

Matriz Energética de Panamá: Camino al 2035

Panama's Energy Matrix: Road to 2035

Nicanor Ayala¹

Recibido: 29/03/2023 y Aceptado: 15/01/2024
ENERLAC. Volumen VII. Número 2. Diciembre, 2023
ISSN: 2602-8042 (impreso) / 2631-2522(digital)



123



Resumen

Aspectos ambientales, políticos, sociales, económicos y de seguridad del suministro, están impulsando la transformación energética, a nivel internacional, hacia un mayor uso de las fuentes renovables de energía. Panamá, como parte de su Estrategia Energética Nacional, ha propuesto una mayor utilización de estas fuentes de energía en un proceso de diversificación de la matriz energética. Tecnologías como la eólica, solar, y más a largo plazo, la del hidrógeno verde, constituyen las principales líneas estratégicas. El presente trabajo explora algunos de los efectos a mediano plazo de: (i) la utilización de vehículos eléctricos en Panamá y (ii) el autoconsumo eléctrico en sectores como el Residencial, Comercial y Gobierno, estimando de manera global las variaciones en los consumos de energía, las emisiones de gases de efecto invernadero y las importaciones energéticas.

PALABRAS CLAVE: Central nuclear de potencia, selección de sitio, nucleoelectricidad, generación eléctrica, evaluación de riesgo.

Abstract

Environmental, political, social, economic, and the supply's security, are driving the energy transformation, at an international level, to a greater use of renewable energy sources. As part of its National Energy Strategy, Panama has proposed a greater usage of these energy sources in a diversification process of the energy matrix. The major strategic paths are composed by technologies such as wind and solar energy, and eventually green hydrogen. The following paper explores the medium-term effects of: (i) the use of electric vehicles in Panama and ii) electric self-consumption in Residential, Commercial and Government sectors, with a global estimate of the variations in energy consumption, emission of greenhouse gases, and energy imports.

KEYWORDS: energy, environment, electric vehicles, self-consumption, wind energy, solar energy.

1. INTRODUCCIÓN

Como parte de las políticas tendientes a la diversificación de la matriz energética y de la reducción de las emisiones de GEI en Panamá, las autoridades energéticas han planteado, entre sus líneas de acción, la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica[1] y la Estrategia Nacional de Generación Distribuida[2], que busca crear las condiciones propicias que, por un lado, promuevan la sustitución de los vehículos que utilizan combustibles fósiles, por vehículos eléctricos y, por el otro, impulsen la generación distribuida, como alternativa para que los clientes finales puedan generar parte o todos sus requerimientos eléctricos.

Con ello, se realizó este ejercicio prospectivo buscando identificar los posibles efectos de las

transformaciones que se han planteado en las estrategias energéticas nacionales en aspectos relacionados a: la dependencia energética, la utilización de las fuentes renovables, la generación eléctrica y, en particular, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En escenarios como los planteados, las fuentes renovables de energía tendrán una participación creciente en la matriz energética, no sólo de Panamá, sino en plano internacional. Como consecuencia del incremento de los requerimientos de infraestructura energética renovable, se realiza un estimado de la acumulación de dicha infraestructura una vez ha cumplido con su vida útil.

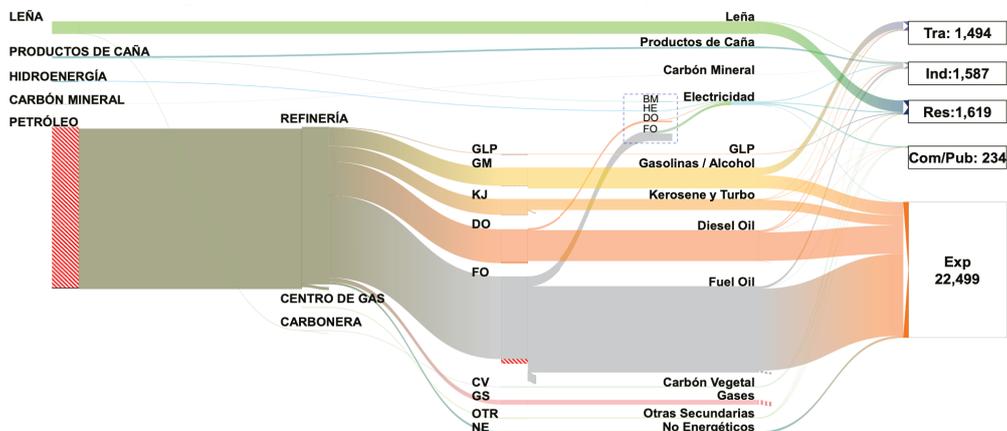
126

2. MATRIZ ENERGÉTICA

Los gráficos 1 y 2 muestran los cambios que se han observado en la matriz energética de Panamá, de los últimos cincuenta años, pasando de un país donde el petróleo y sus derivados tenían una mayor presencia en el mercado de combustible, principalmente el de exportación, a un país que ha llevado a cabo cambios estructurales para dar cabida a fuentes energéticas y tecnologías que aseguren el suministro energético del país, procurando que éste se logre a costos competitivos

