



Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2024

Investigación

Uso y gestión de la
energía en Costa Rica:
patrones y desafíos para la
sostenibilidad ambiental

Investigador:
Victor Bazán Salazar

San José | 2024



333.79
B362u

Bazán Salazar, Víctor

Uso y gestión de la energía en Costa Rica: patrones y desafíos para la sostenibilidad ambiental / Víctor Bazán Salazar. -- Datos electrónicos. -- San José, C.R. : CONARE - PEN, 2024.

1 recurso en línea (32 páginas); archivos de texto PDF, 848 KB

ISBN 978-9930-636-51-0

Investigación para el Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2024

1. CONSUMO DE ENERGÍA. 2. RECURSOS ENERGÉTICOS. 3. GESTIÓN AMBIENTAL. 4. SERVICIOS PÚBLICOS. 5. COSTA RICA. I. Título.



Contenido

Descargo de responsabilidad	4
Consultas con actores a informantes clave	4
Introducción.....	4
Fuentes de información, construcción de indicadores y retos de la investigación.....	5
Situación de las fuentes energéticas usadas, período 2022-2023.....	7
Situación nacional sobre los servicios requeridos por la población.....	11
Transporte terrestre	11
Servicios a la industria	19
Servicios en las residencias	21
Servicios en el sector comercial	22
Desafíos de para la sostenibilidad y la transición energética nacional	23
Referencias bibliográficas	30

Descargo de responsabilidad

Esta investigación se realizó para el *Informe Estado de la Nación 2024*. El contenido es responsabilidad exclusiva de su autor, y las cifras pueden no coincidir con las consignadas en el capítulo respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

Consultas con actores a informantes clave

Taller de consulta “Uso y gestión de la energía en Costa Rica: patrones y desafíos para la sostenibilidad ambiental”. Taller de consulta para evaluar los principales comentarios y sugerencias planteados sobre los avances de la investigación durante la sesión del 9 de julio de 2024. Los asistentes al evento virtual fueron: Mario Alvarado, Alberto Antillón, Allan Benavides, Nury Benavides, Lizandro Brenes, Jose Pablo Cob, Jimmy Fernández, Eilyn Jiménez, Jose Felix Rojas, Rodrigo Rojas, Cesar Roque, Kattya Vega, Ing. Kenneth Lobo, director de la Dirección de Planificación y Sostenibilidad del Instituto Costarricense de Electricidad. Entrevista virtual, lunes 29 de julio de 2024.

Introducción

La energía es fundamental para satisfacer los diversos servicios que requiere la población y así potenciar el desarrollo social y económico del país. Por lo tanto, la disponibilidad y el acceso a la energía y a las fuentes de energía son particularmente esenciales. Sin embargo, la creciente demanda de servicios y los patrones de consumo, hace que se genere presión sobre los recursos energéticos disponibles y cada vez haya un mayor impacto sobre el ambiente (United Nations, 2018).

Lo anterior exige que las naciones tengan que planificar sobre cómo se van a disponer de los servicios que requiere la población, así como de los recursos energéticos que estén disponibles para llevar estas acciones o actividades necesarias. De lo contrario, se corre el riesgo que tanto los servicios como los recursos energéticos se utilicen de forma ineficiente; incurriendo en el desperdicio de energía, elevando los costos de los recursos y eventualmente comprometiendo el acceso a estos, afectando el desarrollo del país.

Los patrones de uso y consumo actuales requieren que se tenga que recurrir a la utilización tanto de recursos energéticos nacionales como importados, introduciendo una exigencia aún mayor en la necesidad de elevar la eficiencia en cómo se usan estos recursos con el fin de seguir brindando los servicios que requiere la población, así como de resguardar la seguridad energética¹ del país. Adicionalmente, los recursos energéticos importados, en su mayoría son de origen fósil, por lo que su uso tiene una afectación directa en el ambiente y en la población, pues por un lado están las emisiones de gases de efecto invernadero y por otro, la salud de la población, la cual se ve impactada por la emisión de gases contaminantes.

¹ La seguridad energética es la disponibilidad ininterrumpida de fuentes de energía a un precio asequible (Kim et al., 2024) [26]

En el caso de Costa Rica, los servicios que requieren la población mantienen un patrón histórico con pocos cambios, esto es, la movilidad de personas se mantiene mayoritariamente por el uso de vehículos de combustión interna particulares, con un crecimiento acelerado de parque de vehículos eléctricos particulares; los servicios que requiere la industria principalmente son servicios de calor y vapor, los que se mantienen mediante la combustión de biomasa y de hidrocarburos fósiles; los servicios en común de calor para los sectores residencial y comercial, especialmente para la cocción de alimentos, se distribuyen entre la base de electricidad y la combustión de hidrocarburos (GLP), aunque este último muestra un incremento importante; y finalmente, los servicios de potencia y fuerza motriz, entre otros, a para distintos sectores económicos, predominando el uso de electricidad.

En el caso específico de los recursos energéticos, la matriz energética nacional se compone de aquellos que son de origen renovable y; los importados de origen fósil y renovable. Estos se pueden agrupar en recursos de la bioenergía, matriz de combustibles fósiles y matriz eléctrica. Durante el periodo 2022-2023, el país mantuvo una matriz eléctrica muy saludable en términos de sostenibilidad, diversa de fuentes para su generación e independencia de fuentes externas, entre el 99,3% y 95% de la generación eléctrica es a partir de fuentes renovables nacionales; no obstante, esto solo representa cerca del 22% de toda la energía consumida a nivel nacional. Por otra parte, en el mismo periodo, los combustibles fósiles importados representan entre el 68,9% y 69,5% de energía consumida; mientras que el restante 9% y 8% provino de la bioenergía. Esto representa una alta dependencia de la importación de energéticos y pone en riesgo la seguridad energética nacional.

La presente investigación está estructurada de la siguiente manera: se inicia con un recorrido por las fuentes de información consultadas para fundamentar los hallazgos, así como por la identificación de las dificultades que existen actualmente para acceder a la información energética integrada y a los avances del subsector energía; luego se presenta el panorama energético actual del país, recorriendo las principales fuentes energéticas usadas y la implicación que esto representa; el proceso prosigue con análisis de cómo se ha consumido dicha energía, para satisfacer los modos más utilizados por la población, en pro de cubrir los servicios necesarios su desarrollo, así como se analiza las consecuencias los modos promovidos y los patrones de uso; finalmente, con una visión más integral de la situación nacional, se cierra la investigación analizando los desafíos futuros para el país, en materia energética y, como se enfrenta a la transición energética.

Fuentes de información, construcción de indicadores y retos de la investigación

Las fuentes de información utilizadas en la presente investigación provienen de datos administrativos de las instituciones y empresas del Estado que están relacionadas directamente con el subsector energía, así como aquellas que generan estadísticas nacionales recopiladas directamente de los sitios electrónicos de cada institución. Además, se consultaron estudios sobre consumos en los sectores económicos del país y en el sector transporte. (Chacón et al., 2017; Chacón Vásquez et al., 2018; Valverde Mora et al., 2019; Villegas Barahona, 2021)

Es importante mencionar que esta información no está integrada y, por lo general, los datos se encuentran expresados en unidades distintas, no comparables entre sí; por lo que, la construcción de los indicadores y estadísticas para la presente investigación requiere transformar esta información a unidades energéticas comparables mediante las operaciones descritas en (García et al., 2017; International Agency Energy, 2004; United Nations, 2018). Posteriormente, esta nueva información se integra con los últimos datos publicado por la Secretaría de Planificación del Subsector Energía (SEPSE) del Ministerio de Ambiente y Energía (Minae), mediante el Balance Energético Nacional (BEN) del 2022; con el propósito de validar los datos generados. Actualmente, el Ministerio proporcionó una serie de resultados incompletos para el 2022 y 2023; por lo que ante la ausencia de información completa que permita ver la realidad energética nacional, se procedió a procesarlos para justificar los hallazgos encontrados en esta investigación. Se aclara que estos no son los datos oficiales que debería publicar la institución rectora del tema, pero es están completos y siguen las metodologías utilizadas por la SEPSE.

Cabe indicar que, para el 2022, en las páginas electrónicas de organismos internacionales como lo son la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)² y la Agencia Internacional de Energía (IEA)³, se reportan algunos datos agregados para energía, no obstante, se desconoce la fuente que los generó y, adicionalmente, los datos consultados presentan inconsistencia. Debido a esto se tomó la decisión de no utilizar dicha información en la actual investigación. Como, ejemplo de lo anterior, OLADE registra una disminución de importación de derivados de petróleo en oposición a lo registrado por Recope; mientras que, en el periodo 2021-2022, la IEA registra las mismas cifras para todas las renovables, cuando estas evidentemente son variables entre cada año de registro. Igualmente, durante el 2022, IEA registra un aumento en la cantidad de carbón mineral importado contrario a las estadísticas de aduanas, donde se indica que el ingreso de este energético disminuyó en ese periodo

Otro faltante de información, importante de destacar, es la relacionada al parque vehicular nacional, ya que no existe una contabilidad real o aproximada actualizada que estime el parque de vehículos, ni su composición. Anteriormente, la SEPSE publicaba un estimado anual del parque vehicular y desglosaba su composición detalladamente, lo cual, era el registro más cercano a la realidad nacional. De acuerdo con (Alfaro Rosario, 2022), tratar de determinar la cantidad de vehículos que circulan en el país es una tarea compleja; especialmente, porque existe diversidad de registros de anotación de vehículos cuyas cifras son muy diferentes. Por ejemplo, están los inscritos en el Registro Público, los que acuden a la revisión técnica y los que pagan el Derecho de Circulación de Vehículos Automotores. A esto se suma las cifras provenientes del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), que difieren con los reportes del Registro Público e INS.

Debido a lo anterior, el principal reto de esta investigación fue la creación de los indicadores energéticos y las estadísticas derivadas presentes en este informe, pues como se mencionó no se tiene razón de la existencia del BEN 2022-2023, ni a la estimación del parque vehicular y, desde inicios del 2023 se desconoce lo relativo al funcionamiento de la SEPSE, pues en

² [SIE \(olade.org\)](http://olade.org)

³ [Costa Rica - Countries & Regions - IEA](#)

apariciencia está bajo un cierre técnico, aun cuando se encuentra vigente el Decreto Ejecutivo No. 35991-Minae⁴ que crea al Subsector Energía y a la SEPSE. De igual manera, para ese mismo periodo, no existe de forma pública el estado de los planes nacionales que esta Secretaría formaba, ni a la política pública relacionada con el Subsector; lo cual se unió a la ausencia de otro espacio generador de información, en este caso, la Comisión Nacional de Conservación de la Energía (Conace)⁵.

Dentro de la documentación vigente, relacionada con el Subsector Energía, se tienen los planes nacionales oficiales, tales como el VII Plan Nacional de Energía 2015-2030, el Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030 (PNTE), la Estrategia Nacional de Redes Inteligentes 2021-2031 (ENREI) y el Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública 2023-2026 (PNDIP); no obstante, no se publica el avance oficial en ninguno de estos. Adicionalmente, la información sobre la agenda 2030 y en específico sobre el Objetivo de Desarrollo Sostenible 07 (Energía Asequible y No Contaminante) es muy limitada y no está actualizada hasta el 2023. Esto genera un enorme vacío de información e incertidumbre sobre su futura disponibilidad.

Una situación similar ocurre con el seguimiento del Plan Nacional de Descarbonización (PND) y temas relacionados con energía y cambio climático, desarrollados por la Dirección de Cambio Climático (DCC) de Minae. La última actualización del PND fue en el 2021, donde se recopiló la información de los periodos tempranos de la etapa inicial del plan (2018-2022), pero se carece de aquella relacionada al cumplimiento de esta etapa y de las acciones de la etapa de inflexión (2023-2030). Finalmente, no existe actualización del inventario de gases de efecto invernadero, ya que su última publicación registra datos hasta el 2017.

Adicionalmente, en la recolección de datos se recurrió a la interacción con varios informantes clave para conocer su opinión experta sobre la situación actual y los avances en las metas propuestas por el país, relativas a la política energética, descarbonización, transición energética y la Agenda 2030. Esta información se recopiló por medio de un taller y entrevistas directas.

Situación de las fuentes energéticas usadas, período 2022-2023

A partir del 2021, Costa Rica recobró el crecimiento en el consumo de energía mostrado en los años anteriores a la pandemia y mantiene un promedio anual de crecimiento de 3,6% anual en los últimos dos años, alcanzando los 178,9 PJ durante el 2023; pero este crecimiento está por debajo del crecimiento mostrado por la economía mediante el Producto Interno Bruto (PIB) en colones constantes durante ese mismo periodo (4,8%), gráfico 1, gráfica izquierda. Este crecimiento del PIB superior al del consumo de energía puede explicar el comportamiento de la intensidad energética nacional, gráfica de la derecha. La intensidad energética indica, a grandes rasgos, cuanta energía se necesita para generar una unidad de riqueza (unidad del PIB). La lectura del comportamiento observado indica una tendencia a usar menos energía para generar la misma riqueza, aun cuando el país consume más energía cada año. Esta tendencia se explica en su mayor parte por el crecimiento de sectores productivos que no requieren un uso intensivo de energía, tal es el caso de los servicios al turismo y manufactura de dispositivos, entre otros.

