



El transporte frente al desafío de la Transición Energética en el Perú hacia el 2050

Transportation facing the challenge of the energy transition in Peru towards 2050

Edward Santa María Dávila¹; Marck Regalado Espinoza¹

¹Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, 15333, Lima, Perú.

* Autor de correspondencia: esantamariad@uni.edu.pe
* <https://orcid.org/https://orcid.org/0000-0001-6789-4983>

Recepción: 11/02/2022; Aceptación: 15/06/2022; Publicación: 30/12/2022

Resumen

El transporte es el sector que ha contribuido más a la generación de gases de efecto invernadero (GEI) en el Perú, representando el 40% de las emisiones relacionadas a la Energía. Para tal efecto, se requiere favorecer la transición energética como proceso para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y aumentar el uso de recursos energéticos renovables (RER) en este sector. El desafío consiste en la electrificación y en una matriz eléctrica basada principalmente en las RER. Por ello, este artículo ha tenido como objetivo realizar el análisis de las políticas energéticas de las principales entidades públicas peruanas relacionadas al ambiente, la energía y el transporte, para evaluar el nivel de avance sobre las metas de transición energética del transporte. Como conclusión, se ha identificado que, si bien existen estimaciones del consumo energético nacional y proyecciones futuras sustentadas, los documentos no contienen a detalle los elementos requeridos para un adecuado diagnóstico, planificación, estrategia, metas e indicadores de seguimiento para la transición energética del transporte.

Palabras Clave: *Energy Transition for Transportation; Energy Policies; Electromobility.*

Abstract

Transportation is the sector that has contributed the most to the generation of greenhouse gases (GHG) in Peru, representing 40% of energy-related emissions. For this purpose, it is necessary to promote the energy transition as a process to reduce dependence on fossil fuels and increase the use of renewable energy resources (RER) in this sector. The challenge consists in electrification, and in an electrical matrix based mainly on the RERs. Therefore, the objective of this research has been to analyze the energy policies of the main Peruvian public entities related to the environment, energy and transportation, in order to evaluate the level of progress on the energy transition goals for transportation. As a conclusion, it has been identified that, although there are estimations of national

Forma de citar el artículo: Santa María, E., & Regalado, M. (2022). El transporte frente al desafío de la Transición Energética en el Perú hacia el 2050. *Natura@economía*, 7(2), 131-148. <http://dx.doi.org/10.21704/ne.v7i2.2115>

DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ne.v7i2.2115>

© Los autores. Este artículo es publicado por la revista *Natura@economía* de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) que permite Compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato), Adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material) para cualquier propósito, incluso comercialmente.

energy consumption and supported future projections, the documents do not contain in detail the elements required for an accurate diagnosis, planning, strategy, goals and monitoring indicators for the energy transition of transportation.

Keywords: Greenhouse gases; Transport energy transition; Carbon neutrality.

I. Introducción

El transporte es el sector que ha contribuido más a la generación de gases de efecto invernadero (GEI) en el Perú. En 2019, el transporte representó el 12.2% de las emisiones totales de GEI del país, como segunda fuente por detrás del cambio de uso de tierras de cultivo. A su vez, el transporte representa el 40.5% de las emisiones GEI relacionadas con la Energía (MINAM, 2023).

El Balance Energético Nacional del Perú muestra que el consumo final total del país es de 934,699 TJ. De estos, el sector transporte revela un consumo total de 399,260 TJ, equivalente a un 42.72% del total (MINEM, 2022). Hacia el 2025, se realizó la proyección que esta sería de 522,150 TJ para el sector transporte (MINEM, 2014). Los principales retos se asocian a las infraestructuras requeridas para dicha demanda energética creciente.

Entonces, se decide hacer un análisis del consumo energético del sector transporte y su

incidencia respecto al consumo total de energía a nivel nacional. La información se obtiene de los balances nacionales energéticos desde el año 2005 al año 2022 (Figuras 1 y 2).

Por ello, actualmente se está contemplando el concepto de Transición Energética, el cual consiste en orientar la gestión de la energía (producción y uso) a un modelo basado en fuentes renovables, reduciendo emisiones de gases de efecto invernadero. Para ello, es necesario que se propongan iniciativas orientadas a la eficiencia energética y la economía circular (López, 2021). La transición energética del transporte implica el proceso de descarbonización y reducción de emisiones. Existe una serie de medidas, que se pueden resumir en:

- **Gestionar la demanda de desplazamientos:** El transporte es una demanda derivada de otras necesidades de la sociedad. Las personas y mercaderías se mueven en un contexto de requerimientos de salud, educación, trabajo, turismo, etc. (Balseca, 2021). Si es posible orientar la demanda para

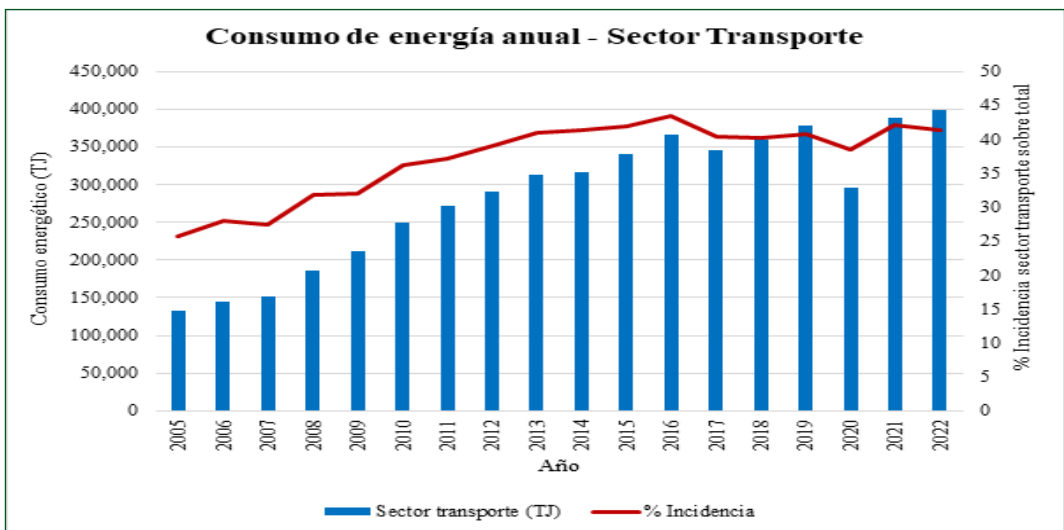


Figura 1. Consumo energético anual del sector transporte
Fuente: Elaboración propia basada en MINEM (2020a), MINEM (2022)

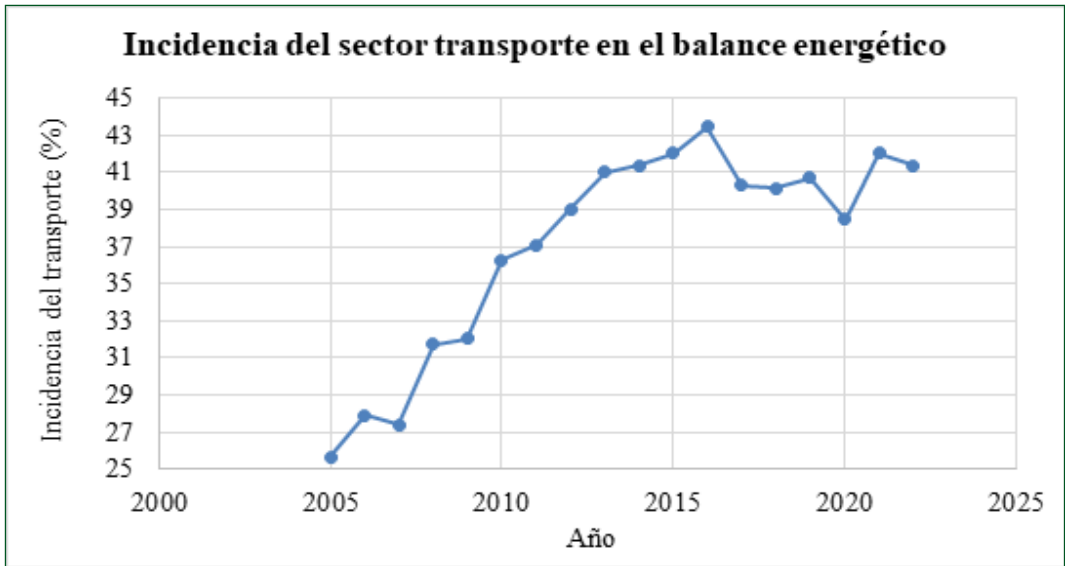


Figura 2. *Incidencia del sector transporte en el balance energético*
 Fuente: *Elaboración propia basada en MINEM (2020a), MINEM (2022)*

una satisfacción adecuada, cumpliendo con los requerimientos iniciales, se puede lograr el objetivo de disminuir las necesidades de movilidad sin afectar la calidad de vida.

