégico a lo Operativo. Revista CIER 70: 36–40.
- Rojas, J. 2016. Prospectiva energética: retos y oportunidades para Costa Rica. Diario La Extra, Costa Rica. Publicado 28 de setiembre, 2016.
- Seminario Universidad, 2015. <http://semanariouniversidad.ucr.cr/pais/costa-rica-no-podra-desprenderse-pronto-del-uso-de-hidrocarburos/>
- Somoza J. & Álvarez, M. 2005. Herramientas para la Formulación de Política Energética: el Análisis Prospectivo en la Construcción de Escenarios Energéticos y el Uso de Modelos para su Formalización. Cuba Siglo XXI, Cuba
- UNIDO, 2015. Annual Report, 2015. <http://www.unido.org/annualreport/2015.html>.
- Ventura, S. 2012. Regulación de la actividad de generación, transmisión y distribución eléctrica en el mercado nacional y regional. Proyecto de Graduación. Tesis de Maestría. Facultad de Derecho. Universidad de Costa Rica. 136 p.
- Von Nederveen P. 2000. Global futures: shaping globalisation, Zed Books, London and New York.