⁴ [Sistema Costarricense de Información Jurídica \(pgrweb.go.cr\)](http://pgrweb.go.cr)

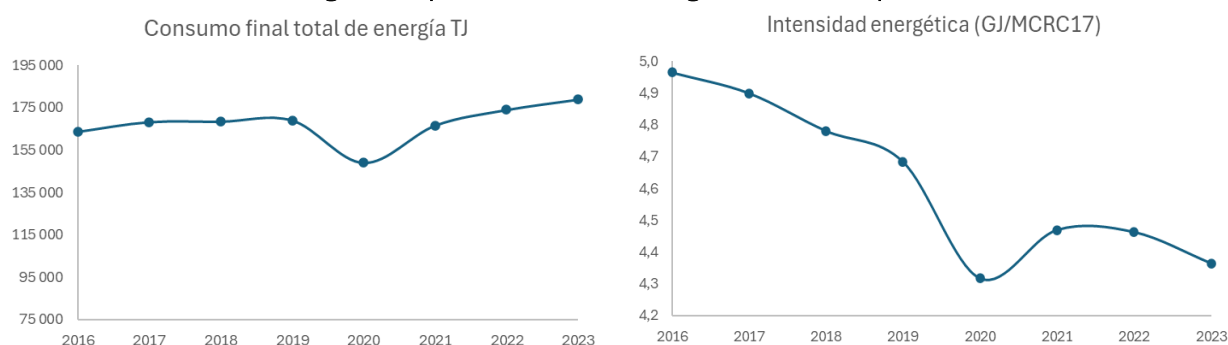
⁵ [Sistema Costarricense de Información Jurídica \(pgrweb.go.cr\)](http://pgrweb.go.cr)

La energía que alimenta este consumo mantiene una composición similar a la matriz energética presentada en los años anteriores, donde se mantienen los mismos recursos energéticos nacionales de origen renovable y una alta dependencia de energéticos importados de origen fósil.

La fuente de origen nacional más importante es la electricidad, la cual posee una estructura integrada verticalmente, con los siguientes segmentos: generación, transmisión y distribución en el país. Entre los nueve proveedores de energía en el segmento de generación, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), de propiedad estatal, representa la mayor parte del suministro de electricidad. Proporciona el 68,8% de la capacidad total de generación instalada de 3500 megavatios (MW) y también posee y administra la mayor parte del sistema de transmisión. Dos empresas de servicios públicos de energía de propiedad municipal, ESPH y JASEC, más las empresas de energía de propiedad privada representan el 31,2% de la capacidad de generación. Las empresas de generación no pueden participar en la venta directa de electricidad; sin embargo, las cooperativas de electrificación pueden vender la electricidad que generan entre sí (Ley No. 8345, art. 9) y al operador de la red de transmisión (ICE), que es uno de los cuatro proveedores concesionarios de energía a nivel de distribución (Gielen et al., 2022).

Gráfico 1

Consumo final total de energía en el país e intensidad energética nacional, por año

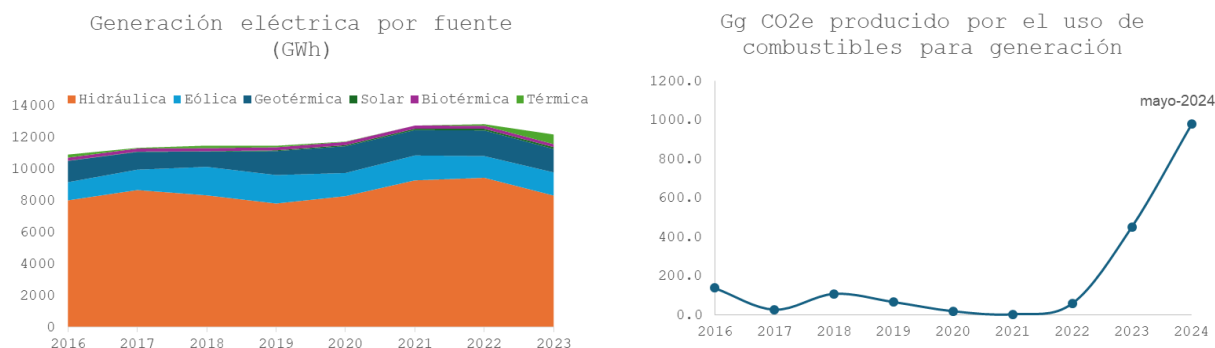


Fuente: Elaboración propia.

El segmento de la generación eléctrica se presenta como una fuente saludable en términos de cobertura, sostenibilidad e independencia de fuentes externas, entre el 99,3% y 95% de la generación eléctrica es a partir de fuentes renovables nacionales como hídrica, eólica, geotérmica, solar y bioenergía (gráfico 2), pero se encuentra una alta dependencia en la generación hidroeléctrica como fuente principal para abastecer electricidad y principal proveedora de servicios complementarios (servicios auxiliares) al Sistema Eléctrico Nacional (Jiménez et al., 2023).

Gráfico 2

Generación eléctrica nacional por tipo de fuente usada y emisiones de CO₂ relacionadas con esta generación



Fuente: Elaboración propia con datos del ICE.

Esta alta dependencia de fuentes renovables, en especial hidroelectricidad, hace que el SEN sea vulnerable a eventos climáticos extremos, principalmente los que se han presentados en los últimos años. Por un lado, cuando se presentan intensas lluvias ocasionados por ondas tropicales o durante el periodo en que ocurre el fenómeno climático de La Niña, se pueden materializar riesgos que van a impactar la infraestructura energética; principalmente, debido al incremento excesivo de las aportaciones de agua de escorrentía y sedimentos en los cauces y embalses; igualmente se puede producir daños graves en la presa y los equipos de generación causados por avenidas extremas; de tal forma que aumenten las necesidades de mantenimiento de las instalaciones y embalses (OLADE, 2023). Como ejemplo de lo anterior, se puede mencionar el caso de la avalancha que golpeó la infraestructura de Coopelesca en Aguas Zarcas de San Carlos, durante una onda tropical.⁶ Al otro extremo está el fenómeno de El Niño, como ocurrió durante el periodo 2023-2024, el país enfrenta situaciones de sequía que afectan la hidrogeneración, por lo que en mayo del 2024, esta redujo su aporte un 12,8% interanual y, de forma atípica la generación eólica y la geotermia se vieron afectadas también con una caída del 7,4% interanual; teniendo que recurrir a incrementar la generación solar de un 192% y térmica de un 389% interanual a mayo del 2024.⁷ Este último, dando como resultado un incremento en las emisiones de CO₂ ligadas a la generación eléctrica por la quema de combustibles, gráfico 2, gráfica de la derecha.

Hasta el momento el Sistema Eléctrico Nacional ha logrado resistir estas adversidades y no han existido racionamientos eléctricos que afecten la producción y competitividad del país, aun cuando se activó el protocolo de eventual racionamiento eléctrico en mayo pasado.⁸ Es importante mencionar que esta situación tiene el potencial de repetirse y con mayor severidad. De acuerdo con el Laboratorio del Medio Ambiente Marino del Pacífico (PMEL) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EE.UU. (NOAA) los eventos extremos de El Niño y La Niña pueden aumentar en frecuencia de aproximadamente uno cada 20 años a uno cada 10 años para fines del siglo XXI bajo los escenarios agresivos de emisiones de gases de

⁶ (VIDEO) No hay trabajadores heridos luego de que cabeza de agua golpeará represa (crhoy.com)

⁷ Información Técnica - Informes Mensuales (grupoice.com)

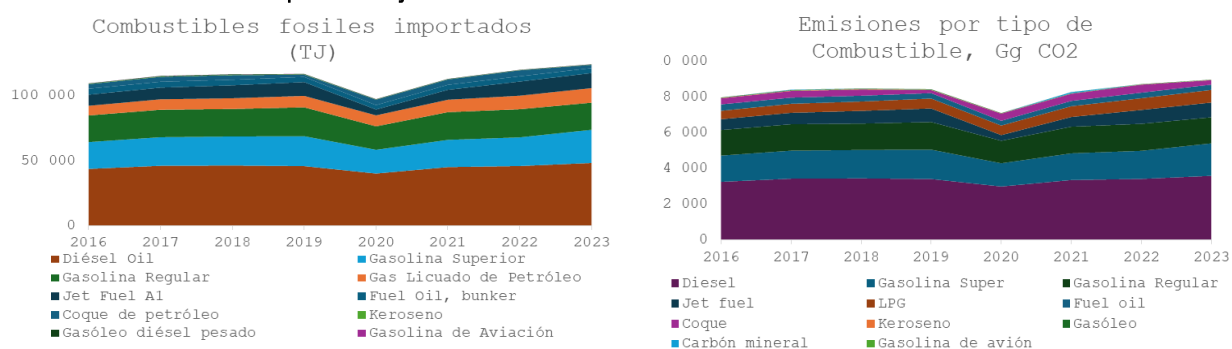
⁸ ARESEP velará por cumplimiento de protocolo ante eventual racionamiento eléctrico - ARESEP

efecto invernadero.⁹ No obstante, hay que recordar que la electricidad solo representa cerca del 22% de toda la energía consumida a nivel nacional.

En ese mismo periodo, los combustibles fósiles representan entre el 68,9% y 69,5% de la energía consumida en los dos últimos años. Al no haber una producción nacional de estos combustibles, el país está en la obligación de importarlos, abasteciéndose en la costa del Golfo de México de los cuales, para el 2023, cerca del 84% provienen de Estados Unidos.¹⁰ La Refinería Costarricense de Petróleo (Recope) lleva a cabo esta tarea, bajo el modelo de monopolio a favor del Estado, de forma exitosa en los procesos de compra en comparación con los países de la región de acuerdo con (Torijano, 2024). Por lo tanto, toda la producción nacional de bienes y servicios es altamente dependiente de los costos de importación de los derivados de petróleo y vulnerable a los cambios geopolíticos que impacten el precio del crudo y de los derivados. Esto afecta la habilidad de respuesta del país ante los sucesos que alteran el precio de los combustibles, poniendo en riesgo su competitividad y la seguridad energética, para mantener los servicios que exige la población. De acuerdo con las estadísticas de hidrocarburos 2022 para Centroamérica y la República Dominicana de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), si bien Costa Rica presenta la menor relación factura/PIB de la región (3,62% contra un 7,37% de toda la región) la factura per cápita es la tercera más alta (\$485,4/habitante) y supera al promedio de toda la región (\$378,8/habitante), además Costa Rica posee el tercer mayor consumo per cápita de la región (4,1 bbl/habitante); superando el promedio regional (3,38 bbl/habitante; Torijano, 2024). En el gráfico 4 se puede apreciar que en el 2023 se alcanzó un nuevo máximo en la importación de hidrocarburos, llegando a 23,8 millones de barriles de combustibles y, en el 2022, se alcanzó el valor más alto pagado en un solo año por los combustibles puestos en Puerto Moín, alcanzando 2515 millones de dólares que se fugan de nuestra economía y son quemados principalmente en vehículos particulares privados. A mayo de 2024 se tiene que se han importado 11,8 millones de barriles y se ha pagado 1149 millones de dólares, lo cual es preocupante pues el consumo actual durante los primeros cinco meses del año pronostica que para el 2024 se van a romper de nuevo los máximos de volumen importado y pago por combustible.

Gráfico 3

Combustibles fósiles importados y emisiones de CO₂ relacionadas con la combustión de estos



Fuente: Elaboración propia con datos de Recope

⁹ El Niño Southern Oscillation in a Changing Climate | NOAA Pacific Marine Environmental Laboratory (PMEL)

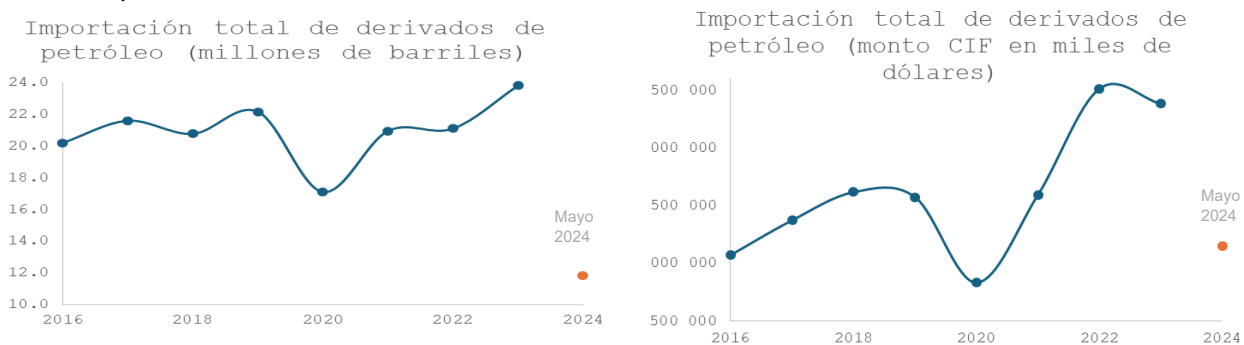
¹⁰ Datos estadísticos anuales de importación - RECOPE

El creciente consumo de combustible va de la mano con la creciente emisión de gases contaminantes, lo que va en dirección contraria a los acuerdos internacionales en emisiones de CO₂ (Gobierno de Costa Rica, 2021) y paralelamente, aumentan la contaminación del aire que afecta a la población y en especial a los sectores más vulnerables que viven en los centros urbanos de alta densidad de tránsito o cerca de carreteras o sitios donde se generan las emisiones.