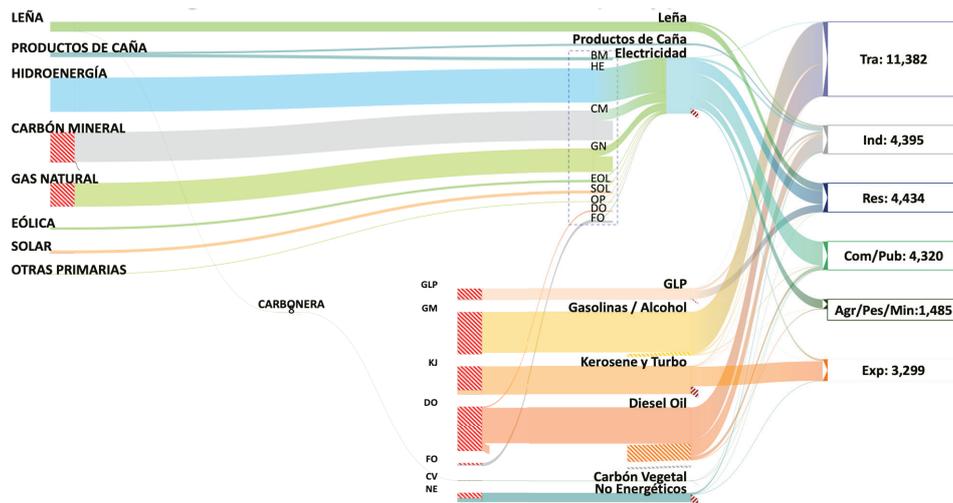
y con los menores impactos al ambiente. A lo largo de estos años, las transformaciones tecnológicas, económicas y demográficas han incidido en los esquemas de consumo de los distintos sectores socioeconómico del país, modificando sus requerimientos energéticos. Sectores como el Comercio/Gobierno y el Transporte presentan un crecimiento energético más acentuado, donde sus demandas crecieron en el año 2021 más de 18 y 7 veces,

Gráfico 1: Balance Energético Nacional Panamá, 1970 (kbp)



Fuente: Elaboración propia con cifras del Balance Nacional de Energía [3]

Gráfico 2: Balance Energético Nacional Panamá, 2021 (kbep)



Fuente: Elaboración propia con cifras del Balance Nacional de Energía [3]

respectivamente, la demanda registrada en 1970. Desde el punto de vista de la oferta energética, destaca el crecimiento de la infraestructura de generación, donde en los años 70's las termoeléctricas (diesel/fuel oil) jugaban un rol preponderante en la producción eléctrica. Actualmente, se cuenta con un parque de

generación diversificado, con una presencia hidráulica importante y en la que se han integrado tecnologías, como la eólica (2013), solar fotovoltaica (2014) y el gas natural (2018), que participan en la producción de electricidad en el Sistema Interconectado Nacional (SIN).

127

Tabla 1: Renovabilidad (%)

	Índice de Renovabilidad		Índice de Renovabilidad de la Generación Eléctrica	
	2015	2020	2015	2020
Paraguay	70.93	69.33	100.00	100.00
Costa Rica	51.99	51.57	98.99	99.79
El Salvador	29.40	32.01	56.22	84.48
Brasil	41.65	49.57	74.21	83.17
Colombia	24.16	25.60	68.02	73.23
Panamá	23.60	24.90	65.21	64.85
Chile	25.90	28.34	42.38	46.67
Argentina	10.04	10.49	29.50	27.62
República Dominicana	11.85	19.11	8.14	15.33
Jamaica	10.15	7.16	6.04	12.77
México	7.79	10.66	16.54	22.15

Fuente: Estadísticas Energéticas de América Latina y El Caribe, OLADE [4]

Con ello se ha logrado una generación eléctrica con un alto componente renovable, que en promedio se encuentra por encima del 60%. En efecto, las fuentes renovables de energía han mantenido su presencia en la matriz energética del país; aunque con la penetración de los

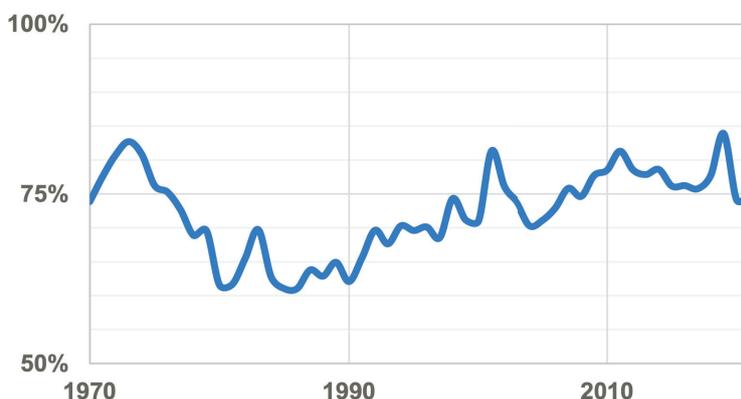
combustibles fósiles y bajo condiciones de bajos aportes hidráulicos, esta contribución de las renovables se ve reducida ocasionalmente. En la Tabla 1 se presenta, para algunos de los países de América Latina y el Caribe, la relación entre el total de energías renovables dentro de la oferta

total de energía (Índice de Renovabilidad) y el de la participación de las energías renovables dentro la generación eléctrica total (Índice de Renovabilidad de la Generación Eléctrica); mostrando en el período 2015-2020 pocos cambios en ambos indicadores, para el caso de Panamá.