- **Impulsar el uso de transporte público y transporte no motorizado:** Mediante la construcción y organización de nuevas líneas de transporte público, la mejora de las infraestructuras para el transporte no motorizado (como ciclovías y veredas) y la promoción del uso de la bicicleta y el transporte público (Huamanraime & Echevarria, 2022). Se puede complementar con medidas como la reducción de impuestos para los vehículos eficientes, los incentivos para el uso del transporte público y la bicicleta, y la creación de zonas de bajas emisiones (ZBE).
- **Incrementar la tasa de ocupación de los vehículos:** La mayor parte del peso de los vehículos del transporte está constituido por la carga bruta, por lo que el incremento de la capacidad con pasajeros o con carga aumentará la eficiencia en términos de unidad funcional (pasajero – km o tonelada – km). El uso de la máxima capacidad de los vehículos permite lograr el menor consumo de energía en un trayecto, logrando objetivos de desplazamiento.
- **Mejorar la eficiencia energética de los vehículos:** Mediante la implementación de estándares de eficiencia energética más estrictos, el uso de motores más eficientes y la promoción de vehículos híbridos y eléctricos. Debido a la condición de la industria nacional, es recomendable dar un impulso para incentivar zonas productivas que permitan la fabricación y ensamblaje de nuevos vehículos, de baterías y la adaptación y cambio de motores térmicos por eléctricos (Medina et al., 2023).
- **Disminuir la intensidad de carbono de los combustibles:** Enfocado en la mejora de la matriz energética de la electricidad, para disminuir su dependencia de los combustibles fósiles y fomentar energías renovables.
- **Desarrollar infraestructura para el transporte eléctrico:** El transporte motorizado eléctrico es más eficiente que sus equivalentes térmicos, por lo que, desde el punto de vista de eficiencia energética se debe promover su uso. Al mismo tiempo, si se logra que las fuentes energéticas provengan de fuentes renovables, puede lograrse una reducción importante en el contenido o intensidad carbono de los combustibles. Complementariamente, se

requiere la construcción de estaciones de recarga eléctrica y la promoción del uso de vehículos eléctricos.

De forma referencial, cuantitativamente hay estudios que revelan que, si bien la inversión inicial de vehículos eléctricos es mayor con respecto a los vehículos con combustible, sus costos de operación y mantenimiento resultan inferiores (equivalente a 5,000 dólares durante toda su vida útil). Considerando que en algunos países imponen impuestos a la gasolina y subvencionan la electricidad, el ahorro se incrementaría (Banco Mundial, 2022).

Por otro lado, la producción de vehículos eléctricos genera una mayor huella ambiental, emitiéndose 12,868 kg de CO₂, comparado con los 5,493 kg de CO₂ emitidos al fabricar motores a gasolina. Sin embargo, durante la vida útil la huella ambiental será mucho menor, representando solamente 2.5 kg de CO₂ por cada 100 km recorridos, comparados con los 14.5 kg de CO₂ que emiten los vehículos a motor para la misma distancia (UniBank, 2022).

La implementación de estas medidas requiere del esfuerzo conjunto de las entidades públicas, las empresas privadas, la academia, la industria y la sociedad civil. El punto de partida es la evaluación prospectiva de los escenarios de emisiones hacia el año 2050, a partir de los cuales, se deberá seleccionar el escenario o los escenarios deseados, y trazar las políticas que permitan lograr esos objetivos, a la par de los observatorios dinámicos para evaluar los avances que se vayan realizando. Las metodologías de Prospectiva reconocen distintas fases, iniciando por la búsqueda de información, diagnóstico e información de entrada para el desarrollo de la estrategia, y el planeamiento estratégico (Voros, 2004). La implementación de estas medidas requiere de un esfuerzo conjunto de las autoridades, la academia, las empresas privadas y la sociedad civil. La transición energética en el sector Transporte es un reto importante, por lo que es necesario analizar los escenarios de futuro para plantear correctamente las estrategias que logren cubrir los objetivos planteados.

Prospectiva: Anticipación para realizar las acciones presentes bajo el estudio de futuros posibles y deseables, de forma preactiva y proactiva (Godet, 2007).

Demanda del Transporte: En la mayor parte de los casos, no es una demanda por sí, sino derivada de otras, como satisfacer una necesidad (ir al trabajo, entretenimiento, salud). La demanda del movimiento de mercaderías tiene un significado similar (Ortúzar y Willumsen, 2011).

Cambio Modal: De medios de transporte que usan vehículos con motor térmico hacia vehículos eléctricos, micromovilidad y modos suaves.

Tasa de Ocupación: Indica el nivel de ocupación de los vehículos comparado con su capacidad. Esto influye notablemente en el incremento de la congestión y el incremento del tráfico en una ciudad.

Eficiencia energética de los vehículos: Corresponde a la utilización efectiva de la energía primaria de los vehículos. En los vehículos térmicos (gasolina, diésel, GNV, GLP), la eficiencia es muy baja, y varía entre rangos de 11 y 37%, en tanto que la eficiencia de los vehículos eléctricos dependerá de la fuente de energía. Si se trata de una matriz energética térmica (Diésel o Gas Natural), la eficiencia variará entre 12 y 27%; en tanto que, si se trata de energías renovables, la eficiencia se incrementa entre 40 y 70% (Albatayneh et al., 2020).

Intensidad de carbono en la energía: Relacionado al contenido carbono de cada combustible o recurso energético que se utiliza durante la operación de los vehículos de transporte.

Transición energética del transporte urbano: Situación deseable para la disminución de la reducción de emisiones GEI de 40% para el año 2030 y de carbono neutralidad para el año 2050.

Emisiones del transporte terrestre urbano: Corresponden a las emisiones GEI y polución

atmosférica producto de la circulación de vehículos con motor térmico, dominante en el Perú.

Sector transporte: Actividad relacionada al desplazamiento de objetos o personas, utilizando infraestructura y medios de transporte.

Cambio climático: Cambios a largo plazo de los patrones climáticos y temperatura, pudiendo ser por causas naturales o por excesivas emisiones de gases de efecto invernadero por la actividad humana.

Gases de efecto invernadero: Gases que se acumulan en la atmósfera y absorben la radiación del sol, aumentando y reteniendo el calor global, dando lugar al efecto invernadero. Al existir en exceso, ocasionan efectos de cambio climático.

Balance energético nacional: Estudio que brinda resultados de los flujos físicos de los energéticos utilizados en el país, mediante los cuales la energía se produce, intercambia, transforma y consume.

Energía renovable: Tipo de energía derivada de fuentes naturales, pudiendo reponerse más rápido que su demanda de consumo.

Economía circular: Modelo de producción y consumo que implica compartir, reutilizar y reciclar materiales y productos.