Finalmente, el restante 9% y 8% de energía consumida a nivel nacional (aproximadamente 19 PJ para el 2023) es proviene de la bioenergía, principalmente biomasa (incluye biogás), la cual se utiliza como biocombustibles o energético para el servicio de calor y vapor en los distintos sectores económicos nacionales; además de su aporte para la generación eléctrica (2 PJ para el 2023), especialmente en ingenios azucareros, plantas procesadoras de palma de aceite y arroceras. El aprovechamiento energético de la bioenergía en el país se ha centrado principalmente en el uso de biomasa seca para su combustión, tal como leña, bagazo, residuos de palma aceitera, cascarilla de arroz y cascarilla de café, pero existe un potencial energético bruto de todas las biomásas de hasta 98 PJ/año (Chacón et al., 2017) y un potencial para dedicarlo a generación eléctrica de hasta 13 PJ/año (Hernández Chanto et al., 2022).

Gráfico 4

Volumen y monto pagado puesto en puerto (Cost, insurance, and freight, CIF) para el total de derivados de petróleo importado. 2016- abril 2024



Fuente: Recope.

Situación nacional sobre los servicios requeridos por la población

Costa Rica mantiene patrones similares en la forma en que brinda sus servicios a la población, principalmente destaca el servicio de transporte que utiliza la población para movilizarse o movilizar carga y, el servicio de calor, tanto para el sector industrial, como para el comercial y residencial.

Transporte terrestre

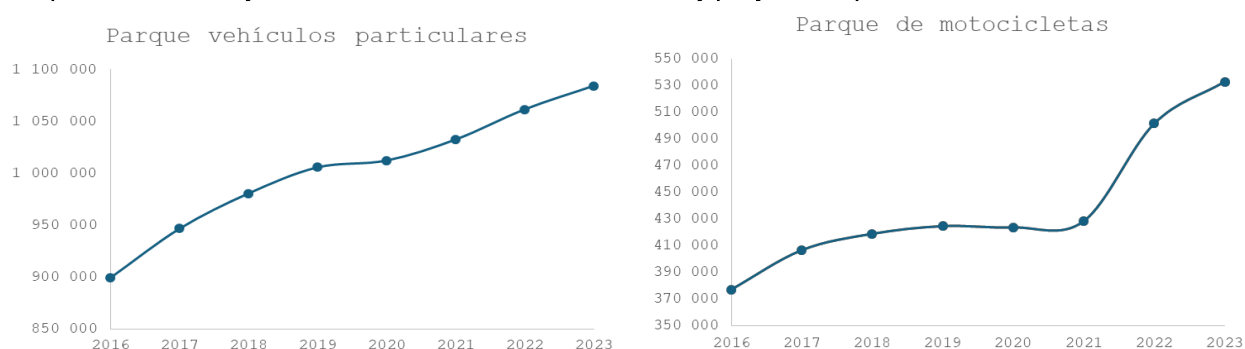
El servicio de transporte terrestre mantiene el creciente uso de vehículos particulares privados tanto en el uso de automóviles como motocicletas, donde en el 2022 y 2023, se estima que el parque de automóviles particulares creció un 2,8% y un 2,1%, respectivamente, mientras que el parque de motocicletas creció un 26,4% en el 2022 y un 16,2% en el 2023. Este

comportamiento se puede apreciar en el gráfico 5 donde se muestra el crecimiento del parque de vehículos particulares y motos en los últimos 8 años.

De acuerdo con los registros de la Dirección de Energía del Ministerio de Ambiente y Energía¹¹, paralelo a este crecimiento, se presenta un crecimiento acelerado de parque de vehículos eléctricos registrados y con placa. Cabe destacar que la modalidad de vehículos eléctricos particulares presenta un crecimiento entre el 64% y 121% en los dos últimos años. Aunque número de vehículos eléctricos se mantiene bajo, al compararlo con la flota total de vehículos particulares, se estima que los eléctricos solo representa un 1,1% del parque vehicular particular total del país, para el 2023. De acuerdo con el último informe de la Revisión Técnica Vehicular (Alfaro, 2022) y con el estimado del parque de vehículos eléctricos particulares registrados, así como con el recorrido promedio de un automóvil, se estima que el consumo de electricidad de estos vehículos alcanzó los 95 TJ durante el 2023, ver gráfica derecha del gráfico 7, cifra relativamente pequeña comparado con los 40.292 TJ de electricidad totales consumidos durante el mismo periodo. Sin embargo, esto es una señal importante del inicio en el cambio en la composición del parque vehicular y en los patrones de consumo en las fuentes de energía necesarias para satisfacer esta demanda.

Gráfico 5

Parque de vehículos y motocicletas histórico hasta el 2021 y proyectado para el 2022-2023



Fuente: Elaboración propia con datos de SEPSE, 2021.

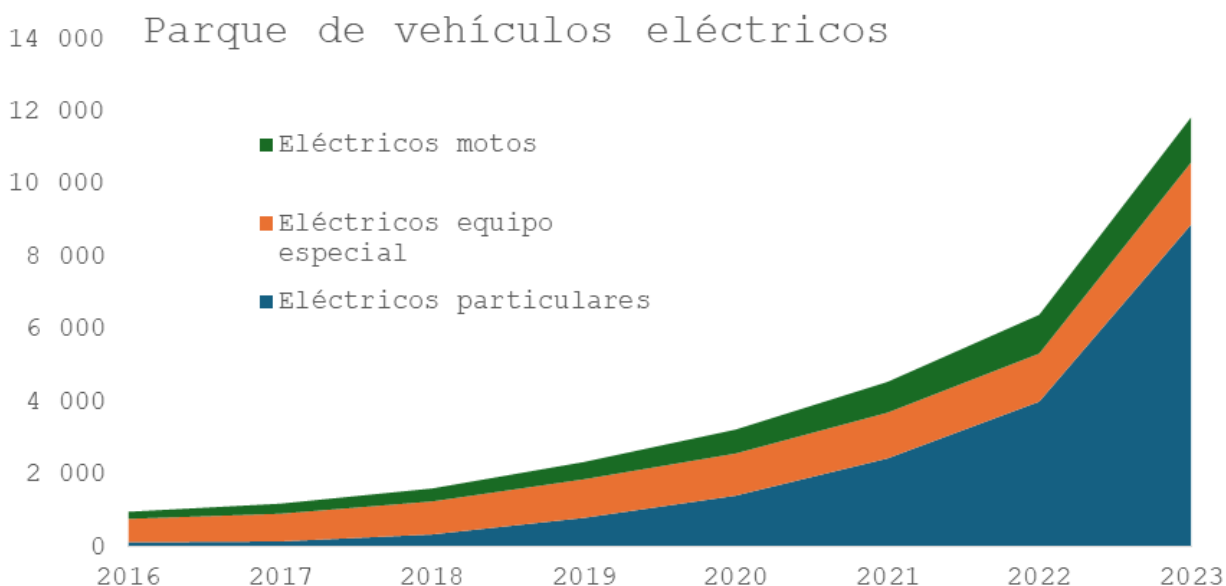
En el gráfico 6 se puede apreciar el crecimiento que tiene el parque vehicular tanto para vehículos eléctricos particulares como para motocicletas y equipo especial eléctrico con placa. En este gráfico se observa que la adopción de los vehículos eléctricos por parte de la población sigue el comportamiento tradicional de adopción de innovación tecnológica, donde en las etapas iniciales solamente los adoptadores tempranos son los que se arriesgan a adquirir la tecnología, aun cuando hay poca información y esta no ha sido “probada”. Actualmente, los costarricenses tienen más información sobre la tecnología y existe cierto nivel de confianza en esta, se considera que el riesgo en la adopción es menor y se comienza a presentar un crecimiento exponencial típico de una adopción tecnológica. Utilizando la metodología propuesta por (Rietmann et al., 2020) se espera que en 20 años el 25% de toda la flota vehicular particular sea de vehículos eléctricos, aunque esta meta está lejana a lo establecido en el Plan Nacional de

¹¹ <https://energia.minae.go.cr/?p=5634>

Descarbonización, el que establece que para el 2030 el 30% de la flota particular sea eléctrica. (Gobierno de Costa Rica, 2019).

Gráfico 6

Parque de vehículos eléctricos registrados y con placa



Fuente: Minae, 2024.

Lo anterior presenta retos importantes a largo plazo para el sistema eléctrico nacional, si bien el Plan de Expansión de la Generación Eléctrica 2022-2040 (PEG) indica que existe capacidad nacional para satisfacer la demanda nacional la cual incluye el crecimiento del parque de vehículos eléctricos (Jiménez et al., 2023). El principal reto que se presenta es a nivel de capacidad de los circuitos locales y transformadores en la red eléctrica nacional, tanto a nivel de estabilidad de la red como de los picos de carga ocasionados por el uso simultaneo de cargadores de baterías. Por ejemplo, es necesario evaluar si todos los sistemas de distribución tienen la capacidad de soportar los vehículos eléctricos y todos los electrodomésticos a escala.¹² Por lo anterior, es necesario que, tanto la distribución y comercialización de electricidad, como los solicitantes de las estaciones de recarga gestionen el crecimiento de la demanda y los eventuales periodos de carga (Energy Agency, 2024).

Por otro lado, al no haber cambio en los patrones de uso del servicio de transporte ni en los patrones de consumo que alimentan al servicio de transporte que utiliza vehículos de combustión interna, es de esperar que los patrones de uso en los recursos energéticos destinados a satisfacer esta necesidad se mantengan sin variaciones. En la gráfica de la izquierda del gráfico 7 se muestra el consumo de combustibles fósiles para satisfacer el servicio de transporte en sus distintas modalidades.

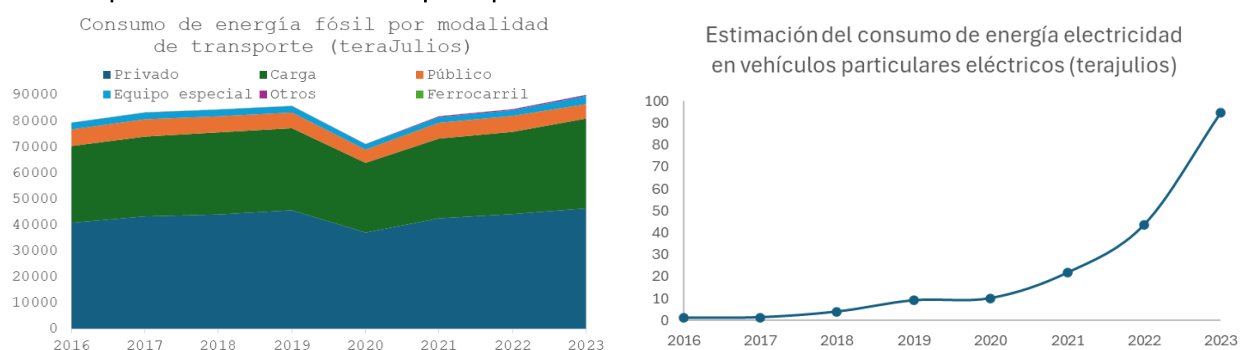
Para el 2023 se superaron los niveles de consumo previos a los registrados durante la pandemia, para todas las modalidades; excepto para los modos denominados Público y Ferrocarril. En

¹² [Can Power Grids Cope With Millions of EVs? - IEEE Spectrum](#)

estos, más bien se mantuvo una disminución en el consumo de energía, lo cual se había empezado a registrar desde el 2017. Ambas modalidades reducen su consumo aún más durante el primer año de pandemia 2020, para luego registrar una recuperación. La modalidad ferrocarril no registra crecimiento durante los dos últimos años y la modalidad Pública más bien vuelve a registrar una disminución de un 10,0% durante el 2023. Esto aunado a la disminución en el número de pasajeros movilizados en autobús y al número de operadores del servicio remunerado de personas modalidad autobús, reportado por a la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (Aresep)¹³ (gráfico 8), son el resultado del cambio de modalidad en la forma en cómo se moviliza población, prefiriendo el uso individualizado de vehículos particulares privados ante el transporte público, lo cual coincide con el crecimiento de la flota vehicular particular y el consumo de energía en esta modalidad.