Las importaciones dentro de la oferta total energética de un país varían en función de los recursos y reservas energéticas que se disponga, siendo necesario recurrir a las compras externas

para cubrir la totalidad o parte de sus requerimientos internos. La dependencia energética, medida como el total de sus importaciones, descontando las exportaciones en proporción a la oferta total, es un indicador que permite observar el peso que tienen las importaciones en el suministro energético, así como lo vulnerable que podría ser a la volatilidad de los mercados energéticos internacionales, no solo en cuanto a sus precios, sino también a su disponibilidad.

Gráfico 3: Panamá, Dependencia Energética



Fuente: Elaborado con información del Balance Nacional de Energía 1970-2021 [3]

Las importaciones de energía han tenido una participación creciente en la oferta energética de Panamá (Gráfico 3). En el año 2019 éstas superaron la de los años anteriores, siendo el gas natural, el carbón y los derivados del petróleo las principales fuentes de energía importadas para complementar las necesidades energéticas del país; aunque en los años 2020 y 2021, producto de la pandemia, se produjo una contracción de la demanda energética nacional, principalmente en el Sector Transporte y, consecuentemente, se requirieron menores importaciones de energía.

Bajo las condiciones políticas, económicas, sociales y ambientales de los últimos años, la transición energética hacia fuentes renovables ha pasado de ser una opción para algunos países y se ha transformado en una necesidad que procure asegurar un mínimo de los requerimientos de energía y diluir lo más posible la volatilidad de los precios internacionales de los carburantes, o bien,

la dependencia de una única fuente de suministro, lo que consecuentemente tiene efectos directos en la reducción de las emisiones de GEI.

Entre 1970 y 2019, el consumo de energía per cápita de Panamá se incrementó de 3.3 hasta 6.0 bep/hab-año y ello se vio reflejado en los volúmenes de emisiones de GEI. A partir de los coeficientes medios de emisión de GEI de OLADE[5] se estimó el CO₂ liberado al ambiente a lo largo de la cadena energética, los cuales pasan de 3 Mton en 1970 a 14 Mton en 2019 y 12 Mton en el 2021. En particular, la generación de energía eléctrica hasta el año 2000 tenía emisiones de CO₂ por debajo de 1.5 Mton; sin embargo, en el año 2019, con una mayor participación de la generación térmica a base de carbón y gas natural, estas emisiones superaron los 5 Mton. El Sector Transporte se ubica como la actividad que genera los mayores volúmenes de CO₂, representando alrededor del 38% de las emisiones.

Las gasolinas y el diésel son las fuentes de energía que tienen una mayor incidencia en las emisiones de CO2. El diésel, que es utilizado no solo en el transporte, sino también en la industria, el comercio y la generación de energía eléctrica, cuadruplicó su contribución a las emisiones de

GEI en los últimos 30 años. El fuel oil, destinado principalmente a la generación de electricidad, ha mantenido estable sus emisiones, aunque se prevé, que al igual que el diésel, disminuya su participación en la generación eléctrica en el corto y mediano plazo.

3. ESCENARIO BASE 2024-2035

A partir de la información de los Balances Energéticos Nacionales (1970-2021) de Panamá, así como también de la información histórica del producto interno bruto nacional (PIB)[6] y de la población total del país[7], se elaboró un modelo de proyección para cada una de las fuentes de energía que se consumen en los distintos sectores socioeconómicos. De acuerdo a períodos específicos seleccionados de la base

de datos histórica, el modelo está conformado por: (i) ecuaciones econométricas, en donde son determinados los parámetros que conforman cada una de las ecuaciones resultantes (a: constante; b: elasticidad PIB y d: elasticidad población) y (ii) y ecuaciones lineales que reflejan la tasa de crecimiento histórica. Tales modelos econométricos y lineales son del tipo:

- $Energía_t = a PIB_t^b$
- $Energía_t = a POB_t^d$
- $Energía_t = a PIB_t^b POB_t^d$
- $Energía_t = Energía_{t-1} * (1 + tasa\ de\ crecimiento)$

129

Para efectos de elaborar el Escenario Base 2024-2035, la proyección de la población tomó en consideración la tasa de crecimiento media mostrada en los años recientes (1.7%), en tanto que con el PIB, se asumieron tasas de crecimiento pre-pandemia (4-6%), las cuales permitieron realizar la proyección de cada una de las fuentes de energía utilizadas en el sector transporte, industria, residencial, comercio, gobierno, agro y pesca, construcción y no energéticos.

Esta proyección de energía se realizó bajo dos modalidades:

1. Proyectando el consumo total sectorial hasta el año 2035 y aplicando la misma estructura de consumo por fuente del año 2021, con lo cual se estimó, para cada año, el consumo de cada una de las fuentes primarias y secundarias de energía.
2. Proyectando de manera individual cada una de las fuentes de energía hasta el año horizonte.