En la presente investigación se pretende identificar la documentación del Estado Peruano asociada a las políticas y estrategias para lograr la transición energética del transporte. Luego, describir las condiciones actuales de la documentación según los criterios de: Transporte terrestre, transición energética del transporte, infraestructura para la transición, e incentivos fiscales o similares. Finalmente, se busca calificar los criterios de la documentación para proponer adecuaciones coherentes para la transición energética del transporte.

Dominković et al. (2018) analizó el estado de la investigación sobre el sector del transporte limpio a nivel mundial mediante

una revisión bibliográfica. Se evaluaron cuatro alternativas a los actuales combustibles fósiles: biocombustibles, hidrógeno, combustibles sintéticos y electricidad. Los resultados muestran que el transporte eléctrico generaría los mejores beneficios y debería ser el principal foco para la transición energética del transporte. Se estimó que el 72.3% de la demanda energética del transporte en la Unión Europea podría electrificarse con la tecnología actualmente existente.

Yuan et al. (2021) analiza el papel de la electrificación del transporte en China para la transición energética, analizándolo a mediano y largo plazo. Las alternativas evaluadas se relacionan con los vehículos eléctricos y la descarbonización del sistema eléctrico. Analiza una serie de escenarios futuros asociados a distintas estrategias de planificación y modos de recarga de vehículos. Por ejemplo, al analizar la región Pekín – Tianjin – Hebei, encuentran que al incorporar un 100% de vehículos eléctricos en el total de la flota vehicular, pueden generar ahorros de energía y reducir las emisiones de dióxido de carbono a un 11% hacia el 2050.

Hou et al. (2023) menciona que la electrificación es clave para la mitigación de las emisiones de carbono que genera el sector del transporte urbano en China. En su estudio, se simula el proceso de transición a la electrificación mediante un modelo dinámico, evaluando el efecto de reducción de emisiones bajo diferentes escenarios. Al aplicar este modelo en la ciudad de Shenzhen (China), identifica que para el 2035 podría lograrse un 70% de participación ciudadana en el transporte público, y que al aplicar un enfoque integrado se reducirían las emisiones de carbono por pasajero de 1.65 kg al 2010 a 0.49 kg al 2035.

Hainsch (2023) señala que los responsables políticos deben ser quienes establezcan marcos que permitan y apoyen la transición energética del transporte en Alemania. Por ello, evalúa los ámbitos políticos en los que se debe centrar según las interacciones con el sistema energético. El modelo que generan, permite evaluar la eficacia de las políticas específicas

relacionadas al tema. Identifican que el cambio de la demanda de transporte a modos de menor consumo energético y de menores emisiones, sería el que generaría mejores resultados. También, recomienda evaluar el control de la flota vehicular con el cambio hacia el transporte público y trenes de larga distancia. Entonces, a mediano plazo, el cambio modal y la reducción de la demanda, ayudarían a reducir las emisiones del sector transporte.

Tal como se ha podido identificar, la revisión destaca la electrificación del transporte como una estrategia clave para la reducción de emisiones y el avance hacia la transición energética. Los cambios en las políticas de movilidad son esenciales para lograr los objetivos de descarbonización y mejorar la eficiencia energética en el sector transporte. Como se ve en los casos explicados (Alemania, la Unión Europea, China), existe una tendencia en el mundo desde hace algunos años hacia las políticas que mejoren la eficiencia energética en el transporte, y que toman en cuenta los compromisos para reducir los GEI.

2 Materiales y métodos

Identificación de documentos

Para completar el primer objetivo, se realizó la identificación de las principales políticas, planes y demás documentos estatales relacionados con la transición energética. Para tal efecto, se identificaron 04 temas transversales:

- Transporte terrestre.
- Transición energética del transporte.
- Infraestructura para la transición energética del transporte.
- Incentivos fiscales o similares para la transición energética.

La metodología de elección de información es adaptada del método PRISMA (Olayode et al., 2023), considerando que el alcance de esta investigación es netamente los documentos legales nacionales asociados a la transición energética del transporte.

Se emplearon las bases de datos online sobre la documentación de las entidades públicas: normativas, reglamentos, informes, etc., tales como la Plataforma digital única del Estado Peruano (<https://www.gob.pe/>) o las publicaciones de normativas por el diario El Peruano. Con ello, se comenzó con la búsqueda a partir de palabras clave como “energía”, “consumo energético”, “transición energética”, “balance energético”, “transporte”, etc. Luego, se hizo la revisión del contenido de aquellas relacionadas con la Transición Energética y que mencionen aspectos relacionados al sector transporte. Se tuvo especial cuidado de trabajar con las últimas versiones. Así, se identificó la lista de políticas relacionadas a la transición energética del transporte (Tabla 1).

Cada uno de los documentos citados corresponde a diferentes entidades públicas involucradas en el planeamiento estratégico de la transición energética del transporte terrestre urbano (en la Figura 3 se observa su participación). Los documentos fueron analizados bajo cuatro ejes temáticos, con el objetivo de resaltar el grado de madurez de cada uno de estos aspectos en la definición de políticas coherentes entre sí. Se pone de relieve que en ninguno de los documentos se presentan escenarios de futuro al 2050 y al 2100, que serían las condiciones del futuro deseado. Se observa que las políticas en general no precisan los objetivos ni la estrategia a seguir (que involucra ejes de acciones, involucrados, períodos); en los documentos técnicos complementarios se observan algunos desarrollos técnicos que sugieren algunas justificaciones de las políticas, pero que no logran un nivel de detalle suficiente, con referencias e indicadores únicos a nivel intersectorial. En la figura 4, se presenta el rol de cada entidad.

Tal como se observa en la Figura 4, se identifican 5 entidades públicas clave en la generación de documentos asociados a la transición energética del Perú: El Congreso, el Ministerio de Transportes, el Ministerio de Economía y Finanzas, el Ministerio de Energía y Minas, y el Ministerio del Ambiente.

Tabla 1. Documentos de Transición Energética del Transporte en el Perú

Fuente	Año	Tipo de documento	Origen
Congreso de la República (2018)	2018	Ley Marco sobre Cambio Climático	https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1638161-1
MEF (2012)	2012	Plan Estratégico de Energía Sostenible y Bioenergía para Perú (PEESB)	https://www.minem.gob.pe/publicacion.php?idSector=12&idPublicacion=424
MINAM (2009)	2009	Política Nacional del Ambiente	https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/426
MINAM (2011)	2011	Plan Nacional de Acción Ambiental	https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-014-2011-minam/
MINAM (2016)	2016	Guía de elaboración del reporte anual de gases de efecto invernadero – Sector energía	https://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-n-168-2016-minam/
MINAM (2019)	2019	Reglamento de la Ley Marco sobre Cambio Climático	https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1842032-2
MINAM (2021a)	2021	Lineamientos metodológicos para la formulación y actualización de Planes Locales de Cambio Climático	https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2002971-2
MINAM (2021b)	2021	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú	https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2002971-2
MINAM (2022)	2022	Plan Estratégico Institucional del MINAM 2022-2026	https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2065925-2
MINEM (2010)	2010	Política Energética Nacional del Perú 2010-2040	https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/normas-legales/738497-064-2010-em
MINEM (2014)	2014	Plan Energético Nacional 2014-2025	https://www.minem.gob.pe/publicacion.php?idSector=10&idPublicacion=489
MINEM (2015)	2015	Metodologías de Planificación Energética e Institucionalidad en el Estado Peruano	https://www.mef.gob.pe/prosemer/web/estudio/sistema-de-planificaci%C3%B3n-energ%C3%A9tica/16
MINEM (2020b)	2020	Política Energética Nacional del Perú 2010-2040 (Evaluación Anual 2020)	https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/OGP/Eval-ImplemAnual2020-Pol%C3%83ticaEnergéticaNac2010-2040.pdf
MINEM (2020c)	2020	Infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica	https://www.gob.pe/institucion/minem/normas-legales/1115052-022-2020-em
MINEM (2020d)	2020	Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía - Sector Transporte	https://www.minem.gob.pe/publicacion.php?idSector=12&idPublicacion=353
MTC (2019)	2019	Política Nacional de Transporte Urbano. Decreto Supremo N.º012-2019-MTC	https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/272373-012-2019-mtc