Gráfico 7

Consumo de energía fósil para las distintas modalidades de transporte registradas en el país y de energía eléctrica para la modalidad de transporte particular



Fuente: Elaboración propia con datos de Recope y Minae.

Aunque si bien existe una parte de la población que se mantiene como usuaria del transporte colectivo esta presenta una reducción progresiva, por ejemplo, la caída presentada en el número de pasajeros que viajan es el servicio de autobús reportados del 2019 (prepandemia) al 2023, es cercana al 30%; mientras que en ese mismo periodo la modalidad tren apenas mantiene aproximadamente la misma cantidad de pasajeros transportados que antes de la pandemia, gráfico 9 (Mendieta Hernández, 2024). Indicativo que la población está adoptando otra modalidad de transporte para moverse, siendo el vehículo particular privado la modalidad preferida.

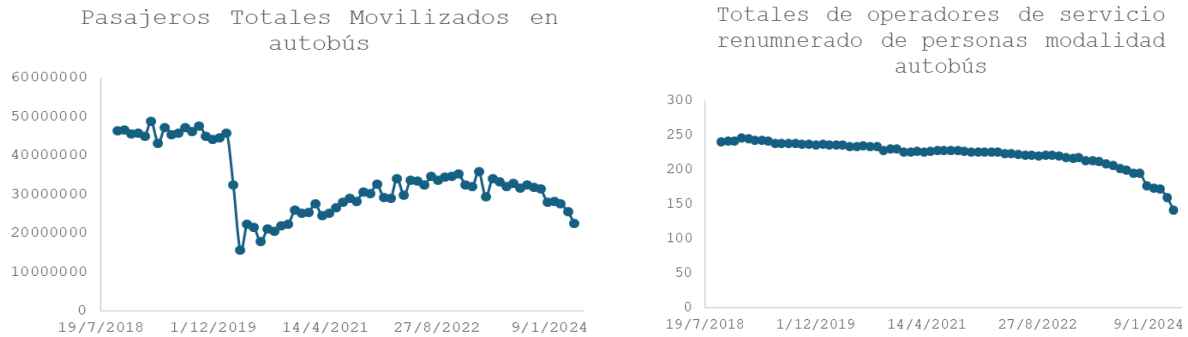
Por otro lado, se mantienen los patrones de uso de las modalidades para el transporte de carga terrestre nacional, estos están compuestos solo por vehículos de carga liviana y pesada para brindar este servicio, con excepción del transporte de carga por tren de lingotes de acero en el sector Atlántico, aunque este último sufre un impacto en noviembre del 2023 por un daño en su estructura ferroviaria, lo que complica su continuidad (Mendieta Hernández, 2024). La principal actividad a la que se dedican los vehículos de Carga Liviana es el transporte de carga (72,2%), mientras que el 2,5% se dedican al uso personas (similar al transporte particular); los vehículos de Carga Pesada se dedican exclusivamente al transporte de carga. La principal actividad

¹³ Pasajeros movilizados e ingresos autobuses - ARESEP

reportada por el servicio de carga es la de comercio y servicios (46,2%), seguida por la de la construcción con un 17,6% y la agropecuaria con un 14,7%. Otras actividades como la industrial alcanzan un 9,6% y el sector gobierno 9,6% (Villegas Barahona, 2021).

Gráfico 8

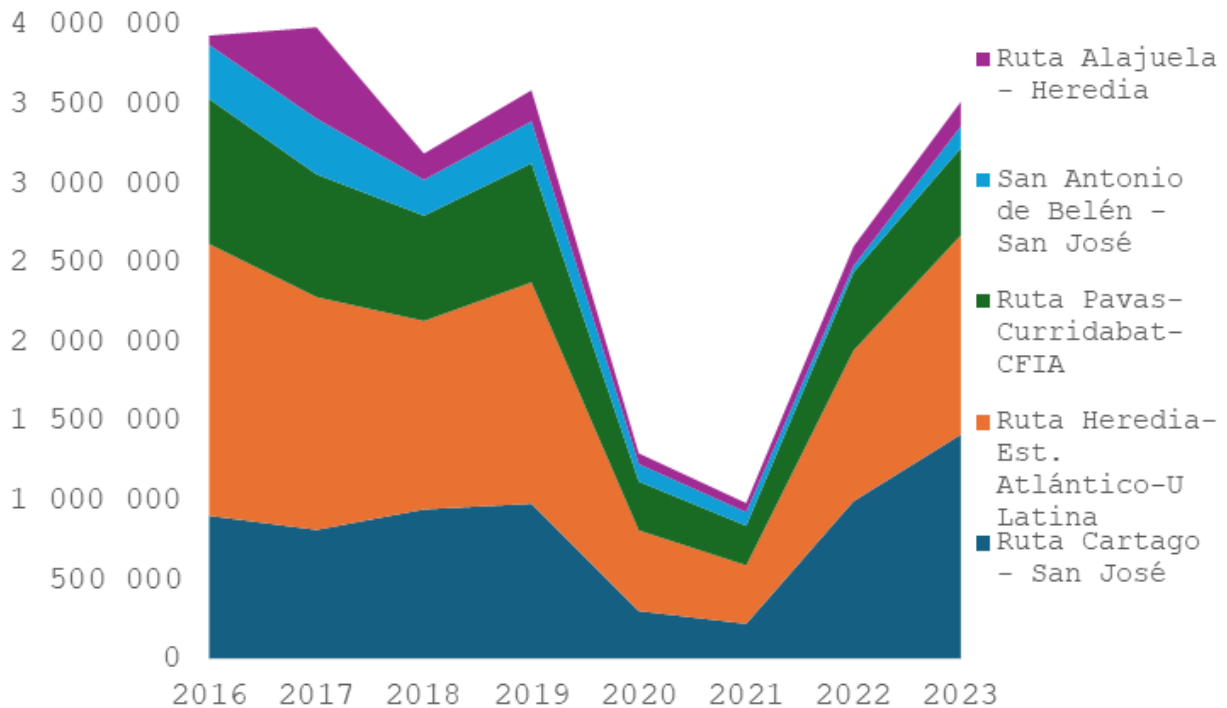
Número de pasajeros movilizados por el servicio de transporte público modalidad autobús y cantidad de operadores que brindan el servicio



Fuente: Aresep.

Gráfico 9

Cantidad de pasajeros transportados en el tren en las distintas rutas ofrecidas por INCOFER



Fuente: INCOFER.

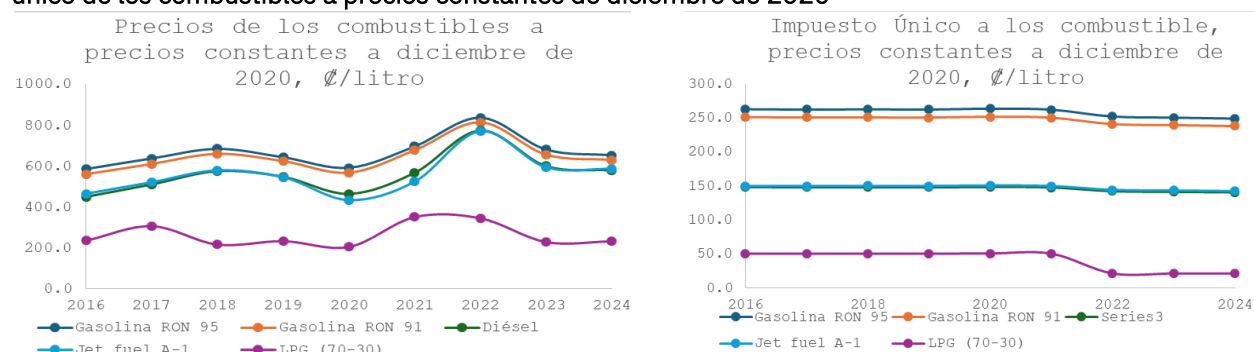
Como resultado de la configuración actual en la forma en cómo se movilizan tanto las personas como las mercancías, se tiene que el transporte terrestre consume en promedio el 72% de los combustibles importados por el país y en específico el transporte particular privado consume el 38% de estos combustibles, mientras que el transporte de carga representa un 27%. Esto

implica que el país está invirtiendo una gran cantidad de recursos para la compra de combustibles en el extranjero, que se van a destinar a la movilidad de las personas. De nuevo, ya que Costa Rica no produce combustibles fósiles ni biocombustibles para su consumo interno.

Esta alta dependencia de los combustibles importados y la nula diversificación de combustibles alternativos para este sector hace que los costos de la movilidad de la población estén directamente ligados a los acontecimientos internacionales que volatilizan el precio de los combustibles fósiles a nivel internacional, situación que compromete la seguridad energética del país. Tal es el caso durante el 2022 con el conflicto entre Rusia y Ucrania que elevó los precios internacionales de los combustibles y en el país este efecto se sintió de forma inmediata, tal como se muestra en el gráfico 10, gráfica de la izquierda, haciendo que la población tenga que asignar un presupuesto alto y volátil, para suplir su necesidad. A partir del 2022 los precios promedio para los combustibles mantienen una tendencia a la baja, principalmente por el tipo de cambio del colón con respecto al dólar.

Gráfico 10

Precios en estación de servicio de los combustibles a precios constantes de diciembre de 2020 e impuesto único de los combustibles a precios constantes de diciembre de 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de Aresep y BCCR.

Existen decisiones tomadas por el Poder Ejecutivo y Legislativo, las cuales, si bien no muestran expresamente una intensión de promoción en el uso de combustibles fósiles, estas pueden ser consideradas como subsidios ya que no representan el valor de mercado los combustibles. De acuerdo con la OCDE, durante el 2022, en un contexto de aumento de los precios de la energía, muchos gobiernos actuaron rápidamente para aliviar los efectos adversos sobre los hogares y las empresas, lo que resultó en casi la duplicación del costo fiscal global del apoyo a los combustibles fósiles, que ahora está en su nivel más alto jamás registrado. La amenaza resultante para nuestros objetivos colectivos de cero emisiones netas pone de relieve los desafíos de mantener el rumbo de los compromisos de cero emisiones netas frente a las perturbaciones geopolíticas y económicas (OCDE, 2023). Como ejemplo de estas acciones tomadas durante el 2022 y que sus efectos aún se mantienen hasta hoy, está la “Ley para detener temporalmente el incremento del impuesto único a los combustibles”, No. 10295, que si bien el periodo de implementación fue de solamente 6 meses, el resultado se refleja como una reducción de aproximadamente un 4,4% en el Impuesto Único a los Combustibles para el transporte a precios reales (precios constante a diciembre de 2020), tal como se aprecia en la gráfica derecha del gráfico 10; además, el otro subsidio es el obtenido en la reducción de un 57%

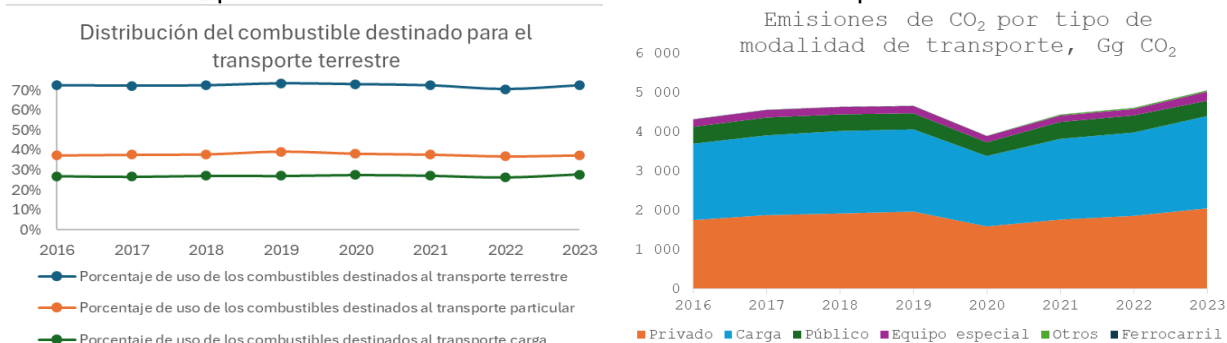
en el Impuesto Único al GLP producto de la Ley No. 10110 (Ley “Reducción del impuesto único al Gas LPG, contenido en el artículo 1 de la ley No. 8114 Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria”), que ha generado un incentivo al uso de combustibles para la movilidad de las personas y para el uso del GLP en la cocción de alimentos.

Con esta promoción involuntaria en el uso de combustibles fósiles (y otras iniciativas no desarrolladas en esta investigación), destinados principalmente a la movilidad de la población y mercancías es necesario identificar los efectos adyacentes que existen por su uso y su impacto tanto para el cumplimiento de los acuerdos internacionales sobre emisiones de CO₂ como respecto a los potenciales riesgos en la salud de la población. Al convertir estos combustibles en emisiones de CO₂, se encuentra que el transporte terrestre particular es responsable del 41% de todas las emisiones relacionadas a la movilidad de personas y carga, mientras que el transporte de carga es responsable del 45,5% de las emisiones asignadas al total del transporte, este último se debe a que el transporte de carga utiliza principalmente combustible diésel en sus equipos, teniendo este un mayor factor de emisión que los otros combustibles automotrices. En perspectiva durante el 2023 el transporte particular emitió 2060 Gg de CO₂ a la atmosfera, mientras que el transporte de carga emitió en promedio 2350 Gg de CO₂ a la atmosfera.