En el caso de a las fuentes primarias y secundarias de energía utilizadas en la generación eléctrica, se planteó un modelo simplificado que utiliza herramientas de programación lineal, el cual fue ajustado de acuerdo a los resultados del Plan Indicativo de Generación elaborado por ETESA[8]. Este modelo, que no pretende elaborar un plan de expansión de la generación eléctrica, se utilizó solo como una referencia para estimar de manera agregada, por tipo de tecnología, las posibles adiciones a la capacidad instalada de generación, en cada uno de los escenarios considerados y con ello, determinar los volúmenes de generación necesarios para cumplir con los requerimientos eléctricos proyectados anualmente.

A partir de la proyección de la demanda y de la oferta eléctrica se realizó una estimación de las principales variables que conforman el Balance Energético Nacional (BEN), incluyendo producción, importación, exportación y transformación, tanto de las fuentes primarias, como de las fuentes secundarias de energía utilizadas en Panamá,

con la finalidad de construir una proyección anual del BEN en el período 2024-2035.

De los resultados obtenidos en este escenario, en el 2035 el gas natural utilizado en la generación eléctrica del SIN, tiene una evolución creciente en la producción eléctrica, incrementando en más del triple el volumen utilizado, respecto al registrado en 2021, dando evidencias de que esta fuente de energía podría jugar un rol importante en la generación de electricidad en el corto-mediano plazo. Adicionalmente, las fuentes renovables de energía, como la eólica y solar, también tendrán un crecimiento sostenido en el parque de generación, aunque estas opciones, a diferencia de las centrales térmicas, no aportan potencia firme al sistema.

En este escenario no se consideró ningún proceso de sustitución entre fuentes de energía y, en términos generales, el crecimiento de la demanda a lo largo del período mostró un comportamiento tendencial. Ello permitió estimar algunos de los parámetros asociados a la matriz energética y a las emisiones de GEI, que ayudaron a establecer órdenes de magnitud y variaciones respecto al año 2021.

El Sector Transporte tiene un peso importante en el consumo energético de un país, promediando alrededor del 40% en Latinoamérica. En Panamá esta actividad ha mostrado una tendencia creciente respecto al el consumo total de energía, con una media de 35% en los años 70's, superando el 44% en los años recientes y manteniéndose en

este mismo nivel hasta finales del período de análisis, de acuerdo a los resultados del Escenario Base. De igual forma, la electricidad, que aparece como una nueva fuente de energía utilizada en el transporte, producto de la operación del Metro, en el año 2021 representó alrededor del 0.4% del consumo total de la energía consumida en este sector; manteniéndose esta participación a lo largo del período de estudio. Consecuentemente, conforme a los resultados de este escenario, la actividad del transporte continuará siendo el sector con mayores requerimientos de energía respecto la demanda total nacional, manteniendo una participación alrededor del 44% en el período 2023-2035, y dentro de este sector, las gasolinas y el diésel seguirían siendo las principales fuentes de energía utilizadas.

De los resultados también se evidencia el peso de las importaciones en la oferta total de energía, el que podría oscilar alrededor del 81%, que comparado con el 75% del año 2021, reflejaría el efecto de una mayor participación de combustibles fósiles en la matriz energética nacional.

En cuanto a las emisiones de CO₂, se llegarían a superar los 20 tCO₂eq, siendo el Sector Transporte responsable de emisiones que estarían por encima del 40% debido a los consumos de diésel y gasolina; mientras que en la generación eléctrica se observa un incremento a lo largo del período, pasando de 33% a 37% del total de las emisiones; siendo el gas natural y carbón las fuentes no renovables utilizadas en esta actividad.

4. ESCENARIO VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Conforme al planteamiento de la Secretaría Nacional de Energía de impulsar la movilidad eléctrica, se elaboró un escenario que explora los efectos que podrían observarse, tanto en la matriz energética, como en lo relativo a la generación de GEI. De acuerdo a estas líneas de política energética, las instituciones públicas del Gobierno Nacional reemplazarán la flota administrativa para lograr un mínimo de V.E. de 25% en el 2027 y 40% en el 2030. Asimismo, se propone un proceso de reemplazo del transporte