Fuente: Elaboración propia

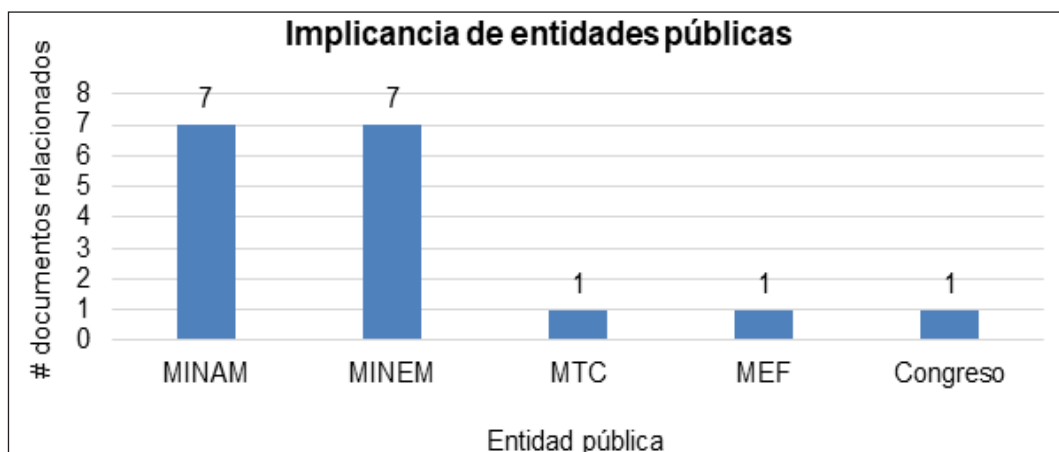


Figura 3. Participación de entidades públicas en la generación de documentación afín

Fuente: Elaboración propia

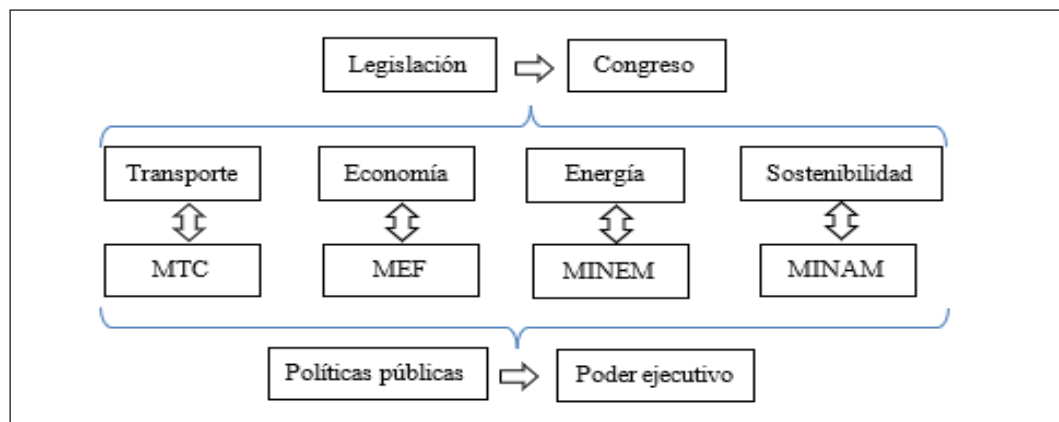


Figura 4. Rol de entidades públicas

Fuente: Elaboración propia

Crterios de evaluaci3n

Se realiz3 la lectura de los documentos bajo la intenci3n de encontrar una secuencia de an3lisis, es decir, diagn3stico, causas, objetivos, estrategia, planes, u otra jerarquizaci3n similar. Se tom3 como eje de an3lisis el transporte terrestre urbano habida cuenta de su alta participaci3n en las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminaci3n atmosf3rica local, as3 como su casi absoluta dependencia del petr3leo y del gas (recursos energ3ticos f3siles no renovables). A priori, y en concordancia con estrategias de otros pa3ses, uno de los primeros objetivos para la neutralidad de carbono es una reducci3n progresiva de esta dependencia y una migraci3n hacia un transporte con fuentes diversificadas de energ3a renovable. Los cuatro ejes de an3lisis buscan diagnosticar el enfoque de los documentos sobre el transporte y su importancia en la transici3n energ3tica hacia el 2050:

- Transporte urbano (TUR): Enfoque en la demanda del transporte (personas y mercader3as), las necesidades que deben ser atendidas (salud, educaci3n, accesibilidad, trabajo, comercio, turismo, etc.). Requiere de la organizaci3n de los sistemas de transporte y la priorizaci3n del transporte p3blico y del transporte no motorizado. Es importante tomar en cuenta la tasa de ocupaci3n para aumentar la eficiencia energ3tica y reducci3n de emisiones en los

desplazamientos, as3 como el ordenamiento urbano para la creaci3n de zonas de bajas emisiones (ZBE).

- Transici3n energ3tica del transporte (TEN): Enfoque en la reducci3n de la dependencia de los combustibles f3siles, y generar una nueva econom3a basada en la adaptaci3n a la electromovilidad, y a su vez, que la electricidad provenga de fuentes renovables para la disminuci3n de la intensidad de carbono. Tamb3n incluye pol3ticas que favorezca la mejora de la eficiencia energ3tica de los veh3culos existentes y la renovaci3n.
- Infraestructura para la transici3n energ3tica del transporte (ITE): Enfoque en la creaci3n de un ecosistema para el desarrollo de los veh3culos el3ctricos, tanto a nivel de mercados como de industria nacional para la fabricaci3n de repuestos, bater3as, adaptaci3n / cambio de motores t3rmicos por el3ctricos. Desde el punto de vista del suministro de recursos energ3ticos renovables, la infraestructura necesaria estar3 basada en la generaci3n (nuevas centrales hidroel3ctricas, e3licas y solares), distribuci3n (nuevas l3neas de alta tensi3n que conecten las nuevas centrales RER), generaci3n distribuida y microgeneraci3n (incluyendo redes inteligentes) y los puntos de recarga para los veh3culos. La infraestructura se complementa con v3as y adecuaciones urbanas para el transporte p3blico masivo y organizado, as3 como para

el transporte no motorizado.

- Incentivos fiscales o similares para la transición energética (IFI): Enfoque en los mecanismos de financiamiento que pueden ser dedicados al cambio del comportamiento del mercado existente. A partir del incremento de la recaudación fiscal (lo cual requiere una formalización inherente de todos los servicios de transporte), se pueden generar incentivos para la reducción del costo de la energía eléctrica de fuentes renovables, para la compra de vehículos eléctricos, para la instalación de estaciones de recarga (electrolineras). Así mismo, establecer estándares de eficiencia energética en los vehículos con motor térmico para incrementar las restricciones a su uso.

3 Resultados y discusión

Para cumplir con el segundo objetivo, se analizaron las leyes, políticas de Estado y documentos de planificación del Poder Ejecutivo. A continuación, se describen las condiciones actuales de la documentación según los criterios definidos:

Congreso (2018) - Ley Marco sobre el Cambio Climático (CON-LMC)

Se hace referencia al transporte sostenible sin mayor desarrollo ni acciones particulares. Se propone el cambio progresivo de la matriz energética hacia energías renovables y limpias, y al desarrollo bajo en carbono. Solo se menciona la necesidad de adaptación de la infraestructura frente al cambio climático, no hay menciones para la infraestructura de carga. Se establece que el MINAM y el MEF definirán los lineamientos para el financiamiento climático. Se anuncia la creación de un fondo de garantías para la promoción de inversiones en energías renovables.