En el gráfico 11 gráfica a la izquierda, se puede apreciar la distribución del consumo de combustibles destinados al transporte total y en específico al transporte particular privado (automóviles, autos utilitarios, microbuses familiares y motos). La gráfica a la derecha muestra las emisiones de CO₂ por tipo de modalidad de transporte.

Gráfico 11

Emisiones de CO₂ para cada una de las modalidades del servicio de transporte terrestre existentes

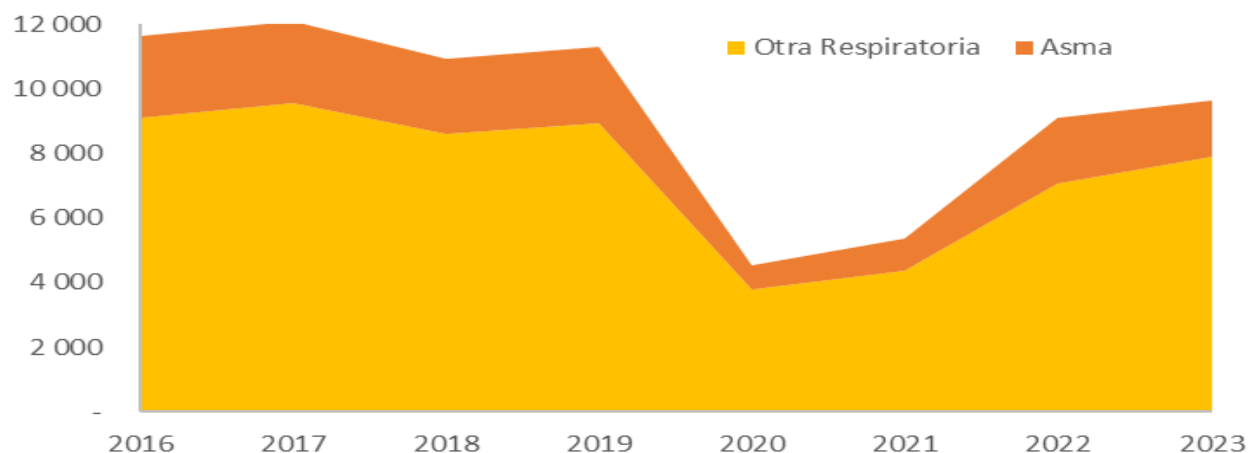


Fuente: Elaboración propia con datos de Recope.

El principal problema asociado con la quema de combustibles en general para la movilización de la población y mercadería son las relacionadas con el cambio climático, donde la trayectoria actual va en dirección opuesta a las metas de mitigación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas propuestas en el 2020. Si bien, como se observa en la gráfica de la derecha del gráfico 11, no solo retomamos lo niveles de emisiones previos a la pandemia, si no que se aceleró estas, alcanzando un incremento interanual de un 10% en el 2023. Esto es preocupante tanto por el aporte que está haciendo el país al cambio en la composición de la atmosfera global, por el aumento de CO₂, sino que también por la emisión de contaminantes climáticos de vida que afecta directamente el ambiente local y a la salud de la población que está en contacto directo con estas emisiones. Población que usualmente es la más vulnerable a nivel nacional.

Gráfico 12

Egresos hospitalarios según diagnóstico principal para enfermedades del sistema respiratorias Asma y otras respiratorias



Fuente: CCSS.

Los combustibles fósiles no solo contienen carbono e hidrógeno, su composición agrega trazas de otros compuestos como azufre, nitrógeno y metales. Y al ser usados en un motor de combustión interna, emiten directamente a la atmósfera dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), hidrocarburos no quemados (HC), compuestos orgánicos volátiles (VOC) y material particulado (PM). Actualmente se mantiene un continuo seguimiento a los contaminantes del aire a nivel local, específicamente en el Gran Área Metropolitana donde se reportan las mediciones de material particulado PM10 y PM2.5, NO₂ y SO₂. Los resultados de la actualización IX Informe de Calidad del Aire Gran Área Metropolitana de Costa Rica 2021 – 2022 muestran que el promedio de concentración de PM10 durante el periodo de monitoreo 2021 en la gran área metropolitana (GAM) de Costa Rica fue de 17,4 µg/m³ mientras que para el 2022 fue de 15,3 µg/m³; ambos valores se encuentran por debajo del límite establecido Decreto No. 39951-S, aunque superan el valor recomendado por la OMS el cual es más estricto. En cuanto al PM2.5 el promedio fue de 13,4 µg/m³ para el 2021 y 15,8 µg/m³ para el 2022, ambos resultados de concentración sobrepasan el límite sugerido por la OMS establecido en 5,0 µg/m³. La concentración de dióxido de nitrógeno registró un valor promedio general para la GAM de 32,2 µg/m³ para el 2021 y 28,6 µg/m³ para el 2022 con variaciones mínimas entre las tres ciudades evaluadas; la ciudad con mayores concentraciones fue San José mientras que Escazú fue la de la menor concentración media (Rojas Marín et al., 2023).

Sin duda, esta información presenta un escenario donde es probable que exista una afectación directa de la salud de la población con respecto a la contaminación del aire producto del uso de combustibles, ya que en todas las mediciones se sobrepasan los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Adicionalmente, usando como referencia la caída en el consumo de los combustibles durante la pandemia reportada en el gráfico 7 y comparando con los egresos hospitalarios según diagnóstico principal para enfermedades respiratorias, en el gráfico 12 se puede observar la similitud del comportamiento entre los egresos hospitalarios “Otra Respiratoria” y Asma con el consumo de combustibles. Principalmente porque la

reducción del consumo de combustibles, a causa de la pandemia en el 2020-2021, hace una respuesta inmediata en la disminución de estas afecciones respiratorias. Y como el aumento en el consumo de combustibles hace que aumente estos diagnósticos al mismo ritmo.

Es claro que se necesita un mayor análisis para correlacionar estas dos situaciones, por el momento esta comparación es una simplificación sobre la contaminación ocasionada por la combustión de los combustibles fósiles y las causas que podrían producir las enfermedades respiratorias; además que durante la pandemia la población tomó prácticas de distanciamiento e higiene que pudo haber influido también, pero ese análisis está fuera del alcance de esta investigación. No obstante, a criterio de este autor, se coincide con la conclusión de (Alpízar et al., 2017) los beneficios obtenidos como consecuencia de mejoras en la salud derivadas de la mejora en la calidad del aire potencian el desarrollo humano y el crecimiento económico del país.

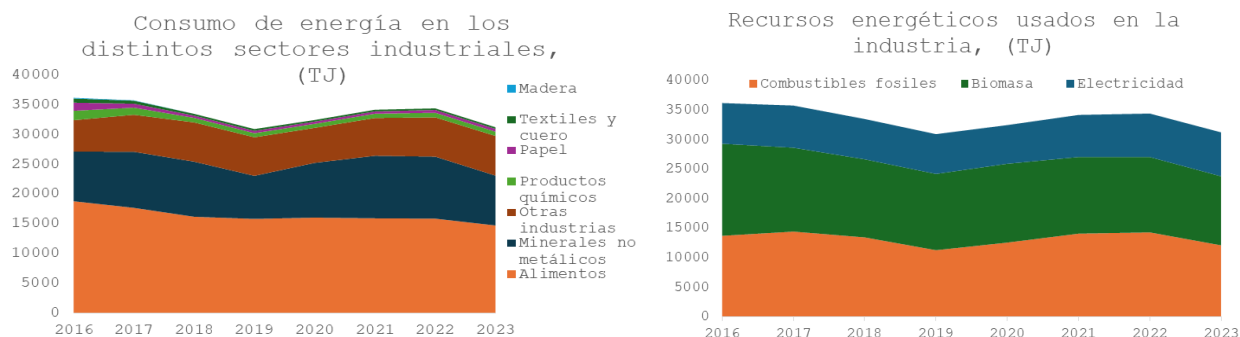
Servicios a la industria

El sector industrial a nivel nacional es muy diverso en las materias primas que utiliza y en los productos que elabora, la cual varía desde alimentos y bebidas, hasta dispositivos médicos, electrónicos y aeroespaciales. Pero de forma simplificada se puede resumir que todas ellas tienen en común los siguientes servicios para satisfacer sus procesos industriales: la generación de fuerza mediante los motores eléctricos, refrigeración, aire comprimido, producción de calor y vapor, aire acondicionado e iluminación (SEPSE, 2018).

De estos servicios, la generación de fuerza mediante los motores eléctricos, refrigeración, aire comprimido, aire acondicionado e iluminación son principalmente alimentados por electricidad, mientras que el servicio de calor se reparte entre el generado a partir de la combustión de bioenergía, combustión de hidrocarburos fósiles y electricidad. En el gráfico 13, gráfica izquierda, se muestra como el consumo de energía en la industria se distribuye en siete categorías de acuerdo con sus actividades. Se puede observar como la industria de alimentos es la que mayor consume energía para sus distintos procesos, pero presenta una disminución progresiva en su consumo en los últimos 8 años, aproximadamente un 2% de disminución anual, aunque en el periodo 2022-2023 se presenta una caída del 9,3% del consumo. Esta disminución se podría originar en parte por una mejora de la eficiencia energética de sus procesos, como también por una reducción en el nivel de actividad de este sector.

Gráfico 13

Consumo de energía, en los distintos sectores industriales nacionales y distribución de los recursos energéticos disponibles para satisfacer las necesidades en la industria (terajulios)



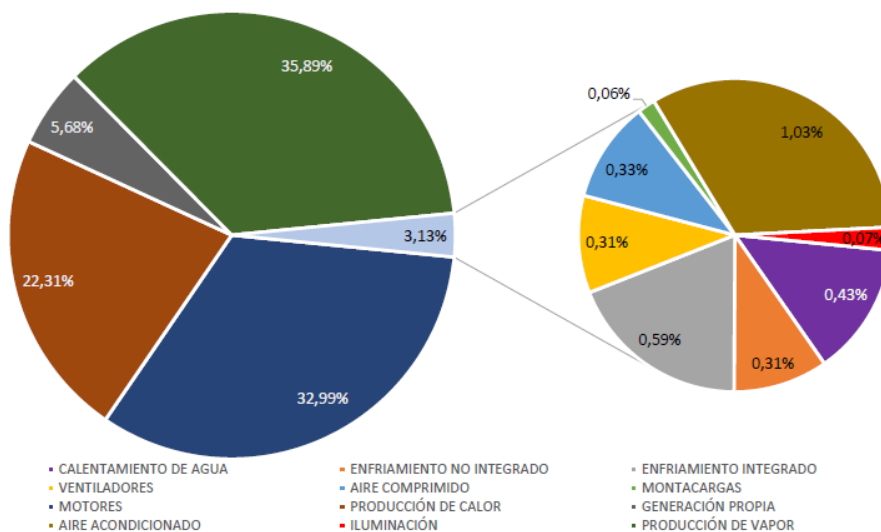
Fuente: Elaboración propia.

La segunda actividad de la industria que más consume energía es la fabricación de productos minerales no metálicos, la cual contiene la fabricación de productos de vidrio, productos refractarios, cerámica y porcelana, cemento, yeso y hormigón, entre otros; una de las características de esta actividad industrial es el uso de coque de petróleo para sus procesos, específicamente para el servicio de calor en hornos, aunque también consumen búnker (Fuel oil N0.6), GLP, carbón mineral, carbón vegetal y electricidad. El coque de petróleo es importado directamente por las empresas que lo consumen. La tercera actividad industrial agrega todas las relacionadas con la fabricación de metales, productos metálicos, fabricación de los productos informáticos, de electrónica y de ópticas y fabricación de equipos electrónicos; una importante cantidad de empresas industriales transnacionales se encuentran dentro de esta categoría y están ubicadas en las zonas francas. Este grupo de empresas industriales han mantenido un crecimiento en el consumo de energía en los últimos ocho años de registros, excepto durante la pandemia, gracias al crecimiento del parque empresarial en las zonas francas del país.

En la gráfica de la izquierda del gráfico 13, se puede observar la distribución de los recursos energéticos que utiliza la industria durante sus procesos, los combustibles fósiles y la biomasa se reparte el 38,7% y el 37,4% para el 2023, el restante 23,8% corresponde a electricidad. La mayoría de los combustibles fósiles, parte de la electricidad y la totalidad de la biomasa es usada para la generación de calor y vapor. Existen casos donde el vapor generado a partir de biomasa es utilizado para la generación eléctrica la cual es usada en la propia industria y los excedentes son inyectados en el Sistema Eléctrico Nacional. En el gráfico 14 se aprecia cómo se distribuyen los servicios principales usados en la industria, donde el 64,3% de los servicios son para la generación de calor y vapor, el restante 35,7% de los servicios son alimentados por electricidad. Existe una excepción a este último, donde movimiento de carga dentro de las instalaciones industriales, denominado montacargas, utiliza principalmente combustibles fósiles para su operación.