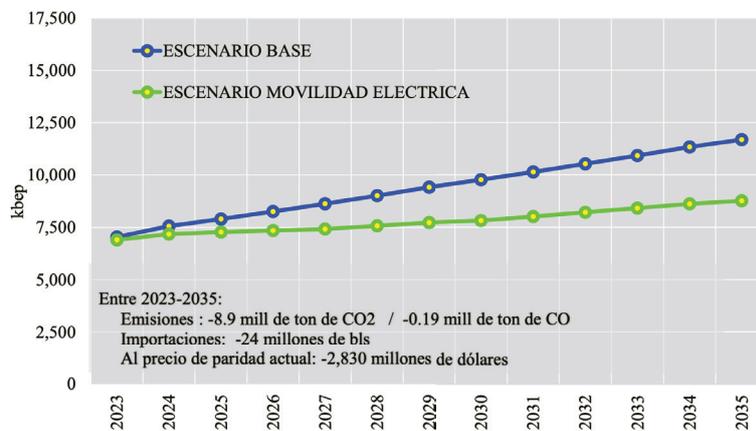
público colectivo y selectivo para llegar a un porcentaje mínimo de 20% en el 2027 y 33% en el 2030[9]. Tomando en consideración estos objetivos, se realizó una simulación asumiendo que la electricidad sustituirá de manera progresiva el consumo de gasolina, que representaría, en el año 2030 y 2035, el 20% y 25% del consumo total. Para tal efecto, se asumió que el transporte a gasolina, con un recorrido promedio de 35 km por galón, sería sustituido por vehículos eléctricos con un recorrido medio de 6 km/kWh, los cuales

realizarían la recarga de sus baterías con energía eléctrica que sería suministrada completamente a través del Sistema Integrado Nacional (SIN).

Producto de esta sustitución, en el año 2035 la incidencia del transporte en el consumo total de energía, se podría reducir de 44%, que se obtuvo en el Escenario Base, a 41%. En efecto, el consumo de gasolina se ve disminuido de acuerdo a las hipótesis planteadas, representando volúmenes equivalentes en las importaciones de más de 24 millones de barriles a lo largo de este período, los cuales, valorados con el precio

de paridad actual de la gasolina de 95 octanos y 91 octanos[10], podría rondar alrededor de los 2,800 millones de dólares a lo largo del periodo 2024-2035 (Gráfico 4). Si bien el volumen total de gasolina disminuye, como consecuencia de su sustitución por electricidad, el mayor consumo de gas natural en la generación de energía eléctrica se podría incrementar. Con estas variaciones en los consumos de combustible, la dependencia energética de Panamá en el año 2035 se ve mejorada, situándose en alrededor de 80%, comparada con el 81% del Escenario Base.

Gráfico 4: Demanda de gasolina

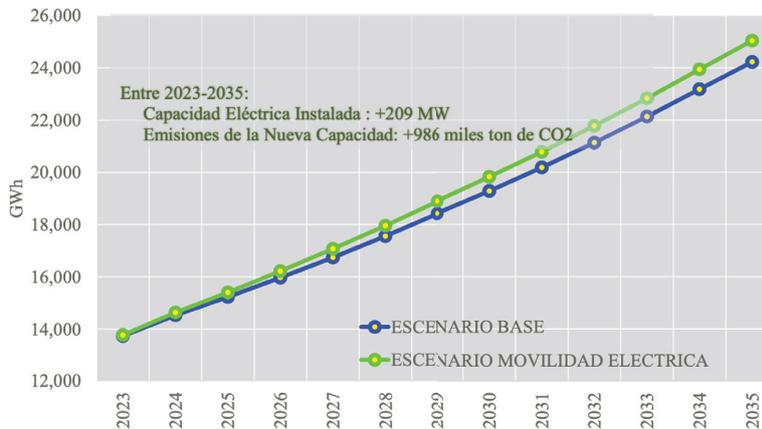


Fuente: Elaboración propia

El incremento en la demanda de energía eléctrica requerida para la recarga de las baterías de los vehículos constituirá una nueva demanda el mercado eléctrico nacional (Gráfico 5), la que podría superar los 5.8 GWh a lo largo del período, provocando el adelanto del inicio de operación de algunos de los proyectos

de generación contemplados en el Escenario Base. Consecuentemente, en este escenario se observa un consumo adicional del gas natural en la generación para satisfacer, junto con el resto de las centrales, la energía eléctrica que demandarán los V.E.

Gráfico 5: Demanda total de electricidad



Fuente: Elaboración propia

En términos de las emisiones de GEI, la reducción de la gasolina utilizada en el transporte, provocaría una disminución de CO2 que rondaría los 8 Mton a lo largo del período de análisis, y aunque una mayor generación eléctrica a base de centrales térmicas causaría un incremento de emisiones, en alrededor a 1 Mton, dando como resultado un beneficio neto de alrededor de 7 Mton.

Bajo las condiciones y supuestos de este escenario, al año 2035 podría haber en circulación más de 200,000 vehículos eléctricos: Entre los años 2030 y 2040, sus baterías ya habrán cumplido su vida útil y requerirán ser reemplazadas; llegando a un total acumulado que podría sobrepasar las 390,000 baterías. Ello requerirá la preparación de esquemas de reciclaje que permita de manera efectiva la recuperación de los principales elementos que conforman las baterías, como el litio, cobalto y níquel, entre otros.