MEF (2012) - Plan Estratégico de Energía Sostenible y Bioenergía para Perú (MEF-EESB)

Propone reducir el consumo de combustibles enfocado en proyectos de transporte masivo de pasajeros, y con mejora de la eficiencia

energética. Se propone el programa para la conducción racional y eficiente de choferes, de la gestión eficiente de combustibles, y de la reconversión tecnológica del parque automotor. Incentiva el uso del GNV en el Transporte Público. No proyectan la transición energética del transporte, aunque evalúan escenarios con cambios en la estructura de la matriz energética. Se describen aspectos para el fortalecimiento y desarrollo de la generación y distribución eléctrica a gran escala. Se propone inversión para aumentar a una capacidad de producción de 5 GW de potencia instalada al año 2040. No existen menciones para la infraestructura del transporte. Se sugieren incentivos por el uso de energía limpia, enfocados en la disminución del IGV; sin embargo, no profundiza el análisis de esta propuesta.

MINAM (2009) – Política Nacional del Ambiente (AMB-PNA)

Solo se hace una citación a usar medios de transporte y combustibles enfocados en la reducción de la contaminación atmosférica. Ninguno de los 4 ejes de la política hace referencia a la Transición Energética del transporte. También, se hace referencia a la eficiencia energética de forma general. Se menciona la inversión para bicomcombustibles y energías renovables. La infraestructura está orientada a la calidad ambiental, no hay referencias a la infraestructura para la transición. No existen menciones sobre incentivos.

MINAM (2011) – D.S N° 014-2011-MINAM Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA) Perú 2011 – 2021 (AMB-PNAA):

Menciona temas de energía y gases de efecto invernadero, pero no hace referencia exacta al transporte urbano. Dentro de las estrategias, menciona la gestión de recursos naturales renovables. No hacen referencia específica al sector transporte. Como indicador, mencionan la cantidad de programas y proyectos energéticos implementados y que gestionen de manera sostenible los recursos naturales renovables, se puede entender que ello implica infraestructura. Solo mencionan que deberían tomarse acciones de incentivo ambiental.

MINAM (2016) - RM. 168-2016-MINAM Guía N°2: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero – Sector Energía (AMB-RAG):

Explica la metodología para el cálculo de los GEI que generan los distintos medios de transporte. Especial énfasis en quema de combustible por combustión móvil. No hay mayor referencia, salvo el procedimiento de asociar cada tipo de combustible y los kilómetros recorridos con un nivel de generación de GEI, lo cual también podría analizarse desde el punto de vista energético. No se plantean propuestas de transición energética. No hay referencia a infraestructura para la transición ni de incentivos fiscales.

MINAM (2019) – Reglamento sobre Ley Marco sobre Cambio Climático (AMB-RLMC)

No existe ninguna referencia al sector transporte. Se indica que las medidas de mitigación deben orientarse, entre otros aspectos, a la energía y a la reducción de emisiones GEI. No existen referencias de infraestructura para la transición. Indican recomendaciones generales de incentivos por reducción de emisiones GEI, así como la promoción de inversión en energías renovables y limpias, orientadas a la disminución de GEI, sin mayor desarrollo ni referencia al transporte terrestre.

MINAM (2021a) - RM. 196-2021-MINAM Lineamientos metodológicos para la formulación y actualización de Planes Locales de Cambio Climático y sus anexos (AMB-LMF):

Presenta la metodología para formular e implementar planes para la adaptación al cambio climático. Resalta el consumo de combustibles fósiles por actividades de transporte y su conversión a emisiones contaminantes. Señala una perspectiva temporal al 2030 y 2050, ejemplificando metas sobre el abastecimiento con energías renovables. Menciona el área temática de Infraestructura y Transporte, resaltando la producción y distribución de

energía. No ahonda en la transición energética ni menciona sobre incentivos.

MINAM (2021b) - RM. 096-2021-MINAM Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú (AMB-ACC)

No se detalla específicamente sobre un cambio en la matriz energética del transporte, ni la necesidad de la planificación urbana. Se consideran algunas medidas para la transición energética, fomentando la economía baja en carbono (energías renovables, la eficiencia energética y el cambio de combustibles). No hay otras referencias ni medidas de importancia. Se contemplan algunas medidas para fomentar infraestructura para la resiliencia de la economía frente al cambio climático, no hay menciones particulares para la infraestructura de recarga, distribución para electromovilidad, industria de vehículos eléctricos, ni de baterías. Se menciona el financiamiento que podría accederse bajo mecanismos de desarrollo limpio y bonos de carbono.

MINAM (2022) - RM. 110-2022-MINAM Plan Estratégico Institucional (PEI) 2022 – 2026 (AMB-PEI):

Menciona la necesidad de controlar las emisiones del sector transporte por vehículos en circulación. Se realiza una proyección de los logros anuales esperados hasta el 2026. Menciona el objetivo de fortalecer la sostenibilidad de las cadenas de consumo en el marco de la economía circular y ecoeficiencia. No existen referencias sobre infraestructura para la transición. Mencionan los incentivos económicos otorgados para promover la gestión sostenible. No existe una referencia a la energía.

MINEM (2010) - DS-064-2010-EM Política Energética Nacional del Perú 2010-2040 (MEM-PEN):

Solo se menciona el esfuerzo para la sustitución de combustibles líquidos por Gas Natural o GLP para los diferentes vehículos. Se declara como uno de los lineamientos la mitigación de las emisiones provenientes

de las actividades energéticas. Se propone la diversificación de recursos energéticos e impulso a los RER. Menciona la integración con mercados energéticos regionales, la priorización de las líneas de transmisión para la seguridad y confiabilidad del sector eléctrico. No hay menciones a la infraestructura para la electromovilidad. Menciona incentivos para el desarrollo de infraestructura requerida, incentivos por uso eficiente de la energía, promoción de los proyectos de energía con el uso de los certificados de reducción de emisiones (CER) asociados al mercado de carbono.

MINEM (2014) – Plan Energético Nacional 2014-2025 (MEM-PLEN)

El enfoque principal es la sustitución de los combustibles líquidos (productos del petróleo) por GLP y GNV. Se hace una referencia a la propuesta de la ampliación de los corredores de transporte masivo y de metros (ferrovías electrificadas). Pese a que considera que el documento es central para la transición energética del país, no se muestra ninguna intención para un proceso de descarbonización de la energía, menos en el caso del transporte. Se hacen algunas citas difusas a la transición hacia una economía de menor emisión de carbono. Orientada principalmente a la infraestructura para la explotación, refinación y distribución del petróleo y gas. También, se resalta la importancia de fortalecer la infraestructura de distribución de electricidad. Orientado a mejorar la permisología para promover la inversión en la exploración y explotación del petróleo de manera sostenible.

MINEM (2015) – Metodologías de Planificación Energética e Institucionalidad en el Estado Peruano (MEM-MPE)

No hay referencias al transporte urbano. Describen los mecanismos de transición energética, con casos de estudio de diferentes países: Brasil, Chile, Colombia y el Reino Unido. Se hace énfasis en la planificación, no hay mayor detalle sobre las metas requeridas en el transporte terrestre ni urbano. Se hacen menciones esporádicas para la necesidad de monitorear las futuras emisiones de GEI. Énfasis

en el proceso de desarrollo de la infraestructura energética y de su validación social. No hay metas ni prospectiva de lo que requiere para el transporte terrestre ni urbano. Se brindan algunos ejemplos de incentivos, sin mayor detalle de su aplicación en la realidad peruana ni en el transporte urbano.