Gráfico 14

Distribución del consumo total de energía en la industria por uso final



Fuente: SEPSE, 2018.

Si bien el transporte de carga de materias primas y productos terminados se realizan como parte de los servicios asociados en su mayor parte a los sectores industrial y comercial, por la disponibilidad de la información reportada por RECOPE y para simplicidad de la investigación se analiza dentro del servicio de movilidad terrestre anteriormente descrito.

Servicios en las residencias

En el sector residencial se pueden describir los siguientes servicios utilizados por la población: calor para la cocción de alimentos, calor para el calentamiento de agua, iluminación, refrigeración, climatización de ambientes, entretenimiento y lavandería (Valverde Mora et al., 2019). Donde los dos primeros utilizan electricidad, gas licuado de petróleo (GLP), queroseno, leña y carbón vegetal. Mientras que los restantes servicios utilizan exclusivamente electricidad. Esto coincide con que la electricidad es el principal energético utilizado en el sector residencial, correspondiendo al 72% de la energía consumida y con un crecimiento durante el 2023 de un 4% anual, gráfico 15.

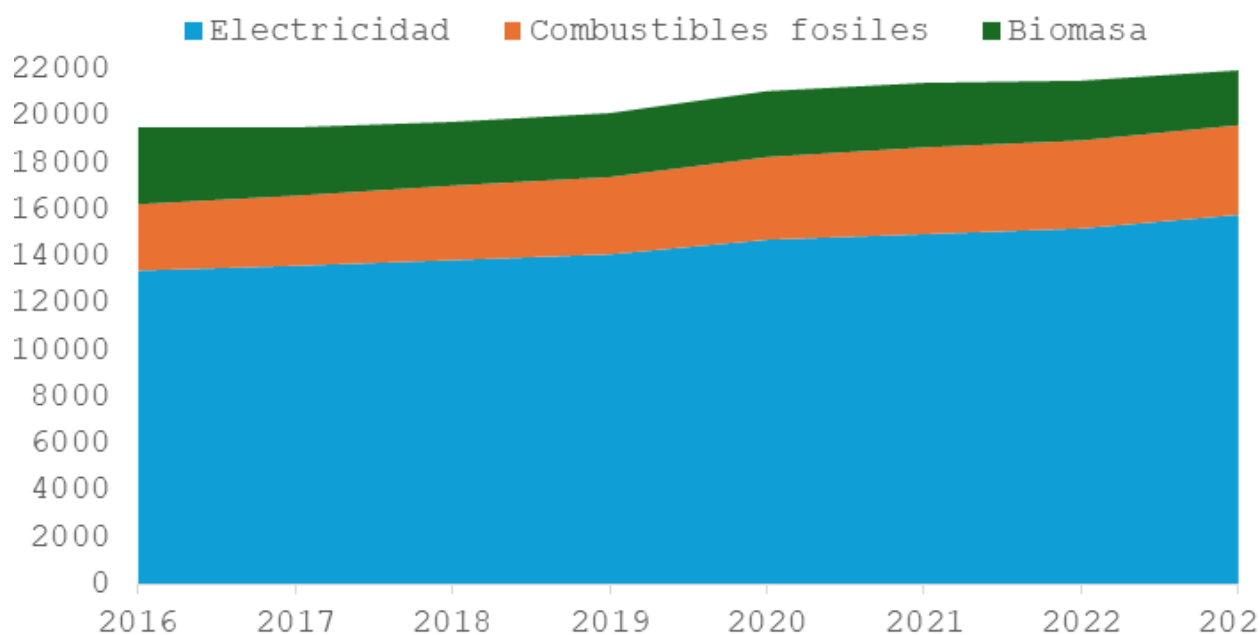
Los recursos fósiles representan el 17% de la energía consumida, pero su participación se incrementa cada año, ya que el usuario residencial presenta una tendencia a migrar de electricidad hacia el uso de GLP para cocción, durante el 2023 se registró un incremento anual de un 2%, aunque durante la pandemia se registraron incrementos del orden del 7% y 5% para los años 2020 y 2021 respectivamente. Finalmente, la biomasa corresponde al 11% de la energía consumida en las residencias y su uso es exclusivo para la cocción. Este recurso energético presenta una tendencia a la baja y para el 2023 se registra una caída del 8% en su uso. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Hogares (Enaho) 2023 un 3,1% de las viviendas costarricenses cocinan con leña o carbón a nivel nacional, esta incidencia se marca aún más en

la zona rural donde el 8,3% de las viviendas utilizan esta biomasa para la cocción mientras que en las zonas urbanas cae a un 1,1%.¹⁴

Gráfico 15

Distribución de los recursos energéticos disponibles para satisfacer las necesidades en las residencias

Energéticos usados en las residencias, (TJ)



Fuente: Elaboración propia.

De nuevo, si bien la movilidad de la población es un servicio asociado al sector residencial, por la disponibilidad de la información reportada por RECOPE y para simplicidad de la investigación este se analiza dentro del servicio de movilidad terrestre anteriormente descrito.

Servicios en el sector comercial

En el sector comercial se puede describir como el sector económico que incluye todas aquellas actividades relacionadas con la comercialización de bienes y prestación de servicios de diversa índole, ya sea a personas o a empresas, al sector público (estatal). Este sector está compuesto de comercio al por mayor y al por menor tales como: clínicas privadas, hospitales, hoteles, restaurantes y otros establecimientos que expenden comidas y bebidas, establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles, construcción, servicios prestados a empresas, servicios comunales, sociales y personales e instituciones públicas (Villegas Barahona, 2014).

Si bien este sector es muy amplio en las diversas actividades que lo componen, la mayoría de su consumo energético está asociado a pocos tipos servicios, que son calor y vapor, iluminación, climatización de ambientes, refrigeración, generación de fuerza, generación de electricidad

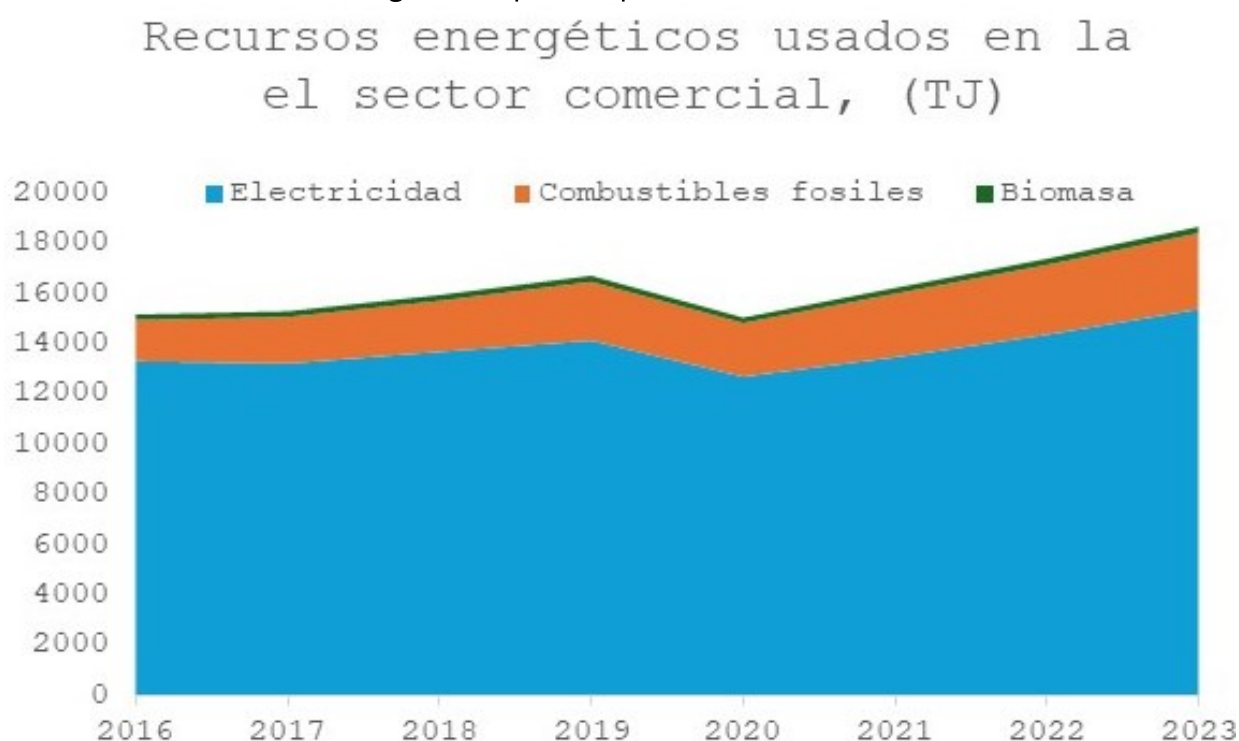
¹⁴ [Sistemas de Consulta \(inec.cr\)](http://Sistemas.de.Consulta.(inec.cr))

auxiliar de emergencia, transporte de carga interno y otros. Similar que, en las secciones anteriores, los dos primeros servicios utilizan electricidad, gas licuado de petróleo (GLP), diésel, bunker, leña y carbón vegetal. Los servicios de iluminación, climatización de ambientes, refrigeración y otros utilizan exclusivamente electricidad.

En el caso de la generación de fuerza, generación eléctrica auxiliar de emergencia y el transporte de carga, todos ellos consumen ya sea gasolina, diésel o GLP. En el gráfico 16 se muestra la distribución de los recursos energéticos destinados al sector comercial, de forma similar al residencial, la electricidad se mantiene como el principal energético usado, alcanzando un 82,4% de la energía consumida y con un crecimiento durante el 2023 del 7%. Los recursos fósiles representan el 16,2% de la energía consumida, pero su participación se incrementó un 9% en el 2023. El consumo de combustibles fósiles principalmente se utiliza para el servicio de vapor y calor destinados a la cocción, hornos y lavanderías. Finalmente, la biomasa representa un 1,4% de la energía consumida en el comercio y se utiliza exclusivamente para la cocción de alimentos en sodas y restaurantes.

Gráfico 16

Distribución de los recursos energéticos disponibles para satisfacer las necesidades en el sector comercial



Fuente: Elaboración propia.

Desafíos de para la sostenibilidad y la transición energética nacional

De acuerdo con lo analizado anteriormente, nos encontramos con un país que, a la fecha, ha logrado satisfacer las necesidades energéticas para suplir los servicios requeridos por la población, con una mezcla de fuentes de origen nacional y con la importación principalmente de

derivados de petróleo. Pero los patrones actuales de uso y modalidades seleccionadas para satisfacer los servicios que se requieren exigen una creciente demanda de energía. Esto como consecuencia presiona los sistemas actuales que suplen la energía necesaria.

Por ejemplo, en el caso del sector eléctrico, con crecimiento promedios de la demanda de un 3,7% anual entre el 2021 a 2023, implica que se debe incorporar nuevas fuentes energéticas para la generación. De acuerdo con el Plan de Expansión de la Generación (PEG), se incorporan al plan de proyectos una variedad de tecnologías donde se proyecta que para el 2040 se tenga la siguiente distribución de capacidad instalada: 43,4% hidro, 19,8% solar, 16,2% eólica, 7,6% térmico, 6,4% geotérmico, 5,3% baterías y 1,3% biomasa (Jiménez et al., 2023). Esto implica un crecimiento acelerado, principalmente por su rapidez de instalación, de energía renovable variable (ERV), solar y eólicas, que a su vez plantea desafíos a medida que aumenta su participación; principalmente en mantener el equilibrio de la oferta y la demanda de energía, requiriendo que los sistemas eléctricos sean más flexibles¹⁵ e integrados para maximizar el valor de las ERV de bajo costo (IRENA, 2019). Además otro de los desafíos observados relacionados la introducción de ERV, es la necesidad de modernizar del marco normativo, valorando la introducción del concepto de potencia firme para contratos futuros entre otros servicios auxiliares necesarios de definir. (Torón et al., 2023) Tradicionalmente en el país, la generación firme ha estado respaldada por plantas térmicas y las centrales hidroeléctricas con grandes embalses. Sin embargo, el Plan de Expansión de la Generación ICE no programa la instalación de una mayor capacidad térmica de respaldo, trasladando la carga de respaldo a las centrales hidroeléctricas con grandes embalses. Esto se presenta como un desafío en los periodos donde ocurran eventos climáticos de sequía extremos, donde se tendría implicaciones negativas en términos de costos totales del sistema, precio marginal y emisiones de CO₂ debido al aumento de la generación con combustibles fósiles para cubrir los periodos de demanda más críticos con baja disponibilidad de energía hidroeléctrica y/o renovable variable. (Gorini et al., 2022). Algo interesante de rescatar del PEG es la incorporación del almacenamiento de energía en baterías dentro de la programación 2022-2040, esto permitiría dar flexibilidad al sistema, reduciendo el impacto de la gran volatilidad de las fuentes de generación eólica y solar. Siempre y cuando exista algún tipo de generación eléctrica renovable, pero en casos de escenario con eventos climáticos extremos (situación descrita al inicio del documento), donde se reduce la participación de todas las fuentes renovables, la única fuente de respaldo real termina siendo la generación térmica con combustibles fósiles y las compras en el Mercado Eléctrico Regional. Este último, es de especial importancia para balancear el sistema, ya que permite colocar excedentes cuando existen las condiciones de sobre generación eléctrica y comprar electricidad cuando las condiciones no permiten generar más cuando la demanda lo requiere, beneficiando al sistema al disminuir los costos totales y los precios marginales, y fomenta la integración de energías renovables en la región, reduciendo así las emisiones por generación (Gorini et al., 2022).