132 Estadísticas Energéticas. - Actualmente las ventas de combustible en las estaciones de servicio constituyen una fuente de datos estadísticos que permiten conocer, no sólo los volúmenes totales de combustible requeridos en el país, sino también de su ubicación geográfica y de su distribución temporal. Dicha información estadística, asociada

a los requerimientos energéticos del Sector Transporte, permite realizar distintos tipos de estudios y análisis operativos, económicos, prospectivos, etc., que a nivel nacional ayudan, entre otros, con el proceso de planificación energética. Con la incorporación de vehículos eléctricos, podría ocurrir una pérdida de calidad de la información estadística en este sector. Muchos de los vehículos tendrán la opción de realizar su recarga eléctrica en estaciones dedicadas a estos servicios, donde tales consumos serían medidos, registrados y clasificados como una “venta a vehículos eléctricos”, con lo cual las estadísticas energéticas nacionales podrán contar con la información de los requerimientos eléctricos de los vehículos que utilizan estos servicios. No obstante, otra parte de los vehículos eléctricos tendrán la opción de realizar su recarga en sus propios domicilios (Residenciales, Comerciales, etc.) sin que necesariamente sea reportado un consumo eléctrico del transporte. Por el contrario, estas recargas domiciliarias vendrían a incrementar los consumos habituales de estos clientes, enviando una señal no clara de cuál parte del consumo eléctrico total corresponde a la propia actividad del domicilio y cuál a la del transporte.

5. ESCENARIO GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Por la accesibilidad y por la reducción de sus costos, la tecnología fotovoltaica ha tenido una fuerte penetración en los años recientes bajo la figura de Autoconsumo en los distintos sectores socioeconómicos del país. En junio del 2020, Panamá ya contaba con más de 1,000 instalaciones de autoconsumo a nivel nacional, con una capacidad instalada que superaba los 40 MW[11].

En líneas con las tendencias mundiales, el Gobierno Nacional ha establecido, dentro de su política energética, una Estrategia Nacional de Generación Distribuida, que procura generar beneficios ambientales, así como una mayor participación de los clientes finales en la producción de energía eléctrica a través de esta figura. En su previsión de crecimiento, la SNE

estima que la capacidad instalada de Generación Distribuida podría estar en el 2030 entre 250 y 950 MW [2] dependiendo del escenario que sea considerado.

El Autoconsumo se podría llevar a cabo bajo dos esquemas de operación:

- Net Billing, a través del cual la toda energía consumida de la Red es pagada por el cliente, de acuerdo a la tarifa regulada y toda la energía que ha sido inyectada a la Red es cobrada por el cliente al precio mayorista de la electricidad.
- Net Metering, en donde en horas del día, si el Autoconsumidor tiene excedentes de energía, los puede

inyectar a la Red. Al finalizar cada período se realiza un balance neto de toda la energía consumida de la Red y la energía inyectada a la Red (Neto = Retiro - Inyecciones). Si los retiros de energía son mayores a las inyecciones, el cliente paga la diferencia al precio de la tarifa regulada; por el contrario, si las inyecciones son mayores a los retiros, el cliente, bajo determinadas condiciones, recibirá un pago por esta diferencia, la que es valorada al precio medio de la energía mayorista[12], lo que podría representar un beneficio para el cliente. Como resultado, bajo este esquema, si la energía inyectada a la Red es igual o mayor a la energía que ha sido consumida de la Red, el cliente pagaría cero por el servicio eléctrico, obviando los costos que corresponden en la cadena de suministro eléctrico.

Partiendo del Escenario Base se asumió una sustitución de energía eléctrica requerida de la Red del SIN, por energía de Autoconsumo fotovoltaico, la cual de manera progresiva llegaría en el año 2035 al 10% del total de la energía eléctrica consumida en el Sector Residencial y en el Sector Comercial-Gobierno.

De los resultados obtenidos se observa que al final del periodo podrían existir cerca de 1,200 MW en sistemas fotovoltaicos operando en el país, de los cuales alrededor de 35% serían sistemas Residenciales y el resto Comercial y Gobierno. Este crecimiento del Autoconsumo podría suponer una disminución de la generación eléctrica demandada del SIN, lo que podría superar los 10,000 GWh en el período 2024-2035, suponiendo menores:

- emisiones de CO₂, las cuales se reducirían en más de 2 millones de toneladas en el periodo 2024-2035.
- requerimientos de combustible importando para estos fines, como el gas natural, lo que, desde el punto de vista de la dependencia energética, se observa una leve disminución respecto al Escenario Base en alrededor del 2%.

El crecimiento del Autoconsumo planteado en este escenario requeriría en el año 2035 tener en operación más de 3.5 millones de paneles fotovoltaicos operando en el país. Asumiendo una vida útil de 25 años, a mediados de la década de los 40's se podrían estar generando grandes volúmenes de paneles que habrán cumplido con su vida útil, por lo que también será necesario establecer mecanismos para la recolección, manejo y reciclaje de los equipos obsoletos. Estas, sin lugar a duda, serán una fuente de materiales y elementos que podrán ser rescatados, como el cobre, aluminio y plata, entre otros.