MINEM (2020b) - Política Energética Nacional del Perú 2010-2040 (Evaluación Anual 2020) (MEM-PEN20)

Toma la utilización del Gas Natural en el transporte como parte de los objetivos prioritarios. Se destaca que el transporte es uno de los principales consumidores de energía, así como la mayor fuente de GEI. La transición energética se interpreta como la masificación del gas natural y la implementación de proyectos emblemáticos de hidrocarburos. Se plantea el desarrollo de energías limpias y de bajas emisiones contaminantes. Indica que se están proponiendo políticas para la infraestructura de carga para la electromovilidad. Se propone aumentar la infraestructura de almacenamiento de combustibles para mejorar la seguridad energética del país. Se da cuenta del Programa BonoGas Vehicular, y de las 3,033 conversiones vehiculares.

MINEM (2020c) - DS022-2020-EM Infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica (PEN-EMOV)

Está enfocado en la promoción de vehículos eléctricos. Se destaca el uso racional de los recursos energéticos y la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles. No menciona la planificación de sistemas de transporte. La transición energética se menciona, aunque sin metas ni indicadores concretos. Sin embargo, todo el documento está dedicado a conceptos de disminución de la huella de carbono y a la eficiencia energética. Se presentan algunos lineamientos escuetos sobre infraestructura de carga; sin embargo, no se indica la forma de operacionalizar estos lineamientos. No existen referencias sobre incentivos

MINEM (2020d) - Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía - Sector Transporte (MEM-GET)

Se presentan las alternativas de eficiencia energética relacionadas con la normativa europea, en particular Euro IV (europeo) y Tier (EEUU). Se presentan análisis sobre indicadores de eficiencia energética por contexto geográfico. Se insiste en la necesidad de disminuir el consumo de combustible fósil, crear un mercado para la electromovilidad, fomentar el cambio del parque automotor, e incrementar la tasa de ocupación vehicular. No se destacan los aspectos de demanda para la ampliación del sistema eléctrico. Orientado básicamente en la eficiencia; por ejemplo, que se pueden lograr ahorros potenciales entre 10-15% por la optimización de recorridos para evitar km innecesarios, evitar frenos y partidas bruscas por aceleración/desaceleración, y 5% por la presión adecuada en los neumáticos. No se presentan menciones particulares sobre infraestructura para la transición, salvo lo relacionado a la infraestructura vial y férrea. No se puntualiza sobre la infraestructura de generación eléctrica ni del sistema de recarga. Se proponen mecanismos de incentivo a bajos consumos de combustible individual y por flota. Se sugiere el uso de los mecanismos de financiamiento climático, relacionado a proyectos de eficiencia energética y energías renovables.

MTC (2019) - Política Nacional de Transporte Urbano (MTC-PNTU)

Propone 04 objetivos prioritarios: OP1: sistemas de transporte urbano público de alta eficacia, OP2: Gobernanza del transporte urbano, OP3: Desarrollo de servicios de transporte urbano con infraestructura adecuada, y OP4: Satisfacción de necesidades de transporte urbano. No se describen los escenarios futuros, ni el estudio prospectivo de la demanda, ni el desarrollo futuro de las ciudades. Se proponen metas de reducir la dependencia de los combustibles fósiles, promover el uso de energías renovables y mejorar la eficiencia energética. Se describen metas con indicadores para el año 2030, como la reducción del 30% del tiempo diario de viaje, la disminución de muertes por accidentes viales

y la reducción del 20% de las emisiones de GEI para ese año. Enfocado principalmente en los sistemas de transporte público y no motorizado. No hay provisiones para la electromovilidad. Las recomendaciones se orientan principalmente al subsidio de la tarifa pública. Se detallan algunas fuentes alternativas, como impuestos específicos, cobros por congestión, estacionamientos, valoración inmobiliaria, plusvalía, y criterios para la participación privada. Las medidas no son precisas, y pueden conllevar a cambios legislativos.

Calificación de criterios

Para cumplir con el tercer objetivo, luego de todo el análisis presentado, se propone realizar una calificación del cumplimiento de cada criterio, TUR: Transporte Urbano, TEN: Transición Energética, ITE: Infraestructura de Transición energética, y IFI: Incentivos Fiscales. Después de un juicio experto, se ha utilizado una escala del 0 al 3 para explicar una evaluación cualitativa de las políticas de transición energética del transporte en el Perú, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Nivel 0: Ausencia o desarrollo casi inexistente, no se menciona en las políticas, no hay objetivos, estrategias o medidas específicas para el tema.
- Nivel 1: Desarrollo básico, el tema se menciona en las políticas, hay objetivos generales para el tema, se esbozan algunas estrategias o medidas para el tema. Falta de análisis y diagnóstico.
- Nivel 2: Desarrollo intermedio, el tema se desarrolla con mayor profundidad en las políticas. Hay objetivos específicos y cuantificables para el tema tratado. Se definen estrategias y medidas concretas para alcanzar los objetivos, se presenta un análisis y diagnóstico.
- Nivel 3: Desarrollo avanzado, el tema se trata de manera integral en las políticas. Hay objetivos específicos, cuantificables y de gran amplitud para el tema. Se definen estrategias y medidas innovadoras y bien definidas para alcanzar los objetivos. Se presenta un análisis y diagnóstico detallado

Tabla 2. Calificación de documentos de Transición Energética del Transporte en el Perú

Documento	TUR	TEN	ITE	IFI	Puntaje	%
Congreso (2018)	0	3	0	2	5	42
MEF (2012)	3	2	2	2	9	75
MINAM (2009)	1	2	1	0	4	33
MINAM (2011)	1	1	1	1	4	33
MINAM (2016)	1	0	0	0	1	8
MINAM (2019)	0	1	0	2	3	25
MINAM (2021a)	2	2	1	0	5	42
MINAM (2021b)	1	1	1	1	4	33
MINAM (2022)	2	1	0	1	4	33
MINEM (2010)	1	2	1	1	5	42
MINEM (2014)	1	0	2	0	3	25
MINEM (2015)	0	1	0	1	2	17
MINEM (2020b)	1	1	2	1	5	42
MINEM (2020c)	1	1	1	0	3	25
MINEM (2020d)	3	2	1	2	8	67
MTC (2019)	3	3	2	1	9	75
Puntaje	21	23	15	15		
%	44	48	31	31		

TUR: Transporte UrbanoTEN: Transición Energética

ITE: Infraestructura de Transición energética

IFI: Incentivos Fiscales

Fuente: Elaboración propia

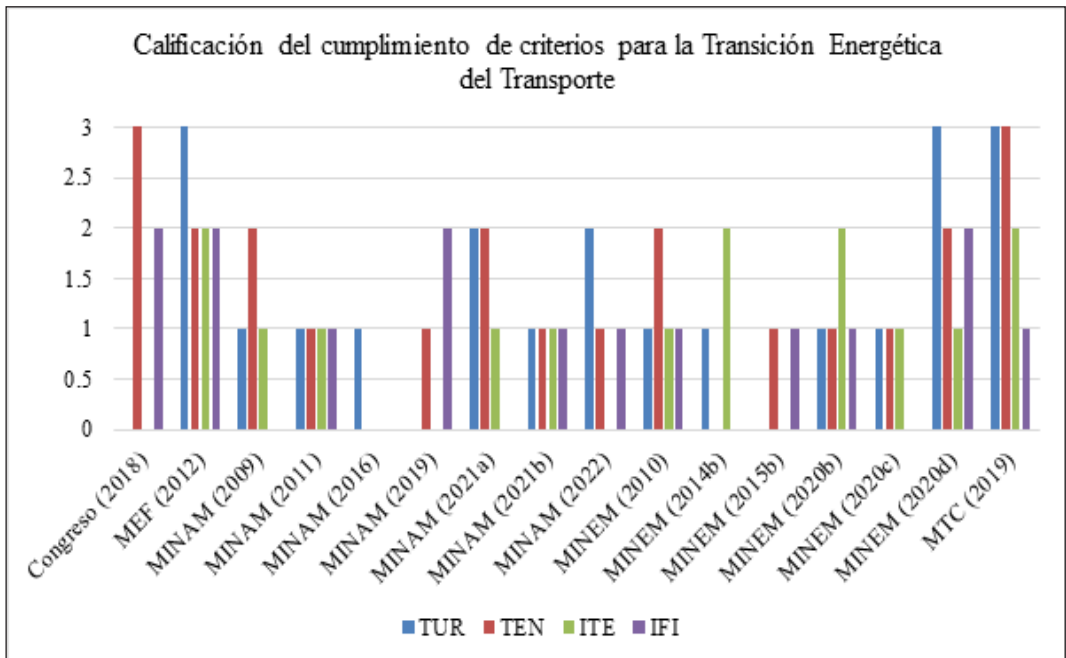


Figura 5. Calificación de los documentos de Transición Energética

Fuente: Elaboración propia

del tema, y se incluye un plan de seguimiento y evaluación del tema.