Otro desafío que presenta el Sistema Eléctrico Nacional en su crecimiento programado debido al incremento de la demanda es que los proyectos de generación se encuentran distantes de los

¹⁵ Flexibilidad: La capacidad de un sistema eléctrico para hacer frente a la variabilidad e incertidumbre que la energía solar y eólica introducen en diferentes intervalos de tiempo, desde el muy corto plazo hasta el largo plazo, evitando el vertido de energía de estas fuentes de energías renovables variables (ERV) y suministrando de forma fiable toda la energía demandada a los clientes (IRENA, 2019)

centros de consumo masivo de electricidad. Los proyectos nuevos geotérmicos, eólicos y solares se encuentran ubicados en el Pacífico Norte del país, mientras que los proyectos hidroeléctricos se ubican al este del país. Esto requiere transportar la energía nueva generada hacia todo el país, pero principalmente al Gran Área Metropolitana, mediante las líneas de transmisión existentes. Aquí es donde se presenta el desafío que la capacidad de transmisión proyectada logre satisfacer la generación y la demanda de electricidad proyectada (Transmisión, 2021). De acuerdo con el Ing. Kenneth Lobo, director de Planificación y Sostenibilidad del ICE, si bien el país sigue en la ruta planteada de electrificación, donde los planes de expansión no solo responden al crecimiento de la demanda sino que también a las políticas energéticas nacionales de descarbonización y transición energética, se tiene el reto de integración en la planificación de toda la estructura vertical del Sistema Eléctrico Nacional, para que tanto la generación como la transmisión y distribución de electricidad se den en la cantidad y en la oportunidad correspondiente.

Finalmente, el Sistema Eléctrico Nacional se encuentra ante la posibilidad de un cambio en el modelo de integración de la estructura vertical actual, donde el ICE es el principal actor en todo el SEN; a uno integrado por múltiples agentes de mercado en toda la cadena del sistema. Este cambio en el modelo se discute en el Poder Legislativo el expediente No. 23.414, denominada como “Ley de Armonización del Sistema Eléctrico Nacional”. Donde uno de los principales cambios que existen en este proyecto de Ley es que se le quita el mandato al ICE de aprovechar los recursos naturales para la electrificación del país, definido en la Ley de Creación del Instituto Costarricense de Electricidad, No. 449; a un mercado de agentes autorizados por concesión para participar total o parcialmente a las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización. Lo anterior implica que las funciones de Operador del Sistema y Operador del Mercado Eléctrico Nacional y el Ente Operador Regional en el Mercado Eléctrico Regional son trasladadas a un tercero denominado Ente Coordinador del Sistema Eléctrico Nacional (ECOSEN), que de acuerdo con el proyecto es una Institución Autónoma del Estado Costarricense, con independencia técnica especializada y organizacional; aunque sujeta a indicaciones del Minae y al Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública. Este cambio involucra pasar de un modelo social de desarrollo eléctrico, donde el ICE es el responsable fundamental de abastecer la fuerza eléctrica para satisfacer la demanda, a un modelo de mercados de contratos y de oportunidad, donde el objetivo es asegurar los costos más bajos para los sectores de consumo. En opinión de este autor, este es un cambio muy radical introduciendo múltiples agentes en todo el SEN para un mercado nacional relativamente pequeño; adicionalmente implica la creación de nuevas instituciones cuando el uno de los objetivos sectoriales del Ministerio Hacienda es la contención del gasto Público; y finalmente se presenta un desafío importante al Minae, al establecerle la obligación de realizar la planificación indicativa de la generación y transmisión del SEN mediante la elaboración del Plan Nacional Indicativo de la Generación y de la Transmisión. Situación que en la presente investigación se ha hallado limitaciones graves en este Ministerio para la generación de estadísticas energéticas, seguimiento de planes y elaboración de nuevos planes relativos al subsector energía.

En el caso de la bioenergía, su aprovechamiento está limitado para el uso en aplicaciones térmicas estacionarias, principalmente en el sector industrial y con muy poco aprovechamiento como otra fuente energética, tal como la generación eléctrica o producción de biocombustibles.

Este último se genera en el país en forma de bioetanol carburante, pero se exporta, no hay uso nacional como sustituto o componente de los combustibles fósiles para diversificar las fuentes combustibles. Aun cuando el uso de biocombustibles en el sector transportes está establecido en múltiples planes, el más actual, el PNDID establece, bajo el Objetivo “Contribuir en la descarbonización de la matriz energética mediante la diversificación con fuentes bajas en carbono”, la mezcla de etanol carburante hasta un 8% al 2026, si bien a la fecha no se ha logrado implementar este objetivo el periodo de ejecución se mantiene abierto (Gobierno de Costa Rica, 2022).

Adicionalmente, existe un potencial nacional para la producción tanto de biocombustibles de distintos niveles de generación, como la producción de combustibles sintéticos que en la actualidad está requiriendo principalmente el sector de aviación internacional bajo el Plan de Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Internacional (CORSIA, por sus siglas en inglés), plan al cual Costa Rica participa como voluntario desde el 2021¹⁶. Este último es un combustible muy novedoso e importante para desarrollar a nivel nacional, aunque su precio comparado al combustible de aviación jet fósil es varias magnitudes superiores, por lo que se espera que su ingreso a la matriz energética nacional vaya a tomar algún tiempo hasta que sea competitivo en precio.

En el caso de los combustibles fósiles, como se mencionó al inicio del documento, estos provienen principalmente de puertos ubicados en los Estados Unidos (costa del Golfo de México). La zona del Golfo de México, tanto terrestre como marítima, es una de las regiones más importantes en cuanto a recursos energéticos e infraestructura. La producción petrolera marina federal del Golfo de México representa el 15% de la producción total de petróleo crudo de Estados Unidos y la producción de gas natural marina federal en el Golfo representa el 5% de la producción seca total de Estados Unidos. Más del 48% de la capacidad total de refinación de petróleo de Estados Unidos se encuentra a lo largo de la costa del Golfo, así como el 51% de la capacidad total de las plantas de procesamiento de gas natural de Estados Unidos.¹⁷ Por lo tanto, si bien no se espera una limitación al acceso de combustibles en el mediano plazo, es necesario impulsar una diversificación de combustibles alternativos en el país, para robustecer seguridad al acceso continuo a combustibles en todos los sectores productivos nacionales.

Temporalmente puede haber limitación en el acceso y transporte de combustibles fósil por la afectación directa de huracanes que azotan esta región del golfo, tanto una afectación en la producción de crudo como en las operaciones de refinación para la producción de combustibles terminados.¹⁸ Este último es de principal interés al país, ya que Costa Rica solo compra combustibles terminados. Adicionalmente, el impacto de eventos naturales como tormentas tropicales o huracanes, pueden afectar directamente a la infraestructura de recepción de los combustibles en Puerto Moín, afectando el desembarco de combustibles a esta terminal. De acuerdo con el Ing. Alexander Davis, Gerente de Innovación de Recope, esta institución mantiene un programa en Puerto Moín para cuando se presentan estas condiciones adversar,

¹⁶ [Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation \(CORSIA\) \(icao.int\)](https://www.icao.int/offsetting/)

¹⁷ [U.S. Energy Information Administration - EIA - Independent Statistics and Analysis](https://www.eia.gov/energy-information-administration/)

¹⁸ [Forecast strong hurricane season presents risk for U.S. oil and natural gas industry - U.S. Energy Information Administration \(EIA\)](https://www.eia.gov/energy-information-administration/)

además de mantener un inventario de combustibles suficiente para evitar un desabastecimiento nacional y poder cumplir con las necesidades que requiere la población.

Uno de los desafíos que se presentan en los últimos años y que tienen el potencial de afectar no solo la distribución de combustibles sino un impacto el medio ambiente y en la salud humana es el creciente robo de combustibles en el poliducto que cruza el país. De acuerdo con el Ing. Davis si bien el porcentaje de robo se mantiene relativamente bajo las interrupciones que esto genera en la logística de bombeo, retrasan el trasiego de combustibles para abastecer los combustibles que requiere la población, principalmente el jet fuel usado en aeropuertos, afectando toda una cadena económica relacionada con el turismo. Además, esto presenta un grave problema por la contaminación con hidrocarburos en los sitios donde se ubican las tomas ilegales, afectando el medio ambiente que lo rodea y posibilitando la contaminación de fuentes de agua para el consumo humano.¹⁹ Según las estadísticas compartidas por el Ing. Davis, se presentan hasta 5 tomas ilegales por semana en el poliducto. Y en los primeros 5 meses del año, solamente en el Caribe, se han descubierto 55 tomas ilegales²⁰.

Aun con estos escenarios en la matriz de combustibles se mantiene latente el riesgo de que los precios que el país paga por los combustibles puedan ser muy altos y volátiles. Lo anterior sumando a la alta dependencia de los combustibles ponen en riesgo la seguridad energética nacional. Entendiendo la seguridad energética como la disponibilidad y asequibilidad ininterrumpida del suministro de energía, los escenarios de posibles limitaciones de acceso y precios altos son críticos en la sostenibilidad de la oferta (Kim et al., 2024). Aunque el presente análisis se centra en las fuentes de suministro de energía para atender la seguridad energética, es necesario valorar las modalidades utilizadas a nivel nacional para satisfacer los servicios que requiere la población. Esas modalidades representan los mecanismos por los cuales se canaliza la energía para satisfacer los servicios exigidos y dependen directamente de los patrones de uso que la población. Por lo tanto, la sostenibilidad de la oferta y la seguridad energética del país está ligada directamente con las modalidades escogidas para satisfacer los servicios. Un claro ejemplo que ilustra cómo esta selección de modalidades afecta sensiblemente los requerimientos energéticos, se tiene en los modos de transporte. En este sentido un usuario del transporte público puede requerir hasta cuatro veces menos energía que utilizando un vehículo particular.

Entendiendo al país como un sistema que requiere ser optimizado, en términos ambientales, económicos y estratégicos, no solamente hay que gestionar la selección de las fuentes energéticas priorizando las fuentes de origen nacional y diversificándolas para mantener su disponibilidad, sino que también se requiere fomentar la eficiencia en los modos (procesos) seleccionados para satisfacer las necesidades de la población. Esto incluye aplicación de normas de eficiencia apropiadas para todos los modos que se requieren en la sociedad, así como la adecuada gestión de los cambios de comportamiento para transformar los patrones de consumo actual. Y de esta forma reducir la intensidad energética de una manera efectiva y productiva a una

¹⁹ [262 vecinos de Siquirres están sin agua porque toma ilegal contaminó nacimiento | Teletica](#)

²⁰ [Recope intensifica coordinación con Fuerza Pública para combatir robo de combustible en Limón - RECOPE](#)

eficiencia energética real. Con esta optimización del sistema “país”, se estaría logrando una mejor seguridad energética y una mayor sostenibilidad de la oferta.

Además de la seguridad energética, el país debe de buscar la implementación exitosa de la transición energética nacional, sacando ventaja de la infraestructura eléctrica actual y ubicando al país como líder internacional en esta materia. Esto significa la transición en el uso de fuentes fósiles a fuentes con cero emisiones de carbono, reduciendo las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía. Esta descarbonización además requería cambios estructurales en la prestación de servicios. Por ejemplo, es muy posible que se produzca un cambio modal de los automóviles de pasajeros privados al transporte colectivo, y el transporte de mercancías por carretera al ferrocarril, pero para ello sería necesario desarrollar la infraestructura necesaria (International Renewable Energy Agency, 2023). Mucho de estos cambios están definidos en el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050 (Gobierno de Costa Rica, 2019), dentro de los diez ejes de la descarbonización y las ocho estrategias transversales, pero poco avance se encuentra registrado hasta la fecha.