Energía Omitida. – La energía producida por los equipos de Autoconsumo cuentan con medidores bidireccionales que registran toda la energía que es inyectada y toda la energía que es consumida de la red eléctrica; permitiendo realizar los balances de energía para efectos de los cobros o pagos correspondientes al servicio eléctrico. Sin embargo, la producción bruta total generada por el equipo de Autoconsumo no necesariamente se encuentra medida. Si este fuese el caso, se podrían presentar algunos inconvenientes:

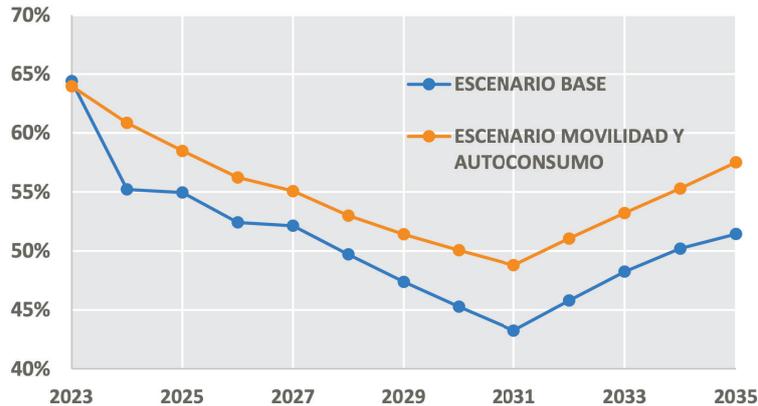
- Al igual como ocurriría en el Sector Transporte, se podría generar una pérdida de calidad de la información estadística, ya que no se sabría el consumo real de los Autogeneradores.
- Cada cliente que toma la opción de Autoconsumo, se transforma en una disminución en el consumo de energía eléctrica y de una disminución de la demanda en las horas de punta, que registran las empresas de comercialización, distribución, transmisión y generación, además del operador del sistema, lo que causaría una distorsión en los datos estadísticos utilizados para llevar a cabo la operación del mercado, o bien, la expansión de los sistemas eléctricos.
- Toda la infraestructura eléctrica debería estar preparada para atender la demanda de energía y de potencia, incluso en una situación extrema, como la de un día de alta nubosidad, o bien, la de un eclipse solar.

6. ESCENARIO AGREGADO

Este Escenario toma en cuenta de manera simultánea la movilidad eléctrica y el Autoconsumo fotovoltaico. Entre las principales diferencias

que resultan de comparar el Escenario Base y el Escenario Agregado, se observa:

Gráfico 6: Generación eléctrica renovable



Fuente: Elaboración propia

- La energía eléctrica generada con fuentes renovables de energía, muestra una disminución a lo largo del período analizado, por una mayor presencia de la generación térmica; aunque en los últimos años, con la incorporación de generación eléctrica renovable, se logra revertir esta tendencia. No obstante, en el año 2035 se podrían registrar valores por debajo de las cifras estimadas en 2023 (Gráfico 6). En el Escenario Base, el Índice de Renovabilidad de la Generación Eléctrica, cercano al 65% en el año 2022, terminó con un poco menos del 52% en el 2035, en tanto que en el Escenario Agregado, se logra retrasar la pérdida de la renovabilidad, terminando por encima del 57%, en el 2035.

- La mayor parte de la energía eléctrica tomada de la red para la recarga de las baterías de los vehículos es compensada por la disminución de los requerimientos de energía que se producen con el Autoconsumo fotovoltaico.

- Producto de un menor consumo de gasolina y de una menor generación térmica, las emisiones de CO2 se reducen,

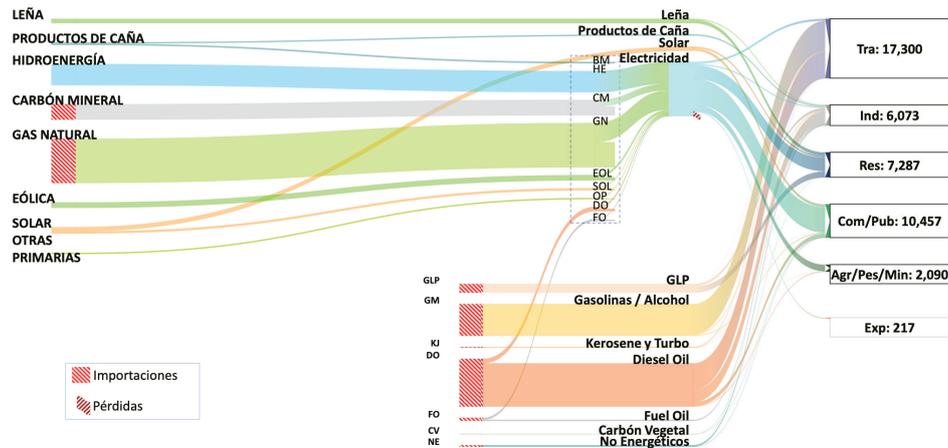
en conjunto, alrededor de 10 millones de toneladas a lo largo del período de análisis.

- Las importaciones de gasolina en el transporte y el gas natural utilizado en la generación de energía eléctrica mostrarían una disminución en el período de estudio. En el año 2035, el resultado de este escenario muestra una reducción de la dependencia energética alrededor de 77%, comparado con el 81% que resultó en escenario base. Se evidencia que la penetración de los V.E y el Autoconsumo jugará un rol importante en la reducción de la dependencia energética.

- Si bien el Sector Transporte continuará siendo el principal consumidor de energía, al final del período, en este escenario se observa una disminución en su participación relativa al consumo total y una energía eléctrica con una participación creciente.