En la Tabla 2 y en la Figura 5 se presenta dicho análisis. Cabe resaltar que los acrónimos de los documentos se encuentran al final de los subtítulos.

Discusiones

Se observa que las políticas y documentos de planificación no contienen a detalle los elementos requeridos para un adecuado diagnóstico, planificación, estrategia, metas e indicadores de seguimiento para la transición energética del transporte.

Al revisar publicaciones sobre el rol que está cumpliendo el Estado y las entidades públicas, se encuentra solamente declaraciones de estar trabajando en la transición por medio del aprovechamiento de energías renovables, electromovilidad y el fomento de la investigación en nuevas tecnologías, como el hidrógeno verde. Se indica que existen recursos para impulsar la electromovilidad del país (MINEM, 2022). Sin embargo, como se mencionó anteriormente, no se muestran los detalles de la planificación e indicadores específicos del cumplimiento de este objetivo de transición.

Entidades como la Organización de las Naciones Unidas ponen especial énfasis a la transición energética, específicamente en relación a sus objetivos de desarrollo sostenible, buscándose impulsar la generación de energía limpia, asequible, e intervenir ante el cambio climático (ONU, 2022). Señala que las claves para la transición son las siguientes: que las energías renovables estén al alcance de todos (incluyendo las tecnologías que sean necesarias), mejorar el acceso a materias primas (como los minerales para producir los vehículos), implementar políticas y procesos para orientar la transición (reduciendo los riesgos del mercado e incentivando las inversiones), y subsidios para las energías renovables (ya que subsidiar los combustibles fósiles representa una de las mayores barreras financieras) (ONU, s.f.).

Existe una propuesta de hoja de ruta hacia la transición energética 2030-2050 generada por ENEL Perú, en el cual se habla de tres vectores enfocados a la descarbonización: Cambio a fuentes primarias de energía libres de emisiones (matriz eléctrica verde), fomento de la eficiencia energética y electrificación de los usos finales mediante la digitalización de redes (actualizando la infraestructura), y el incentivo a modelos de producción sustentables. Para el sector transporte, se resalta el impulso de vehículos eléctricos (incluyendo al transporte público de pasajeros) y de vehículos no motorizados, el contar con incentivos monetarios del Estado, restricciones de circulación de vehículos a motor (Enel, 2022).

Las políticas energéticas del Perú no contienen escenarios de carbono neutralidad al 2050. Algunos pocos documentos proyectan escenarios al 2025, al 2030 y al 2040. Como discusión, se podría mencionar que todavía no se ha materializado la importancia del tema o que no existe la total transparencia sobre las estrategias nacionales con prospectiva a las metas de la transición. Su implementación al 2050 no se ve reflejada a nivel nacional como el caso de bonos por vehículos verdes o proyectos asociados a la infraestructura que se requerirá para abastecer la demanda energética.

Los diferentes ministerios relacionados con la transición energética del transporte (MINAM, MINEM, MEF, MTC) no han contemplado una planificación intersectorial, por lo que los objetivos de planificación aparecen desarticulados.

No existen objetivos de largo plazo para llegar a la carbono-neutralidad en el transporte, mucho menos en el transporte urbano de pasajeros y carga.

Salvo algunas pocas precisiones, no existen metas intermedias ni estrategias que conlleven a esta finalidad, esto es, los compromisos interministeriales que puedan hacer realidad los objetivos descritos.

Sobre el Transporte Urbano: salvo pocas

directivas, no existen acciones claras ni objetivos que puedan llevar a cabo este criterio. La evaluación cualitativa de los documentos analizados refleja un cumplimiento de este criterio de 44%.

Sobre la Transición Energética: no hay planteamientos para un camino claro para reducir el mercado de derivados del petróleo y gas actuales. Existe un discurso recurrente de la provisión de energías limpias y de descarbonización, y se requiere que se complemente con cifras y metas precisas. La evaluación cualitativa de los documentos analizados refleja un cumplimiento de este criterio de 48%.

Sobre la Infraestructura para la Transición Energética: no se ha previsto el incremento progresivo de la capacidad de generación eléctrica que pueda reemplazar el contenido energético actual del mercado del petróleo y gas. La evaluación cualitativa refleja un cumplimiento de este criterio de 31%.

Sobre los Incentivos Fiscales: no se han previsto medidas específicas para la renovación del parque automotor, ni el incentivo para la disminución progresiva de la dependencia de los combustibles derivados del petróleo y del gas. No se han previsto Incentivos Fiscales para la creación de una industria nacional de vehículos eléctricos, de baterías o de centros de adaptación de vehículos con motor térmico a motor eléctrico. La evaluación cualitativa de los documentos analizados refleja un cumplimiento de este criterio de 31%.

4. Conclusiones

La identificación de 16 documentos del Estado Peruano asociados a la transición energética del transporte fue posible gracias a la adaptación de la metodología PRISMA, al uso de las plataformas del gobierno que centralizan esta información y al uso de palabras clave adecuadas.

Luego de realizar un análisis crítico de la documentación identificada, fue posible describir sus condiciones actuales según los

criterios de: Transporte terrestre, transición energética del transporte, infraestructura para la transición, e incentivos fiscales o similares.

Luego de proponer una escala para calificar los niveles de cumplimiento, se identificó lo siguiente: Transporte Urbano (44%), Transición Energética (48%), Infraestructura para la Transición Energética (31%), y los Incentivos Fiscales (31%).

Luego de todo lo presentado, se identifican brechas en el diseño de políticas relacionadas a la transición energética, especialmente en los casos de la infraestructura e incentivos asociados a su desarrollo. Estos aspectos requieren especial atención para desarrollar políticas más efectivas y orientadas a resultados.

Al no existir objetivos a largo plazo y metas específicas cuantificables para la carbono neutralidad en las políticas, genera una falta de claridad en el camino a la transición energética. Se requieren diseñar objetivos cuantificables y estrategias detalladas.

También, se identifica una falta de planificación intersectorial sobre los actores públicos, desarticulando las estrategias para la transición energética. Por ello, es necesario que exista una mejor coordinación e integración con las entidades gubernamentales.

Agradecimientos

Agradecimiento especial al programa de Doctorado CARELEC, por su apoyo a la investigación en Energía y en Transición Energética.

Rol del autor

ESM y MR: Conceptualización, Investigación, Escritura-Preparación del borrador original, Redacción-revisión y edición.

Fuentes de financiamiento

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de ninguna agencia de financiación, sector gubernamental ni comercial o sin fines de lucro.



Aspectos éticos / legales:

El autor declara no haber incurrido en aspectos antiéticos ni haber omitido normas legales.