Por ejemplo, de los pocos avances registrados relacionadas con el PND, el Instituto Costarricense de Ferrocarriles (Incofer) reporta (ante consulta directa del Programa Estado de la Nación) que el proyecto del Sistema de Tren Eléctrico ha sufrido una serie de replanteamientos y actualizaciones de estudios que han modificado el programa de implementación de este sistema. Como avances del proyecto durante el periodo 2023-2024 se tiene:²¹

- Solicitud y aprobación de los fondos de cooperación técnica para la actualización de los estudios de factibilidad del proyecto.
- Desarrollo y finalización de estudio de actualización de la demanda de pasajeros.
- Estudio de tráfico para las intersecciones ferroviarias del proyecto con la red vial.
- Inicio de la actualización de los estudios de factibilidad técnica, socioeconómica y financiera del proyecto bajo los nuevos cálculos de demanda.

Adicionalmente, el Incofer reporta que para el proyecto denominado Tren Eléctrico de Carga (TELCA) para movilizar mercancías en las Zonas Norte y Caribe de Costa Rica, se realizó un replanteamiento del proyecto tanto el tipo de tecnología a utilizar (valorando de un tren eléctrico con catenaria a trenes diésel-eléctricos o eléctricos con baterías) como a los tramos que abarca el proyecto. Además de buscar actualizar los estudios existentes. También se determinó la conveniencia de impulsar proyectos de corto plazo que fortalezcan la operación actual y permitan promover y generar un mayor mercado para el TELCA y a su vez disminuir costos del proyecto a financiar. Todo esto se mantiene como avances en los planteamientos del proyecto, pero no existe un avance material de este.

Por otro lado, el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (Mideplan) ha presentado algunos avances sobre el subsector energía, relacionados con la Agenda 2030:

- El primero de ellos, bajo la publicación denominada Índice Nacional de Desarrollo Sostenible – Agenda 2030: 2016 – 2021, presenta el subíndice de accesibilidad de la energía a la

²¹ Oficio Incofer-PE-OF-0302-2024, del 06 de mayo del 2024.

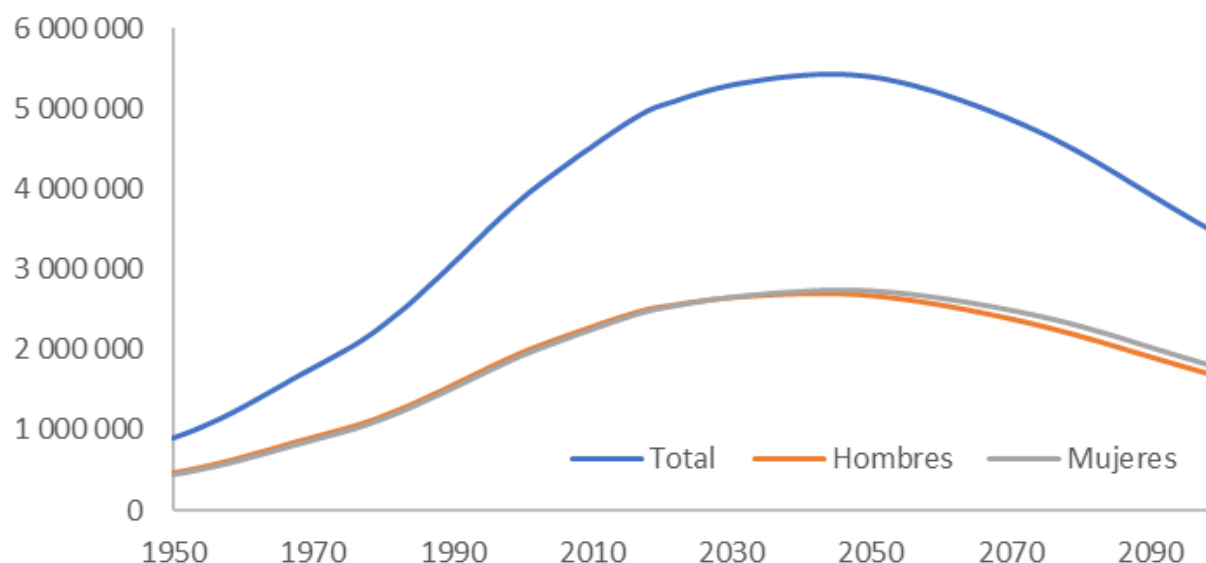
población relacionado con el Objetivo de Desarrollo Sostenible ODS 7 (Energía Asequible y No Contaminante) confeccionado a partir de dos indicadores (7.1.1. Porcentaje de la población con acceso a la electricidad y 7.1.2. Porcentaje de la población que cocina con energías limpias), de acuerdo con este reporte se observa cómo el subíndice se ha mantenido en aumento durante los años, presentando para el 2021 un porcentaje mayor al 97 para la accesibilidad de energía a la población (Calderón Corrales & von Marschall Murillo, 2023). Dicha tendencia se explica considerando también el nivel del índice de cobertura eléctrica nacional, el cual se mantiene en 99,4% (Rivas Mora, 2024), y el crecimiento de la demanda de GLP en el sector residencial, donde este combustible continúa creciendo a una tasa de 2% a 3% anual en el sector residencial.(Aresep, 2024).

- El segundo documento publicado con el título de “III Informe Voluntario Nacional 2024” presenta los resultados del proceso de trabajo continuo desde el 2015 al 2024, en el desarrollo de las etapas de planificación e implementación de intervenciones públicas como políticas, planes, programas y proyectos dentro de su institucionalidad pública sobre la implementación de la Agenda 2030. En este informe, para el ODS 7 vuelven a presentar como índice de seguimiento el porcentaje de viviendas con acceso a electricidad y de población que cocina con energía limpia con corte hasta el 2022. Además, presenta el porcentaje de la energía renovable en el consumo final total de energía indicando que existe un retroceso en este indicador, lo cual es desfavorable ya que la intención es mantener un balance energético nacional en el uso de la energía, evitando el uso de energía contaminante. Se explica que la intensidad energética ha aumentado ligeramente en el periodo 2020-2021. Finalmente, menciona que, dentro de los principales desafíos, el redoblar esfuerzos en la capacidad de generar energía renovable y su acceso a la población principalmente a comunidades con menor acceso energético, y lograr cero emisiones netas para el 2050, esto con miras en llegar a un transporte renovable, eficiente y sustentable. También considera que se debe establecer estándares de rendimiento mínimo del consumo de combustible para los vehículos nuevos o usados de primer ingreso, con el fin de cumplir con el artículo 64 del Reglamento para la regulación del uso racional de la energía y el VII Plan Nacional de Energía 2015-2030 y mantener en vigencia la guía hacia la Agenda 2030 (Céspedes Rodríguez Pablo & von Marschall Murillo, 2024).

Finalmente, una nueva dimensión a estos desafíos expuestos es que estamos a 20 años de llegar al máximo de población nacional, de acuerdo con la última estimación y proyección de población 1950-2100 del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Esta cifra se alcanzaría en el 2044 y a partir de ese momento se presenta una contracción de la población nacional, gráfico 17. Esto implica que las inversiones futuras tienen que satisfacer tanto la demanda creciente para los próximos 20 años, como ser lo suficientemente flexible para ser sostenibles económicamente cuando la población empiece a decrecer y envejecer significativamente en la segunda mitad de este siglo.

Gráfico 17

Costa Rica. Población total por sexo y proyección al 2100, según años



Fuente: Elaboración propia con datos de INEC.

Todo esto implica que el país tiene retos importantes hacia el corto, mediano y largo plazo, donde tiene principalmente la necesidad de dar seguridad energética (disponibilidad y asequibilidad ininterrumpida del suministro de energía) a los servicios que la población requiere, pero al mismo tiempo de alguna forma iniciar con la descarbonización de la energía y velar que las inversiones realizadas sean sostenibles hacia la segunda mitad del siglo.

Referencias bibliográficas

- Alfaro Rosario. (2022). Revisión Técnica Vehicular en Costa Rica origen, Resultados y Desafíos. <https://www.rtv.co.cr/estudios/>
- Alpizar, F., Piaggio, M., & Pacay, E. (2017). Valoración económica de los beneficios en la salud asociados a la reducción de la contaminación del aire El caso de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica.
- ARESEP. (2024). Informe Calidad GLP 2023 1. <https://aresep.go.cr/gas/calidad/>
- Calderón Corrales, M. F., & von Marschall Murillo, C. (2023). Índice Nacional de Desarrollo Sostenible Agenda 2030: 2016-2021.
- Céspedes Rodríguez Pablo, & von Marschall Murillo, C. (2024). III Informe Voluntario Nacional Costa Rica 2024. www.mideplan.go.cr
- Chacón, L. R., Coto, O., & Flores, O. M. (2017). Actualización de la encuesta de biomasa como insumo para su incorporación en la matriz energética nacional.

- Chacón Vásquez, M., Quirós Tortós, J., Valverde Mora, G., Garro Espinoza, D., & Gómez Meléndez, A. (2018). Estudio para la Caracterización del Consumo Energético en el Sector Industrial. Energy Agency, I. 2024. Global EV Outlook (2024). Moving towards increased affordability. www.iea.org
- García, F., Yujato, M., & Arenas, A. (2017). Manual de Estadística Energética (2da edición). OLADE.
- Gielen, D., Marquant, J., Roccard, J., & Miorelli, F. (2022). Urban energy transition for the greater metropolitan area of the central valley of Costa Rica. www.irena.org
- Gobierno de Costa Rica. (2019). Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050.
- Gobierno de Costa Rica. (2021). Contribución Nacionalmente Determinada 2020. <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Contribucio%CC%81n%20Nacionalmente%20Determinada%20de%20Costa%20Rica%202020%20-%20Versio%CC%81n%20Completa.pdf>
- Gobierno de Costa Rica. (2022). Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública 2023-2026 “Rogelio Fernández Güell”. https://sites.google.com/expedientesmideplan.go.cr/pndip-2023-2026/pagina_principal
- Gorini, R., Leme, R., Vicente Garcia, M., Kadir, A., Guerra, K., Collins, S., Taibi, E., & Fernández, C. (2022). Renewable energy roadmap for central america: towards a regional energy transition. Intern. www.irena.org
- Hernández Chanto, C., Amador Bikkazakova, R., Chacón Chacón, J., & Granados Solís, A. (2022). Potencial de generación eléctrica a partir de la biomasa residual en Costa Rica. www.grupoice.com
- International Agency Energy. (2004). Energy Statistics Manual. International Energy Agency. iea.org
- International Renewable Energy Agency. (2023). World energy transitions outlook 2023: 1.5°C pathway.
- IRENA. (2019). Panorama de la innovación para un futuro impulsado por las energías renovables: soluciones para integrar las energías renovables variables.
- Jiménez, M., Zeledón, E., Lizano, L., Molina, A., Cruz, K., Solórzano, Y., & Ramírez, M. (2023). Plan de Expansión de la Generación 2022-2040. www.grupoice.com
- Kim, J., Panton, A. J., & Schwerhoff, G. (2024). Energy Security and The Green Transition.
- Mendieta Hernández, J. (2024). Informe Anual 2023 INCOFER. <https://www.incofer.go.cr/transparencia-institucional/estadisticas-e-indicadores/estadisticas-operativas/>
- OCDE. (2023). OECD Inventory of Support Measures for Fossil Fuels 2023. <https://www.oecd.org/fossil-fuels/>.
- OLADE. (2023). Vulnerabilidad y riesgo de los sistemas energéticos de américa latina y el caribe ante las amenazas del cambio climático.

- <https://www.olade.org/publicaciones/vulnerabilidad-y-riesgo-de-los-sistemas-energeticos-de-america-latina-y-el-caribe-ante-las-amenazas-del-cambio-climatico/>
- Rietmann, N., Hügler, B., & Lieven, T. (2020). Forecasting the trajectory of electric vehicle sales and the consequences for worldwide CO2 emissions. *Journal of Cleaner Production*, 261. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121038>
- Rivas Mora, J. L. (2024). Índice de Cobertura Eléctrica Nacional 2022. <https://icetel.sharepoint.com/sites/ProyAnlDat>
- Rojas Marín, J., Martines Cruz, M., Gamboa Jiménez, A., Villalobos, A., & Carvajal Arroyo, D. (2023). IX Informe de calidad del aire, Gran Área Metropolitana de Costa Rica 2021-2022.
- Torijano, E. (2024). Centroamérica y la República Dominicana: estadísticas de hidrocarburos, 2022. www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
- Torón, J., Ramírez, C., Gastón, L., Champetier, C., Soto, E., & Barrera, F. (2023). Potencia firme en Centroamérica: Definiciones e implicaciones para la energía renovable variable.
- Transmisión, D. (2021). Plan de Expansión de la Transmisión 2021-2031.
- United Nations. (2018). International recommendations for energy statistics (IRES).
- Valverde Mora, G., Quirós Tortós, J., Marín, L., Chacón, M., & Gómez Meléndez, A. (2019). Estudio para la caracterización del consumo energético en el sector residencial.
- Villegas Barahona, G. (2014). Encuesta de Consumo Energético Nacional en el sector Comercio y Servicios Privados.
- Villegas Barahona, G. (2021). Encuesta de Consumo Energético Nacional en el Sector Transporte 2021.