- Con lo anterior, la matriz energética del año 2035 podría estar conformada de acuerdo al Gráfico 7.

Gráfico 7: Balance Energético Nacional, Panamá 2035 (kbep)



Fuente: Elaboración propia

7. CONCLUSIONES

1. Los resultados aquí presentados corresponden a un ensayo que busca identificar órdenes de magnitud de las principales transformaciones que podrían presentarse en el corto-mediano plazo en el mercado energético de Panamá con la utilización de los vehículos eléctricos y el autoconsumo eléctrico.

2. Junto con la mitigación de las emisiones de GEI y la menor exposición a volatilidad de los precios de los energéticos tradicionales, la reducción de la dependencia energética debe constituirse en una de las líneas de acción de la transformación de la matriz energética de los países.

3. La reducción de las importaciones de combustibles y la disminución de las emisiones de CO2 son los efectos inmediatos de la electrificación del transporte, aunque sería necesario incrementar la capacidad de generación eléctrica del SIN para abastecer la recarga de las baterías. El actual modelo de transporte sustentado en el uso de combustibles fósiles se está transformando y en el corto-mediano plazo podría iniciar una fase de declinación. Países de la Unión Europea han propuesto el 2035 como fecha límite para el uso de vehículos a combustible, dando paso a la electrificación del transporte.

4. La generación distribuida también muestra efectos positivos, tanto en la reducción de los GEI, como en la reducción de los requerimientos de generación eléctrica en el SIN. No obstante, sería necesario revisar el esquema de Net-Metering empleado en la operación del Autoconsumo eléctrico.

5. Con la evolución que podrían tener tanto el Autoconsumo, como el incremento de vehículos eléctricos, será complicado dar un seguimiento estadístico a los consumos de energía sectorial, lo que dificultaría los procesos de planificación de la oferta energética nacional y de diseños de estrategias.

6. Como consecuencia del incremento de la infraestructura energética renovable, la demanda de elementos necesarios para su fabricación también se verá incrementada, haciendo que países con recursos, reservas y capacidad de producción entren a jugar un rol importante en la cadena de las energías renovables. De los escenarios presentados, con más de 200,000 V.E. en circulación y más de 3.5 millones de paneles fotovoltaicos operando en el 2035, es de esperarse que una vez vayan cumpliendo con su vida útil éstos sean reemplazados con equipos nuevos y se generen considerables cantidades de

residuos. Ello requerirá la creación de estrategias y normas nacionales, tendientes a establecer metodologías, protocolos y procedimientos para que de manera ordenada se realice la recolección de estos materiales, con miras a recuperar la mayor parte de los elementos (litio, cobalto, níquel, neodimio, etc.) que tengan valor en el mercado, así como la disposición final, con

el menor impacto ambiental, del resto de sus elementos. Las energías renovables requieren de elementos no renovables. Será necesario reforzar los aspectos ambientales que permitan hacer frente a los grandes volúmenes de equipos que han cumplido con su vida útil, y que facilite el proceso de reciclaje a gran escala.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica. Secretaría Nacional de Energía. Panamá. 2019. Resolución de Gabinete 103, de 28 de octubre de 2019. Panamá.

https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28892_A/75497.pdf

[2] Estrategia Nacional de Generación Distribuida. Secretaría Nacional de Energía de Panamá, 24 septiembre 2021. Gaceta Oficial Digital.

https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29384/GacetaNo_29384_20210927.pdf

[3] Balance Energético (Serie histórica). Secretaría de Energía. República de Panamá.

<http://www.energia.gob.pa/?mdocs-file=3233>

[4] OLADE, Estadísticas Energéticas de América Latina y el Caribe, app-versión 1.0.2 (2011-11-12)

[5] Manual de Estadísticas Energéticas. 2011. Organización Latinoamericana de Energía. OLADE.

<https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0179.pdf>

[6] PIB (US\$ a precios constantes de 2010). Banco Mundial.

<http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD>

[7] Población, total. Banco Mundial.

<http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL>

[8] ETESA, Plan de Expansión del Sistema Interconectado Nacional 2020–2034, Tomo II, Plan Indicativo de Generación

https://www.etsa.com.pa/documentos/Tomo_II__Plan_Indicativo_de_Generacin_2020__2034.pdf

[9] Ley 295, de 25 de abril de 2020, que incentiva la movilidad eléctrica en el transporte terrestre. Gaceta Oficial. Panamá.

https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29523_A/91344.pdf

[10] Secretaría Nacional de Energía, Histórico de Precios de Paridad de Importación

<http://www.energia.gob.pa/?mdocs-file=7310>

[11] Radiografía de la generación distribuida solar en Panamá - Energía Estratégica, 3 de febrero/2021

<https://www.energiaestrategica.com/radiografia-de-la-generacion-distribuida-solar-en-panama/>

[12] Procedimiento para Autoconsumo con Fuentes Nuevas, Renovables y Limpias, agosto 2016. ASEP

https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/electricidad/proc_autoconsumo/proc_autoconsumo_2020.pdf