Conflictos de intereses

El autor firmante del presente trabajo de investigación declara no tener ningún potencial conflicto de interés personal o económico con otras personas u organizaciones que puedan influir indebidamente con el presente manuscrito.

ORCID and e-mails

Edward Santa María Dávila	esantamariad@uni.edu.pe
	https://orcid.org/0000-0001-6789-4983
Marck Regalado Espinoza	mregaladoe@uni.edu.pe
	https://orcid.org/0000-0002-6752-0196

REFERENCIAS

Albatayneh, A.; Assaf, M. N.; Alterman, D.; Jaradat, M. 2020. Comparison of the Overall Energy Efficiency for Internal Combustion Engine Vehicles and Electric Vehicles. *Environmental and Climate Technologies* 24 (1): 669-680. <https://doi.org/10.2478/rtuct-2020-0041>

Balseca Silva, Y. B. 2021. Planeamiento de estrategias y alternativas de movilidad para los retos del transporte público frente al COVID -19 en Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15173>

Banco Mundial. 2022. Vehículos eléctricos: beneficios económicos y ambientales para los países en desarrollo. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/11/17/electric-vehicles-an-economic-and-environmental-win-for-developing-countries>

Congreso de la República. 2018. Ley Marco sobre Cambio Climático. En: *El Peruano*, Lima 18 de abril del 2018. pp: 4-9. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/>

[NL/1638161-1](https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.117)

Dominković, D.F., Bačeković, I., Pedersen, A.S., Krajačić, G. 2018. The future of transportation in sustainable energy systems: Opportunities and barriers in a clean energy transition. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 82 (2): 1823-1838. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.117>

Enel. 2022. Hoja de Ruta de Transición Energética. <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/transicion-energetica-peru-2050.html>

Godet, M. 2007. *Prospectiva Estratégica: problemas y métodos*. Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique CNAM, Parí, Francia.

Hainsch, K. 2023. Identifying policy areas for the transition of the transportation sector. *Energy Policy*, 178: 113591. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113591>

Hou, X., Lv, T., Xu, J., Deng, X., Liu, F., & Lam, J. S. L. 2023. Electrification transition and carbon emission reduction of urban passenger transportation systems—A case study of Shenzhen, China. *Sustainable Cities and Society*, 93: 104511. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104511>

Huamanraime Maquin, E. L. & Echevarría Sú, M. E. 2022. Estudio integral de los e-scooters en distritos de Lima centro: Un análisis social, ambiental y de movilidad urbana. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/22351>

López Antoranz, J. 2021. El hidrógeno verde en la Unión Europea: una vía necesaria para la transición energética. *Revista Española de Desarrollo y Cooperación* 48: 13-33. <https://dx.doi.org/10.5209/redc.81174>

Medina Pedraza, A. M., Betancourt Basto, D. M., & Amarillo Martínez, J. A. 2023. Incremento y transición de vehículos híbridos y eléctricos particulares en Bogotá entre 2022 y 2023. Universidad EAN. <http://hdl.handle.net/10882/13748>

MEF [Ministerio de Economía y Finanzas]. 2012. *Elaboración de la Nueva Matriz*

- Energética Sostenible y Evaluación Ambiental Estratégica, como Instrumentos de Planificación. <https://www.minem.gob.pe/publicacion.php?idSector=12&idPublicacion=424>
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2009. Aprueban la Política Nacional del Ambiente. Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM. En: El Peruano, Lima 23 de mayo de 2009. <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/426>
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2011. Aprueban el Plan Nacional de Acción Ambiental PLANNA. Decreto Supremo N° 014 - 2011 – MINAM. En: El Peruano, Lima 14 de julio del 2011. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-014-2011-minam/>
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2016. Aprueban guías para la elaboración de reportes anuales de gases de efecto invernadero y la difusión del inventario nacional de gases de efecto invernadero. Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM. En: El Peruano, Lima 04 de julio del 2016. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-n-168-2016-minam/>
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2019. Aprueban el reglamento de la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático. En: El Peruano, Lima 31 de diciembre del 2019. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1842032-2>
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2021a. Aprueban los Lineamientos metodológicos para la formulación y actualización de los Planes Locales de Cambio Climático y sus anexos. Resolución Ministerial N° 196-2021-MINAM. En: El Peruano, Lima 20 de octubre del 2021. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2002971-2>
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2021b. Aprueban el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú: un insumo para la actualización de la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático. Resolución Ministerial N° 096-2021-MINAM. En: El Peruano, Lima 07 de junio del 2021.
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2022. Aprueban el Plan Estratégico Institucional (PEI) 2022 - 2026 del Pliego 005. Resolución Ministerial N° 110-2022-MINAM. En: El Peruano, Lima 11 de mayo del 2022. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2065925-2>
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2023. Documento de Resultados del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2000-2019. <https://infocarbono.minam.gob.pe/annios-inventarios-nacionales-gei/ingei-2019/>
- MINEM [Ministerio de Energía y Minas]. 2010. Aprueban la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040. Decreto Supremo N° 064-2010-EM. En: El Peruano, Lima 24 de noviembre del 2010. <https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/normas-legales/738497-064-2010-em>
- MINEM [Ministerio de Energía y Minas]. 2014. Plan Energético Nacional 2014-2025. <https://www.minem.gob.pe/publicacion.php?idSector=10&idPublicacion=489>
- MINEM [Ministerio de Energía y Minas]. 2015. Metodologías de Planificación Energética e Institucionalidad en el Estado Peruano. En: MINEM, Lima agosto del 2015.
- MINEM [Ministerio de Energía y Minas]. 2020a. Balance Nacional de Energía 2020. <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/5575604-balance-nacional-de-energia-2020>
- MINEM [Ministerio de Energía y Minas]. 2020b. Evaluación de Implementación Anual 2020: Política Energética Nacional del Perú 2010-2040. <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/OGP/Eval-ImplemAnual2020-Pol%C3%83ticaEnergeticaNac2010-2040.pdf>
- MINEM [Ministerio de Energía y Minas]. 2020c. Decreto Supremo que aprueba disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica.

- Decreto Supremo N.º 022-2020-EM. Lima, 21 de agosto del 2020. <https://www.gob.pe/institucion/minem/normas-legales/1115052-022-2020-em>
- MINEM [Ministerio de Energía y Minas]. 2020d. Compendio de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético. En: MINEM, Lima 2020. https://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=12&idPublicacion=353
- MINEM [Ministerio de Energía y Minas]. 2022. Balance Nacional de Energía 2022. <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/5575775-balance-nacional-de-energia-2022>
- Olayode, I. O., Du, B., Severino, A., Campisi, T., & Alex, F. J. 2023. Systematic literature review on the applications, impacts, and public perceptions of autonomous vehicles in road transportation system. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, volumen 10, issue 6, pp 1037-1060. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2023.07.006>
- ONU [Organización de las Naciones Unidas]. 2022. La ONU lanza un plan de acción mundial para impulsar la energía limpia y económica. <https://news.un.org/es/story/2022/05/1508092>
- ONU [Organización de las Naciones Unidas]. s.f. Cinco formas de reactivar la transición a energías renovables. <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy-transition>
- Ortúzar, J.D.; Willumsen, L.G. 2011. *Modelling Transport*. 4ta edición. Editorial Wiley, Reino Unido.
- UniBank. 2022. ¿Cuáles son los beneficios ambientales y económicos de comprar un auto eléctrico? <https://www.unibank.com.pa/es/noticias/cuales-son-los-beneficios-ambientales-y-economicos-de-comprar-un-auto-electrico>
- Voros, J. 2004. A generic foresight process framework. *Foresight* 5 (3): 10-21. <https://doi.org/10.1108/14636680310698379>
- Yuan, M., Thellufsen, J. Z., Lund, H., & Liang, Y. 2021. The electrification of transportation in energy transition. *Energy* 236: 121564. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121564>